



Браншова Камара на Дървообработващата
и Мебелната Промисленост

*Браншовата камара на дървообработващата
и мебелната промишленост (БКДМП)
стартира програма за маркетингов знак:*

„Проверени българските мебели“

*удостоверяващ български произход, законност на производството,
качество на продукта, опазване на околната среда
и социално-отговорно поведение на производителя.*

ТЪРСЕТЕ ПРОВЕРЕНИТЕ БЪЛГАРСКИ МЕБЕЛИ



Браншова камара на
дървообработващата и
мебелната промишленост

Проверени български мебели

www.timberchamber.com

Коректно

Легално

Екологично

Wood-Mizer

From Simple to Beautiful



Хоризонтални банцизи и ленти

Екотехпродукт ООД
София, ул. Стар Лозански път 38

тел.: 021978 17 10
факс: 0899 133 107

office@ecotechproduct.com
www.wood-mizer.bg

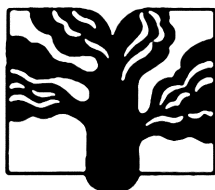
ГАБРОВНИЦА АД

с. Горно Сахране 6151
тел. 0431/650 32, 628 90
факс 0431/660 06
gabrovnitsa.ad@gabrovnitsa.com
www.gabrovnitsa.com

 **Gabrovnitsa AD**



- ПДЧ ■ Ламинирани ПДЧ и МДФ ■ МДФ и ХДФ
- Фурнирован МДФ и ПДЧ ■ МДФ панели за врати
- Ламиниран паркет ■ ABS кантове



ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ



ФАКУЛТЕТ ГОРСКА ПРОМИШЛЕНОСТ

СБОРНИК
НАУЧНИ ДОКЛАДИ
ТРЕТА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКА КОНФЕРЕНЦИЯ
ИНОВАЦИИ В ГОРСКАТА ПРОМИШЛЕНОСТ
И ИНЖЕНЕРНИЯ ДИЗАЙН

(София, 5–7 ноември 2010 г.)



PROCEEDINGS
SCIENTIFIC PAPERS
THIRD SCIENTIFIC-TECHNICAL CONFERENCE
INNOVATION IN WOODWORKING INDUSTRY
AND ENGINEERING DESIGN

(Sofia, 5-7 November 2010)

ОРГАНИЗАЦИОНЕН КОМИТЕТ

Председател: Проф. д-р Нино Нинов –
Ректор на ЛТУ
Зам. Председател: Доц. д-р Нено Тричков –
Декаан на ФГП
Секретар: Доц. д-р Николай Минковски
Членове: Д-р инж. Калин Симеонов –
Председател на БКДМП
Доц. д-р Тодор Тодоров
Доц. д-р Живко Гочев
Ас. Ралица Симеонова
Ас. Павлин Вичев
Технически секретар: Виолета Болярова

ПРОГРАМЕН КОМИТЕТ:

Председател: Доц. д-р Нено Тричков –
Декаан на ФГП
Зам. Председател: Проф. д-р Ненчо Делийски –
ЛТУ
Членове: Проф. д-р Веселин Брезин –
Зам. Ректор на ЛТУ
Проф. д-р Божидар Динков –
Главен Редактор на списание “ДМП”
Проф. д-р Панайот Панайотов
Доц. д-р Юлия Михайлова
Доц. д-р Георги Абрашев

РЕДАКЦИОННА КОЛЕГИЯ:

Председател: Доц. д-р Нено Тричков –
Декаан на ФГП
Членове: Доц. д-р Юлия Михайлова
Доц. д-р Николай Минковски
Ас. инж. Виктор Савов

Издава Лесотехнически университет – София
ISSN 1314-0663
София, 2011

ORGANISING COMMITTEE:

Chairman: Prof. Nino Ninov
Vice Chairman: Assoc. Prof. Neno Tritchkov
Secretary: Assoc. Prof. Nikolay Minkovski
Members: Dipl. Eng., Kalin Simeonov,
Ph.D.
Assoc. Prof. Todor Todorov
Assoc. Prof. Zhivko Gochev
Assistant Ralitsa Simeonova
Assistant Pavlin Vitchev
Technical secretary: Violeta Boliarova

PROGRAMME COMMITTEE

Chairman: Assoc. Prof. Neno Tritchkov
Vice Chairman: Prof. Nencho Deliiski
Members: Prof. Vesselin Brezin
Prof. Bojidar Dinkov
Prof. Panayot Panayotov
Assoc. Prof. Julia Mihajlova
Assoc. Prof. Georgy Abrashev

EDITED BY

Chairman: Assoc. Prof. Neno Tritchkov
Members: Assoc. Prof. Julia Mihajlova
Assoc. Prof. Nikolay Minkovski
Assist. Prof. Viktor Savov

Published by University of Forestry – Sofia
ISSN 1314-0663
Sofia, 2011

СЪДЪРЖАНИЕ

1. УСТОЙЧИВО РАЗВИТИЕ НА ГОРСКИЯ СЕКТОР – ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВО И ЦЕЛ НА НОВАТА ЗАКОНОВА УРЕДБА ЗА ГОРИТЕ – Георги Костов	9
2. ДЪРВООБРАБОТВАЩАТА И МЕБЕЛНА ПРОМИШЛЕННОСТ В БЪЛГАРИЯ – СЪСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВИ – Калин Симеонов	14
3. ИНОВАЦИОННА И УСТОЙЧИВА ГОРСКА ПРОМИШЛЕННОСТ В СТРАНИТЕ ОТ ЕВРОПЕЙСКИЯ СЪЮЗ – Веселин Брезин	18
4. 15 ГОДИНИ СПЕЦИАЛНОСТ „ИНЖЕНЕРЕН ДИЗАЙН” В ЛТУ – Нено Тричков.....	23
5. ПОТРЕБЛЕНИЕ НА ИГЛОЛИСТНА ОБЛА ДЪРВЕСИНА В БЪЛГАРИЯ В НАЦИОНАЛЕН И РЕГИОНАЛЕН МАЩАБ – Иван Палигоров, Елена Милан-Крижан Величкова	27
6. ГОРСКОДЪРВЕСНАТА БИОМАСА КАТО ВЪЗБОВНЯЕМ ЕНЕРГИЕН РЕСУРС – Н. Чакъров.....	33
7. БИОМАСА ОТ ПАУЛОВНИЯ ЗА ПОЛУЧАВАНЕ НА БИОЕТАНОЛ – С. Ненкова, И. Вълчев, Р. Боева–Спиридонова, П. Цекова, Н. Йосифов.....	37
8. СРЕВНИТЕЛНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ НА СВОЙСТВАТА НА ДЪРВЕСИНА НА БЪРЗОРАСТЯЩИ ДЪРВЕСНИ ВИДОВЕ В БЪЛГАРИЯ – П. Панайотов, К. Калмуков, М. Панайотов	42
9. ИЗСЛЕДВАНЕ НА ТВЪРДОСТТА НА ИГЛОЛИСТНА ДЪРВЕСИНА ОТ ГОРСКИ КУЛТУРИ – Н. Бърдаров, М. Милев, П. Бакърджијева.....	48
10. СЪПРОТИВЛЕНИЕ ПРИ ИЗВАЖДАНЕ НА ВИНТОВЕ ОТ ДЪРВЕСИНАТА НА CASTANEA SATIVA MILL ОТ ПЛАНИНА БЕЛАСИЦА НА ТЕРИТОРИЯТА НА Р.МАКЕДОНИЯ – Г. Груевски, Б. Кючуков	53
11. MODELING OF THE HEAT LOSSES OF PITS FOR WOOD THERMAL TREATMENT – L. Dzurenda, N.Deliiski.....	56
12. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ГОРЮЧЕЙ МАССЫ ЩЕПЫ ДРЕВЕСИНЫ ПОПУЛУС – КЛОН МАХ 4 ВИРАЩЕНОЙ НА ПЛАНТАЦИИ – Ладислав Дзуренда, Микола Золяк.....	60
13. UTILIZATION OF CORN STEMS FOR BRIQUETTES PRODUCTION – В. Iliev, J. Mihailova, V. Lakimovska Popovska.....	63
14. ENERGY PELLETS IN THE FUTURE – MARKETS AND RAW MATERIALS – S. Paukkunen, L. Sikanen, L. Okkonen, T. Vilppo, H. Lamberg.....	68
15. NEW APPROACH FOR THE CHARACTERIZATION OF AMINO RESINS, FORMALDEHYDE AND UFC SOLUTIONS BY USING FTIR SPECTROSCOPY – E. Gasur, O. Ozturk, K. Ertas.....	75
16. COMBINED WOOD-BASED PANELS PRODUCED BY DIRECT PRESSING METHOD – В. Iliev, G. Gruevski, V. Jakimovska.....	81
17. СТРУКТУРНО МОДЕЛИРАНЕ НА ПЛОЧЕСТИ КОМПОЗИТИ ОТ ДЪРВЕСНИ ЧАСТИЦИ – Н. Йосифов, Ст. Делин	86
18. ОПТИМИЗИРАНЕ СЪСТАВА НА ЕДНОСЛОЙНИ ПЛОЧИ ОТ ДЪРВЕСНИ ЧАСТИЦИ – Ю. Михайлова, Т. Тодоров, Т. Йорданова	95
19. ОПТИМИЗИРАНЕ НА РЕЖИМИТЕ ПО ПРОПАРВАНЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВО НА ПДВ – В. Савов.....	99

20. ВИЯНИЕ НА ЛАКОВОТО ПОКРИТИЕ ВЪРХУ АКУСТИЧНИТЕ СВОЙСТВА НА ДЪРВЕСИНАТА – Н. Бърдаров, Н. Тричков, А. Сиракова.....	104
21. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ГЛАВНИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ПРАХОВА ФРАКЦИЯ, ПОЛУЧЕНА ПРИ ОБРАБОТКА НА ЛАКОВИ ПОКРИТИЯ – Веселин Брезин, Божидар Динков, Петър Антоу.....	109
22. ИЗСЛЕДВАНЕ И АНАЛИЗ НА ТРУДОВИТЕ ЗЛОПОЛУКИ В СТРАНИТЕ ОТ ЕВРОПЕЙСКИЯ СЪЮЗ – Веселин Брезин, Петър Антоу.....	113
23. ОНЛАЙН КАЛКУЛАТОР ЗА ФИРМЕНА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТ НА ПРЕДПРИЯТИЯ ОТ ДЪРВООБРАБОТВАЩАТА ПРОМИШЛЕННОСТ – Боряна Делийска, Аделина Иванова, Нино Нинов, Павлина Цветанова.....	119
24. GENESIS AND SOME PROBLEMS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT – P. Jevtic, L. Mihajlovic	125
25. CREATING SUPERIOR VALUE IN THE NEW ECONOMY ABOUT INNOVATION AND KNOWLEDGE – Ljiljana Mihajlovic, Petronije Jevtic	131
26. ПОДХОДИ, ПОКАЗАТЕЛИ И ХАРАКТЕРИСТИКИ НА НАДЕЖДНОСТТА НА ПРОДУКЦИЯТА – Герги Тасев	135
27. КЪДЕ ГРЕШИМ НАЙ-ЧЕСТО ПРИ ИЗПОЛЗВАНЕ НА СТАТИСТИЧЕСКИТЕ МЕТОДИ В НАУЧНИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ – Герги Тасев	140
28. PERFORMANCE INCREASE IN WOOD PROCESSING USING THE MACHINE CAPABILITY INDEXES – Tibor PAPP, Zsolt KOVÁCS	146
29. CHANGES IN VIBRATION LEVEL ON THE CHAIN SAW HANDLES DURING EXPLOITATION – Vlado Goglia, Igor Đukić, Stjepan Risović.....	152
30. ОБЗОР ВЪРХУ ИЗСЛЕДВАНИЯ НА ПРОМЕНЛИВОСТТА НА НАТОВАРВАНИЯТА В МАШИНИТЕ И СЪОРЪЖЕНИЯТА В ГОРСКАТА ПРОМИШЛЕННОСТ С ОГЛЕД ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА УМОРА – П. Вичев, Д. Койнов	157
31. НАЧАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПРОМЕНЛИВОСТТА НА НАПРЕЖЕНИЯТА В ЦИРКУЛЯРЕН ВАЛ С ОГЛЕД ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА УМОРА – Ст. Стефанов, Ж. Гочев, Н. Тричков, П. Вичев, Д. Койнов	163
32. ЧЕСТОТЕН АНАЛИЗ НА ЦИРКУЛЯРЕН ВАЛ С COSMOSWORKS® – Нели Станева	169
33. ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА ВАЛА НА РЕЖЕЩИЯ МЕХАНИЗЪМ НА ЦИРКУЛЯРНО УСТРОЙСТВО ЗА ХОРИЗОНТАЛЕН БАНЦИГ – С. Соколовски, Н. Делийски, К. Панчев	173
34. ИЗСЛЕДВАНЕ ХИДРАВЛИЧНИТЕ ЗАГУБИ НА РЪКАВНИ ТЪКАННИ ФИЛТРИ – Петър Николоу	179
35. РЕГУЛИРАНЕ НА ПНЕВМОТРАНСПОРТНИ ИНСТАЛАЦИИ – Б. Динков, Н. Илкова	182
36. УСУКВАЩИ ТРЕПТЕНИЯ В РЕЖЕЩИЯ МЕХАНИЗЪМ НА КЛАС ЦИРКУЛЯРНИ МАШИНИ. МЕХАНО-МАТЕМАТИЧЕН МОДЕЛ – Г. Вуков, Ж. Гочев, В. Славов.....	185
37. ГРАФОАНАЛИТИЧНИ ЗАВИСИМОСТИ ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА СКОРОСТТА ЗА ТРАНСПОРТИРАНЕ НА НАСИПНИ МАТЕРИАЛИ С ВИНТОВИ МЕХАНИЗМИ СЪС ЗАТВАРЯЩИ КЛАПИ – Константин Маринов, Герги Вуков.....	189

38. DETERMINATION OF THE THERMAL TRANSMITTANCE OF WINDOWS BY USING FINITE ELEMENT ANALYSIS – AN EVALUATION OF THE STANDARD CALCULATION METHOD – Laszlo ELEK, Zsolt KOVACS.....	196
39. THE ROLE OF DIMENSIONING IN FURNITURE AND INDOOR DESIGN – Peter Gyorgy HORVATH, Zsolt Kovács.....	202
40. СРАВНИТЕЛНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ ВЪРХУ РАЗРУШАВАЩИТЕ ОГЪВАЩИ МОМЕНТИ НА КРАЙНИ БЪГЛОВИ СЪЕДИНЕНИЯ НА ДЕТАЙЛИ ОТ МАСИВНА КЕСТЕНОВА ДЪРВЕСИНА С НАПРЕЧНО СЕЧЕНИЕ 50 x 25 mm – Г. Кючуков, Г. Груевски, Б. Кючуков	206
41. ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА ГРАПАВОСТТА НА ДЪРВЕСИНА ВЪРХУ ГЛАНЦА НА ЗАЩИТНО – ДЕКОРАТИВНИ ПОКРИТИЯ – П. Панайотов, Г. Съйкова, Ж. Гочев, Д. Ангелски	211
42. ОПТИМИЗИРАНЕ СЪСТАВА НА АКРИЛНИ БОИ ЗА ДЪРВЕСИНА – Румяна Бонова	219
43. DESIGN OF LOW-COST STRUCTURAL SYSTEM FOR WOOD STRUCTURES, SUITABLE TO SATISFY PASSIVE HOUSE STANDARD – Jozrf Stefko, Pavol Sedlak.....	223
44. УСТАНОВЯВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА ДЕБЕЛИНАТА НА ФУРНИРА И ТЕМПЕРАТУРАТА НА ПЛОТОВЕТЕ ВЪРХУ ВРЕМЕТО ЗА ДОСТИГАНЕ НА ЖЕЛАНА ТЕМПЕРАТУРА НА ГРАНИЦАТА ПЛОЧА-ФУРНИР – Васил Мерджанов, Димитър Ангелски	225
45. СРАВНИТЕЛНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ ЗА УСТАНОВЯВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА ДЪРВЕСНИЯ ВИД НА ОБЛИЦОВЪЧНИЯ СЛОЙ ВЪРХУ ПРОДЪЛЖИТЕЛНОСТТА НА ФУРНИРОВАНЕ – Димитър Ангелски, Васил Мерджанов	229
46. ВИДОВЕ ДЪРВЕСНИ КОНСТРУКЦИИ ПРИ БЪЛГАРСКИТЕ ВЪЗРОЖДЕНСКИ КЪЩИ, КОИТО ПОДЛЕЖАТ НА РЕСТАВРАЦИЯ И КОНСЕРВАЦИЯ – Светлана Давидкова	232
47. РАБОТНО МЯСТО ЗА ХОРА С УВРЕЖДАНЕ НА ДОЛНИТЕ КРАЙНИЦИ – Елена Писарева.....	239
48. ПРОЕКТИРАНЕ НА ПОДВИЖНО ОБЗАВЕЖДАНЕ ЗА РЕКРЕАЦИОННИ И КОМУНИКАЦИОННИ ПРОСТРАНСТВА В СГРАДИТЕ НА ОБРАЗОВАНИЕТО – Десислава Ангелова.....	243
49. НЯКОИ ПРОБЛЕМИ ПРИ ПРОЕКТИРАНЕТО НА ПРОГРАМИ ОТ МЕБЕЛИ ЗА ОБЗАВЕЖДАНЕ НА ДНЕВНА – Янчо Генчев	249
50. ВЪРХУ ПРОЕКТИРАНЕТО НА СКЕЛЕТИ ЗА МЕКА МЕБЕЛ – Янчо Генчев, Ралица Симеонова	254
51. ДИЗАЙН МЕТОДИ И ОБУЧЕНИЕ ПО ДИЗАЙН – Р. Райчева, Д. Ангелова.....	261
52. ИНОВАЦИИ В МЕБЕЛНИЯ ДИЗАЙН ЧРЕЗ ПРИЛОЖЕНИЕ НА ПРЕГЪВАНЕТО КАТО МЕТОД ЗА ФОРМООБРАЗУВАНЕ – Мирослава Петрова.....	266
53. ПРИЛОЖЕНИЕ НА МЕТОДА 635 ПРИ ОБУЧЕНИЕТО НА СТУДЕНТИТЕ ПО ДИЗАЙН – Мирослава Петрова.....	274

CONTENTS

THIRD SCIENTIFIC-TECHNICAL CONFERENCE INNOVATIONS IN WOODWORKING INDUSTRY AND ENGINEERING DESIGN

Sofia, 5-7 November 2010
Sofia, Bulgaria

1. SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF FORESTRY SECTOR - CHALLENGES AND OBJECTIVES OF THE NEW LEGAL FORESTRY FRAMEWORK – Georgy Kostov	9
2. WOODWORKING AND FURNITURE INDUSTRY IN BULGARIA - STATUS AND PERSPECTIVES – Kalin simeonov	14
3. INNOVATIVE AND SUSTAINABLE FORESTRY INDUSTRY IN THE EUROPEAN UNION – Veselin Brezin.....	18
4. 15 YEARS OF “ENGINEERING DESIGN” AT THE UNIVERSITY OF FORESTRY – Neno Tritchkov.....	23
5. INVESTIGATION ON THE ROUND TIMBER CONSUMPTION IN BULGARIA ON NATIONAL AND REGIONAL – Ivan Paligorov, Elena Velichkova.....	27
6. FOREST BIOMASS AS A RENEWABLE ENERGY RESOURCE – Nayden Chakarov	33
7. PAULOWNIA BIOMASS SUITABLE FOR BIOETHANOL PRODUCTION IN BULGARIA – S. Nenkova, I. Valchev, R. Boeva-Spiridonova, P. Tsekova, N. Yosifov	37
8. COMPARATIVE RESEARCHING OF FAST GROWING SPECIES PROPERTIES FROM BULGARIA – Panayot Panayotov, Kancho Kalmukov, Momchil Panayotov.....	42
9. A RESEARCH ON WOOD HARDNESS OF CONIFEROUS FORESTAL CULTURES – Nikolai Bardarov, Milko Milev, Petya Bakardzhieva	48
10. WITHDRAWAL RESISTANCE OF SCREWS FROM THE WOOD OF CASTANEA SATIVA MILL. FROM BELASITSA MOUNTAIN IN THE REPUBLIC OF MACEDONIA – Georgi Gruevski, Borislav Kyuchukov	53
11. MODEL OF HEAT LOSSES OF PITS FOR WOOD THERMAL TREATMENT – Ladislav Dzurenda, Nencho Deliiski.....	56
12. CHEMICAL COMPOSITION OF THE COMBUSTIBLE OF CHIPS OF POPULUS – CLONES MAX 4 GROWN ON PLANTATIONS – L.Dzurenda, M.Zoliak	60
13. UTILIZATION OF CORN STEMS FOR BRIQUETTES PRODUCTION – Borce Iliev, Julia Mihailova, Violeta Jakimovska Popovska	63
14. ENERGY PELLETS IN THE FUTURE – MARKETS AND RAW MATERIALS – Simo Paukkunen, Lauri Sikanen, Lasse Okkonen, Teemu Vilppo & Heikki Lamberg	68
15. NEW APPROACH FOR THE CHARACTERIZATION OF AMINO RESINS, FORMALDEHYDE AND UFC SOLUTIONS BY USING FTIR SPECTROSCOPY – Ertuğrul ÇAŞUR, Oğuzhan ÖZTÜRK, Kamile ERTAŞ	75
16. COMBINED WOOD-BASED PANELS PRODUCED BY DIRECT PRESSING METHOD – Borce Iliev, Gjorgi Gruevski, Violeta Jakimovska Popovska.....	81

17. STRUCTURAL MODELS OF WOOD PARTICLE BASED COMPOSITES – Nikolay Yosifov, Stefan Delin	86
18. OPTIMIZATION OF STRUCTURE FOR ONE-LAYERED PARTICLE BOARDS – Julia Mihajlova, Todor Todorov, Tanya Yordanova.....	95
19. OPTIMIZATION OF PRE-HEATING RATES AT FIBERBOARDS MANUFACTURING – Viktor Savov	99
20. INFLUENCE OF VARNISH COATING ON THE ACOUSTIC PROPERTIES OF WOOD – Nikolai Bardarov, Neno Trichkov, Adriana Sirakova	104
21. EXPERIMENTAL STUDIES ON DETERMINATION OF THE MAIN CHARACTERISTICS OF DUST FRACTION FORMED BY THE PROCESSING OF VARNISH FINISHES – Veselin Brezin, Bozhidar Dinkov, Petar Antov.....	109
22. RESEARCH AND ANALYSIS OF THE OCCUPATIONAL ACCIDENTS IN EUROPEAN UNION MEMBER STATES – Veselin Brezin, Petar Antov	113
23. ONLINE CALCULATOR FOR BUSINESS COMPETITIVENESS OF WOODWORKING INDUSTRY COMPANIES – Boriana Deliyska, Adelina Ivanova, Nino Ninov, Pavlina Cvetanova.....	119
24. GENESIS AND SOME PROBLEMS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT – Petronije Jevtic, Ljiljana Mihajlovic	125
25. CREATING SUPERIOR VALUE IN THE NEW ECONOMY ABOUT INNOVATION AND KNOWLEDGE – Ljiljana Mihajlovic, Petronije Jevtic.....	131
26. APPROACHES, INDICATORS AND CHARACTERISTICS OF THE RELIABILITY OF PRODUCTION – Georgy Tasev	135
27. WHERE ARE THE MOST COMMON MISTAKES WHEN USING STATISTICAL METHODS IN RESEARCH – Georgy Tasev	140
28. PERFORMANCE INCREASE IN WOOD PROCESSING USING THE MACHINE CAPABILITY INDICES – Tibor PAPP, Dr. Zsolt KOVÁCS.....	146
29. CHANGES IN VIBRATION LEVEL ON THE CHAIN SAW HANDLES DURING EXPLOITATION – Vlado Goglia, Igor Đukić, Stjepan Risović.....	152
30. REVIEW ON STUDIES OF LOADING VARIATION IN MACHINES AND TECHNOLOGICAL EQUIPMENT IN FOREST INDUSTRY WITH REGARD TO FATIGUE CALCULATION – Pavlin Vitchev, Daniel Koynov.....	157
31. INITIAL STUDY OF STRESS VARIATIONS OF A SAW SHAFT WITH REGARD TO FATIGUE CALCULATION – Stefan Stefanov, Zhivko Gochev, Neno Trichkov, Pavlin Vichev, Daniel Koynov.....	163
32. FREQUENCY ANALYSIS OF A SHAFT FOR CIRCULAR SAW WITH COSMOSWORKS® – Nelly Staneva.....	169
33. CALCULATION OF THE SHAFT OF CUTTING MECHANISM OF CIRCULAR SAW DEVICE FOR HORIZONTAL BAND SAW – Slavcho Sokolovski, Nencho Deliiski, Kiril Panchev	173
34. A STUDY ON HYDRAULIC LOSSES OF FABRIC SLEEVE FILTERS – Petar Nikolov.....	179
35. REGULATION OF PNEUMOTRANSPORT INSTALLATIONS – Bojidar Dinkov, Nikolina Ilkova.....	182
36. TORSIONAL VIBRATIONS IN THE SAW UNIT OF A KIND OF CIRCULAR SAWS. MECHANICAL-MATHEMATICAL MODEL – Georgi Vukov, Jivko Gochev, Valentin Slavov	185

37. GRAPHANALYTICAL DEPENDENCES FOR DEFINITION OF THE SPEED TRANSPORTATION OF BULK MATERIALS WITH SCREW MECHANISMS, EQUIPED WITH RESISTANCE VALVES OR OPPOSITION DEVICES AT THE OUTLET – Konstantin Marinov, Georgi Vukov	189
38. DETERMINATION OF THE THERMAL TRANSMITTANCE OF WINDOWS BY USING FINITE ELEMENT ANALYSIS – AN EVALUATION OF THE STANDARD CALCULATION METHOD – László ELEK, Zsolt KOVÁCS	196
39. THE ROLE OF DIMENSIONING IN FURNITURE AND INDOOR DESIGN – Péter György Horváth, Dr. Zsolt Kovács	202
40. COMPARATIVE STUDIES ON DESTRUCTIVE BENDING MOMENTS OF END CORNER JOINTS OF COMPONENTS OF SOLID CHESTNUT WOOD WITH A CROSS SECTION OF 50 X 25 MM – Georgi Kyuchukov, Georgi Gruevski, Borislav Kyuchukov	206
41. INVESTIGATES THE INFLUENCE OF ROUGHNESS OF THE WOOD ON THE GLOSS OF PROTECTIVE-DECORATIVE FILMS – Panayot Panayotov, Galina Saykova, Zhivko Gochev	211
42. OPTIMIZATION OF THE COMPOSITION ACRYLIC PAINTS ON WOOD – Rumiana Bonova	219
43. DESIGN OF LOW-COST STRUCTURAL SYSTEM FOR WOOD STRUCTURES, SUITABLE TO SATISFY PASSIVE HOUSE STANDARD – Jozef Štefko, Pavol Sedlák	223
44. DISCOVERING THE INFLUENCES OF THE VENEER THICKNESS AND PRESS FLAT TEMPERATURE ON THE TIMING FOR REACHING THE NEEDED TEMPERATURE OF THE LAYER BETWEEN BOARD AND VENEER – Vasil Merdzhanov, Dimitar Angelski	225
45. COMPARATIVE RESEARCHES FOR DISCOVERING THE INFLUENCE OF THE WOOD TYPE OF TOP LAYER ON TIMING OF PROCESS OF VENEERING – Dimitar Angelski, Vasil Merdzhanov	229
46. DIFFERENT KINDS OF WOODEN CONSTRUCTIONS IN THE BULGARIAN HOUSES DURING THE RENAISSANCE PERIOD WHICH ARE LIABLE TO RESTORATION AND CONSERVATION ACTIVITY – Svetlana Davidkova	232
47. WORKPLACE FOR PEOPLE WITH LOW LIMBS' DISABILITIES – Elena Pissareva.....	239
48. DESIGN OF MOVABLE FURNISHING FOR RECREATIONAL AND COMMUNICATION SPACES IN EDUCATIONAL BUILDINGS – Desislava Angelova	243
49. SOME PROBLEMS IN DESIGNING OF FURNITURE PROGRAMS FOR LIVING ROOM – Yancho Genchev	249
50. ON THE DESIGN OF UPHOLSTERED FURNITURE FRAMES – Yancho Genchev, Ralitsa Simeonova	254
51. DESIGN METHODS AND DESIGN EDUCATION – Regina Raycheva, Dessislava Angelova	261
52. FURNITURE DESIGN INNOVATION THROUGH FOLDING AS FORM-MAKING METHOD – Miroslava Petrova	266
53. APPLICATION OF METHOD 635 IN DESIGN EDUCATION – Miroslava Petrova.....	274

УСТОЙЧИВОТО РАЗВИТИЕ НА ГОРСКИЯ СЕКТОР – ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВО И ЦЕЛ НА НОВАТА ЗАКОНОВА УРЕДБА ЗА ГОРИТЕ

Георги Костов

Заместник Министър на Министерство на земеделието и храните

Горският сектор е съвкупността от горското стопанство и горската промишленост, взаимнообвързани във веригата на производство и обработка на една необикновена жива материя. Номиналната и идеална стойност на екосистемните услуги, възможността за самовъзобновяване на гората, за използване на дървесината като източник на енергия без негативен ефект върху въглеродния баланс, способността да улавя и задържа въглерода, непосредствената обвързаност с жизнения цикъл на живота, решаваща роля в съществуването на живота въобще, характеризират уникалността на тази материя. Неизползването, неправилното или недостатъчното използване на горския ресурс носи огромни загуби с трайни негативни последици за икономиката, природата и обществото. На езика на лесовъдската наука тази обвързаност между гората и човека се означава с формулата „многофункционалност и устойчивост“.

Съвременните цели пред горското стопанство, свързани с нарастващото значение на горите във връзка със световните климатични промени и с идеята за реално прилагане на принципите на устойчивост и многофункционалност, съобразяването с приоритетите и ценностите на Европейския съюз, съблюдаването на принципите на пазарно ориентирана икономика наложиха актуализирането на законовата уредба в горите на България.

Основните цели, които си постави новият закон, са: равнопоставеност на собствениците, регулиране на отношенията на собственост и ползване на горите на пазарен принцип и участие на обществеността в управлението на горите, гаранция за прилагането на пазарните механизми при спазване на принципите на устойчивост и многофункционалност, за истинско разграничаване на стопанските от контролните функции на държавните горски структури.

Делът на горския сектор като част от brutния вътрешен продукт на България за 2005 г. е под 3 % с тенденция към намаляване през следващите години. Ползването на дървесина от горския фонд през 2009 г. е 5,465 млн. куб. м. Според собствеността на гората, от която е извършено ползването, количествата се разпределят по следния

начин: от държавния горски фонд – 4021 хил. м³; от горите, частна собственост – 859 мил. м³; от общинските гори – 545 м³, от горите, собственост на училища, религиозни организации и други – 39 хил. куб. метра.

Данните, проучванията и прогнозите за **динамиката на горските ресурси в България при различни режими на стопанисване** (Костов, Г. Е. Рафаилова 2009) позволяват да се направи извода, че горите притежават значителен допълнителен потенциал за подобряване на стопанисването и увеличаване на ползването. Обобщените разчети показват, че за подобряване на възрастовата структура, поддържане на равномерен тренд на нарастване или поне запазване на текущия прираст ползването следва ускорено да нараства в следващите 10 години поне до нива от 11-11,5 млн. м³/годишно.

При залесена площ на горския фонд на България 3,7 млн. ха (което означава усвояване на лесопригодните площи от ГФ) биологичните възможности на горите предлагат възможност за устойчив годишен прираст в рамките на 4,5-4,6 м³/ха. и гарантиран постоянен добив на стояща дървесна маса в рамките на 11-12 млн. м³ до 2050 година. Този потенциален размер на ползване е в съответствие с глобалните оценки на Paterson (по Shugart H, 1984), но значително надвишава известните досегашни прогнози за възможно и необходимо ползване от горите в България.

Инструменти на устойчивото управление и стопанисване на ресурса от горите са: **планирането**, разбирано като „систематичен процес на изследване на бъдещето и на определяне на политики, стратегии и действия за постигане на цели“;

- **стратегията**, определяна като „общ курс за постигане на ясно определени цели“;
- **политиката** – „курс на действие, приет и приложен от едно правителство, политическа партия, общество или от частния сектор, с оглед постигането на желани социални и икономически цели“;
- **действието** – „непосредствена активност за изпълнение на определена политика“.

В горското стопанство често се употребява из-

разът, че готите имат множество функции – дървопроизводствена, защитна, водоохранна, рекреационна, социална и т.н. **Най-общо функцията на горите се определя като** „израз на отношенията между горите и човека, които се основават на процесите на предлагането и ползването на продукти и услуги, т.е. – мрежата от взаимоотношения между гората и обществото” (Diterich, 1953; Duerr, 1960).

Балансът между екологичната, икономическата и социалната функция на горите е ключов елемент на устойчивото лесовъдство. Специфично място в този баланс заемат **социалните функции на горите** (в общественото съзнание социалната функция се приравнява на социална ценност), за която собственикът получава по ниска от реалната, или най-често никаква стойност (цена). Това е така, защото социалната функция е извън системата на пряко измеримите горските продукти. Понякога се ползват косвени методи за оценка, например: готовност да се заплати за красивия пейзаж, като част от комплекс туристически услуги или инфраструктурата за рекреация.

Съществуващите лесовъдските модели предлагат различни варианти (модели) на баланс между функциите.

Англо-саксонски – при този модел отделни значими по площ масиви гори се „специализират” за изпълнението предимно на една дефинирана функция (напр. само дървопроизводство, или само рекреация или само лов)

Централно-европейски – при този модел се търси баланс на функциите при всяко горско насаждение, или горски масив, като евентуалното класифициране на функциите е по-скоро относително.

При управлението на функции на горите са известни три основни модела:

1. Екоцентризъм – примитивен модел, при който всеки потребява от гората онова, което е желаел. Този модел в различна модификация съществува до появата на лесовъдството като приложна наука и има огромна „вина” за унищожаването на горите в цял свят.

2. Silva-centrismus – модел, при който посредник между обществото и гората се явява лесовъда. Лесовъдът определя приоритетните функции на горите. Този модел все още е широко разпространен, независимо от модификациите му чрез законодателството в различните страни.

3. **Многофункционално горско стопанство** – прозрачен, открит начин за прилагане на принципите за устойчивост в лесовъдската практика (State of EF, 2003). Моделът на Многофункционално стопанисване на горите, означава, че чрез разнообразни лесовъдски въздействия устойчиво се поддържа баланс между всички функции на го-

рите (продукционни, защитно-охранни, естетически, социално-икономически и др.) на дадена територия, при отчитане на интересите на заинтересованите обществени групи, в рамките на съществуващата правно-нормативна уредба. С други думи, обществото, а не лесовъдите определят приоритетните функции на горите на дадена територия. Многофункционалното стопанисване по правило е устойчиво. (Устойчиво – опазване и ползване на горите по начин и в степен, които да позволят поддържането на биоразнообразието, продуктивността, възможността за самовъзобновяване, жизнеността и потенциала да изпълняват сега и в бъдеще съответните екологични, икономически и социални функции на местно, национално и глобално ниво, така че да не се причинява вреда на други екосистеми 1993, Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe).

Така, че **новият закон** за горите в България следва да отговаря на модела за многофункционално управление. **Основен източник на информация** за изработването на новия Закон за горите са анализите, направени от експерти на Световната банка и на Европейската банка за възстановяване и развитие. Отправна точка бе съществуващата Стратегия за устойчиво развитие на горския сектор в България, а политическа основа – Програмата на правителството за европейско развитие на България. Проучен и използван бе ценният опит на европейското горско законодателство.

Цели на закона

Новият Закон за горите създава възможност да бъдат защитени обществените интереси и съвремененно правата на собственост на всички граждани, да бъдат разделени контролните от стопанските функции, да бъдат създадени условия за пазарна конкуренция и стимулиране на инвестициите, респ. създаване на работни места, за подпомагане на недържавните собственици, за прехвърляне на задължения и отговорности от държавата към регистрираните лесовъди и собствениците на гори.

Основните обществени норми и принципи ще бъдат заложи в закона, към който няма да има правилник, а всичко специализирано, свързано с добрата лесовъдска практика, с професионалните изисквания и процедурите – в наредби, каквато е от години европейската практика.

Очертават се и налагат две основни идеи. Едната е – силна децентрализация на управлението, разширяване на пълномощията на собствениците и прехвърляне на отговорности към тях и заетите в сектора регистрирани лесовъди и, от друга страна, повече възможности за участие на неправителствените организации и обществото при вземане на решения за управлението на горите.

Глава I. Общи разпоредби

Осъвременени и приведени към съвременните разбирания са понятията „гора“ и „горска територия“.

Глава II. Управление на горските територии

Всички гори се управляват чрез планиране на три нива – национално, областно и стопанско (местно). В управлението участват всички заинтересовани – както в изготвянето на стратегията за развитието на горите, така и в областния план, за който се предвижда да се подготвя от всички заинтересовани и да се обсъжда публично в общините на във всеки регион. Така обществото ще има решаващо мнение какви зони да бъдат защитени, какви ограничителни режими да бъдат наложени, как стопанската дейност да бъде съобразена с екологичните изисквания и защитата на зоните по Натура 2000 и защитените територии.

Глава III. Собственост

Дава се възможност собствениците и видовете горска собственост да бъдат равнопоставени, създават се условия за развитие на всички видове собственост, уеднаквяват се условията и се изравнява статутът на работещите специалисти, независимо от вида на горската собственост.

Реализирана е идеята за въвеждане на съвременни регламенти за поземлените отношения, като е стеснена възможността за извършване на разпоредителни сделки, водещи до намаляване на площта на горските територии за сметка на регламентирането на повече възможности за предоставянето им под наем, аренда, за учредяване право на строеж без промяна на предназначението, за учредяване на сервитути и право на ползване. Силно ограничена е възможността за продажба на горски територии, държавна собственост.

Глава IV. Стопанисване

В закона са регламентиран само основните обществени отношения, свързани със залесяването, провеждането на сечи и защита на горските територии от ерозия. Лесовъдските изисквания и добрите горскостопански практики ще бъдат регламентиранни в специализирани наредби. Ограничени са ограничителните режими и административната тежест, премахнати са редица административни пречки, с което се създават по-добри условия за развитие на бизнеса в горите и за стимулиране на развитието на горския сектор. Намалени са бюрократичните препятствия пред горските фирми и са предвидени възможности за сключване на дългосрочни договори за добив и продажба на дървесина, като в същото време се създават условия за ефективен контрол.

Като цел и като насока е възприето естественото възобновяване, което съответства и на целите на биологичното разнообразие. Залесяването е да-

дено като формат там, където не може да бъде постигнат успех с естествените процеси в гората.. Предвидено е залесяване след големи природни нарушения, каквито са например пожарите, ветровалите и други природни аномалии.

Глава V. Ползване

Дългосрочността на договарянето и предоставянето на дейностите основно на частните предприемачи ще позволят сигурност на бизнеса, както и предоставянето на дейностите основно на частните предприемачи. Дава се предимство основно на сертифицираните субекти като доказателство за повече прозрачност в горскостопанските дейности, доказано от независими одитори.

Глава VI. Защита на горските територии

Защитата на горските територии включва превантивни и оперативни дейности не за охрана, а за лесовъдска защита. Засягат се: координацията, планирането, организацията и изпълнението на мерките. Изцяло нова е идеята за обявяване на пожароопасния сезон диференцирано по региони, от областните управители.

Глава VII. Достъп до горите

За пръв път се регламентира и достъпът до горите. Въведена е глава, според която се регулира движението в горите. Гарантиран е свободния достъп на гражданите до горите, но има ограничения за движението по горски пътища на пътни превозни средства, които не извършват горскостопански, ловностопански и селскостопански дейности, както и движението на мотоциклети, АТВ и друга високопроходима техника извън специално обозначени за тази цел пътища и трасета. По този начин се защитава опазването на горските екосистеми, предотвратяват се нарушения и пожари в горите, запазва се горската инфраструктура и не на последно място, се осигурява спокойствието и отдиha на гражданите. Това е европейска практика, която досега у нас не бе възприета.

Глава VIII. Строителство в горските територии без промяна на предназначението

Силно е стеснена възможността за замяна на държавни гори с гори, собственост на общини, физически и юридически лица, като това се допуска само за прекратяване на съсобственост върху горски територии между държавата и други съсобственици; начин за изпълнение на задължения на държавата, произтичащи от международен договор; необходима във връзка със строителството на обекти с национално значение по смисъла на Закона за устройство на територията или на национални обекти по смисъла на Закона за държавната собственост; необходима във връзка със строителството на общински обекти от първостепенно значение по смисъла на Закона за устройство на

територията, които са публична общинска собственост; за промяна на собствеността върху съществуващи горски автомобилни пътища или части от тях между държавата, общини и горски сдружения.

Съществуващите проблеми по замяната на гори до влизането в сила на този законопроект се уреждат с преходните и заключителните разпоредби където се налага забрана за промяна на предназначението и за извършване строителство в поземлени имоти в горски територии, които физически и юридически лица или общини са придобили от държавата в резултат на замени, извършени до датата на влизане в сила на този закон.

Глава IX. Структура на Изпълнителна агенция за горите

Разделят се контролните обществените функции от стопанските дейности в горите. Това става чрез реструктуриране на сектора – отделяне на държавните горски стопанства и държавните ловни стопанства, регистрирани по Търговския закон, като търговски субекти, и обединението им в шест големи предприятия за стопанска дейност, и отделянето на Изпълнителната агенция по горите, която ще има изключително контролни функции и няма да има никакви връзки със стопанските предприятия.

С този законопроект се извършва реструктуриране на горския сектор. Сегашните ДГС и ДЛС се запазват като поделения на новосъздадените 6 държавни горски предприятия. Изпълнителната агенция по горите се отделя с изключително контролни функции върху всички гори, независимо от тяхната собственост. Тя ще бъде изцяло отделена от държавните горски предприятия. По този начин се постига разделяне на контрола и обществените функции от стопанските дейности в горите и се решава важна задача от реформата.

Глава XI. Управление на горски територии, собственост на общини

Регламентирано е управлението на общинските гори, на недържавните и частните гори. На общините е дадена възможност сами да избират начина на управление на своите гори. Когато имат площ на горската територията над 1500 ха, общините се задължават да създадат горски структури за управление на общинските гори.

За пръв път като форма на управление в горския сектор са посочени горските сдружения. Това са сдружения на частни собственици за уедрено общо стопанисване на гори, за които досегашната практика показва добри резултати.

Глава XIII. Опазване на горските територии

Съществена промяна в новия закон е прехвърлянето на правомощия и отговорности по опазване

на горите на техните собственици. Държавните предприятия и общините – собственици на гори, задължително назначават служители с лесовъдско образование за опазване на горите. Предоставено е правомощие за съставяне на актове по Закона за горите на назначените от собствениците лесовъди. Същите правомощия са предоставени и на кметовете на населени места в границите на землището на населеното място, за всички горски територии, независимо от тяхната собственост. Изключително голяма роля в опазването и контролът му ще имат горските инспектори – служители на РДГ.

Глава XIV. Браншови организации

За пръв път в закона има глава, която урежда дейността на браншовите организации от горския сектор. На отношенията между бизнеса и горската администрация е отделено важно място. Регламентират се техните функции, задачи, ролята им в развитието на сектора. Дадени са им и съответните пълномощия.

Глава XV. Професионално обучение, квалификация и преквалификация

Във включената нова глава за професионално обучение, квалификация и преквалификация са регламентирани изисквания към лицата, извършващи дейности в горите, както и задължения към Изпълнителната агенция и работодателите в това отношение. Създават се условия и реални предпоставки за въвеждането на високите технологии и добрите практики в горския сектор. Текстът от закона за професионалната квалификация регламентира образование през целия живот, като се предвижда периодично да се провеждат курсове за преквалификация и повишаване на знанията и уменията.

Глава XVI. Регистрация за извършване на дейности в горските територии

С въвеждането на регистър на лесовъдите е стъпка за подобряване на имиджа и авторитета на горската професия сред широката общественост. Засилването на персоналната отговорност ще подпомогне развитието на индивидуалните качества. Така ще се излезе от анонимността на лесовъдската дейност, особено в държавните структури.

Глава XVII. Обществени екосистемни ползи от горските територии

За първи път е въведен регламент за екосистемните ползи. Това е новаторско решение не само за българското, но и за европейското горско законодателство. Дава се възможност за определяне, регулиране и оценка на недървесните ресурси от горите. Предстои изготвянето на наредба, която ще остойностява някои от тези услуги, които ще са възмездни. С тези средства ще се компенсират собствениците на гори. Така се създава възмож-

ност като получават допълнителен доход не само от дървесината, но и от другите полезни функции на гората, тези, които притежават гора, да бъдат мотивирани да управляват устойчиво.

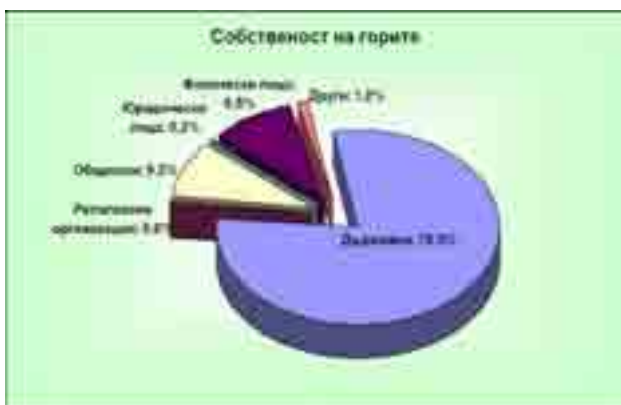
Ще си позволя да спра вниманието ви върху казаното преди векове от известния средновековен мислител Макиавели – мисъл, която с удивителна философска проникателност отразява трудния път на новаторската идея: „Човек

не може да се захване с нищо по-трудно, по-опасно, и с по-несигурен успех от това да поеме водачеството при въдворяването на нов ред, защото новаторът има за свои врагове всички онези, които са се чувствали добре при старите условия и има на своя страна вяли защитници в лицето на всички онези, които може да се почувстват добре при новите (Макиавели. „Владетелят”, глава VI).”

ДЪРВООБРАБОТВАЩАТА И МЕБЕЛНА ПРОМИШЛЕННОСТ В БЪЛГАРИЯ – СЪСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВИ

Калин Симеонов
Председател на БКДМП

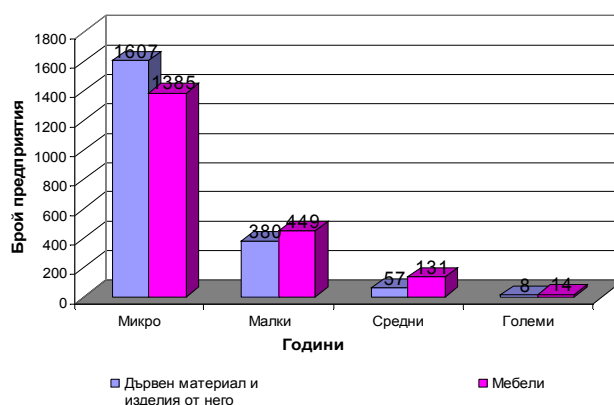
Производството на мебели и изделия от дървесина има дългогодишни и утвърдени традиции в нашата страна. Предпоставка за това е и сравнително добрата суровинна база – общите запаси се оценяват на около 600 млрд. м³ дървесина, годишно се добиват около 5 млн.м³ при теоретично оценени възможности за добив на 12 до 14 млн.м³. Държавната собственост в горите продължава да има монополно положение, но дори и малкият дял на частната и общинска собственост имат положително влияние върху пазара и възможностите за снабдяване на предприятията с обла дървесина (фиг.1).



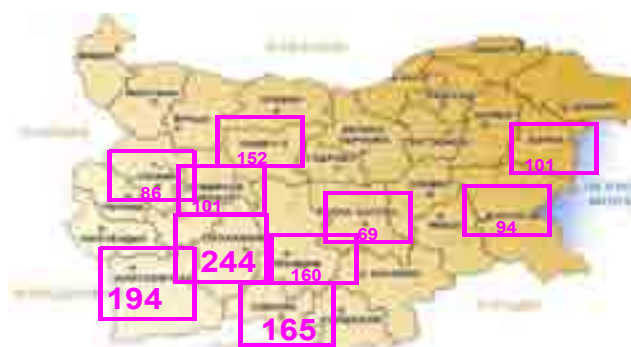
Фиг. 1. Разпределение на вида на собствеността на горите в България

Общият брой на фирмите в България, които са регистрирани с предмет на дейност, свързана с обработването на дървесина и производството на мебели и други дървени изделия е над 5000. Реално на пазара са активни само около половината от тях, а през последните две години на криза, техният брой е намалял и още. Това са главно микро и малки предприятия – около 95 % от фирмите в бранша, което е характерно и за останалите европейски страни с изключение на Германия (фиг.2). Почти няма по-голямо населено място където да няма поне цех за разбичване или мебелна работилница. Това прави отрасъла важен фактор за поминъка на населението. Естествено поради предмета на дейност дървопреработвателните фирми са повече в районите близки до суровината (фиг. 3) и обратно, фирмите за производство на мебели са

концентрирани около големите потребителски центрове (фиг.4).



Фиг. 2. Разпределение на фирмите от бранша по големина (микро до 10, малки 11 до 50, средни 51 до 250, големи над 250 работници и служители)

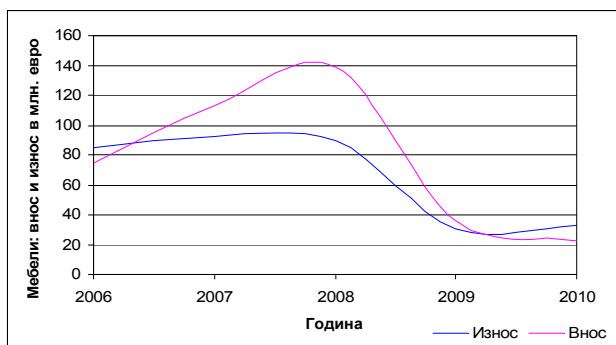


Фиг. 3. Териториално разпределение на фирмите за дървообработване

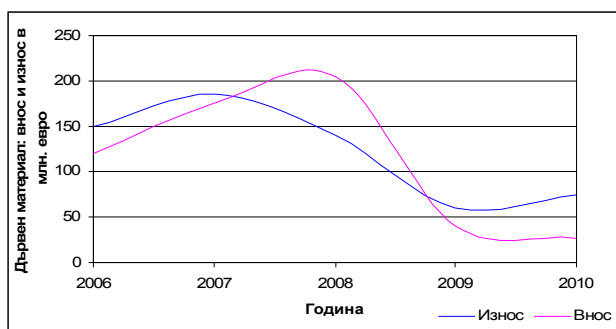


Фиг. 4. Териториално разпределение на фирмите, произвеждащи мебели

Дървообработващата и мебелна промишленост създава около 3 % от brutния вътрешен продукт, което отговаря на около 10 % от обема на промишления сектор. В същото време износът на мебели и изделия от дървесина е повече от 5 % от целия износ и през периода 2000-2008 г. бележи непрекъснат растеж с темпове от 20-25 % годишно. През цялото това време отрасълът е нетен износител на мебели и дървени изделия, т.е. износът превишава вноса. Тази тенденция се променя през 2007 г., но по време на кризата вносът намалява в много по-голяма степен от износа и в момента отрасълът отново играе положителна роля за външнотърговския баланс на държавата (фиг.5 и фиг.6).



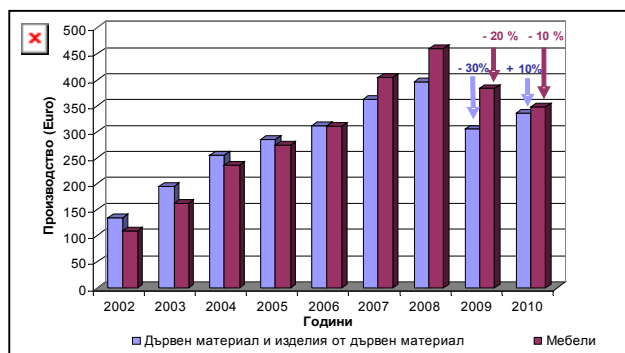
Фиг.5. Развитие на вноса и износа на мебели през периода 2006-2010 г.



Фиг.6. Развитие на вноса и износа на дървени материали през периода 2006-2010 г.

Производството на мебели и дървени материали през годините до 2008 бележи непрекъснат растеж, като производството на мебели постепенно изпреварва по обем производството на фасонирани материали и плочи. През 2008 г. кризата се усети най-напред и най-силно в дървообработването. Мебелните фирми все още имаха да довършват обекти и по-големи поръчки и спада при тях през 2009 г. беше по-малък (фиг. 7). Обратно през 2010 г., се очаква в дървообработването известен ръст, докато в производството на мебели кризата се задълбочава и най-вероятно ще продължи поне до средата на 2011 г.

Хроническа слабост на нашата дърворезна промишленост е производството, потреблението и износа на сурови, необработени дървени фасони-



Фиг. 7. Обем на производството на дървени материали и мебели през периода 2002-2010 г. (за 2010 г. обемите са прогнозни)

рани материали. Догато в развитите страни бичените материали се изсушават веднага след производството и се предлагат почти на 100 % рендосани и/или профилирани то у нас по правило липсват мощности за сушене, а предлагането на рендосани материали е почти непозната практика. Само единични предприятия имат мощности за производство на едроразмерни слепени дървени елементи, което ограничава силно използването на дървесината в строителството. Успешно се развива и разширява производството на плочи от двата големи завода, собственост на чужди фирми – Габровница в Сахране и Кроношпан в Бургас, където са направени и най-големите чуждестранни инвестиции в бранша. В резултат на евтиния внос от Китай силно намалява производството на шперплат у нас.

Силна страна на мебелното производство у нас е производството на мебели от масивна дървесина, главно столове и маси и тапицираните мебели. Това е и преобладаващият вид мебели, които се изнасят. Износът е и основния двигател за развитие на производството. Вътрешното потребление на мебели, което в развитите страни и основен стимулиращ фактор на производството, в България е ниско, а е изложено и на много силен натиск от страна на вноса на евтини мебели от Китай. Потреблението на мебели на глава от населението (табл.1) у нас е в пъти по-ниско от това в развитите страни, членки на ЕС, но поне до 2008 г. се е увеличавало със сравнително бързи темпове.

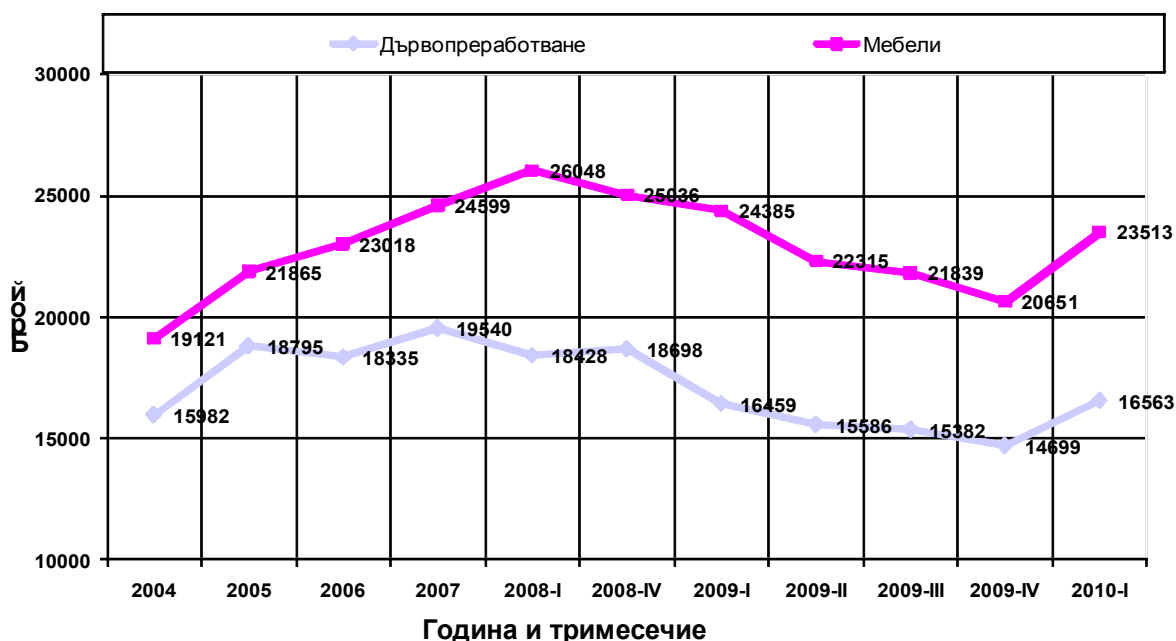
Както във всеки клон на индустрията, така и в бранша съществен фактор на производството са кадрите. В първите години след промяната отрасълът разполагаше с много на брой и добре подготвени изпълнителски и ръководни кадри. Положението в момента е коренно различно – чувства се остра нужда от специалисти както на изпълнителско ниво, така и на средно ниво като организатори на производството. Общо в отрасъла са заети над 40000 работници и служители, като техният брой през годините се колебае. През 2010 г. се наблюдава вече една положителна тенденция, дължаща се

Таблица 1.

Потребление на мебели в ЕС, 2004-2008, млн. евро

	2004, млн. евро	2006, млн. евро	2008, млн. евро	Средна год. про- мяна, %	Население, млн.	Потребление на глава от населението	Дома- кинства, хил.	Брой хо- ра в до- мак.
Всичко	76,760	79,889	80,111	1.1	496.3	161	206,303	2.4
Германия	18,938	19,156	18,415	-0.7	82.3	224	39,122	2.1
Италия	13,394	13,499	13,356	-0.1	59.4	225	26,400	2.2
Англия	10,259	10,865	10,553	0.7	61.0	173	26,750	2.2
Франция	8,575	9,016	9,641	3.0	63.6	152	27,045	2.3
Испания	5,951	6,430	6,346	1.6	44.9	141	15,600	2.8
Холандия	3,502	3,706	3,625	0.9	16.4	221	7,091	2.3
Австрия	2,308	2,439	2,502	2.0	8.3	301	3,410	2.4
Швеция	2,184	2,235	2,427	2.7	9.1	267	4,279	2.1
Белгия	2,011	2,166	2,198	2.2	10.6	207	4,502	2.3
Гърция	1,399	1,462	1,520	2.1	11.2	136	3,800	2.8
Полша	1,280	1,318	1,460	3.3	38.1	38	13,865	2.8
Финландия	1,083	1,244	1,389	6.4	5.3	262	2,452	2.1
Дания	1,200	1,230	1,323	2.5	5.5	241	2,548	2.2
Португалия	1,219	1,250	1,223	0.1	10.6	115	3,730	2.8
Румъния	740	830	987	7.5	21.5	46	6,820	3.2
Чехия	562	622	668	4.4	10.3	65	4,574	2.3
Ирландия	549	625	584	1.5	4.4	133	1,430	2.9
Унгария	449	511	513	3.4	10.1	51	4,260	2.4
България	264	302	344	6.8	7.7	45	2,360	3.0
Словакия	175	190	212	4.9	5.4	39	2,045	2.8
Словения	171	190	204	4.5	2.0	102	750	2.7
Люксембург	121	132	135	2.8	0.5	270	195	2.5
Литва	102	116	121	4.4	3.4	36	1,320	2.7
Естония	93	108	111	4.5	1.3	85	627	2.3
Латвия	97	110	110	3.2	2.3	48	930	2.6
Кипър	87	92	97	2.7	0.8	121	250	3.2
Малта	47	45	47	0.0	0.4	117	148	2.7

Източник: Euromonitor, Mintel, National Trade Associations, Trade Estimates (2009)



Фиг. 8. Брой на заетите в дървообработващата и мебелна промишленост (по данни на КНСБ)

главно на увеличаването на броя на заетите в дървообработването (Фиг. 8). Средната заплата в дървообработващата и мебелна промишленост е 550 лв. и съставлява около 77 % от средната заплата за страната. Реалната заплата е с поне 50 % по-висока. Независимо от това тя изостава значително от заплатите в отрасъла на другите страни-членки на ЕС. Въпреки, че много наши предприятия са оборудвани с модерни машини и производствени линии производителността на един работник е също много ниска в сравнение с европейското ниво – 15-20000 евро/год, или с 8-10 пъти по-ниска.

За да се оценят перспективите за развитието на отрасъла освен общото икономическо развитие на страната, трябва да се оценят и ресурсите, с които разполагаме като суровинна база, оборудване и възможности за инвестиции, кадри, пазари и т.н. От особено значение е и политиката на правителството, която може да доведе до използване на тези възможности или до тяхното пропиляване. Какво показват резултатите от провежданото от Браншовата камера редовно допитване до предприемачите в бранша под формата на т.нар. Браншови Барометър. По основните компоненти на производството оценката е както следва:

Суровини и материали

Около 24 % от фирмите имат проблеми при снабдяването с дървесина (една година преди това, т.е. преди промените, които ДАГ, сега ИАГ, направи в системата на предлагане и ценообразуване този процент беше 50), 24 % намират, че корупцията при снабдяването е голям проблем в България. Много надежди се възлагат на новия закон за горите, който да регламентира и въведе ред в добива и продажбата на дървесина и осигури равноправни пазарни условия за всички потребители.

Инвестиции

Независимо от това, че кризата не е свършила, около 30 % от предприемачите вече планират да инвестират в технологично обновление на производството през 2011 г. Не се оправдават очакванията за еврофинасиране на инвестициите: нашият отрасъл, както и всички останали от леката промишленост съгласно решение на правителството от края на 2010 г. са изключени от подпомагане през 2011 г. по ОП "Конкурентноспособност" за технологично обновление. Ще се подпомага автомобилостроенето, производството на ремаркета и други нетрадиционни и дори несъществуващи в България отрасли.

Човешки ресурси

За близо 60 % от предприемачите липсата на кадри е много голям проблем. Нивото на подготовка в професионалните гимназии се влошава прогресивно, особено по отношение на практическата подготовка. Същото, макар и с извештени изключени, може да се каже и за подготовката на висши кадри. В същото време само 24 % от предприемачите са готови да инвестират в човешките ресурси, като по традиция смятат, че образованието и квалификацията на кадрите е грижа на държавата.

Като цяло отрасълът горска промишленост и производство на мебели може да се оцени като перспективен за страната, доколкото е свързан с наличието на широко разпространена и сравнително лесно достъпна суровина, произвежда продукти от важно значение за бита на хората, а и дава хляб и препитание на голяма част от населението. Близостта до чуждите пазари и възможността за гъвкаво предлагане на малки серии разнообразни мебели в чужбина определено дават добри шансово и за експортно ориентиране на производството.

ИНОВАЦИОННА И УСТОЙЧИВА ГОРСКА ПРОМИШЛЕНОСТ В СТРАНИТЕ ОТ ЕВРОПЕЙСКИЯ СЪЮЗ

Веселин Брезин
Лесотехнически университет – София

ВЪВЕДЕНИЕ

Горската промишленост в Европейския съюз представлява характерен пример за сектор, съставен предимно от малки и средни предприятия, които играят съществена роля за поддържането на устойчива заетост в селските райони. В горската промишленост на страните от ЕС, където годишната стойност на продукцията е над 226 милиарда EUR, има повече от 2,7 милиона работни места, разпределени в над 140 000 предприятия [5].

Като цяло горската промишленост в страните от Европейския съюз е конкурентоспособна и се характеризира с добри технически и търговски постижения. Секторите за целулоза и хартия, дървообработването и производството на мебели са световни лидери в много области. Независимо от това, секторът е изправен пред множество предизвикателства, по-специално по отношение на осигуряването на суровини, на необходимостта от намаляване на емисиите на парникови газове, на иновациите, на търговията с продукти от горската промишленост, както и на информацията за тях [3]. Освен това, за дървообработващия и мебелен сектор особено голямо значение имат въпросите, свързани с технологичното развитие на малките и средните предприятия.

В рамките на Индустриалната политика на ЕС и нейната Стратегия за устойчиво развитие, целящи създаването на по-добри рамкови условия за преработвателната промишленост, горската промишленост е пример за сектор, който до голяма степен е в унисон с развитието на политиките на ЕС. Тя постоянно се модернизира, като много добре прилага знанията и иновациите, за да затвърди своята жизнеспособност, като същевременно отвърща на предизвикателствата за конкурентоспособност.

В стратегията за индустриалната политика на ЕС, в която се включват няколко секторни инициативи, са посочени конкретни мерки за подобряване на конкурентоспособността, иновативността и устойчивостта на горската промишленост [1].

НОВИ ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА ПРЕД ГОРСКАТА ПРОМИШЛЕНОСТ В ЕС

Достъп до суровини

В горската промишленост се използват големи обеми дървесина и достъпността до тази суровина на конкурентна цена е определящ фактор за нейната нормална работа и конкурентоспособност. Дървесината представлява най-големия разход за много от предприятията от този сектор. В производството на хартия повече от 30 % от общите разходи са за дървесина, в предприятията за производство на дървени фасонирани материали тези разходи варират от 65 до 70 %. Следователно, изключително важно е да се насърчава доставката от източници от ЕС и се избягват ограниченията за вноса на дървесина.

Дървесината – суровинната база на горската промишленост – се възобновява чрез повторно засаждане и естествено възстановяване на горите. Налице е потенциал за увеличаване на снабдяването от източници от ЕС в рамките на устойчивото управление на горите. Пазарите на дървесина трябва да работят ефективно и предлагането да се увеличава чрез активно участие, включително от страна на собствениците на гори. Същевременно, важно е да се улеснява търговията със суровини от дървесина, тъй като вносите на обла дървесина представлява около 10 % от общите доставки за горската промишленост на страните от ЕС.

При нарастващия дефицит по отношение на първичните суровини, използването на рециклирани суровини непрекъснато се увеличава. Освен това, увеличеното конкурентно търсене на дървесина като суровина следва да се вземе предвид в контекста на различните политики, като например използването на дървесината за възобновяема енергия, потребностите на биоразнообразието, дейностите, свързани с отбиха и други социални функции. Нарастващото търсене на възобновяема енергия продължава да засилва конкуренцията при снабдяването с дървесина, особено в секторите за производство на дървесни композити и целулоза. На увеличеното търсене не винаги се отговаря със съответно увеличено предлагане, и това води до по-високи цени. Европейската комисия разглежда този въпрос в предложението си от 23 януари

2008 г. за насърчаване на използването на енергия от възобновяеми източници. В него напълно се приема, че биомасата се използва не само за производството на възобновяема енергия, но и за други цели, и се отправя апел към държавите-членки и към Комисията в националните планове за действие и при мониторинга и изготвянето на общите доклади да се обърне внимание на различните начини на нейното използване.

Незаконната сеч и свързаните с нея преработване и търговия с продукти от дървесина създават екологични и социални проблеми, подбиват цените и формират негативно обществено мнение за сектора, подриват дейността на законните предприятия.

Въздействие на политиките в областта на изменението на климата

Устойчивата и ефективна политика за горите увеличава приноса им за намаляване на парниковите газове. Освен това, продуктите от дървесина създават допълнителна възможност за складиране на поглъщания от горите въглерод, а увеличеното рециклиране на хартия и дървесина, вместо депонирането им, удължава капацитета за задържане на въглерод на дървесните продукти. Същевременно, политиките на ЕС по отношение на изменението на климата имат съществено отражение върху производството на целулоза, хартия и на някои дървесни композитни материали, заради енергоемкия производствен процес на тези продукти. В предприятията за дървени фасонирани материали и при производството на дървесни плочи има голяма степен на самоосигуряване с топлинна енергия, въпреки че електричеството често идва от външни доставчици. Причините за високите ценови равнища включват по-високите първични разходи за гориво, необходимостта от участие в намаляването на емисиите на парникови газове и разработването на възобновяеми източници на енергия. Високите разходи поставят предизвикателство пред конкурентоспособността на горската промишленост и засилват необходимостта от по-нататъшна либерализация на пазара и от политики за енергийна ефективност, за да се превърне Европа в по-привлекателно място за инвестиране за сектора.

Тъй като горската промишленост е източник на значителни емисии на CO₂, от нея ще се изисква да допринесе в голяма степен за ограничаването на изменението на климата. Промислените предприятия в тази област трябва да постигнат високи екологични показатели и висока енергийна ефективност, без да са намалява конкурентоспособността им. Не е в интерес на Европейския съюз в бъдеще производството да се измести към страни с по-малко строги норми за емисиите („изместване на въглеродни емисии”), тъй като това ще има

глобални негативни екологични и икономически последици [6].

Понастоящем, а и за в бъдеще, горската промишленост ще играе важна роля като доставчик на топлинна енергия и на електричество, както и като производител на биогорива от дървесина, като допринася за по-ефективно използване на дървесината за производство както на енергия, така и на продукти на горското стопанство. Биогорива, химикали и други продукти на базата на дървесина, могат да се произвеждат в биорафинерии. Горската промишленост в ЕС има необходимия опит, технологии и източници за доставка, така че да бъде част от решението за възобновяема енергия.

Иновации, научно-изследователска и развойна дейност

Увеличаването на инвестициите в научноизследователската и развойната дейност и новаторското използване на техническо и търговско ноу-хау са необходими елементи за по-нататъшното развитие на конкурентоспособността на горската промишленост. По-важните инициативи в страните от ЕС и у нас са ориентирани към развитие на иновациите и научните изследвания в областта на горската промишленост и са насочени към разработване на:

– **Технологична платформа за сектора на горите** (*Forest-Based Sector Technology Platform*) – тя представлява важен инструмент за съгласуване на усилията на промишлеността, Европейската комисия и държавите-членки в областта на научните изследвания и играе значителна роля в укрепването на иновационния капацитет на горския сектор [4].

Технологичната платформа е съвместна инициатива на Европейската конфедерация на дървообработващата промишленост (*CEI-Bois*), Конфедерацията на европейските собственици на гори (*CEPF*) и Конфедерацията на европейската хартиена промишленост (*CEPI*), на по-късен етап допълнена и от Асоциацията на европейските държавни горски организации (*EUSTAFOR*).

В рамките на Технологичната платформа за сектора на горите е разработен **План за стратегически научни изследвания**, който има за цел да повиши конкурентоспособността на страните от ЕС чрез разработване на иновационни продукти и услуги, както и чрез подобряване на ефективността на използване на суровините и енергията. Планът за стратегически научни изследвания на Технологичната платформа за сектора на горите включва съгласуван подход за приоритети в научните изследвания, които обхващат цялата верига за формиране на стойност – от дървесината и вторичните суровини до производството в дървообработващите предприятия.

Технологичната платформа има своя визия до

2030 г.: **Европейският горски сектор да заема ключова роля в устойчивото общество.** Целта е създаване на конкурентна, основана на знанието горска промишленост, която да насърчава производството и разширената употреба на възобновяеми ресурси [4].

– **Пътна карта 2010 г. за Европейската дървообработваща промишленост** – основната цел на Пътната карта е създаване на обща стратегия за увеличаване потреблението на дървесина и дървесни материали в строителството и интериора към 2010 г. и налагане на дървесината като основен материал [7]. Главната предпоставка за стимулиране на конкурентоспособността на горската промишленост е увеличаване на използването на дървесина и дървесни материали, подобряване на привлекателността на отрасъла, привличане на квалифицирана и мотивирана работна ръка.

– **Програма COST** – Програмата представлява междуправителствена рамка за европейско сътрудничество в областта на научните и технически изследвания, осигуряваща координацията на европейско ниво на изследователската дейност, финансирана от отделните държави. Програмата допринася за намаляване фрагментацията на инвестициите в научноизследователски дейности в Европа и за отваряне на Европейското научно пространство за сътрудничество.

Дейностите по програма COST представляват нови, иновативни и интердисциплинарни научни мрежи, обединяващи национално финансирани научноизследователски екипи от най-малко пет държави.

Те допринасят за научното, икономическото, културното и общественото развитие на Европа, чрез подкрепата им за мрежови дейности, срещи, конференции, краткосрочен обмен на научни кадри и информационни дейности.

В рамките на програма COST, проведените и текущите научни изследвания в областта на горската промишленост през последните години, обхващат следните по-важни научни и научно-приложни проекти [2]:

– **Стратегия за дървообработващата промишленост (Wood Processing Strategy).** Основната цел е да повиши нивото на знанията, необходими за създаване на стратегия за дървообработващата промишленост в Европа. Дейността цели генериране и определяне на технологиите, използвани в дървообработването, производството на продукти от масивна дървесина и дървесни композитни материали, подобряване използването на дървесина и предоставяне на важна информация за провеждане на бъдещи научни изследвания в областта на горската промишленост;

– Процеси и характеристики на дървесните композитни материали (*Processes and Performance*

of Wood-based Panels). Основната цел на този проект е провеждане на научни изследвания в областта на дървесните композитни материали и техните производствени процеси, насочени към постигане на по-високи технически, икономически и екологични стандарти;

– **Качествен контрол за дървесина и дървесни материали (Quality Control for Wood and Wood Products).** Основната цел на тази Дейност е подобряване на методите за качествен контрол при обработването на дървесина и дървесни материали и осигуряване на тяхното съответствие с изискванията на потребителите.

Целта на описаните Дейности е създаване на конкурентноспособна и иновационна горската промишленост в страните от ЕС чрез засилване на европейското сътрудничество и взаимодействие в тази сфера.

– **„Акция 2013”.** В разработената от консултативния съвет за развитие на дървообработващата и мебелна индустрия **„Акция 2013”** се отдава голямо значение на повишаването на производителността и конкурентоспособността на предприятията в сектора. След проведено проучване и установени контакти с управители на малки и средни предприятия се установи, че фирмите от отрасъла са неудовлетворени от квалификацията и мотивацията за работа на предлаганите на пазара на труда кадри. Необходимо е провеждане на нова политика за управление и развитие на човешките ресурси. Тази необходимост е продиктувана от факта, че образователните програми не са съобразени с нуждите на бизнеса и новите технологии в сектора. От друга страна обучените специалисти често продължават професионалната си кариера в други сектори. Ето защо е необходимо разработване и въвеждане на мерки, насочени към подобряване на качеството на кадрите за отрасъла.

Трябва да се отбележи също така, че голям брой предприятия все още работят с остарели машини и съоръжения, защото не разполагат със средства да инвестират в нови. От една страна тук става въпрос за технологии, пряко свързани с производството на изделието, от друга за тези, осигуряващи безопасни и здравословни условия на труд, оптимално оползотворяване на отпадъците и енергийна ефективност.

От изключително значение е да се следи какви схеми за безвъзмездна помощ са актуални или предстои да се отворят, за да се избере най-подходящата за финансирането на съответната проектна идея. Не трябва да се пропускат възможности за **коопериране на предприятията** с цел съвместно реализиране на проекти под формата на **кълъстери**.

За дейностите, свързани с насърчаване на инвестициите в човешки капитал, се предоставя без-

възмездна помощ в рамките на **Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси 2007-2013”**. Подкрепа за модернизацията на управлението в предприятията е предвидена по Оперативна програма **„Развитие на конкурентоспособността 2007-2013”**, в рамките на приоритетна област 2 **„Повишаване ефективността на предприятията и развитие на благоприятна бизнес среда”**.

Търговия и сътрудничество с трети страни

Повечето сектори от горската промишленост са изправени пред международна конкуренция. Постоянно нараства броят на дървообработващите и мебелни предприятия, конкуриращи се на световния пазар. Предприятията по веригата на горската промишленост следва да се приспособяват към тази ситуация, като приемат стратегии за увеличаване на производителността и като инвестират в разработката на продукти, в иновации и в научни изследвания. Много дружества от ЕС участват на световните пазари, но въпреки това, за продуктите от дървесина и дървесни материали на страните от ЕС все още липсва равнопоставеност при достъпа до пазари на трети страни като резултат от високи тарифни и нетарифни ограничения, налагани от някои търговски партньори.

КОМПЛЕКСЕН ПОДХОД ЗА ПОВИШАВАНЕ НА УСТОЙЧИВАТА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТ НА ГОРСКАТА ПРОМИШЛЕНОСТ

Поради суровинната зависимост на предприятията от горската промишленост, поради ролята в ограничаването на изменението на климата и в снабдяването с енергия и поради високата енергоемкост, интегрираният пакет от мерки на Европейската комисия, предвижда дейности, насочени към съгласуван и комплексен подход за укрепване на конкурентоспособността на горската промишленост в страните от ЕС [1]. По-важните мерки включват:

– Постоянно и устойчиво предлагане на дървесина за горската промишленост, като се осигурява по-добро равновесие между търсене и предлагане. Предлагането на дървесина за промишлеността, както и за енергийния сектор, може да бъде повишено чрез активна политика за устойчиво управление на горите. За да се увеличи предлагането, трябва да се подобрят логистичните взаимоотношения между собственици на гори и промишлеността;

– Намаляване на евентуалното несъответствие между търсене и предлагане на дървесина чрез увеличаване на общите горски площи;

– Насърчаване на употребата на отпадна дървесина. Държавите-членки и предприятията от

горската промишленост трябва да стимулират икономически ефективни решения за използване на отпадна дървесина;

– Стимулиране на по-пълното ангажиране на промишлеността в намаляването на незаконната сеч и на свързаната с нея търговия с незаконни продукти от дървен материал. Трябва да продължи насърчаването на устойчивото управление на горите, например като се използва сертифициране на управлението на горите или еквивалентни схеми и интегрирани процедури за контрол, които дават възможност на потребителите да избират с предимство продукти на горското стопанство с произход от устойчиво управлявани гори и от законни източници;

– Балансирано използване на горските ресурси за различни цели. Необходимо е в националните планове за действие и мониторинга на горите в страните от ЕС да се предвидят дейности за насърчаване на използването на възобновяемата енергия;

– Насърчаване на държавите-членки, индустрията и собствениците на гори да улесняват и стимулират залесяването, повторното залесяване и активното устойчиво управление на горите, за да допринесат за ограничаване на изменението на климата и за възстановяване на биоразнообразието, като същевременно увеличават предлагането на дървесина;

– Проучване на допълнителните възможности за компенсиране на евентуалното несъответствие между търсенето и предлагането на дървесина;

– Разработване на националните планове за действие за оползотворяване на биомасата, провеждане на мониторинг и докладване по отношение на възобновяемата енергия.

– Засилване на стратегическа роля на горите и горската промишленост за ограничаването на промените в климата;

– Стимулиране на развитието на иновациите, насочени към на опазване на околната среда и осигуряване на здравословни и безопасни условия на труд в предприятията от горската промишленост;

– Законодателството на Общността в областта на околната среда, което се прилага в горската промишленост, трябва да се основава на принципа за устойчиво активно използване на горските ресурси и производствените процеси, основано на най-добрите налични техники, като същевременно оставя възможности за гъвкави решения;

– Равнището на знанието, на иновациите, научно-изследователската и развойната дейност в горската промишленост следва да бъде подобро, както и информацията за характеристиките на продуктите от дървесина;

– За сектора биха били от полза клъстерните

подходи, които да улесняват тясното сътрудничество между бизнеса, научноизследователските общности и крайните потребители, да предлагат платформа за преодоляване на ресурсните ограничения, които се дължат на разпокъсаната структура на промишлеността и да допринасят за подобряване на потенциала на МСП за иновации и растеж;

– Държавите-членки следва да вземат под внимание стратегическия план за научни изследвания в своите програми за научноизследователска и развойна дейност и да включат разпоредби за образование и обучение в сектора на горската промишленост;

– Пред горската промишленост съществуват възможности във връзка със Седмата рамкова програма на ЕС. По-конкретно, насърчават се изследвания, насочени към производство на биогорива и на химикали на биологична основа от дървесина, повишаването на ефективността на предприятията, използване на нови и отпадъчни суровини на дървесна основа;

– Държавите-членки се насърчават да възприемат и разработват клъстерната идея, за да стимулират съществуващите и да създадат нови конкурентни взаимодействия в предприятията от горската промишленост, особено за МСП. Програмата за конкурентоспособност и иновации за транснационално клъстерно сътрудничество и развитие на клъстерни стратегии на секторно ниво може да подпомогне този процес;

– Подобряване на конкурентоспособността и устойчивостта на сектора, особено в най-слабо развитите райони на ЕС. Подкрепяните дейности включват инвестиции в разработването на технологии за възобновяема енергия или подобряване на капацитета за научни изследвания и технологично развитие и за иновации;

– Достъпът до суровини и равнопоставеността във външната търговия са съществени елементи за осигуряване на подходящи рамка и условия, даващи възможност на предприятията от горската промишленост в ЕС да бъдат конкурентноспособни в цял свят;

– Напредъкът по отношение на минималните международни изисквания в области като опазване на околната среда, здраве и безопасност би

допринесъл за по-балансирана световна рамка за европейските участници;

– Сътрудничеството с трети страни относно стандартите за строителни продукти от дървесина също е важно, особено с тези страни, в които нараства търсенето на висококачествени продукти от дървесина;

– Засилването на сътрудничеството между държавите-членки, академичните и образователните институции и предприятията от горската промишленост и създаването на многонационални мрежи за развитие на иновациите, научноизследователската и развойна дейност в областта на горската промишленост, ще дадат възможност не само за технологично обновление на сектора „Горска промишленост”, но те са необходимо и достатъчно условие за повишаване на конкурентоспособността и саморегулиране на трудовия пазар.

ЛИТЕРАТУРА

1. Communication on Innovative and Sustainable Forest-based Industries in the EU:

http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/wood-paper-printing/documents/communication/index_en.htm

2. European Cooperation in Science and Technology: <http://www.cost.esf.org/>

3. Forest-based Industries: http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/wood-paper-printing/index_en.htm

4. Forest based platform <http://www.forestplatform.org/>

5. Perception of the wood-based industries – Qualitative study: http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/wood-paper-printing/files/perceptionstudy_en.pdf

6. Report on the role of forest products for climate change mitigation: <http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/wood-paper-printing/files/ccmreport.pdf>

7. Roadmap 2010 for the European Woodworking Industries: <http://www.roadmap2010.eu/wisd/exhibition.html>

15 ГОДИНИ СПЕЦИАЛНОСТ „ИНЖЕНЕРЕН ДИЗАЙН (ИНТЕРИОР И ДИЗАЙН ЗА МЕБЕЛИ)” ВЪВ ФАКУЛТЕТ „ГОРСКА ПРОМИШЛЕННОСТ” ПРИ ЛТУ

Нено Тричков

Декан на ФГП, Лесотехнически университет – София

I. ИСТОРИЯ НА ОБУЧЕНИЕТО ПО „ИНЖЕНЕРЕН ДИЗАЙН” ПРИ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ- СОФИЯ

В исторически аспект дизайнът е сравнително нова творческа дейност, особено що се отнася до осмислянето му като наука и образование. С развитието на промишлеността и икономиката, с разделението на различните етапи в процеса на производството и потреблението на стоки и услуги се появява и необходимостта от специалисти в областта на проектирането на промишлени продукти, в областта на цялостното проектиране на средата на обитаване и работа.

Първите стъпки в образованието по дизайн у нас са направени от доц. Васил Стоянов в Художествената академия, а едновременно с това са изпращани на обучение български студенти в Полша и ГДР, където вече има утвърдени школи.

През 1980 г. се организира курс за следдипломна квалификация по ергономия и инженерен дизайн към ВМЕИ – София (сега Технически университет), където участват и преподаватели от ЛТУ.

В Лесотехническият университет традициите в подготовката на кадри по Инженерен дизайн водят началото си с подготовка на специалисти в областта на мебелната промишленост в рамките на специалността „Механична технология на дървесината” – четат се лекции по „Конструиране на мебели” и „Вътрешна архитектура”, към които студентите проявяват голям интерес.

Основите на образованието по инженерен дизайн в Лесотехническият университет са положени през 1989 г. със създаването на двегодишен курс по инженерен дизайн в областта на проектирането на мебелите и интериора с ръководител ас. Янчо Генчев (сега доцент към катедра „Интериор и дизайн за мебели” при ФГП) по идея на Декана на Свободния факултет доц. Генка Блъскова (понастоящем професор). Като преподаватели в курса са поканени и четат лекции известни специалисти в тази област като проф. Димитър Ерменков, н.с. Веселин Пенчев, художниците Любо Делчев и Боряна Главлешка, главен специалист в Централния

институт по промишлена естетика (ЦИПЕ), и от ЛТУ (тогава ВЛТИ) – доц. Хр. Русанов, ас. арх. Р. Райчева и ас. Я. Генчев (сега доценти), които по-късно взимат активно участие при създаването на редовен курс на обучение. Това ядро от художници, архитекти, проектантите и инженери обсъжда учебния план на курса, отделните предмети и по идея на ас. Янчо Генчев – възможностите за прерастване в специалност с висше образование към Факултета по Горска промишленост. Макар и провеждан в извънучебно време, интересът е огромен – курсът е силно посещаван както от студенти от Лесотехнически университет, така и от ВМЕИ, ВХТИ, УАСГ и завършили вече специалисти.

Необходимостта от висококвалифицирани специалисти в областта на проектирането на интериора и мебелите се обуславя от демографските изменения в годините на преход, от бурното развитие на строителството и от промяната в архитектурата на жилищните и обществените сгради, от нарасналата култура и изисквания на все повече потребители, от нарастващия стремеж към индивидуалност в обзавеждането, към търсене на оригинални решения при обществените обекти и развитието на възможностите на производителите, от появата на фирми с гъвкав технологичен процес при производството на мебели и обзавеждане.

Следователно, естественото развитие на курса беше да прерасне в специалност в съответствие с тогава действащия Закон за автономия на ВУЗ. През 1994г. в катедра „Проектиране и производство на мебели”, чийто ръководител бе доц. Христофор Русанов, се сформира работна група, която да подготви учебния план за разкриване на новата специалност. Работната група е в състав: гл.ас. Янчо Генчев, ст.ас.арх. Регина Райчева и ст.ас. Васил Мерджанов (понастоящем гл. асистент).

През есента на 1994г. пред Министерството на образованието и науката е представена учебната документация за разкриване на специалността „Инженерен дизайн (Интериор и дизайн за мебели)”, а през учебната 1995/1996г. е приет първият випуск студенти. Освен преподавателите от курса, осигуряването на преподаванията в тази нова специалност бе обезпечено от съществуващия сериозен кадрови потенциал в колегиума на ФГП. По

някои основни дисциплини на специалността са поканени да четат лекции и хонорувани преподаватели като проф. Димитър Ерменков, проф. Незабравка Иванова от ХА, доц. Стоян Делчев от УАСГ, впоследствие доц. Пенка Попска, доц. Цаньо Иванов и др.

Поради спецификата на специалността е прието да има само редовна форма на обучението с образователно-квалификационна степен „магистър”. Срокът на обучение е 5 години – 9 учебни семестъра и един за подготовка и защита на дипломна работа.

През учебната 1998/1999 г. в съответствие с новоприетия Закон за висшето образование е въведено обучението в образователно-квалификационна степен „бакалавър” със срок на обучение 4,5 г.

С постановление на Министерския съвет и решение на АС на ЛТУ през учебната 2002/2003 се преминава към тристепенно обучение. Разработен е нов учебен план за образователно-квалификационните степени „бакалавър” със срок на обучение 4 години (7 учебни семестъра и един за дипломиране) и „магистър” със срок 1,5 години (2 учебни семестъра и един за подготовка и защита на дипломна работа).

През учебната 2004/2005 г. се разработиха и влязоха в сила нови учебни планове, в които беше включена системата за набиране и трансфер на кредити.

Бързото развитие на специалността ИД доведе до необходимостта от нови и по-съществени промени в учебните планове. По предложение на Деканското ръководство, през периода 2008/2009 год. бяха предложени за обсъждане промени в учебните планове във ФГП. Основни цели бяха по-решително и категорично разграничаване на обучението в двете специалности, като специалността ИД придобие по-ясен проектантски характер, а специалността ТД – подчертан технологичен характер. С приетите промени през 2009 год. бяха постигнати и други важни цели:

- Хармонизиране на учебния план с тези от сродни образователни институции от Европа;
- Намаляване на аудиторната заетост на студентите;
- Увеличаване на практическото обучение;
- Въвеждане на кандидат-инженерен стаж;
- Повишаване качеството на обучение при използване на автоматизирани системи за проектиране;
- Усъвършенстване на учебния план по предложение на преподаватели;

В новия учебен план са включени 14 задължителни, 22 избираеми и 10 факултативни дисциплини с хорариуми съответно 1005, 1547 и 225 часа. При това общото натоварване на студентите бе

намалено на 2777 часа, с което се даде възможност за осигуряване на повече извънаудиторна и практическа работа със студентите.

През 2010 г. бе основно преработен и учебният план за ОКС „Магистър”. Тази актуализация имаше за цел:

- Хармонизиране на учебния план с тези от сродни образователни институции от Европа;
- Въвеждане на нова, модулна структура на учебния план с цел по-голяма гъвкавост;
- Изпълнение на държавните изисквания към учебните планове;
- Намаляване на аудиторната заетост на студентите;
- Увеличаване на възможностите за избор на студентите за специализация в дадена област;

Магистърският учебен план бе разработен за три нови модула. В него са включени 5 задължителни, 15 избираеми и 6 факултативни дисциплини. Общият хорариум от аудиторната заетост е 705 часа. И тук аудиторната заетост малко е намалена, за да се даде възможност студентите да изпълняват повече практически проектантски задачи.

Към актуализацията и на двата учебни плана във Факултета се подходи много отговорно. Най-важното което трябва да се отбележи тук е, че на първо място и единствено водеща беше грижата за интересите и нуждите на обучението по тази специалност. Опирайки се на натрупания вече 15 годишен опит, вземайки предвид вижданията на преподавателите, на практиката и на студентите, учебните планове за ОКС „Магистър” и ОКС „Бакалавър” са структурирани много добре, включват атрактивни, перспективни, важни и необходими за обучението на студентите учебни дисциплини. Получиха се много добри учебни планове, хармонизирани (по съдържание и форма) с тези на водещи учебни институции в Европа. Новите планове са привлекателни и харесвани и от студентите, а отзивите от страна на практиката също са много добри. Предвидени са и значителен обем практически занятия, а за ОКС „Бакалавър” в учебния план е залегнал и кандидат-инженерен стаж. Всичко това е гаранция за пълноценното и комплексно обучение.

Във връзка с новите учебни планове бе извършена сериозна и задълбочена работа, като бяха разработени нови или актуализирани и усъвършенствани учебните програми по включените в двата плана учебни дисциплини.

Обучението на студентите от бакалавърската и магистърската образователно – квалификационни степени завършва с разработването и защита на дипломни работи.

Обучението на докторантите за получаване на образователната и научна степен „доктор” се осъществява по разработени индивидуални планове в

съответствие с наредбата за приемана и обучение на докторанти.

II. ПРЕПОДАВАТЕЛСКИ СЪСТАВ И КАДРОВИ ПОТЕНЦИАЛ

Обучението на студентите от специалността се осъществява от висококвалифицирани утвърдени учени и специалисти, от преподаватели с големи познания и опит в научната област и в практиката.

В ОКС „Бакалавър” обучението се осъществява от 8 професори, 31 доценти, 8 главни асистенти, 6 старши асистенти и 8 асистенти. Двама от преподавателите са доктори на науките, а 39 са доктори. В ОКС „Магистър” обучението е поверено на 1 професор, 14 доценти, 1 главен асистент, 1 старши асистент и един асистент. 15 от преподавателите са доктори.

Вижда се, че преподаването в специалността „Инженерен дизайн” се осъществява от един сериозен научно-преподавателски състав. Това обезпечава качествено обучение, съответстващо на всички изисквания на ЗВО и Правилника за дейността на ЛТУ. Обучението се провежда на необходимото академично ниво, с използване на възможните най-съвременни средства за онагледяване, които материалната база на ЛТУ позволява. Преподавателите непрекъснато актуализират учебния материал, като се стараят да бъдат винаги на високо и съвременно ниво.

Особено положително за развитието и укрепването на специалността „Инженерен дизайн (Интерииор и дизайн за мебели)” говори и фактът, че вече имаме няколко утвърдени преподаватели и млади учени, завършили тази специалност. От тях вече има и защитили докторски дисертации, което е показател за развитието и добрите перспективи пред тази специалност, и че в кадрово отношение специалността започва да се възпроизвежда.

III. РЕАЛИЗАЦИЯ И ПОСТИГНАТИ УСПЕХИ НА МЛАДИТЕ СПЕЦИАЛИСТИ ОТ СПЕЦИАЛНОСТТА

Трябва да се подчертае, че уникалната насоченост и съдържание на общообразователните, общотехническите, дизайнерските и специализиращи дисциплини, включени в учебния план, дава възможност за обучение и изграждане в Лесотехническия университет на изключително качествени и конкурентни в областта на инженерния дизайн на интерииора и мебелите в България специалисти.

Досега специалността „Инженерен дизайн (Интерииор и дизайн за мебели)” в ЛТУ са завършили 637 специалисти.

Професионалната квалификация на инженер-дизайнерите, завършили бакалавърската образователно – квалификационна степен на специалността

„Инженерен дизайн” им позволява да работят в областта на:

- Проектиране на цялостен интерииор на жилищни и обществени сгради.
- Разработване на проекти за мебели и обзавеждане на интерииори за жилища и обществени сгради.
- Разработване на конструкторска и технологична документация за производство на мебели.
- Конструирание на мебели строителни изделия от дървесина за интерииора.
- Извършване на маркетингови проучвания за обзавеждане с мебели.
- Участие в образователни програми по проектиране на мебели и по проучване на мебелния пазар.

Професионалната квалификация на магистър-инженерите, завършили магистърска образователно-квалификационна степен на специалността „Инженерен дизайн” им дава възможност да работят в областта на:

- Ръководство и творчески колективи за решаване на обемни и сложни проектантски задачи в областта на дизайна, интерииора и мебелите.
- Мениджмънт и управление на качеството в процесите на дизайна и проектоконструкторската работа в областта на интерииора и мебелите.
- Решаване на сложни инженеро-проектантски задачи с оглед достигане на оптимални от естетическа, техническа, утилитарна, технологична и икономическа гледна точка решения.
- Разработване на дизайнерски задачи от областта на иновативния и стратегически дизайн.
- Проектиране интерииора на уникални обекти, проектиране на мебели и обзавеждане от недървесни и други материали.
- Комплексно и разширено професионално решаване на задачите по проектиране на интерииори чрез включване и на тяхното озеленяване, решаване на задачи, включващи прилежащи екстериорни елементи и обекти
- Организиране и участие в конкурси и представителни презентации на проектантски разработки в областта на интерииора и мебелния дизайн.
- Преподавателска и научноизследователска работа в областта на дизайна, на интерииора и мебелите.

Реализацията на кадрите, завършили специалността „Инженерен дизайн” е много добра. По наши наблюдения и информация от фирми между 80 и 85 % от завършилите студенти работят по специалността, между 5 и 10 % от завършилите са се насочили и работят в други направления. Голяма част от студентите започват да работят по избраната професия още през време на следването. Основно реализацията на кадрите, завършили „Инженерен дизайн” се осъществява във:

- Фирми, които търгуват с мебели
- Фирми, които произвеждат мебели и търгуват с тях
- Проектантски бюра и ателиета за проектиране на жилищен и обществен интериор.
- Други фирми и организации (компютърни фирми, реклама, търговия, строителство, издателска дейност, телевизии).
- Системата на образованието (главно ЛТУ и професионалните гимназии – техникумите), като асистенти, преподаватели и докторанти.

Специалността „Инженерен дизайн (Интериор и дизайн за мебели) е акредитирана с много добра оценка, считано от учебната 1999/2000г. за образователно – квалификационните степени „бакалавър“ и „магистър“. При проведената през м. Октомври 2010 г. последна акредитация специалността също се представи много добре. Това е висока оценка за усилията на преподавателите от Факултета по Горска промишленост, които през изминалите 15 години са работили и продължават да работят за развитието и утвърждаването на тази специалност.

На базата на всичко това, не са случайни и успехите на нашите студенти. Под ръководството и с активната стимулираща работа на преподавателите, студентите от тази специалност доказват високи дизайнерски постижения още от студентската скамейка. През годините наши студенти са се представяли отлично на различни форуми у нас и в чужбина. Само като примери могат да се спомнат:

- Спечелени 2 златни медала на Пролетния Пловдивски панаир (м. Май 2010 г.)
- от внедрени в серийно производство дизайнерски студентски разработки под ръководството на доц. Янчо Генчев.
- Спечелени I и II място и престижни грамоти от „Workshop“ в Залцбург, Австрия за отлично представяне на наши студенти (м. април 2010 г.)
- Златен медал от Преглед на студентското

творчество в Технически университет – София (м. юни 2010г.)

- Връчен златен медал на доц. Я. Генчев за иновативна дейност при работа със студентите от специалността „Инженерен дизайн“

- Връчен сертификат на студент от специалността „Инженерен дизайн“ за иновативност в разработката (Прототип на маса със столове) през м. Август 2010 г. Студентът регистрира разработката в Патентното ведомство и има издаден промишлен патент.

- Над 25 студента от специалността до този момент са участници в програмата „Еразъм“

- Редовно участие на студентски разработки на различни изложби (например „Светът на мебелите“), в конкурси, обявявани от различни наши и чужди фирми и др. На всички тези прояви нашите студенти са се представяли отлично и техните разработки винаги са предизвиквали интерес и одобрение.

Имайки предвид изключително високият процент работещи по специалността възпитаници на специалността „Инженерен дизайн“ и техните отлични изяви, считаме, че можем да се гордеем с постигнатото. Без да подценяваме недостатъците и трудностите за организиране на адекватно и модерно образование, трябва да кажем, че специалността „Инженерен дизайн (Интериор и дизайн за мебели)“, е практическа и приложна, за нея има голямо поле за реализация и потребителско търсене в момента, което е много добра основа за по-нататъшно развитие.

В заключение, нека да изкажем своята благодарност към преподавателите, студентите и служителите, които заедно утвърждаваха през тези 15 години името и авторитета на специалността „Инженерен дизайн (Интериор и дизайн за мебели)“ и да им пожелаем много здраве и нови творчески успехи.

ПОТРЕБЛЕНИЕ НА ИГЛОЛИСТНА ОБЛА ДЪРВЕСИНА В БЪЛГАРИЯ В НАЦИОНАЛЕН И РЕГИОНАЛЕН МАЩАБ

Иван Палигоров¹,

Елена Милан-Крижан Величкова²

¹Лесотехнически университет – София

²Изпълнителна агенция по горите – София

РЕЗЮМЕ

Извършени са проучвания чрез събиране на данни от дневниците за постъпилия, експедиран и преработен обем дървен материал на дървопреработвателните предприятия и фирмите, занимаващи се с търговия на дървени материали през периода 2005-2009 г. Анализирани са резултатите от тези проучвания в национален и регионален мащаб. Потребителите са диференцирани в четири групи, в зависимост от средногодишния обем на преработената обла дървесина. Обобщени са изводи относно регионалното разпределение на потребената и преработена иглолистна обла дървесина в страната за този период.

Ключови думи: потребление на обла дървесина, иглолистна дървесина, дървопреработване, търговия на обла дървесина, потребители на дървесина.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Известно е, че гората има определени жизнено важни функции, както екологични и социални, така и икономически. Дървесината е и изключително важен суровинен ресурс, особено в определени региони на страната, където дърводобивът и дървопреработката са основен поминък на местното население. През последните години, с възстановяване на недържавната собственост върху горите, в рамките на около 25 %, обемът на ползването на дървесина от тези гори бележи непрекъсната тенденция на покачване. Световната икономическа криза, която силно повлия и на пазарите на дървесина, както и на продукти от дървесина, доведе до чувствителен спад в потреблението в края на 2008 г. и през цялата 2009 г. и в България. За да може успешно да се планира производството на дървесина, в т.ч дърводобивът и дървопреработката в краткосрочен и дългосрочен план, е задължително да се знае реалното потребление на дървесина по региони и по видове потребители. Едрата иглолистна дървесина е обект на постоянен и завишен интерес от потребителите и преработвателите, а в условия на икономически растеж през различни периоди се намира в състояние на дефицит.

2. ЦЕЛ, ЗАДАЧИ, МЕТОДИ И ОБЕКТ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

Целта на изследването е да се усъвършенства управлението на потреблението на иглолистната обла дървесина в България. За постигането на тази цел се наложи да се проучат фирмите, регистрирани за преработка и търговия с дървесина, да се установи реалното потребление на обла дървесина за периода 2005-2009 г., като се отдели специално внимание на иглолистната дървесина, общо за страната и по региони.

Методи на изследването: Обобщени и анализирани са данните, които се събират от отдел „Държавен горски фонд (ДГФ)” при Изпълнителната агенция по горите (ИАГ), на база на годишните справки от дневниците за постъпилия, преработен и експедиран дървен материал от търговците. Те са задължени да притежават и попълват специални дневници, съгласно изискванията на Правилника за приложение на закона за горите (ППЗГ). За периода 2005-2009 г. информацията е обобщавана по идентичен начин, което позволява съпоставимост на данните. Освен потреблението на дървесина са разгледани и съпоставени и данните за добитата дървесина от общия горски фонд.

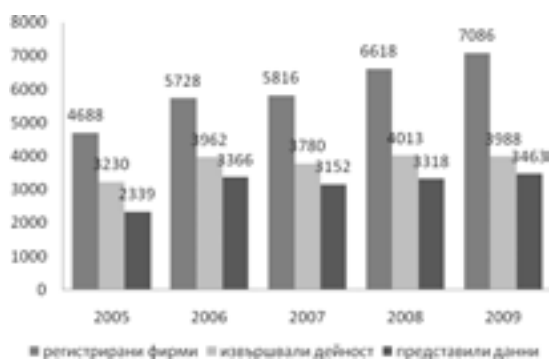
Обект на изследване е дейността на фирмите, които ползват дървесината за промишлени и търговски цели, регистрирани в Държавните горски и ловни стопанства (ДГС и ДЛС) и попълващи съответните дневници – дървопреработвателни предприятия, цехове и търговци, съответно преработващи и/или търгуващи с обла дървесина.

3. ПРОУЧВАНЕ НА ФИРМИТЕ, РЕГИСТРИРАНИ В ДГС/ДЛС, С ОСНОВНА ДЕЙНОСТ ПЕРЕРАБОТКА И ТЪРГОВИЯ С ДЪРВЕСИНА

3.1. Общ брой на регистрираните фирми и брой на обхванатите от проучването

Броят на регистрираните в ДГС/ДЛС фирми през 2005 г. е 4 688 и непрекъснато се увеличава до 7 086 през 2009 г., което представлява ръст от 51 %. Една значителна част от регистрираните в стопанст-

вата фирми обаче не извършват дейност за разглеждания период, а и от по-дълго време. Някои от тях дори са преустановили дейността си и са закрити, но не са представили необходимата декларация в съответното стопанство за заличаване от регистъра на преработвателите и търговците. Липсата на задължение на фирмите за заличаване от регистъра при тяхното закриване или преустановяване, както и ежегодното регистриране на нови фирми, е причина за непрекъснато увеличаващия се брой. От обобщените от Регионалните дирекции по горите данни, е видно, че за разглеждания период делът на неработещите фирми намалява ежегодно от 69 % до 56 %. Така броят на фирмите, упражняващи дейност по преработка и търговия с обли и фасонирани дървени материали се увеличава от 3230 до 4 013 (3 988 през 2009 г.), или реалното увеличение е с 24 %. От друга страна, не всички фирми, които извършват дейност, изпълняват задължението си по чл. 132 от ППЗГ и представят ежегодна справка за постъпилата, преработената и фасонираната обла дървесина. През 2005 г. са представили данни 2 339 фирми, работещи с объл дървен материал, през 2006 г. – 3 366, през 2007 г. – 3 152, през 2008 г. – 3 318, през 2009 г. – 3 463 (фиг.1). Предмет на проучването са средно 72 % до 87 % от дървопреработвателите и търговците с дървени материали, упражняващи дейност през съответната година. В сравнение с предходните години, през 2009 г. значително повече фирми (259 броя) отчетат движение и/или преработка само на налична на склад дървесина от предходната година, което показва, че през годината не са постъпвали нови количества дървени материали.



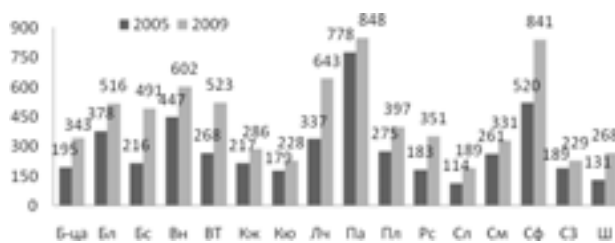
Фигура 1. Изменени на броя на регистрираните фирми, на фирмите, извършващи дейност и на фирмите, представили годишни данни за периода 2005-2009 г. общо за ИАГ

През 2009 г. годишните справки се разглеждат и разделят в зависимост от основната дейност на регистрираните фирми, което позволява да се разграничи конкретният дял на преработвателите, търговците и мебелистите, притежаващи дневници за дървените материали. Броят на преработвателите през 2009 г. е 1 707 от общо 3 463 фирми,

представили данни, което е 49 % от общия брой. Фирмите, извършващи основно търговия са 1 286, а мебелните фирми, които са отчетели своята дейност са 247.

3.2. Регионално разпределение на регистрираните фирми през 2005-2009 г.

Регионалното разпределение на регистрираните дървопреработвателни фирми и търговци през 2005 и 2009 г. по Регионални дирекции на горите (РДГ) е представено на фиг. 2. Най-голям брой се поддържа в РДГ Пазарджик – 778 бр. през 2005 г. и 848 през 2009 г., но сравнено с общия брой, относителният им дял намалява от 17 % на 11 %. Това е в резултат от новорегистрирани фирми в РДГ Бургас, Велико Търново, Ловеч и Шумен, където за тези четири години увеличението е почти два пъти, както и в РДГ София, с 321 нови фирми.



Фигура 2. Брой регистрирани фирми по РДГ през 2005 и 2009 г.

В отделните РДГ преработвателните фирми имат различно участие към общия брой фирми, водещи дневници. Очертава се една група от РДГ, където преобладават фирмите-преработватели на дървесина. Начело на тази група е РДГ Смолян с 98 % дял на преработвателите, РДГ Русе, Шумен, които като цяло имат по-малък брой фирми, както и РДГ Благоевград и София, които са с дял над 60 %. В РДГ Пазарджик преработвателите са 58 % от всички фирми, представили данни, но като абсолютен брой – 280, те са най-много от всички останали региони на страната. Значителен е броят на преработвателите и в РДГ Ловеч (152 броя) и РДГ Велико Търново (121 броя).

В другата група региони делът на преработвателите е под и около 30 %. От тях се отличава РДГ Кърджали – само с 19 % дял на преработвателите на дървесина, РДГ Варна – 25 %, РДГ Пловдив – 28 %, РДГ Стара Загора – 30 %, РДГ Берковица и Сливен – 32 %.

3.3. Класифициране на фирмите по обем на преработената през 2005-2009 г. обла дървесина

Данните позволяват да се получи общ поглед върху потреблението на дървесина на вътрешния пазар в рамките на пет последователни години. Разглежданият период обхваща както годините на

Таблица 2

Среден обем на годишно преработената обла дървесина от диференцираните спрямо производствените мощности фирми за периода 2005-2009 г.

година	всичко	фирми до 1000 м ³	от 1001 м ³ до 5000 м ³	от 5001 м ³ до 10000 м ³	над 10000 м ³
2005	1137	292	2175	6719	17866
2006	1009	270	2164	6868	15010
2007	1387	277	2172	6286	43238
2008	1287	284	2124	6289	61693
2009	1355	330	2091	7173	56324
средно	1226	288	2150	6586	35209

През 2007-2008 г. средният обем се увеличава три-четири пъти, което се дължи на отчитането чрез годишни справки на големите преработвателни заводи. През кризисната 2009 г. при групата на малките преработватели средният обем се увеличава с 20 % спрямо предходната година, което се обяснява със спирането на работа на най-малките фирми за преработка. Именно те, поради ограничените си финансови и технологични възможности, са най-уязвими в условията на криза.

4. ОБОБЩЕНИ ДАННИ ЗА ПОТРЕБЛЕНИЕТО НА ОБЛА ДЪРВЕСИНА И ПРОИЗВЕДЕНА ПРОДУКЦИЯ ОТ ДНЕВНИЦИТЕ ЗА ПОСТЪПИЛИЯ, ПРАБОТЕН И ЕКСПЕДИРАН МАТЕРИАЛ

Краткият анализ на данните от дневниците на 90 % от работещите с обла дървесина фирми, очертава следното:

4.1. Количеството на постъпилата обла дървесина за периода 2005-2009 г. е най-голямо през 2007 г. – общо 3 650 хил.м³; през 2008 г. намалява с 7,5 % до 3 377 хил.м³. Най-малък обем на постъпилата дървесина се отчита през 2009 г. – 2 508 хил.м³, което представлява спад от 26 % спрямо предходната година (фиг.3). За разглеждания период количеството на широколистната дървесина преобладава над иглолистната, което е свързано с добива на широколистна дървесина в страната. Делът на постъпилата иглолистна обла дървесина варира между 44 % и 49 %, което е отчетено съответно през 2009 г. и 2005 г. В абсолютна стойност обаче най-голямо количество иглолистна дървесина е постъпило през 2007 г. – 1 762 хил.м³, а най-малко отново през 2009 г. – 1 102 хил.м³.

4.2. Количество на преработената обла дървесина за периода 2005-2009 г. По-голямата част от постъпилата обла дървесина – 2 351 хил.м³, или 78 % от общото количество, се използва за преработка и получаване на фасонирана продукция. По вид дървесина това е съответно: 1 238 хил.м³ иг-

подем и възходящо търсене на пазара на дървесина (2005-2008 г.), така и годината на дълбока криза за горския сектор – 2009 г. Именно през последната година броят на преработвателите с преработената през годината обла дървесина спада чувствително с 23 %, от 2 156 до 1 448 бр. Средно за разглеждания период фирмите с постъпила обла дървесина са 2 018 бр. Потребителите са идентифицирани в зависимост от годишния обем на преработената обла дървесина, като са групирани в четири групи: до 1 000 м³, от 1001 до 5 000 м³, от 5001 до 10 000 м³ и над 10 000 м³. Установи се, че средно 73 % (1 468 фирми) от всички, потребяват обла дървесина под 1 000 м³ годишно; потребителите на дървесина с обем от 1 до 5 хил.м³ са 469 на брой, или 23 %; тези, които потребяват от 5 до 10 хил.м³ са 50 фирми (2,5 %), а само 20 фирми (1 %) консумират над 10 хил.м³ дървесина (Таблица 1).

Таблица 1

Годишен брой фирми, диференцирани според обема на преработената обла дървесина за периода 2005-2009 г.

година	всичко	фирми до 1000 м ³	от 1001 м ³ до 5000 м ³	от 5001 м ³ до 10000 м ³	над 10000 м ³
2005	2339	1697	547	65	30
2006	2054	1490	501	44	19
2007	2094	1489	498	61	23
2008	2156	1565	502	57	16
2009	1448	1100	296	24	14
средно	2018	1468	469	50	20

Обобщените годишни количества на преработената обла дървесина на така диференцираните в четири групи преработватели позволяват да се направят следните изводи: 1) най-малките фирми, със средногодишно 288 м³ преработена дървесина, са потребили 17,1 % от общия обем на преработената дървесина; фирмите с обем между 1000 и 5000 м³ са преработили основния дял от обла дървесина – 40,7 % и средно годишно 2 150 м³; най-малък е делът на преработената дървесина от 50-те фирми с обем между 5000 и 10000 м³ – 13,4 %, които са преработили средногодишно 6 586 м³ дървесина; средно 20 големи преработватели с годишен обем над 10 000 м³ потребяват 29 % от преработеното в страната количество обла дървесина; 2) изчислен, средният обем на преработената за годината дървесина, е добър показател за проследяване на динамиката в преработвателния сектор; от данните по години (Табл. 2), се вижда, че най-съществени изменения по отношение на средния обем на преработената дървесина има в най-малката група на големите фирми.

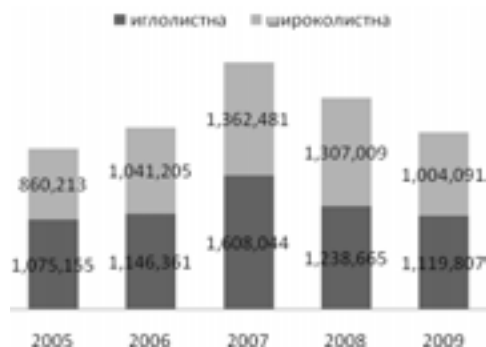
лолистна, или 53 %, и 1 115 хил.м³ широколистна обла дървесина. Част от постъпилите материали, най-вече широколистни дърва, се продават директно в неопработено състояние. Преработените количества зависят в известна степен и от наличностите в началото на годината, които са средно в рамките на 8-10 % от постъпилата през годината обла дървесина. Затруднената реализация на пазара през 2008 г. доведе до значително увеличение на наличните количества обла дървесина по цеховете, заводите и складовете в края на годината. По тази причина наличната дървесина в началото на 2009 г. представлява 30 % от постъпилите количества. През същата година се отчита преработена иглолистна дървесина в обем по-голям от постъпилия в продължение на годината (фиг.4).

4.3. Количество произведена продукция за периода 2005-2009 г. Общият размер на произведената продукция достига максимум през 2007 г., когато са отчетени общо 1 792 хил.м³ фасонирана дървесина, от които 1 260 хил.м³ иглолистна и 534 хил.м³ широколистна (фиг.6). Най-малък обем произведена продукция е отчетен през 2005 г. – 1 112 хил.м³ фасонирана дървесина, от която 720 хил.м³ иглолистна и 392 хил.м³, широколистна. Получените рандемани при преработката на обла дървесина през 2005 г. са съответно 67 % за иглолистната и 59 % за широколистната дървесина и са напълно приемливи. През следващите години обаче при иглолистната дървесина се достига до 86 % (2009 г.), 92 % (2007 г.), което е нерелно. Това обстоятелство може да се обясни с количествата фасонирана дървесина, които се дублират, като се отчитат веднъж от основния производител на фасонирана дървесина, и втори път от следващия потребител на фасонирана дървесина – търговец или производител на мебели. Най-голямо е отчетеното количество на произведените въглища през 2008 г. – 37 хил. тона, получени от изгаряне на широколистна дървесина в жижи.

4.4. Общо количество на експедираните обли материали от общо постъпилите. През отделните години то е между 452 и 566 хил.м³ и заема дял от 11-15 % от постъпилата и налична в началото на годината обла дървесина. Към тях следва да се добавят и преработените широколистни дърва (рязани, цепени), които са 554-651 хил.м³, или 15-20 % от постъпилата обла дървесина. Така предложената за продажба дървесина възлиза на 1006-1217 хил.м³, което представлява средно 30 % от общото потребление на обла дървесина. Иглолистната дървесина има два пъти по-малко участие от широколистната. Нейното количество е 145 хил.м³ обла дървесина и 104 хил.м³ преработени дърва средно за периода, което представлява 15 % от годишното количество на наличната и постъпила дървесина. Маскимальна стойност и дял се отчита през 2008 г. – 171 хил.м³ или 10 %.



Фиг. 3. Постъпила обла дървесина



Фиг. 4. Преработена обла дървесина



Фиг. 5. Дял на иглолистната преработена дървесина



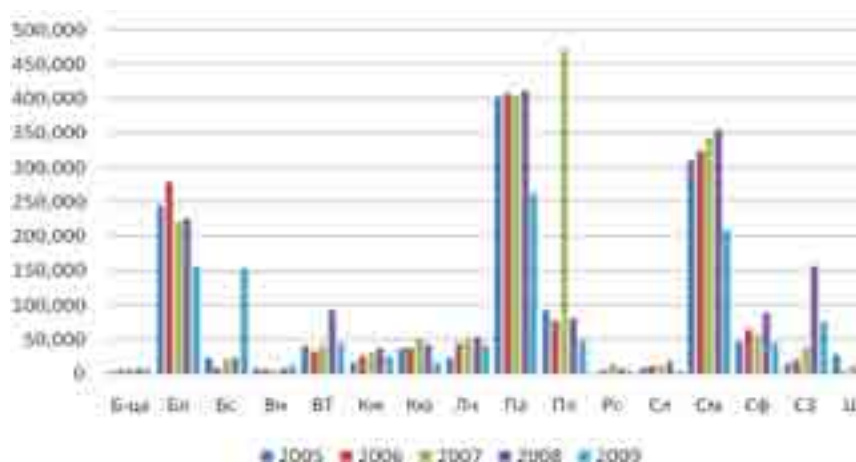
Фиг. 6. Произведена продукция

5. ОБОБЩЕНИ ДАННИ ЗА ПОТРЕБЛЕНИЕТО НА ИГЛОЛИСТНАТА ОБЛА ДЪРВЕСИНА И ПРОИЗВЕДЕНА ПРОДУКЦИЯ ОТ ДНЕВНИЦИТЕ ЗА ПОСТЪПИЛИЯ, ПРЕРАБОТЕН И ЕКСПЕДИРАН МАТЕРИАЛ

5.1. Разпределение по РДГ

Най-голям потребител на иглолистна дървесина остава РДГ Пазарджик, с дял за разглеждания период 23-30 %. За периода 2005-2008 г. количеството на постъпилата иглолистна дървесина е постоянно и устойчиво, в рамките на 402 до 412 хил.м³. През 2009 г. спадът е с цели 37 %, като се достига до 262 хил.м³, което, както вече бе

споменато, се обяснява с голямата наличност на дървесина от 2008 г. Но поради това, че спадът в потреблението на иглолистната дървесина за всички фирми през 2009 г. е общо 31 %, то РДГ Пазарджик запазва своя дял от една четвърт. Следващият по големина дял от 19-24 % от потреблението на иглолистната дървесина заемат преработвателите от РДГ Смолян. За периода 2005-2008 г. количеството на постъпилата иглолистна дървесина е 310-356 хил.м³, а следващата година – 210 хил.м³. РДГ Благоевград е трети по потребление регион със 227-278 м³, а делът през петте години се изменя в по-широк диапазон от 12 до 21 % (фиг. 7).



Фиг. 7. Постъпила иглолистна дървесина

В три региона – РДГ Пазарджик, Смолян и Благоевград, за периода е потребена между 54 и 74 % от иглолистната дървесина в страната. При останалите РДГ потреблението на дървесина е чувствително по-малко – под 100 хил.м³, като с най-ниски стойности са РДГ Берковица, Русе, Варна и Шумен. За РДГ Пловдив, Бургас, Велико Търново и Стара Загора годишният отчет само на един преработвателен завод променя драстично относителния дял на регионално потребената дървесина.

5.2. Структура на потребената иглолистна дървесина

При иглолистната дървесина доминира потреблението на едрата строителна дървесина, която е средно 50 % от цялата потребена иглолистна дървесина, средната дървесина е 24 %, дребната строителна дървесина е 8 %, а ОЗМ и дървата са по 9 % от общото количество (фиг. 8).

Количествата на едрата дървесина в голяма степен (90-95 %) съответстват на добитата едра дървесина през годините, докато при останалите категории дървесина и най-вече при дървата, съответствието не е толкова пълно. От добитата дървесина от тези категории се използва в необработено

състояние – дърва, греди, подпори.



Фигура 8. Постъпила иглолистна дървесина

РДГ Пазарджик, Смолян и Благоевград потребяват средно 77 % от общото количество на постъпилата едра иглолистна дървесина за разглеждания период, съответно 34 %, 26 % и 17 %.

6. ИЗВОДИ

По-важните изводи от направения анализ могат да се обобщят така:

- Най-голямо количество преработена дърве-

сина за разглеждания период се отчита през 2007 г. – 2 971 хил.м³, което е 44 % от добитата дървесина в страната.

- Делът на преработената иглолистна дървесина е относително постоянен – между 49 % (2008 г.) и 56 % (2005 г.) от общото количество. В абсолютна стойност най-голямо количество е преработено през 2007 г. – 1 608 хил.м³, което е 77 % от добитата иглолистна дървесина през същата година.

- Едрата дървесина има дял от 46 % (2008 г.) до 66 % (2005 г.) от общото количество на иглолистната дървесина. Между 70 % (2008 г.) и 83 % (2005, 2007г.) от постъпилата иглолистна дървесина се използва за преработка. Останалото количество се продава в neprеработено обло състояние (средно 9 %) и остава като налична дървесина (средно 9 %).

- Регионалното разпределение е относително постоянно. Средно годишно 28 % или 378 хил.м³ от постъпилата иглолистна дървесина е от региона на РДГ Пазарджик, 22 % или 309 хил.м³ са от региона на Смолян и 16 % или 225 хил.м³ са от РДГ Благоевград. В тези три региона се консумира 67 % от преработената обла иглолистна дървесина в страната.

- Средно за страната едрата дървесина има дял от 58 % от общото количество на иглолистната дървесина за преработка. За водещите три региона този дял е по-голям: 71 % и 64 %.

- Според обема на постъпилата през периода обла дървесина фирмите се класифицират по следния начин:

- 73 % от всички фирми, представили данни, или средно 1 468, консумират до 1 000 м³ обла дървесина, средногодишно 288 м³;
- 23 % от всички фирми, представили данни, или общо 469, консумират от 1 000 м³ до 5 000 м³ обла дървесина, средногодишно 2 145 м³;
- 2,5 % от всички фирми, представили данни, или общо 50, консумират от 5 000 м³ до 10 000 м³ обла дървесина, средногодишно 6 314 м³;
- 1 % от всички фирми, представили данни, или общо 20, консумират над 10 000 м³ обла дървесина.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. Дневници за постъпила, преработена и експедирана обла дървесина за периода 2005–2009 г.

2. Статистика на НУГ при МЗГ, ДАГ при МС и ИАГ при МЗХ.

INVESTIGATION ON THE ROUND TIMBER CONSUMPTION IN BULGARIA ON NATIONAL AND REGIONAL

Ivan Paligorov¹, Elena Velichkova²
¹University of Forestry – Sofia, Bulgaria;
²Executive Forest Agency – Sofia, Bulgaria

SUMMARY

There are studies executed filling out questionnaires and collecting data from the diaries for the received, dispatched and processed round timber material belonging to the timber processing factories and companies, dealing with timber materials trade through the years 2005-2009. The results of these studies on national and regional scale according to types of consumers have been analyzed. The consumed and processed quantities of timber from the big timber processors and the so called „local population” have been explored, as well as the exported from Republic of Bulgaria round timber.

Key words: round timber consumption, coniferous timber, timber processing, round timber trade, timber consumers.

ГОРСКОДЪРВЕСНАТА БИОМАСА КАТО ВЪЗОБНОВЯЕМ ЕНЕРГИЕН РЕСУРС

Найден Чакъров
Лесотехнически университет – София

РЕЗЮМЕ

В настоящият доклад е разгледана съвременната техника и технология за добиване на дърва и трески за горене, както от естествени и изкуствени горски насаждения, така и от енергийни горски плантации. Високата степен на механизация допринася за пълно оползотворяване на нискокачествената дървесина, сечищните отпадъци и вършината от насажденията, както и за високата рентабилност на енергийните горски плантации с кратък турнус на сеч.

Ключови думи: възобновяеми енергоносители, горскодървесна биомаса, въглероден диоксид, дърва за горене, трески за горене.

Днес човечеството зависи основно от четири енергоносителя – земно масло, земен газ, каменни въглища и уран. Намаляването на техните запаси, все по-трудното им добиване, както и тяхното изчерпване води до засилен интерес и към дървесината като възобновяем енергоносител. Горскодървесната биомаса спада към възобновяемите енергийни суровини и има това предимство, че в сравнение със земното масло, каменните въглища и земния газ има „неутрално“ изгаряне, т.е. при нейното изгаряне в атмосферата се отделя толкова въглероден диоксид (CO₂), колкото е погълнат от въздуха за нейното образуване при процеса фотосинтеза.

През последните години сме свидетели на задълбочаваща се криза, свързана със значително увеличаване на цените на основните енергоносители. За да се намали влиянието на вносните енергоносители е необходимо те да се използват по-икономично, а също така да се разкриват алтернативни местни горива и технологии за тяхното производство и използване. Отчитайки приоритетното значение на горскодървесната биомаса в областта на използването и за енергийни цели тук се разглеждат съвременна техника и технологии за добиване на дърва за огрев и трески за горене.

Развитието на възобновяемите енергийни източници, в частност на технологиите за производство на енергия от горскодървесна биомаса показва, че независимо от наличието на политическа воля, понастоящем в България, на практика няма достатъчно добре действащи програми и механизъм за насърчаване използването на дървесна биомаса за енергийни цели.

Най-често използваните съвременни горива са първичния материал или съпътстващите основното производство продукти от дърводобивната, дървопреработвателната и мебелната промишленост. Значим енергиен ресурс е дървесната биомаса, добивана от горското стопанство, от енергийните горски плантации, както и отпадъчната дървесна биомаса от дървообработващата промишленост.

ПОТЕНЦИАЛ НА ГОРСКАТА БИОМАСА

Горското стопанство е много голяма база за дървесна биомаса като суровина за добиване на енергия. България разполага с около 3,4 милиона хектара горски площи. Общият дървесен запас е 591 млн плътни m³. Предвиденото годишно ползване по ЛУП е приблизително 7 млн плътни m³, или 50% от средния годишен прираст. Трябва да се отбележи, че при сегашните дърводобивни технологии у нас над 50 % от получаваната биомаса не се оползотворява, което прави 4,6 млн плътни m³. Това са вършината с листната маса и иглиците, дребните клони, отломъците, отстранената кора, пъновете с корените и стърготините, които остават най-често в сечището за естествено наторяване на гората. Около 31 % от общия добив се предоставят на населението като дърва за огрев.

Дърва за огрев

Дървата за огрев са основен енергиен продукт, резултат от дърводобивния процес. В зависимост от дървесния вид се делят на твърди и меки, добивани съответно от твърди широколистни видове – дъбове, бук, габър, явор, ясен и др. и от меки широколистни и иглолистни дървесни видове – топола, липа, върба, борове, смърч, ела и др. Дървесината на твърдите широколистни видове е поплътна и независимо, че не е по-калорична, например от иглолистните, отделя същата или повече топлина и за по-дълго време (таблица 1.).

Облите дърва за огрев имат диаметър до 14 см, а тези с по-голям диаметър се цепят като дължината на хордата, измерена на челото на дървото не трябва да бъде по-голяма от 20 см (фиг. 1).

Цепенето става ръчно или с машини (фиг. 2).

У нас дървата за огрев се добиват с дължина 1 м. В зависимост от съоръженията за изгаряне, допълнително се нарязват на различни дължини – 0,25 м; 0,33 м и 0,50 м. При употребата им трябва да

Табл. 1

Количество топлина, при изгаряне на 1 кг дърва от основните дървесни видове

Дървесен вид	Количество топлина / 1 kg		
	<i>kcal</i>	<i>kJoule</i>	<i>kWH</i>
Смърч	3900	16250	4,5
Бор	3800	15800	4,4
Бреза	3750	15500	4,3
Дъб	3600	15100	4,2
Бук	3450	14400	4,0



Фиг. 1. Общ вид на дърва за огрев



Фиг. 2. Машина за цепене на дърва

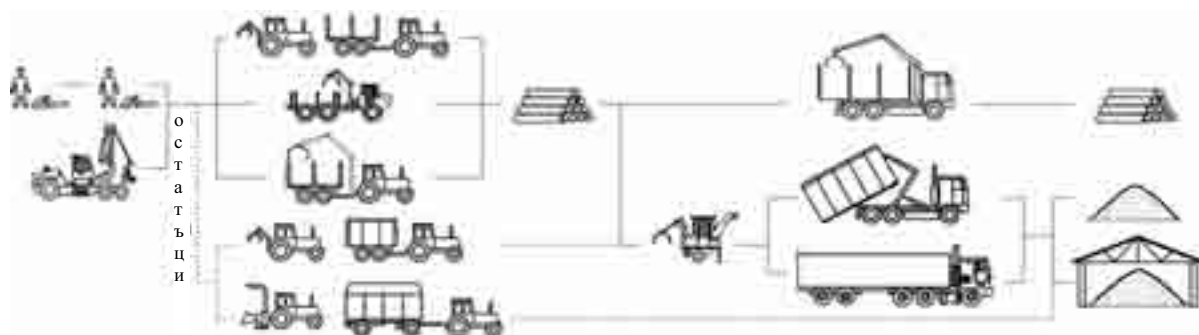
са с влажност не повече от 20 %, за което е необходима продължителност на съхнене около две години. В този смисъл, в момента, дървата се явяват като най-предпочитаната горскодървесна биомаса за огрев. Идеални са за камини и печки за дърва, лесно се съхраняват, имат висока калоричност и поносима цена. Цените на дървата за огрев варират като средно претеглената цена на твърдите широколистни дърва за огрев възлиза на 47 лв/куб. м, а на дървата от иглолистна дървесина на 36 лв/куб. м (данните са за 2007 г.). Най-евтино излиза отоплението с дърва. То е три пъти по-евтино от отоплението с ток, а спрямо отоплението с парно е с 30 процента по-евтино, показват данни на Агенцията по енергийна ефективност. Поради неутралното горене по отношение на въглеродния диоксид (CO₂) отоплението с дърва е много целесъобразно и от екологична гледна точка. По данни на Агенцията по енергийна ефективност около 45 на сто от българите се отопляват с дърва. През последните години у нас се добиват около 250 000 m³ иглолистни и 2 500 000 m³ широколистни дърва за огрев, което прави около 1 437 500 t суха дървесна маса за горене, чиито топлинен еквивалент се равнява на 496 млн л икономисано течено гориво за отопление.

РАЗДРОБЕНА ДЪРВЕСНА БИОМАСА ЗА ДОБИВ НА ЕНЕРГИЯ

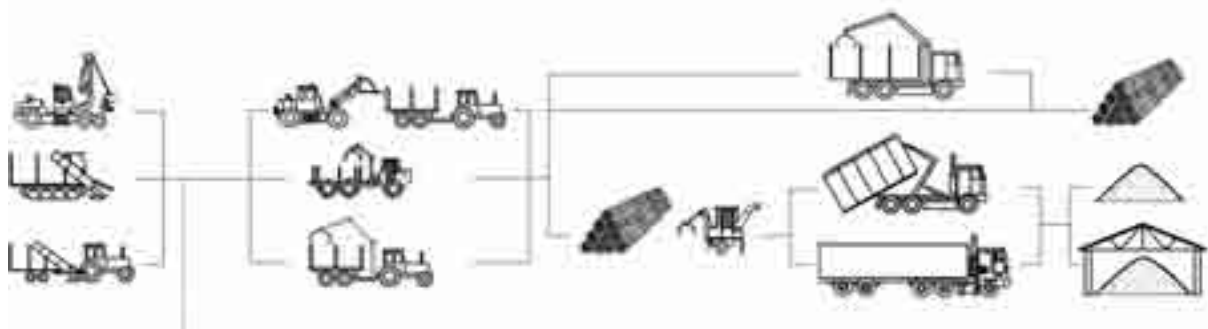
Раздробената дървесна биомаса за добив на енергия представлява частици с различна форма и дължина от 5 до 50 mm. Към нея се отнасят и енергийните трески, стърготините и дървесната кора. Главен обект за горене са енергийните трески. Треските се добиват от нестандартни дърва за огрев, клони, материали добивани при отгледните сечи, капаци, отпадъчни маломерни материали от дървообработването, енергийни горски плантации и др. Преработването на отпадъчната дървесна биомаса в енергийни трески се извършва с помощта на мобилни дробилни машини в сечищата и на временните складове и със стационарни дробилни машини в постоянни складове. Изискванията към енергийните трески у нас засега не са нормирани със стандарт. Причината е, че най-напред беше създаден пазара на пелети в България, по чисто комерсиални причини и чак сега се заговори да се създаде и пазар за енергийни дървесни трески. Така, че този пазар е все още неразработен, въпреки наличието на добри практики в чужбина – скандинавските страни, Австрия, Германия и др. В сравнение с пелетите, при енергийните трески има по-малка предварителна подготовка, защото машина ги раздробява еднократно до съответния размер. Затова енергийните трески са с 50 % по-евтини от пелетите. Не са необходими непременно закрити складови стопанства за съхранението им. Обикновено се складира на купчини до 8 м, през лятото изсъхват и след това се превозват до мястото, където се оползотворяват. Неудобство при енергийните трески е, че за тях е необходимо отделянето на по-голямо складово пространство за съхранението им, както и това че, трябва да се употребяват близо до източника на суровина, т.е. до 100 км.

Направените опити и изследвания у нас показват, че икономически най-изгодно е оползотворяването на остатъците от дърводобива да става чрез производството на енергийни трески, което да се извършва на сечището или на временни горски складове с мобилни дробилни машини (фиг. 3).

От общото количество реални отпадъци в сечищата и на временните складове се оползотворяват средно 45 %. В резултат на добива на дървесина в сечищата остават големи количества отпадна дървесна биомаса под формата на клони, вършина, връшки, маломерни и нестандартни обли материали и кора. Общото количество на неизползваната дървесна маса е средно 1,2 млн m³ (18) % от маркираната стояща маса. Топлинният еквивалент на това количество се равнява на 158 млн литра нефта за горене годишно. Понастоящем използването на тази дървесна биомаса е недостатъчно поради трудности, свързани с нейното събиране, преработване и транспортиране. В тези случаи лесосечните остатъци се оформят на бали със специални машини и се транспортират до временен или постоянен склад където се надробяват на енергийни трески (фиг. 4).



Фиг. 3. Добиване на енергийни трески от сечищни остатъци в сечището или на временен склад



Фиг. 4. Добиване на енергийни трески от клони, вършина и връшки, предварително балирани

Енергийни трески могат да се добиват и от нискокачествени цели дървета заедно с вършината. Сечта се извършва с бензиномоторни верижни триони като целите дървета престояват в сечището 2-3 месеца с цел съхнене. Надробяването на целите дървета става на местодобиването с мобилни дробилни машини, които имат мощни двигатели, висока проходимост и са снабдени със собствени контейнери. Добитите трески се извозват до проходим, при всякакво време, път и се пресипват в контейнери с вместимост 35-40 m³, които се транспортират на камиони с ремарке до склада на потребителя.

Плантиции за производство на енергийна дървесина

Най-широко разпространеният източник на дървесна биомаса за производство на енергия са енергийните горски плантации. Те се създават, най-често върху нископродуктивни селскостопански земи, терени недостъпни за земеделска техника, заливни земи и др. В енергийните плантации, при ротация (период за прибиране на реколтата) 3-5 год., най-често се използват тополите, върбите, елшите и трепетликите. При добро стопанисване продуктивността им може да достигне 5-25 t/ha суха маса за една година.

Технологията на енергийните тополови плантации включва система от мероприятия с цел производство на максимално количество дървесна биомаса за възможно най-кратък срок от време. Те се

създават при уплътнени схеми (5000-15000 бр/ha) и се стопанисват 15-20 години. За 3-4 години дърветата достигат средна височина от 3 до 15 метра и среден диаметър на гърдна височина до 10 см. Технологията включва следните операции:

- добиване на резници;
- почвоподготовка;
- садене на резници;
- отглеждане на културата;
- добиване на трески и транспорт.

Добиването на трески за горене се извършва със самоходни дробилни агрегати, конструирани специално за дробене на стоящи дървета от тополи и върби, не по-възрастни от четири години. Агрегатът наподобява работата на силажкомбайн. Треските се насочват в контейнери, които се транспортират със специални автомобили – контейнеровози. Те са пригодени за изключително бързо натоварване и разтоварване на контейнера.

Дробилният агрегат има производителност от 5 до 25 t свежи трески за един машиночас.

При извършване на съответната калкулация се доказва, че при обща продължителност на ползване 21 години, при интервал на сеч през 3 години, още на четвъртата ротация (сеч) имаме пълна възвращаемост на вложените средства за създаване и отглеждане на енергийната плантация. При изгаряне на добитата биомаса от 1 ha енергийна горска плантация се получава топлинна енергия приблизително еквивалентна на енергията, добита от 6000 l нефта за горене или от 6000 m³ газ. По от-

четни данни в България има към 39000 ha тополови насаждения. От тях 34000 ha са в горския фонд и 5000 ha са в поземления фонд като 27000 ha са на типични тополови месторастения. Ако от тях стопанисваме 1/3 като енергийни плантации, това прави към 9000 ha, което означава, че ще икономисаме на година около 54 млн литра нефта за отопление или 55 млн m³ природен газ.

За енергийни цели може да се използва и бърз метод за създаване на тополови култури, чрез садене на цели леторасли. Технологията е известна отдавна и е изпробвана и у нас. Тя включва следните работни операции:

- добиване и транспорт на цели леторасли;
- направа на посадно място – бразда или дупка;
- поставяне на леторасъла в посадното място и притъпкване;
- дърводобивна дейност – сеч и първична обработка;
- добиване на енергийни трески с мобилна дробилна машина.

Този метод е подходящ за усвояване на голи площи или на изоставени селскостопански земи с близки до повърхността подпочвени води. За енергийно използване на дървесната биомаса, сечта и добиването на трески за горене може да се извърши още на втората година след създаването на горската култура.

От анализа на данните и приблизителните разчети, при използване на съвременни технологии за добив на дърва и енергийни трески, може да се постигне:

1. Увеличаване на добива и намаляване себестойността на дървата за огрев, чиито топлинен еквивалент се равнява на 496 млн литра нефта за горене годишно.

2. По-пълно оползотворяване на горскодървесната биомаса чрез първична преработка под формата на трески за горене, чиито топлинен еквивалент се равнява на 158 млн литра нефта за горене годишно.

3. Чрез използване на 1/3 от типичните тополови месторастения за енергийни горски плантации могат да се икономисат още 54 млн литра нефта за горене годишно.

4. Освен икономическа изгода от енергийното

оползотворяване на горскодървесната биомаса има и екологична полза, равняваща се на 12,1 млн тона погълнат въглероден диоксид (CO₂) годишно, което се равнява на 17,3 % от емисиите.

Неутралният характер на дървесната биомаса по отношение на съдържанието на въглероден диоксид (CO₂), относително равномерното географско разпределение и потенциално атрактивните цени, правят горскодървесната биомаса обещаващ възобновяем енергиен източник.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. Йосифов, Н., Брикети и пелети от растителна биомаса. Университетско издателство „Св. Климент Охридски“, С., 2005.

2. Тричков, Любчо и Ст. Стоянов. Справочник по възобновяеми енергийни източници от дървесна биомаса. Издателски център на „Булпрофор“, С., 2007.

3. Basse, D., u. a. Ernte- und Logistikvarianten zur Energieholzberetstellung. Druck „LÖBF, Dez. 24“, Arnsberg, 2002.

4. Holzleitner, F., u. a. Energieholz – Energie für die Zukunft. Druck „Samson“, Klagenfurt, 2006.

FOREST BIOMASS AS A RENEWABLE ENERGY RESOURCE

**Nayden Chakarov,
LTU, e-mail: chakarov@intertel.ws**

In the present report is considered the modern equipment and technology for the extraction of firewood and wood chips for combustion, both natural and artificial forests and forest plantations of energy. The high degree of mechanization contributes to the full utilization of low quality wood, clearing waste and branches from plantations, and the high profitability of energy forest plantations with short-term cultivation of logging.

Key words: renewable energy sources, forest biomass, carbon dioxide CO₂, firewood, wood chips for combustion.

БИОМАСА ОТ ПАУЛОВНИЯ ЗА ПОЛУЧАВАНЕ НА БИОЕТАНОЛ

С. Ненкова¹, И. Вълчев¹, Р. Боева-Спиридонова¹, П. Цекова¹, Н. Йосифов²
¹ХТМУ, България, София–1756, бул. „Кл. Охридски” 8, e-mail: ivoval@uctm.edu
²Лесотехнически университет - София

РЕЗЮМЕ

Производството и използването на горива от възобновяеми източници е въпрос от глобално значение, който възникна във връзка с ограничаването на емисиите от парникови газове и с изчерпването на изкопаемите горива (нефт, природен газ, въглища). Сериозен дял от суровинната база на възобновяеми източници на горива представлява лигноцелулозната маса.

Биомаса от плантационно отглеждани бързорастящи дървесни видове е особено подходяща за производство на биоетанол. При оптимални условия на отглеждане за седем до десет години пауловнията достига до височина 15 метра. Добива на биомаса от хектар след втората година достига до 80 тона суха маса годишно.

Проведеното изследване има за цел да определи химичния състав на биомаса от пауловния и възможностите за получаване на биоетанол от нея. Получаването на захари от лигноцелулозния материал се осъществява чрез киселинна хидролиза с разредена киселина и целулазно третиране.

Въз основа на получените експериментални резултати ще се разработи оригинална технология, която ще даде възможност за проектиране на промишлена инсталация за получаване на второ поколение биоетанол.

Ключови думи: пауловния, химичен състав, биоетанол

УВОД

Приоритетите в политиката на енергийния сектор на Р. България са хармонизирани с изискванията на европейските директиви и пазарни механизми и като важен аспект в нея, е политиката за насърчаване производството и използването на енергия от възобновяеми енергийни източници (ВЕИ). Основният корпоративен документ в това направление е Закона за възобновяемите енергийни източници и биогоривата.

Необходимо е да се отбележи също така, че производството и използването на горива от ВЕИ е въпрос от глобално значение, които възниква не само от изчерпването на фосилките (изкопаеми) горива (нефт, природен газ, въглища), но и от ограничаването на емисиите от парникови газове.

В смисъла на този закон ВЕИ са неконтролируеми енергийни източници в това число енергия от биомаса. Биогоривата са течни или газообразни продукти произведени от биомаса и биоетанол, биодизел, биогаз, биометанол, боидиметилетер и др. Биомасата се разглежда като биологично разграждаща се част от отпадъчни продукти от селското стопанство, горското стопанство, а също и растителни индустриални или битови отпадъци.

В дългосрочната национална програма за насърчаване използването на ВЕИ се посочва, че най-голям достъпен потенциал от всички ВЕИ в страната има биомасата (около 2700 ktoe) като дялът в ПЕП (първично енергийно потребление) може да достигне 22 % [Тричков Л., 2007].

Сериозен дял от суровинната база на ВЕИ за горива представлява лигноцелулозната маса (Olson T. R., Carpenter S. B. 1985, <http://www.paulownia.bg/index.php.option>, <http://www.biotree.bg/index.php.ekod>, <http://www.paulowniabg.blogspot.com>).

В тази връзка е и най-новата тенденция в развитието на транспортните горива от второ поколение (например биомаса от целулозната компонента на дървесината) като биоетилов третичен бутил етер (Bio-ETBE), биоводород и др. В изпълнение на индикативната цел на ЕС за 2010 г. Дялът на биогоривата за транспорта трябва да достигне 5.75 % от общото потребление на горива.

Перспективна насока за суровино осигуряване на производството на биогорива е създаването на плантации от бързорастящи дървесни видове – върба, акация и напоследък Пауловния (<http://www.paulownianiasupply.com/>, <http://www.paulownia/GRIN>). Създаването на бързооборотни култури е особено ефективна дейност. При тях се извършва отсичане през 2-4 години, а тяхното отглеждане е близко до селскостопанската дейност (<http://www.agroborsc.com/cdtabbg/products.php>, <http://www.pepfumewiki.net/>).

Дървесният вид Пауловния е широколистно декоративно растение от рода *Paulownia* (сем. Scrophulariaceae), което произхожда от Китай и е широко разпространено в югоизточна Азия (Калмуков К. 2008, www.paulownia.bg, www.velbeg.org, <http://www.ru.wikipedia.org/wiki>). Видът Пауловния включва девет разновидности, от които у нас се култивира *P. tomentosa* (Калмуков К. 2008, Па-

найотов П. и Калмуков К. 2009). За 8-10 г. достига до 15 m височина и диаметър на стъблото до 35 cm (<http://www.agroborsc.com/cdtabbg/products.php>). За 7–8 г. има прираст около 1 m³.

Дървесината на Пуловнията е мека, с плътност във въздушно сухо състояние 320 – 360 kg/m³ и се обработва леко. Използва се за производството на фурнири, слоеста дървесина и детайли за мебели. Намира приложение и като енергийна суровина за производството на пелети и биогориво.

Пуловнията е изключително подходящ вид за изграждане на плантации за промишлен добив на енергийна дървесна маса. Като дървен материал за добив на биомаса е икономически целесъобразно да се извършва сеч на 2-4 г. Този дървесен вид не боледува и не се напада от насекоми и други вредители, поради което рискът при неговото отглеждане е минимален (<http://www.paulowniabg.blogspot.com>, <http://www.ru.wikipedia.org/wiki>, <http://www.en.wikipedia.org/wiki/paulownia>).

Култивирането на насажденията от Пауловнията не изисква много грижи и разходи за отглеждане – обработка на почвата, торене, напояване и химични средства за защита. След всяка сеч се формират издънкови дървета, като добивът на дървесна маса от декар годишно достига до 80 t суха маса.

Проведеното изследване има за цел да определи химичния състав на биомаса от Пауловнията и възможностите за получаване на биоетанол от нея.

Въз основа на получените експериментални резултати ще се разработи и оригинална технология, която ще даде възможност за проектиране на промишлена инсталация за получаване на второ поколение биоетанол.

1. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ МЕТОДИ

1.1. Използвани суровини и материали

За провеждане на експериментите е използвана широколистна дървесина от вида *P. tomentosa*. Дървесината е насечена на трески, а след това от нея на дискова мелница са получени стърготини. За експериментите са използвани тези с размери 0.5-1 mm. Подбраната фракция от стърготини се държи известно време на въздух за достигане на въздушно сухо състояние, в което трябва да се намира дървесината при провеждане на химичен анализ. Определен е химичния състав на *P. tomentosa*:

- определяне на целулоза по метода на Кюршнер – Хоффер (Оболенская А., 1965);
- определяне съдържанието на лигнин на изходната суровина и в твърдият остатък, получен след ензимната хидролиза по метода на Кьонинг – Комаров (Оболенская А., 1965);
- определяне съдържанието на пентозани по (TAPPI T-19 m-50)

- определяне на леснохидролизуемите полизахариди (Оболенская А., 1965);
- определяне на пепелното съдържание в дървесината (Оболенская А., 1965);
- определяне на водоразтворимите вещества (Оболенская А., 1965);
- елементарен анализ (OES ICP).

1.2. Киселинна хидролиза на дървесина от вида *P. tomentosa*

Киселинната хидролиза е проведена в неръждаеми лабораторни автоклави с обем 1 литър, въртящи се в полигликолова вана при следните условия:

- Хидромодул 1:10;
- Разход на сярна киселина 1 %;
- Начална температура 100 °C;
- Максимална температура 140 °C;
- Време за достигане на максималната температура 60 мин;
- Задръжане при максималната температура 60 мин.

Полученият хидролизат се филтрува и отделя от твърдия остатък.

1.3. Ензимна хидролиза на дървесина от вида *P. tomentosa*

Ензимната хидролиза е извършена с ензимните продукти на Novozymes AS: целулазен комплекс NS 50013 - 5 % по отношение на масата в смес със β -глюкозидазата NS 50010 - 0.5 % и целулазата Celluclast 1.5 L – 5 % в комбинация с β -глюкозидазата Novozym – 1.5 %.

Условия на ензимната хидролиза:

- Концентрация на масата 10 %;
- Температура 50 °C;
- Продължителност на третирането 1 - 24 ч.;
- pH 5.5 – 6.0.

На получените хидролизати се определя съдържанието на редуциращи вещества в % по отношение на масата по DNS метод (Miller 1959).

2. РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

2.1 Определяне на химичния състав на *P. tomentosa*

Резултатите, получени за количеството на основните компоненти в изследваната широколистна бързорастяща дървесина от вида *P. tomentosa* са показани в таблица 1.

От таблица 1 се вижда, че изследвания бързо растящ вид дървесина има съдържание на целулоза, хемичеселулози и лигнин, подобни на тези от широколистните дървесни видове и другите едногодишни растения, което я прави подходяща суровина за химично преработване с цел получаване на монозахари.

Таблица 1

Съдържание на основните компоненти на дървесина от вида *P. tomentosa*

№	Компоненти	Количество на основни компоненти, [%]
1	Целулоза	39.2
2	Лигнин	20.2
3	Пентозани	23.8
4	Леснохидролизуеми полизахариди	
	- редуциращи вещества	15.6
	- разтворими вещества	33.6
5	Пепел	1.4
6	Разтворими вещества в гореща вода	13.0

Определеното количество водоразтворими вещества вероятно представляват нискомолекулни екстрактивни и пектинови вещества, които се хидролизират и разтварят при нагряване до 100°C.

В растителните клетки се съдържат и минерални вещества, които са разтворени в хранителни сокове или са свързани с органични компоненти. При изгаряне на последните, минералите остават във вид на пепел.

На изследвания вид дървесина *P. tomentosa* е направен елементарен анализ и получените данни са дадени в таблица 2.

Таблица 2

Елементарен анализ на *P. tomentosa*

Показатели		Съдържание, [mg/kg]
Калций	Ca	7011
Кобалт	Co	<0.5
Мед	Cu	6.64
Желязо	Fe	38.5
Калий	K	1903
Магнезий	Mg	1169
Манган	Mn	4.7
Натрий	Na	18.6
Никел	Ni	<0.5
Олово	Pb	<0.9
Цинк	Zn	10.4

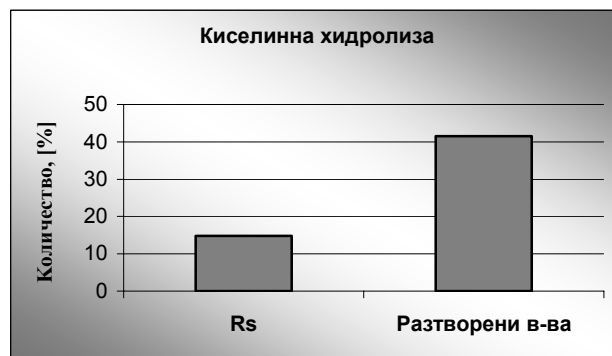
От таблицата се вижда, че този вид дървесина *P. tomentosa* съдържа по-високо количество калций, калий и магнезий, което е в зависимост от условията на растеж на дървото. Съдържанието на тежки метали е минимално.

2.2. Киселинна хидролиза на полизахаридите

Проведена е киселинна хидролиза с 1 % сярна киселина. Получените резултати за количеството на редуциращите и разтворени вещества са показани на фиг. 1.

От фиг.1 се вижда, че има разлика в количеството на разтворените вещества и определените редуциращи вещества. Редуциращи вещества са

предимно монозахари, докато разтворените вещества вероятно представляват освен монозахари и други нискомолекулни органични продукти, напр. такива, получени от разграждането на монозахарите, олигозахариди, нискомолекулни лигниннови вещества и др.

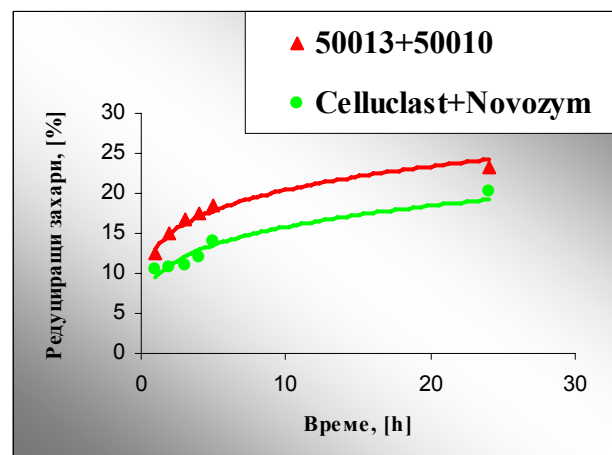


Фиг. 1. Количество редуциращи захари и разтворени вещества след киселинна хидролиза

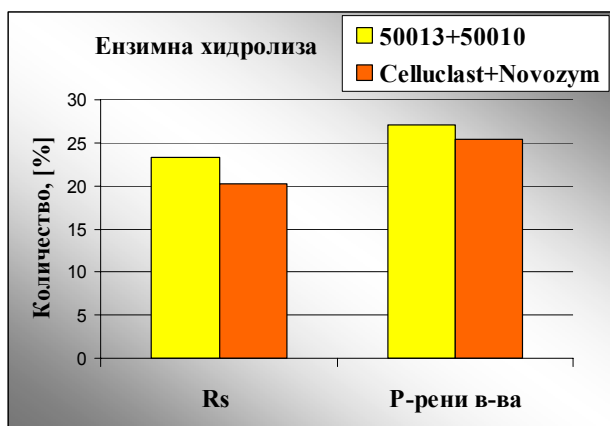
След киселинната хидролиза лигноцелулозният остатък е промит до неутрална реакция след което е подложен на ензимна хидролиза. На фиг. 2 е показана зависимостта на количеството на отделените редуциращи захари след ензимна хидролиза, в зависимост от продължителността на обработване и вида на ензима.

От фигурата се вижда, че количеството на редуциращите захари при използване на комбинацията от ензими 50013 + 50010 е по-високо в сравнение с количеството на редуциращите захари при ензимно третиране с Celluclast + Novozym. Причината за това вероятно е по-селективното и ефективно ензимно действие.

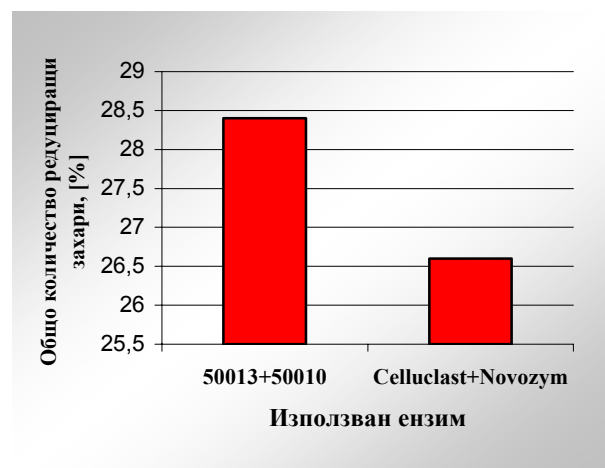
На фиг. 3 е показано количеството редуциращи захари и разтворени вещества след 24 часа ензимно третиране по отношение на лигноцелулозния материал след киселинна хидролиза. Отделените захари са продукт на ензимна хидролиза на целулозата.



Фиг. 2. Количество редуциращи захари след ензимна хидролиза спрямо времето



Фиг. 3. Количество редуциращи захари и разтворени вещества след ензимна хидролиза отнесени по отношение на абс. с. лигноцелулозен материал след киселинна хидролиза



Фигура 4: Общо количество редуциращи захари

След проведената киселинна и ензимна хидролиза е определено общото количество на редуциращите вещества спрямо изходната суровина. Получените резултати са показани графично на фиг. 4.

От фиг. 4 се вижда, че общото количество на редуциращи вещества е по-високо, когато след киселинна хидролиза биомасата от *P. tomentosa* е обработена с ензимна смес от ензими 50013 + 50010. Общото количество полизахариди в дървесината е 45.1 % спрямо теоретичния добив за смес от ензими 50013 + 50010 и 42.2 % за смес от Celluclast + Novozym.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- *P. tomentosa* е бързорастящ дървесен вид, който е култивиран у нас и за 7 – 8 г. има прираст около 1 m³. Добивът на биомаса от хектар след втората година достига до 80 тона суха маса годишно.

- От проведените изследвания за определяне на химичния състав на *P. tomentosa*, се установи, че този дървесен вид е подходящ за химично преработване с цел получаване на монозахари, които да се преработват до биоетанол.

- Общото количество отделени захари след киселинна и ензимна хидролиза е съответно 45.1 % и 42.2 % от теоретичния добив в зависимост от вида на ензима.

- Въз основа на получените експериментални резултати ще се разработи оригинална технология, която ще даде възможност за проектиране на промишлена инсталация за получаване на второ поколение биоетанол.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. Калмуков К. 2008 „Пауловния – желана, но не достатъчно позната”, в-к Българска гора, бр. 1;
2. Панайотов П., Калмуков К. 2009 „Дървесина от Пауловния – свойства и употреба” – Сборник Научни доклади, 2-ра НТК. Иновации в горската промишленост и инженерен дизайн, Юндола;
3. Тричков Л., 2007, „Справочник по възобновяеми енергийни източници от дървесина”, София;
4. Оболенская А., 1965, „Практически работы по химии древесины и целлюлозы”, Москва;
5. Miller G., 1959, Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar, Anal. Chem. 31, p. 426-428
6. Olson T. R., Carpenter S. B. 1985, Specific gravity, fiber bright and extractive content of young paulownia – Wood and Fiber Science, 17, 18885, 4;
7. www.paulownia.bg. www.velbeg
8. <http://www.paulownia.bg/index.php?option>
9. <http://www.biotree.bg/index.php/ekod>
10. <http://www.paulownianiasupply.com/>
11. <http://www.paulownia/usda> NSDA
12. <http://www.paulownia/GRIN>
13. <http://www.agroborsc.com/cdtabbg/products.php>
14. <http://www.pepfumewiki.net/>
15. <http://www.paulownia.bg.blogspot.com>
16. <http://www.ru.wikipedia.org/wiki>
17. <http://www.en.wikipedia.org/wiki/paulownia>

***PAULOWNIA BIOMASS SUITABLE FOR
BIOETHANOL PRODUCTION IN BULGARIA***

**S. Nenkova¹, I. Valchev¹, R. Boeva-Spiridonova¹,
P. Tsekova¹, N. Yosifov²**

¹UCTM, 8, Kl. Ohridski Blvd., 1756 Sofia,

Bulgaria, e-mail: ivoval@uctm.edu

²UF, 10, Kl. Ohridski Blvd.,

1756 Sofia, Bulgaria

SUMMARY

Production and use of fuels from renewable sources is a matter of global importance, which emerged in connection with the limitation of emissions from greenhouse gases and with the running low of fossil fuels (oil, natural gas, coal). A substantial share of the raw material supplies of renewable fuel sources is the lignocellulosic mass.

Biomass from plantations of fast growing tree species is suitable for processing to bioethanol.

Paulownia is a deciduous tree capable of achieving very high growth rates under favourable conditions. Under good growing conditions these trees will reach 15 m in height and will produce commercially harvestable timber in 7-10 years. Biomass production under similar growing conditions has been claimed at 80 tonnes of dry matter per ha per annum from the second year of production.

The investigation is performed for determination of paulownia biomass chemical composition and potential for bioethanol production. In our study, the sugars potential of lignocellulosic materials are estimated by dilute acid pre-treatment and cellulase hydrolysis.

On the basis of the obtained experimental results an original technology will be developed that will allow the designing of an industrial plant for production of second generation bioethanol.

Keywords: Paulownia, chemical composition, bioethanol

СРАВНИТЕЛНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ НА СВОЙСТВАТА НА ДЪРВЕСИНА НА БЪРЗО РАСТЯЩИ ДЪРВЕСНИ ВИДОВЕ В БЪЛГАРИЯ

Панайот Панайотов¹, Кънчо Калмуков², Момчил Панайотов³

^{1,3}Лесотехнически университет – София

²Опитна станция по бързо растящи дървесни видове – Свищов

РЕЗЮМЕ

Изследвани са и са сравнени най-важните свойства на дървесината на бързо растящи дървесни видове, добити от опитни терени на ОСБРДВ – Свищов (акация, айлант, топола, липа, пауловния). Установено е, че с най-добри показатели се характеризира дървесината на акацията, а с най-ниски дървесината на пауловнията. Дървесината на акацията е най-плътна и почти изцяло е от ядро, богато на екстрактивни вещества. Дървесината на пауловнията е най-лека и лесно се обработва. Като са взети в предвид растежните и дендрологичните особености на изследваните видове и свойствата на дървесината им са посочени областите на най-ефективно приложение.

Ключови думи: бързорастящи дървесни видове; дървесина; свойства; употреба;

ВЪВЕДЕНИЕ

Дървесината е сложно, комплексно, полимерно, органично и твърдо влакнесто вещество. Структурата на дървесината се оприличава с тази на желязо-бетона, като носещата функция на желязото се изпълнява от целулозните влакна, а слепващата функция на бетона, от матрицата на лигнина. Дървесината е природен продукт възникващ от физиологичната дейност на дървото, което се отнася към самовъзобновяващите се енергийни ресурси. Човекът използва дървесината от дълбока древност за задоволяване на различни многобройни нужди. Тя се използва както за гориво така и като материал за изграждане на голямо разнообразие от конструкции и изделия. За тези цели дървесината се използва както в натурален (масивен) така и в преработен вид (композити; плочи, шперплат). Дървото е биологичен природен продукт, отнасящ се към висшите растения. Дървото вирее в природата самостоятелно поединично или в съобщества (гори). Ботаниката описва и означава дърветата в семейства, родове и видове с ботанически имена, изписани на латински език. Дървото се класифицира и описва по различни признаци:

вид и форма на листата; вид и форма на семената и плодовете; темп на растеж и други. Според формата на листата и семената дървесните видове се класифицират на иглолистни (голосеменни) и широколистни (покрыто семенни), а според темпа на растеж: на бързо растящи и бавно растящи. Бързо растящите дървесни видове са тези които за сравнително малко време дават стъбло с размери, подходящи за добив на **едра строителна дървесина**. За нашите условия такива дървесни видове са: акация, айлант, липа, топола, а отскоро за такава се възприема и пауловнията. Бавно растящи дървесни видове са тези, които дават стъбло с размери подходящо за получаване на конструктивен материал за сравнително продължително време: 100-150 години. За нашите условия такива дървесни видове са: дъб; бук; бряст; чинар, кестен, бор и други. В унисон с устойчивото развитие дървесината трябва да се използва ефективно, без да се нарушават социалните и вододайни функции на гората [Панайотов, П., Калмуков, К.: 1999]. Устойчивото развитие на горите започва от формирането им и продължава през целият период на нарастване до главната сеч. Това изисква през определените периоди на съществуване да се провеждат съответни мероприятия, съобразени с възрастта и биологичните особености на отделните дървесни видове, намиращи се в определени месторастения.

СЪСТОЯНИЕ НА ПРОБЛЕМА

Сред дървесните видове, които представляват интерес за лесовъдската наука и практика през последните няколко десетилетия са тополата, бялата акация и липата, а в началото на новото хилядолетие вниманието се насочи и към дървесината на пауловнията [Панайотов, П., К. Калмуков: 2009]. У нас през 50-те години на миналия век са създадени плантации от топола (*Populus I-214*), а в момента се създават такива от правостъблена акация (*Robinia pseudoacacia* L. var. *rectissima* Raber.) и от (*Paulownia tomentosa*), [Николов, Св., П. Панайотов: 1976; Панайотов, П., К. Калмуков: 1999; Панайотов, П.А., К.

Калмуков: 2009]. Дървесината на тополата основно се използва за производство на шперплат, а на липата за производство на фурнир и на вратички за мебели [Николов, Св., П. Панайотов, К. Симеонов:1978; Панайотов, П. А., В. Брезин, Н. Йосифов:1995]. Дървесината на акацията предимно се използва за производство на колове за лозарството и градинарството, а също и за отопление. Установено е, че по различни причини делът както на липата, така и на акацията в горският ни фонд нараства. За периода 1960 -1995 г. площта на акацията от 44 000 ha достига до 95148 ha, а на липата – от 2871 ha нараства на 46072 ha. Акацията е бързорастящ вид и за 20-30 години дава стволлове с достатъчен диаметър (30-35 cm) за промишлено използване [Панайотов, П.А., К. Калмуков:1999]. Съгласно наредба №6 от февруари 2004, приложение №12 към член 58 алинея 1, турнуса на акациевото дърво с бонитет I-II за добив на едра дървесина (диаметър на тънкия край над 18 cm) е 30-40 години, а с бонитет I-V за средна строителна (диаметър на тънкия край 8 cm) е 15-20 години. По своите механични показатели дървесината на акацията е равностойна на дървесината на дъба, достигаш тези диаметри за около 150 години [Панайотов, П. и колектив: 2004; Panayotov, P.A.: 2009]. Дървесината на акацията е с висока плътност, поради което е подходяща за производство на целулоза [Панайотов, П.А., Вълчев, И., Лашева, В., Калмуков, К.: 2005]. Дървесината на акацията е с кръговопорест строеж. Диаметърът на проводящите елементи в ранната дървесина е средно 180 µm, а в късната-средно 95 µm. Проводящите елементи заемат средно 14.8 % от обема на стъбловата дървесина, а в кореновата значително повече. Проводящите елементи намиращи се в ранната зона на годишните пръстени на ядровата дървесина са запълнени с тилли. Освен това дървесината на акацията съдържа до 4 % дъбилни вещества, а кората до 7.2 %. Това е причина дървесината на акацията в мъртво състояние да има много по-висока фунгирезистентност и ниска поглъщаща способност.

Турнусът на липов високостъблен стопански клас с бонитет I-II с диаметър на тънкия край над 18 cm е 80 години. Турнусът на тополов стопански клас на типични месторастения с бонитет I-III по инструкция е 15-20 години. За бързорастящите видове айлант и пауловния турнусът не е указан, тъй като се приема, че айланта е инвазивен вид и не се препоръчва за залесяване, а пауловнията е непозната и тепърва предстои нейното въвеждане в лесовъдската практика. Естествената родина на дървесния вид пауловния е Китай, [www.Paulowniatrees.com/au]. Дървото може да достигне височини до 45 m. При най-подходящи (идеални) растежни условия дървото може да на-

раства годишно по височина около 2.5 m. [www.farmradio.org/English/radio-scripts/35-]. Дървесината се използва за производство на мебели, на музикални инструменти и на изделия за бита. Дървесината на пауловнията е сравнително лека и правожилна. Цветът и е сребристо-сив до бледожълтеникавокафяв, понякога с червеникавовиолетов отенък, с полу- кръговопорест строеж. У нас пауловнията е интродуцирана през първата поливина на 20 век като парково дърво. През 1988 г. са засадени първите опитни дървета от *Paulownia tomentosa* в участък Вардим на Опитната станция по бързорастящи дървесни видове-Свищов и вече се разполага с 20 годишни дървета [Панайотов, П.А., К. Калмуков: 2009]. Айланта е внесен у нас в края на 19 или в началото на 20 век за озеленяване на градските селища. От това време са запазени значителен брой дървета на възраст над 80 години, отличаващи се с добро здравословно състояние и с диаметър от 40 до 94 cm. Най-старото дърво се намира в София, зад царския дворец. Вероятно това вековно дърво е от времето на изграждане на градината на двореца. Средният му диаметър е 116,9 cm и 18 m височина. Сега е разпространен повсеместно. Дървесината на айланта в зряла възраст се характеризира с добри механични свойства и висока устойчивост на дърворазрушаващи гъби и насекоми [Панайотов, П., К. Калмуков, М. Панайотов: 2010]. Турнусът на дървесните видове в българската горскостопанска практика се определя от целите на стопанисване, биологичните особености на вида и диаметъра на тънкия край в зависимост от предназначението на дървесината, т.е. дали е за получаване на материал предназначен за строителството или е материал за получаване на целулоза, плочи и дърва за отопление. Поради това целта на изследването е сравняване на физико-механичните показатели на дървесина, добита от бързорастящи видове с различна или близка възраст.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

За провеждане на сравнителните изследвания са взети пробни материали от акациеви насаждения с клон С4 (*Robinia pseudoacacia forma rectissima*) с диаметър 20 cm на възраст 16 години и от тополови насаждения от клон *Populus I-214* с диаметър 25 cm на възраст 15 години, добити от опитното поле на Станцията по бързо растящи дървесни видове от района на гр. Свищов [Николов, Св., П. Панайотов: 1976; Panayotov, P.A.: 2009]. За установяване на свойствата на липовата дървесина е взет материал от смесено издънково насаждение от района на гр. Бяла- област Русе, от вид сребриста липа (*Tilia tomentosa*) с диаметър 40 cm с възраст 60 години [Панайотов, П., К. Калмуков: 1999]. За установяване на свойствата на

дървесината на айланта (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) е взет материал от дърво с диаметър 17 cm с възраст 11 години и на дървесина на пауловния (*Paulownia tomentosa* Steud) с диаметър 20 cm и възраст 5 години, от опитното поле на Станцията по бързорастящи дървесни видове Свищов – село Вардим [Панайотов, П.А., К. Калмуков: 2009; Panayotov, P.A., K. Kalmukov, M. Panayotov: 2010]. Физичните и механичните свойства на изследваната дървесина са определени върху пробни тела с размери, регламентирани от действащите български държавни стандарти. Плътността е определена съгласно БДС 7346 върху пробни тела с размери 20x20x30 mm (последният размер е по дължината на влакната) в kg/m³. Пористостта е определена съгласно уравнение (1):

$$p = (100 - 0.065 \cdot \rho_o) \cdot 100, \% \quad (1)$$

Водопоглъщането, набъбването и съсъхването са определени по метод, регламентиран от БДС 9868, върху пробни тела с размери 20x20x30 mm (последният размер е по дължина на влакната). За определяне на механичните свойства са използвани пробни тела, които са кондиционирани в течение на 28 денонощия в камера, поддържаща относителна влажност на въздуха 65 % и температура 20±°C. Якостта на натиск по дължина на влакната е определена върху пробни тела с размери 20x20x30 mm (последният размер е по дължина на влакната). Якостта на разрушаване е определена с помощта на универсална изпитвателна машина FU-1000, Германия. Якостта на натиск е изчислена по уравнение (2):

$$\sigma_p = \frac{P}{a \cdot b}, N / mm^2 \quad (2)$$

където: P е разрушаващата сила в N , „ a ” и „ b ” са размерите на напречното сечение в mm .

Якоста на статично огъване и модулът на еластичност при статично огъване са определени по БДС 7347 върху пробни тела с напречно сечение 20/20 mm и с дължина 300 mm с натоварване по средата. Якостта на статично огъване е изчислена по уравнение (3):

$$\sigma_b = \frac{3 \cdot P \cdot L}{2 \cdot b \cdot h^2}, N / mm^2 \quad (3)$$

Модулът на еластичност при статично огъване е определен по уравнение (4):

$$E_b = \frac{P \cdot L^3}{4 \cdot b \cdot h^3 \cdot f}, N / mm^2 \quad (4)$$

където: P е разрушаващата сила в N , L е подпорното разстояние в mm , „ b ” е широчината на пробното тяло в mm , „ h ” е дебелината (височината) на пробното тяло в mm , „ f ” е средната стрелка на провисване в mm .

Якостта на срязване по дължина на влакната е определена върху пробни тела с размери 20/30/50 mm. Якостта на срязване по дължина на влакната е изчислена по уравнение 5:

$$\sigma_s = \frac{P}{a \cdot b}, N / mm^2 \quad (5)$$

където: P е разрушаващата сила в N , „ a ” и „ b ” са размерите на сечението в mm .

РЕЗУЛТАТИ И АНАЛИЗ

Средноаритметичните стойности на изследваните свойства са представени в табл.1. При сравнителният анализ на параметрите на плътността се установява, че дървесината на акацията превъзхожда тази на всички изследвани видове. Плътността на дървесината на акацията в абсолютно сухо състояние е 848 kg/m³, на айланта е 580 kg/m³, на липата е 490 kg/m³, на тополата е 480 kg/m³ и на пауловнията е 278 kg/m³. Известно е, че стойностите на почти всички механични свойства на дървесината зависят правопрпорционално от плътността [Енчев, Е. Г. Блъскова:1989]. Например, зависимостта на якостта на натиск на дървесината на акацията от клон С4 се описва най-близко с уравнението, $\sigma_c = 0.1143 \cdot D_{12} - 21.606, N / m^2$ [Панайотов, П. И кол.:2004]. Якостта на натиск на дървесината на акацията от клон С4 е 80.23 N/mm², а на тополата, която е почти на същата възраст (15 години) е 37 N/mm². Най-ниски са стойностите на якостта на натиск на дървесината на пауловнията: 23 N/mm², тъй като и плътността ѝ е най-малка, но тя е и най-млада (5 години). Якостта на натиск по направление успоредно на дължината на влакната на пауловнията е 3,5 пъти по-малка от тази на акацията. Следва да се има в предвид, че пробният материал от акацията и пауловнията е с еднакъв диаметър (20 cm). Подобно е съотношението и при другите изследвани механични свойства с изключение на модула на линейна деформация при статично огъване. Феноменалното при тази дървесина е сравнително високият модул на еластичност при огъване: 10324 N/mm², срещу 8253 N/mm² за тополата, 7400 N/mm² за липата, 11906 N/mm² за айланта и 14020 N/mm² за акацията.

Табл. 1.

Свойства на дървесина на акация, айлант, тополя и липа

Свойства	Вид на дървесината				
	Акация клон С4	Айлант	Топола клон I -214	Липа	Пауловния
1. Възраст	16	11	15	60	5
2. Диаметър, cm	20	17	25	40	20
2. Химичен състав, %					
- целулоза:	45.6	44.9	47.4	43.2	39.8
- пентозани:	18.3	22.1	18.1	20.4	23.5
- лигнин:	23.0	22.7	22.4	18.3	20.6
Екстракти, %					
- в спиртобензолна смес	8.30	7.57	-	3.6	4.6
- в гореща вода	9.80	9.13	-	7.2	12.5
- минерали (пепел):	0.88	-	-	0.51	1.3
3. Влажност, W сур, %	63	115	125	118	140
4. Плътност, $\rho_{свр.}$, kg/m ³	1146	1045	875	680	576
5. Плътност, ρ_{12} , kg/m ³	885	630	496	530	310
6. Плътност, ρ_0 , kg/m ³	848	580	438	490	278
7. Плътност, $\rho_{усл}$, kg/m ³	650	485	410	420	267
8. Обем на порите, %	44.9	62.3	75.4	67.3	81.9
9. Обем на клетъчни стени, %	55.1	37.7	24.6	32.7	18.1
10. Съсърване, %					
$\beta_r =$	4.5	6.1	6.1	5.3	3.8
$\beta_t =$	6.9	10.6	8.4	10.6	5.9
$\beta_v =$	11.4	16.7	14.5	15.9	9.7
11. Коефициент на съсърване, %					
$\delta_r =$	0.27	0.18	0.17	0.14	0.11
$\delta_t =$	0.38	0.31	0.24	0.28	0.16
$\delta_v =$	0.65	0.49	0.41	0.42	0.27
12. Модул на л.д при статично огъване, E_{12} , N/mm ²	14020	11906	8253	7400	10324
13. Якост на опън, N/mm ²	145	97	78	85	52
14. Якост на натиск, N/mm ²	80	56	37	52	23
15. Якост на огъване, N/mm ²	147	71	46	106	41
16. Якост на срязване, N/mm ²	15	14	7	6	7
17. Устойчивост на цепене успоредно на д.вл., kN/m	52	85	37	24	36
18. Якост на удар, kJ/m ²	121	73	42	50	57
18. Твърдост по Янка, N/mm ²					
- челно	113	59	35	33	34
- напречно	83	44	26	30	27

При сравняване на стойностите на механичните показатели на акацията и тополата се установява, че въпреки почти еднаквата им възраст и близки стойности в диаметрите, дървесината на акацията има значително по-високи стойности на механичните свойства. Съотношението между стойностите на плътността в абсолютно сухо състояние е 1.94. Съотношението между стойностите на якостта на натиск в направление успоредно на влакната е 2.16, между стойностите на якостта на статично огъване е 3.2. При сравняване стойностите на показателите на дървесина на пауловния и тополя се установява, че те са твърде близки,

въпреки че са с различна възраст и приблизително близки диаметри (25 cm при тополата и 20 cm при пауловнията). Например, якостта на статично огъване при тополовата дървесина е 46 N/mm², а при дървесината на пауловнията е 41 N/mm². Якостта на опън на дървесината на тополата е 78 N/mm², а на пауловнията е 52 N/mm². Якостта на натиск в направление по дължината на влакната на дървесината на тополата е 37 N/mm², а на пауловнията е 23 N/mm². Якостта на срязване на дървесината в направление успоредно на влакната и при двата дървесни вида има еднаква стойност: 7 N/mm². Устойчивостта на цепене по направление успо-

редно на влакната на дървесината на тополата е 37 kN/m, а на пауловнията е 36 kN/m. Подобна е картината и при статичната твърдост, която в направление напречно на дължината на влакната на дървесината на тополата е 26 N/mm², а на дървесината на пауловнията е 27 N/mm². При сравняване на стойностите на механичните показатели на дървесината на тополата с тези на липата се установяват противоположни тенденции, което вероятно се дължи на големите разлики във възрастта и диаметрите. Липата е на възраст 60 години (диаметър 40 cm), а на тополата на 15 години (диаметър 25 cm). Това се дължи на различията във вида на насажденията. Якостта на статично огъване на дървесината на липата е 106 N/mm², а на тополата е 46 N/mm². Якостта на натиск по направление на дължината на влакната на дървесината на липата е 52 N/mm², а на тополата е 37 N/mm². Якостта на опън по направление на дължината на влакната на дървесината на липата е 85 N/mm², а на тополата е 78 N/mm².

Плътноста на дървесината на липата в абсолютно сухо състояние е 490 kg/m³, а на тополата е 438 kg/m³. Якостта на срязване на дървесината на липата по направление на дължината на влакната е 6 N/mm², а на тополата е 7 N/mm².

ИЗВОДИ И ПРЕПОРЪКИ

Турнусът на дървесните видове зависи не само от целите на стопанисване, биологичните особености на вида, от диаметъра на тънкия край и предназначението на дървесината, но и от плътността на формираната дървесина и респективно от физико-механичните ѝ показатели, което следва да се има в предвид от горскостопанските специалисти, занимаващи се с този проблем.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. Енчев, Е., Г. Блъскова (1989). Дървесинознание. Земиздат, София, 1989, 336 стр.
2. Николов, Св., П. Панайотов, (1976). Механични свойства на тополовата и трепетликовата дървесина, модифицирана с фенолформалдехидни полимери, сп. Дървообработваща и мебелна промишленост № 2, С.
3. Николов, Св., П. Панайотов, К. Симеонов, (1978). Възможности за отстраняване на някои недостатъци в свойствата на тополовата дървесина, стр. 266-270, сп. Дървообработваща и мебелна промишленост № 9, С.
4. Панайотов, П. А., В. Брезин, Н. Йосифов, (1995). Физикомеханични свойства на мебелните плочи получени от дървесината на сребролистна липа – Сборник доклади „ЮНС“ 70-годишно лесотехническо образование в България т.п. МГД 26-30, София, 7-9.VI.1995, ВЛТИ
5. Панайотов, П.А., К. Калмуков (1999). Из-

ползване на бързорастящите видове липа и акация в унисон с устойчивото развитие – Международна научна конференция „Управление на промишлеността и на стопанисването на горите по повод 120 годишнината от Организирано Горско стопанство в България. Юндола 18-19.12.1999.

6. Панайотов, П. А. и кол. (2004). Сравнителни изследвания на свойствата на дървесина на правостъблена акация *Robinia pseudoacacia forma rectissima* и на традиционно използваната (дива) бяла акация *Robinia pseudoacacia L.* – Отчет на НИС при ЛТУ по дог. № 742/16.07.2004 г.

7. Панайотов, П. А., Вълчев, И., Лашева, В., Калмуков, К. (2005). Анализ на възможностите за получаване на избелена целулоза от различни клонове акация”- сп. Целулоза и хартия, 2005, 3, 17-19.

8. Панайотов, П. А., К. Калмуков, М. Панайотов, (2006). Фактори оказващи влияние на устойчивото развитие на бялата акация – VII-ма МНК ”Управление и устойчиво развитие”, Юндола 24-26 март 2006. Сп. Управление и устойчиво развитие, Година 8, т.14, 2006, ½, 194-202.

9. Панайотов, П. А., К. Калмуков (2009). Дървесина от пауловния - свойства и употреба. Сборник научни доклади на Втора Научно-техническа конференция „Иновации в Горската промишленост и Инженерния дизайн”, Юндола, 6-8 ноември 2009 г., с. 62-66.

10. Panayotov, P.A. (2009). Investigation of the Mechanical Properties of Locust Tree Wood from various Habitats”- Proced. Of the 11th International Conference on Mechanics and Technology of Composite Materials, October 2-4, 2006, Sofia BAS-CLPCh M, 279-284.

11. Panayotov, P. A. (2009). Producing and investigating elements of finger jointed glued laminated Locust Timber- Proceedings of the 3rd International Scientific Conference „Woodworking Technique”, September 2-5, 2009, Zalesina, Zagreb, Croatia, 143-151.

12. Panayotov, P.A., К. Kalmukov, M. Panayotov, (2010). Biologocal and Wood Properties of *Ailanthus Altissima (Mill) Swingle*-International Scientific Conference „ Forestry: Bridge to the Future”, 13-15 May 2010, Sofia (in press)

13. Panayotov, P.A., G.S. Bluskova, M. P. Panayotov (2009). Structure and properties of Locust tree wood- Journal of International Scientific Publication: Materials, Methods and Tehnologies, 2009, Volume 3, Part 1, 359-378. Published by Info Invest Ltd., ISBN 1313-2539, 2009, Bulgaria. (11th International Symposium „Materisals, Metods and Tehnologies”, 3-7 June 2009, Sunny Beach, Bulgaria).

14. www.Paulowniatrees.com/au

15. www.farmradio.org/English/radio-scripts/35

Comparative researching of fast growing species properties from Bulgaria

Panayot Panayotov¹, Kancho Kalmukov², Momchil Panayotov³

^{1,3}University of Forestry – Sofia

²Experimental Station of fast growing species – Svishtov

SUMMARY

The most important wood properties of fast growing species that were derived from the experimental fields in Svishtov were studied and compared (acacia, ailanthus, poplar, lime-tree, paulownia). It was estimated that the wood with the

best properties is this of the acacia tree and the wood with the worst properties is this of the paulownia tree. The acacia timber is the thickest and mostly is composed of core that is rich of extract substances. The paulownia timber is the lightest and can easy be processed. The growing and dendrological special features of the examined species and their properties are taken into consideration when their application is being determined.

Kew words: fast growing species; wood; properties; application.

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ТВЪРДОСТТА НА ИГЛОЛИСТНА ДЪРВЕСИНА ОТ ГОРСКИ КУЛТУРИ

Николай Бърдаров, Милко Милев, Петя Бакърджиева
Лесотехнически университет – София

Резюме

Създаването и отглеждането на горски култури у нас на видове, които не са местнорастящи е традиционно. Голяма част от дърветата в тези култури все още са с малък и среден диаметър и представлява т.нар. тънкомерна иглолистна дървесина, чиято обработка в много случаи е твърде специфична.

Работата разглежда твърдостта на иглолистна дървесина, добита от горски култури и някои фактори влияещи върху нея. Представени са резултати за седем дървесни вида от които четири са местнорастящи. Изследвано е влиянието върху твърдостта на дървесния вид, направлението на изпитване, широчината на пръстените, надморската височина и изложението на насаждението.

1. Увод

В началото на 1994 г. иглолистите гори заемат над 34% от общата площ на горския фонд и около 36% от залесената площ. По данни от статистиката до началото на 1994 г. с иглолистни видове са залесени над 8 млн.дка. (Палигоров И., „Проучвания върху икономическата оценка на отгледните сечи в иглолистните гори”, София 1991 г.). С най-голямо участие в залесената площ е белия бор, следван от черния бор, смърчът и елата. Тези дървесни видове заемат общо над 95% от залесената с иглолистни видове горска площ.

Основно значение при използването на дървесината имат нейните физико-механични свойства. Фактът, че дърводобивът е най-рентабилен между 22 и 30 години, дава основание да се смята, че дървесината от отгледни сечи е предимно ювенилна, като съществено се отличава от дървесината, получена от зрели насаждения.

Обект на настоящата работа представлява т.нар. тънкомерна иглолистна дървесина, чиято обработка в много случаи е твърде специфична. Точни стойности за плътността и твърдостта са особено полезни както от инженерна, така и от технологична гледна точка. Голяма част от тях се различават съществено от данните в литературата.

2. Методика

Изследвана е дървесина от бял бор, черен бор, веймутов бор, бяла мура, лиственица, дугласка и

смърч. Доставената е от горски стопанства Карлово, Троян, Юндола, Съхране, Розино, Ракитово, Витоша, Лесидрен, Кюстендил, Боровец, Монтана, Петрохан, Петрич и Рилски Манастир. Дизпазонът на надморската височина варира от 500 m н.в. (Карлово) до 1700m н.в. (Юндола). Изложенията са основно юг (Юндола), югоизток (Витоша, Розино, Съхране, Троян, Юндола).

Площите върху, които са изградени горските култури са върху различна почва (сива, кафява и др.), различен вид на площта (гола, редина, нива, пасище и др.). В някои от площите са проведени отгледни сечи или други лесокултурни мероприятия вследствие на което имат различна пълнота (0,6-1,0). Ето защо при разглеждането на условията на месторастене като комплексен параметър се приема типа като такъв (B1/33; C2/32 и т.н.). Другите показатели които ще се използват при сравнителните анализи са надморската височина и изложението.



Фиг. 1. Разположение на пробните тела в секциите

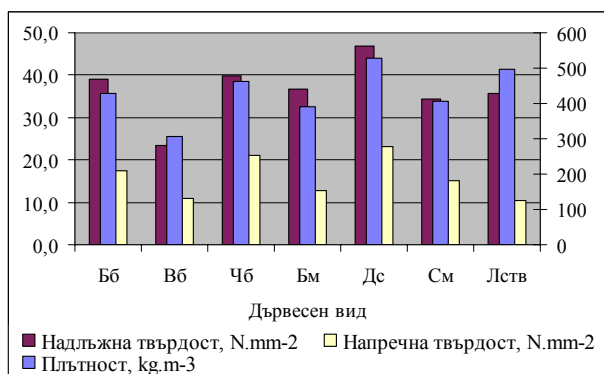
Секциите от дървесината бяха добити на височина 1,3 m от основата на стъблото. От тях бяха изработени стандартни пробни тела за определяне твърдост на дървесината с размери 50x50x50 mm. Диаметърът на секциите позволяваше разполагането на пробните тела да е свързано с основните географски посоки (фиг. 1). От всяка секция бяха изработени 8, 12 или 16 пробни тела в зависимост от големината на секцията. На всяко пробно тяло беше определена плътността по стереометричният метод. Определена беше и влажността по теглов-

ният метод. Определянето на твърдостта беше по метода на Janka според СТ на СИВ 2366:1980.

3. Резултати и дискусия

Влияние на дървесните видове върху твърдостта на дървесината

Получените стойности за плътността на дървесината са по-ниски, но близки до посочените в литературата (фиг. 2). Това се обяснява с разположението на пробните тела близко до оста на стъблото. Известно е, че ювенилната дървесина има по-ниски свойства от нормалната. Твърдостта надлъжно на влакната има стойности по-високи от посочената в литературата, което се обяснява с по-голямото количество късна дървесина. Получената средна стойност за твърдостта напречно на влакната е по-ниска. Това показва повишена нехомогенност в изследваната дървесина. За повечето изпитвания броя на пробните тела беше достатъчен за достигане на показател на точност ($P < 5,0\%$).

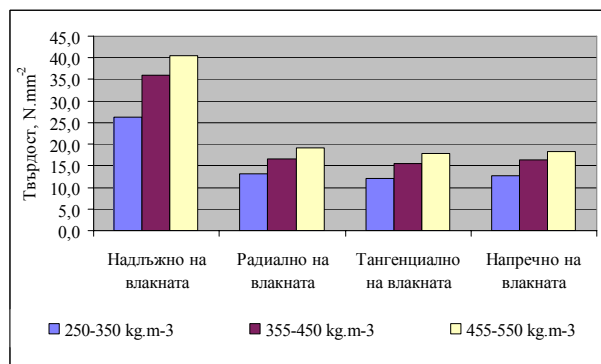


Фиг. 2. Разпределение на свойствата според дървесния вид

Влияние на направлението на изпитване върху твърдостта на дървесината

Пробните тела за определяне твърдостта на дървесината имат формата на куб, което позволява двукратно изпитване в тритре направления – радиално, тангенциално и надлъжно. В литературата няма посочени данни отделно за твърдост в радиално и тангенциално направление. Данните обикновено са обобщени за напречно направление. В настоящата работа, поради големия брой получени резултати е възможно разделянето на твърдостта в напречно направление на две групи (фиг. 3). За да може да се сравнява получената стойност с литературните данни е посочена и обща средна стойност за напречно направление. Тук са обобщени всички стойности за иглолистна дървесина от горски култури. За по-голяма прецизност са разделени на три групи по плътност – от 250 до 350, от 355 до 450, от 455 до 550 kg.m⁻³. Получената стойност за твърдостта надлъжно на влакната, при първата група е 26,2 N.mm⁻². Средната стойност за

твърдостта в радиално направление е 13,2 N.mm⁻². Средната стойност за твърдостта в тангенциално направление е 12,1 N.mm⁻². Обобщената средна стойност за твърдостта в напречно направление е 12,6 N/mm². При определянето на твърдостта количеството на пробните тела (17 броя) не беше достатъчно за достигане на необходимия показател на точност ($P > 5,0\%$).



Фиг. 3. Вариране на твърдостта в зависимост от направлението на изпитване

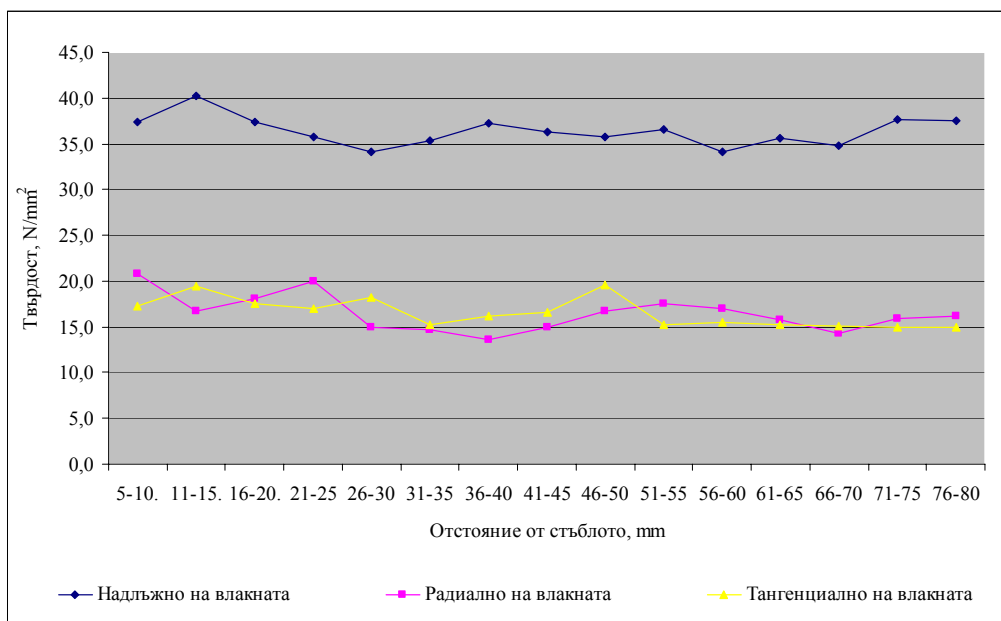
Получената стойност за твърдостта надлъжно на влакната, при втората група е 35,9 N/mm². Средната стойност за твърдостта в радиално направление е 16,6 N.mm⁻². Средната стойност за твърдостта в тангенциално направление е 15,6 N.mm⁻². Обобщената средна стойност за твърдостта в напречно направление е 16,3 N.mm⁻².

Получената стойност за твърдостта надлъжно на влакната, при третата група е 40,5 N/mm². Средната стойност за твърдостта в радиално направление е 19,2 N.mm⁻². Средната стойност за твърдостта в тангенциално направление е 17,9 N.mm⁻². Обобщената средна стойност за твърдостта в напречно направление е 18,3 N.mm⁻².

Влияние на възрастта на дървото върху твърдостта на дървесината

При изработването на пробните тела точно беше описано разположението на всяко едно от тях спрямо остта на стъблото. При по-големите секции бяха добити повече от едно пробно тяло в радиално направление. По този начин разположението на всеки един от отпечатъците беше определен с точност до $\pm 1,0$ mm. За намиране на тенденцията бяха обобщени всички данни получени от добитата дървесина (фиг. 4). Отстоянието от оста на стъблото беше разделено на 16 диапазона от по 5 mm.

При обработката на резултатите някои бяха с точност надвишаваща допустимите 5,0 %. Броят на пробните тела разположени най-близко до остта на стъблото е по-висок като до 50 mm достига 25, докато тези отдалечени на повече от 65 mm са само единици. Това се обяснява с по-малката възраст като цяло на добитата дървесина.



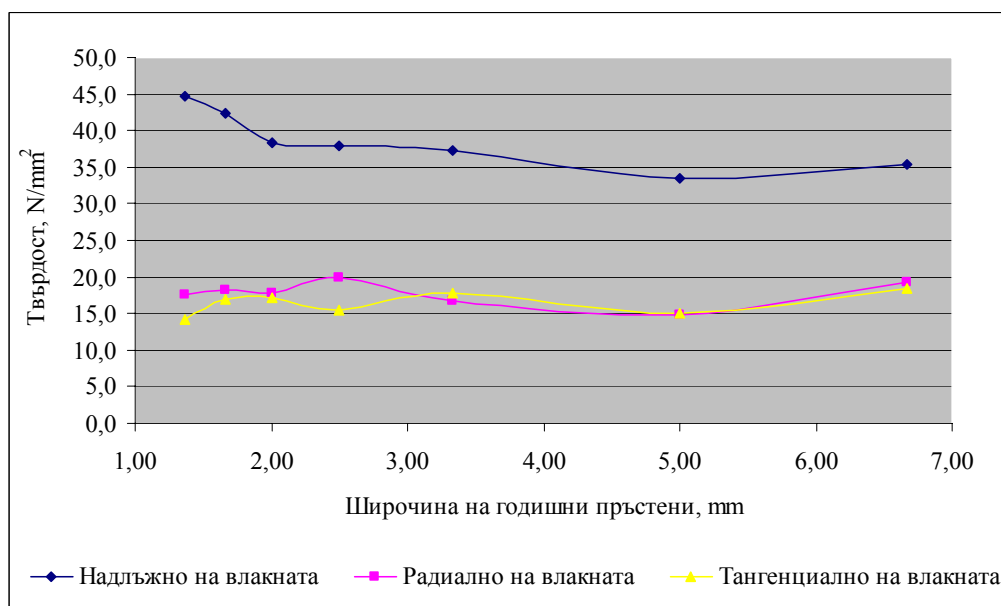
Фиг. 4. Вариране твърдостта на дървесината в зависимост от възрастта на стъблото

На фиг. 4. е показано разпределението на твърдостта в надлъжно и напречно направление в зависимост от отстоянието от оста на стъблото. От диаграмата се вижда, че няма съществена промяна на твърдостта (в надлъжно и напречно направление) по радиуса на стъблото. Това може да се обясни с факта, че голяма част от изследваните образци попадат в т.нар. ювенилна дървесина.

Влияние на широчината на годишните пръстени върху твърдостта на дървесината

Влиянието на широчината на годишните пръстени върху твърдостта на дървесината може да се

обясни със слоевете дебелостенни късни трахеиди, попадащи под приспособлението (поансона) за твърдост (фиг. 5). При тесните пръстени – от 1,0 до 3,0 mm стойностите са забележимо по-високи от останалите. Например при тях се разрушават около 4 до 6 пръстена. При широките често се разрушава само една ивица от късна дървесина. Така по-ниските стойности могат да се обяснят с попадането на поансона върху по-меката, ранна дървесина. Тенденцията се запазва в общи линии и при трите направления.

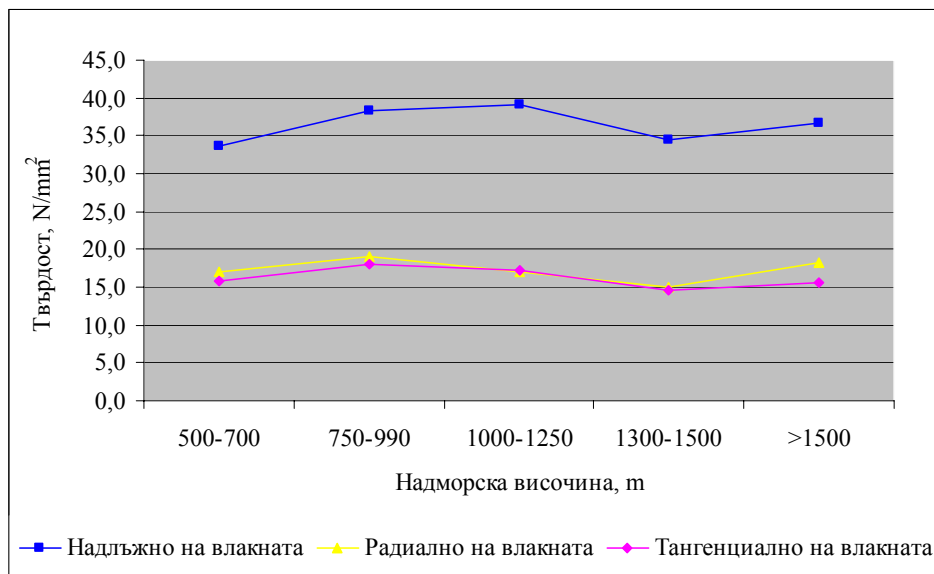


Фиг. 5. Вариране твърдостта на дървесината в зависимост от широчината на пръстените

Влияние на надморската височина върху твърдостта на дървесината

За изследване влиянието на този показател всички резултати бяха групирани в три и в пет групи. И при двете класификации не се наблюда-

ваше ясно изразена зависимост между надморската височина и твърдостта на дървесината (фиг. 6). Наистина има леко повишаване на твърдостта, което може да се обясни и с намаляване на широчината на пръстена, от където идва и повишаването.

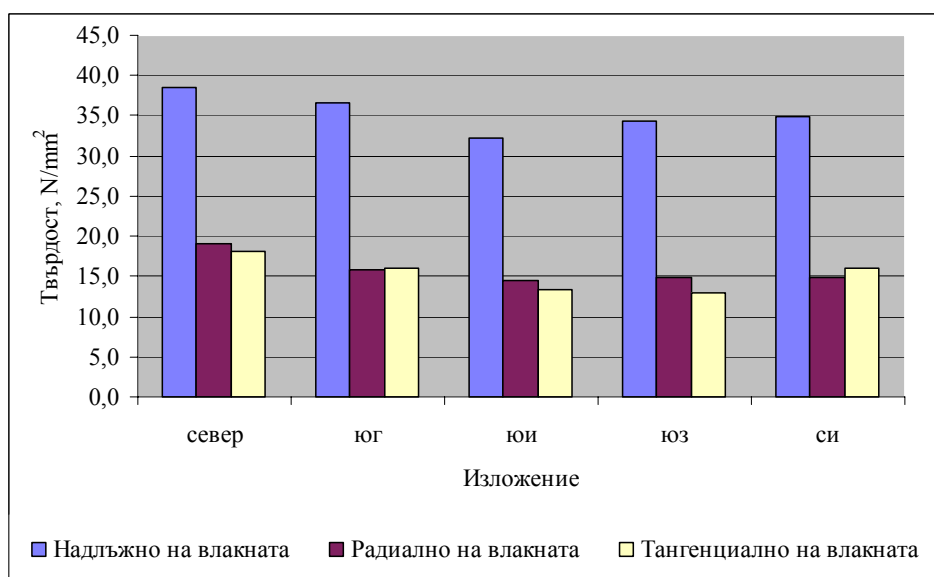


Фиг. 6. Вариране твърдостта на дървесината в зависимост от надморската височина

Ниските стойности получени за твърдостта при надморска височина в диапазона от 1300 до 1500 m. н.в. могат да се обяснят с факта, че това е естествения ареал на повечето видове (бяла мура, веймутов бор и т.н.), които в него се развиват оптимално и дават широки пръстени.

Влияние на изложението на насаждението върху твърдостта на дървесината

Разглежданите извадки обединяват стойностите от 5 изложения (фиг. 7). Като цяло влиянието на изложението на културите не влияе върху твърдостта на дървесината. Единствената тенденция която може да се посочи, че твърдостта на всички дървесни видове, добити от югоизточни изложения е по-ниска, а тази от северните най-висока.



Фиг. 7. Вариране твърдостта на дървесината в зависимост от изложението

Това може да се обясни със средната дневна температурата при която се дели камбият. Макар да няма голямо влияние върху широчината на пръстена, по-тесните пръстени показват по-високи стойности от по-широките (както е посочено по-горе).

Зависимости между отделните стойности на твърдостта

В литературата е посочена строга линейна зависимост за влиянието на плътността върху твърдостта на дървесината (за всички дървесни видове). Получените резултати потвърждават напълно тази зависимост, при това за ювенилна дървесина в различни диапазони.

Най-висока е зависимостта при по-ниските стойности на плътността. Освен това за целия диапазон на плътност е по-силно изразена при твърдостта надлъжно на влакната ($r = 0,71$), отколкото напречно ($r = 0,45$). Взаимната зависимост между твърдостта в отделните направления е важна характеристика за дървесината като анизотропен материал. Промяната на твърдостта в едното направление води до промяна в другото. Макар зависимостта да не е висока, тя показва някаква степен на хомогенност на изследваната дървесина.

4. Изводи

Въз основа на проведените изследвания върху твърдостта на иглолистна дървесината от горски култури, могат да бъдат направени следните изводи:

- Стойностите за твърдостта на дървесината и на седемте вида се получиха по-ниски от литературните стойности.
- Съотношението на стойностите в различните направления е в границите посочени в литературата.
- Възрастта на дървото не оказва влияние върху твърдостта на дървесината на изследваните видове.
- С увеличаване на широчината на годишните пръстени твърдостта намалява и в трите направления.
- С увеличаване на надморската височина се наблюдава леко повишаване на твърдостта.
- Изложението на терена върху който е образувана културата оказва слабо влияние върху твърдостта.
- Получените стойности за твърдостта на дървесината от горски култури са показател за добро качество на бъдеща суровина.

Литература

1. Енчев Е, 1975. Строеж, свойства, употреба на дървесината бял бор. Новости в помощ на горскостопанската практика., Свитък Дървообработваща промишленост, София.

2. Енчев Е, 1976. Строеж, свойства, употреба на дървесината бялата мура. Новости в помощ на горскостопанската практика., Свитък Дървообработваща промишленост, София.

3. Енчев Е, 1976. Строеж, свойства, употреба на дървесината дугласката. Новости в помощ на горскостопанската практика., Свитък Дървообработваща промишленост, София.

4. Енчев Е, 1976. Строеж, свойства, употреба на дървесината обикновен смърч. Новости в помощ на горскостопанската практика., Свитък Дървообработваща промишленост, София.

5. Енчев Е, 1977. Строеж, свойства, употреба на дървесината лиственицата. Новости в помощ на горскостопанската практика., Свитък Дървообработваща промишленост, София.

6. Полубояринов О.И., Плотность древесинный (& 10, стр. 132-138)

7. Kollmann, F.F.P., Wilfred A.C.Jr. 1968 Principles of Wood Science and Technology – I., Springer – Verlag Berlin Heidelberg New York (&7, стр. 292-314/)

A RESEARCH ON WOOD HARDNESS OF CONIFEROUS FORESTAL CULTURES

Nikolai Bardarov, Milko Milev, Petya Bakardzhieva
University of Forestry – Sofia

Summary

Creation and cultivation of forestal cultures that originally grow elsewhere has always been widely popular and is traditional for our country. A great share of these trees is still of small or medium trunk diameter and represents the so called „thin-sized” coniferous wood, processing of which is often quite specific.

This research focuses on the hardness of wood from coniferous forestal cultures as well as on some factors that have effect on it. The results for seven different tree species, four of which are local, are presented. The influence on wood hardness, also sample test direction, width of the annual rings, elevation and exposure of the plantation are examined.

СЪПРОТИВЛЕНИЕ ПРИ ИЗВАЖДАНЕ НА ВИНТОВЕ ОТ ДЪРВЕСИНАТА НА *CASTANEA SATIVA* MILL. ОТ ПЛАНИНА БЕЛАСИЦА НА ТЕРИТОРИЯТА НА Р. МАКЕДОНИЯ

Георги Груевски¹, Борислав Кючуков²

¹Факултет за интериор, технология и дизайн за мебели – Скопие;

²Лесотехнически университет – София

РЕЗЮМЕ

Дадени са резултатите от изследванията върху съпротивлението при изваждане на винтове от дървесината на обикновения кестен от планина Беласица на територията на Р. Македония с оглед рационалното ѝ използване в конструкциите на мебелите. Получените резултати потвърждават, че дървесината на обикновения кестен има много добро задържане на винтове и може да осигури необходимата якост на разглобемите съединения на изработените от нея конструктивни елементи на мебелите. Препоръчва се установените данни за съпротивлението при изваждане на винтове да се имат предвид при оразмеряването на мебели, изработени от масивна кестенова дървесина.

Ключови думи: Съпротивление при изваждане на винтове; дървесина на обикновен кестен (*Castanea sativa* Mill.).

ВЪВЕДЕНИЕ

Съпротивлението при изваждане на винтове от дървесината има голямо практическо приложение. То е особено важно за оразмеряване на якостта на конструкцията на мебелите, при които винтовете за дървесина се използват както за директни съединения на конструктивните им елементи, така и за монтаж чрез тях на мебелния обков.

Съпротивлението при изваждане на винтове е от голямо значение и за дървесината на обикновения кестен, който е ценен дървесен вид за производството на уникална мебел от масивна дървесина, а също и за използването на дървесината му в жилищното обзавеждане.

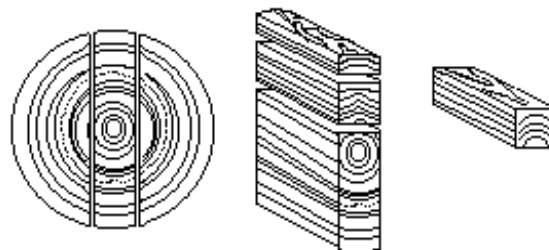
В специалната литература в Македония няма достатъчно данни за съпротивлението при изваждане на винтове от дървесината на питомния кестен. Ето защо, в настоящия труд са дадени резултатите от изследванията върху съпротивлението при изваждане на винтове от дървесината на обикновения кестен от Беласица.

МЕТОД НА ИЗПИТВАНЕ

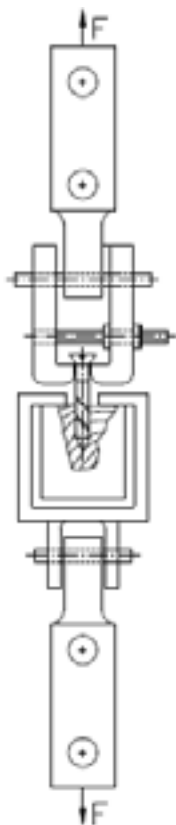
Пробните тела за изпитване на механичните свойства на дървесината на обикновения кестен от македонския дял на Беласица, са изработени от три моделни дървета. Диаметърът на дърветата на гръдна височина е избран в граници от 350 mm до 400 mm. От всяко дърво са добити по 3 секции с дължина по 1800 mm. Всяка секция от облите дървени материали е разкроена на радиални дъски с дебелини 30 и 60 mm по схемата на фиг.1. Дъските с дебелина 60 mm са предназначени за изследване на съпротивлението при изваждане на винтове. Те са наредени на фигури за изсушаване по естествен начин под навес и в затворени помещения. След изсушаване по естествен начин първоначално под навес до съдържание на вода 15 – 18 %, а след това в затворено помещение – до около въздушно сухо състояние (около 12 %) дъските са профилирани на абрихт и щрайхмус до точни размери по дебелина 50 mm.

Изсушените и профилирани дъски с дебелина 50 mm са разкроени на легви и фрезовани до точни размери на напречното сечение 50 x 50 mm. От тях са изработени пробните тела с размери 50 x 50 x 50 mm, предназначени за изследване на съпротивлението при изваждане на винтове.

Плътността на изследваната дървесина при 12 % съдържание на вода е 600 kg/m³ при максимална и минимална стойност съответно 660 и 560 kg/m³ [8].



Фиг. 1. Схема за изработване на пробните тела, използвани за определяне на физико-механичната характеристика на дървесината на питомния кестен



Фиг.2. Схема за изпитване на съпротивлението при изваждане на винтове от масивна дървесина

Пробните тела са кондиционирани 30 дни в стаини условия (температура $21 \pm 3^\circ\text{C}$ и относителна влажност на въздуха $55 \pm 10\%$) при средно равновесно съдържание на вода на дървесината около 12 %.

Съпротивлението при изваждане на винтове е изпитано с винтове със стандартни размери 4 x 40 mm, изпълнение 2. Диаметърът на отворите за винтовете е 2,8 mm. Тази стойност на диаметъра на отвора за винта е приета за да може резбата на винта с диаметър 4 mm да се навие изцяло в дървесината. Дълбочина на завинтване на винтовете е приета 10 mm, за да не се късат винтовете при изваждането им [4].

На всяко пробно тяло са завинтени по 3 винта – два напречно на влакната в средата на радиалната и тангенциалната повърхнина и един в средата на челната страна. Съпротивление-

то при изваждане на винтовете в радиално и тангенциално направление е изчислено и като средно-аритметична стойност от двата винта за всяко пробно тяло, означено като съпротивление при изваждане на винтовете напречно на влакната на дървесината.

Пробните тела са изпитани по схемата на фиг. 2 след престой не повече от 3 h след завинтването на винтовете.

Специфичното съпротивление при изваждане на винтовете от дървесината ($F_{\text{спец.}}$) е изчислено в нютони на милиметър с точност до 0,1 N/mm по формулата (1)

$$F_{\text{спец.}} = \frac{F_{\text{max}}}{l} \quad (1)$$

където $F_{\text{спец.}}$ е максималната (разрушаващата) сила за изваждане на винта, N;

l – дълбочината на завинтване на винта, mm.

Резултатите от опитите са обработени по методите на вариационната статистика.

РЕЗУЛТАТИ ОТ ОПИТИТЕ

Резултатите от изпитването на пробните тела за определяне на съпротивлението при изваждане на винтове са дадени в таблица 1. Тъй като съпротивлението при изваждане на винтовете в трите направления – надлъжно на влакната, радиално и тангенциално е при една и съща плътност, осигурява се сравнимост на резултатите в различните направления на влакната на дървесината.

Табл. 1.

Съпротивление при изваждане на винтове от дървесината на обикновения кестен от Беласица при 12 % съдържание на вода, $F_{\text{спец.}}$.

Вариационно-статистически показатели	Съпротивление при вадане на винтове по направление:			
	на влакната	напречно на влакната	радиално	тангенциално
Средно-аритметична стойност, \bar{x} , [N/mm]	80	149	148	150
Максимална стойност, $F_{\text{спец. max}}$, [N/mm]	90	162	160	164
Минимална стойност, $F_{\text{спец. min}}$, [N/mm]	70	137	136	138
Средно квадратично отклонение, s , [N/mm]	12	11,5	11,4	11,6
Вариационен коефициент, v , [%]	12,7	7,7	7,7	7,7
Средна грешка, s_r , [N/mm]	1,7	1,6	1,6	1,6
Показател на точността, p , [%]	2,1	1,1	1,1	1,1
Брой на пробните тела, n	49	49	49	49

От данните в таблицата се вижда, че съпротивлението при изваждане на винтове по направление на влакната на дървесината варира в граници от 70 до 90 N/mm при средно-аритметична стойност 80 N/mm. Тази стойност е значително по малка от съпротивлението при изваждане на винтове по направление на влакната на дървесината на бука, дъба и габъра главно поради значително по-малката ѝ плътност [2].

От данните в таблицата се вижда също, че съпротивлението при изваждане на винтовете в радиално направление (148 N/mm) е почти еднакво с това в тангенциално направление (150 N/mm).

Съпротивлението при изваждане на винтовете в радиално и в тангенциално направление на дървесината на обикновения кестен е много близко до това на дървесината на бука (167 и 134 N/mm при плътност 636 kg/m³), но значително по-малко от това на дървесината на дъба (199 и 203 N/mm при плътност 763 kg/m³) и ясена (280 и 251 N/mm при плътност 755 kg/m³) [2].

Средно-аритметичната стойност на съпротивлението при изваждане на винтовете по направление напречно на влакната е 149 N/mm при максимална и минимална стойност 137 и 162 N/mm. Тази стойност е много близка до стойностите за съпротивлението при изваждане на винтовете от дървесината на обикновения кестен от Беласица на територията на България [5, 7, 9].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сравнителният анализ на съпротивлението при изваждане на винтове от дървесината на обикновения кестен и на най-често използваните широколистни дървесни видове от местен произход показва, че по този показател дървесината на обикновения кестен притежава сравнително виски стойности, които я характеризират като ценен материал за приложение в конструкциите на мебелите и другите продукти от дървесина, използвани в интериора на жилищните и обществените сгради.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

[1] Груевски, Г., 2007 г. Истражувања на составите во конструкциите на столови, изработени од костеново дрво.–Докторска дисертација, Шумарски факултет, Скопје.

[2] Енчев, Е., 1984 г. Дървесинознание. – Земиздат, С.

[3] Енчев, Е., Г. Кючуков, А. Георгиева, 1988 г.: Съпротивление при изваждане на винтове от дървесината на питомния кестен. – ДМП, 30, бр. 4, 8-10.

[4] Кючуков, Г., Е. Енчев, 1975 г.: Върху метода за изпитване съпротивлението при изваждане на винтове от дървесина и дървесни материали. – ДМП, 18, бр. 3. 18-22.

[5]. Кючуков, Б. 1999 г.: Върху някои меха-

нични свойства на изсъхнала на корен дървесина на обикновен кестен от Беласица.–Лесовъдска мисъл, бр.1, 88-98.

[6]. Кючуков, Б., 1999 г.: За рационално използване на дървесината на изсъхналите на корен дървета на обикновен кестен. – Сб. Седма национална НТ конференция „Стандартизация-Търговия-Потребители’ 99”, БСС, С., 84-88.

[7]. Кючуков, Б., 2001 г.: Съпротивление при изваждане на винтове от дървесината на изсъхнало на корен дърво на обикновен кестен от Беласица. – Сб. доклади Девета национална конференция „Стандартизация-Европейска интеграция-Потребители’ 2001”, БСС, С., 90-94.

[8]. Груевски, Г., В. Кючуков, 2009 г.: Якоствна характеристика на дървесината на *Castanea sativa* Mill. от планина Беласица на територията на Р. Македония. – Сборник ЛТУ, Научна-техническа конференция „Иновации в горската промишленост и инженерния дизайн”, ЛТУ, С., 80-84.

[9] Kyuchukov, G., B. Kyuchukov, 1999: Physico-mechanical characteristic of the wood of *Castanea sativa* Mill. In Bulgaria – 13 Konferencija naukowa Wydzialu Technologii Drewna SGGW, Warszawa, 319-323.

[10] Kjučukov, G., K. Asparuchov, 1999: Über die rationelle Holzbenutzung und zweckmäßige Rundholzgewinnung von *Castanea sativa* Mill. – 32 Internationalen Symposium Mechanisierung der Waldarbeit. – Sammelbuch, Universität Zagreb, Institut für Forstbenutzung, Croatia, Zagreb, 43-48.

WITHDRAWAL RESISTANCE OF SCREWS FROM THE WOOD OF CASTANEA SATIVA MILL. FROM BELASITSA MOUNTAIN IN THE REPUBLIC OF MACEDONIA

Georgi Gruevski¹; Borislav Kyuchukov²

¹ Faculty of Interior, Technology and Design of Furniture, Skopje, Macedonia;

² University of Forestry, Sofia, Bulgaria

SUMMARY

The paper shows the results from the studies on the withdrawal resistance of screws from the wood of sweet chestnut from Belasitsa Mountain in the Republic of Macedonia with the aim to ensure the rational use of this wood in furniture construction. The obtained results confirm that sweet chestnut wood holds screws very well and can provide the necessary strength of the dismountable joints of the furniture components made from this wood. It is recommended to use the data on withdrawal resistance of screws in calculating the dimensions of furniture made from solid chestnut wood.

Key words: Mechanical properties of wood; sweet chestnut solid wood (*Castanea sativa* Mill.).

MODEL OF HEAT LOSSES OF PITS FOR WOOD THERMAL TREATMENT

Ladislav Dzurenda¹, Nencho Deliiski²

¹Technical University in Zvolen, Slovakia, e-mail: dzurenda@vslld.tuzvo.sk

²University of Forestry – Sofia, Bulgarien, e-mail: deliiski@netbg.com

SUMMARY

In the paper a mathematical model for computation of the heat losses of pits, used for thermal treatment of wood materials, is presented.

The heat losses from the pit's construction with dimensions 6,6 x 2,0 x 1,7 m, with thickness of the concrete walls and bottom $h_{sb} = h_{db} = 0,25$ m, with an isolation of walls made from foam glass with thickness of $h_{si} = 90$ mm and with lid made from I-shaped steel profiles, thermal wool isolation by Rotaflex with thickness of $h_{ik} = 100$ mm, coated by steel plates with thickness $h_{Fe} = 4$ mm for the case of heated pit's corpus during wood plasticizing by technological water with temperature $t_{H_2O} = 90^\circ\text{C}$ are calculated with the help of the model.

The obtained results show, that the total heat losses of such pit are equal to $\sum Q_S = 99,11$ kWh, when the temperature of the surrounding air is $t_0 = 10^\circ\text{C}$.

The most significant heat loss from the pit is through the its lid, representing the value of $Q_{S4} = 56,9$ %. The second largest heat loss is through the pit's bottom $Q_{S3} = 27,8$ %.

The heat losses through insulated vertical concrete walls of the pit corpus are equal to $Q_{S1} + Q_{S2} = 15,3$ %.

Key words: wood thermal treatment, pit for thermal treatment, pit's walls, pit's bottom, pit's lid, heat losses

INTRODUCTION

The boiling of wood materials is a technological process, in which wet wood is heated in hot water and its physical, mechanical and also partly chemical characteristics change. The thermal treatment of plywood logs and prisms is done for the purpose of plasticizing of wood, which means softening of wood cell walls with moisture above the fiber saturation point and decreasing the cutting resistance during the veneer producing (Nikolov-Rajčev-Deliiski 1980, Sochor-Kadlec 1990, Lawniczak 1995, Mahút-Réh-Víglaský 1998, Klement-Detvaj 2007, Dzurenda-Deliiski 2010).

One of the alternatives for plasticizing of plywood logs and prisms is their heating in pits for thermal treatment of wood. These pits are concrete tanks

placed into ground, or partly above the ground, covered with a removable lid. The heating of the technological water to the temperature $60 \div 90^\circ\text{C}$ is realised indirectly with the help of heating bodies, placed on the bottom of the pit.

The goal of this contribution is the presentation of a model for computation of heat losses of pits for thermal treatment of plywood logs and prisms used for production of peeled and cut veneers from technological water through the corpus of construction into atmospheric air and ground during the heating process.

TECHNOLOGICAL REGIME FOR WOOD THERMAL TREATMENT IN PITS

The technological process of thermal treatment of wood materials in pits is realised by their submerging and heating in hot technological water according to one-step regime (Fig. 1).

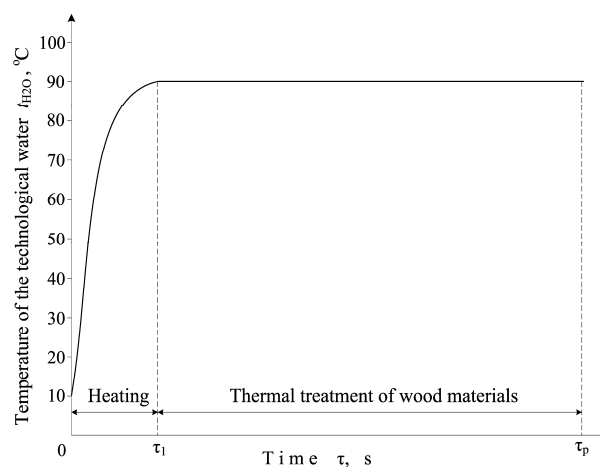


Fig. 1. One-sper regime for wood thermal treatment in pits

The pit for thermal treatment of wood is a concrete tank with reinforced walls and bottom, made by a steel armature. The body of the concrete tank of the pit is hydro-insulated, in order to prevent the leakage of hot technological water from the pit, as well as to prevent the intrusion of ground water into the pit. The vertical walls of the circumferential sheathing of the pit are thermally insulated for the purpose of reduction of the heat flow density from the hot technological water into atmospheric air in the part of the pit above the ground and heat flow into the ground from the part of the corpus

placed in the ground.

There are two solutions for the concrete tank insulation. The constructors of Lignotherm Ltd., Sofia place a layer of insulation with thickness $h_{si} = 100$ mm into the concrete of circumferential sheathing of the boiling pit, which is $h_{sb} = 0,3$ m thick, and thus create a compact monoblock.

Another technical solution of the insulation of the pits for thermal treatment of wood is a casing of the outer walls of the circumferential sheathing of the pit with thickness $h_{sb} = 0,25$ m, which are reinforced by a steel armature and by a hydrophobic insulation material such as foam glass – FOAMGLASS.

The pit for thermal treatment of wood materials is closed by removable lid during the heating of the materials for the purpose of protection of workers from falling into the pit, as well as to eliminate the heat losses, caused by intense evaporation of hot techno-

logical water into the air. The wall of the circumferential sheathing ends with a channel, filled with water, into which the edge of the lid submerges.

During the technological process, in the space between the surface of the technological water and the lid there is wet air with relative humidity $\varphi = 94 \div 98 \%$ and temperature, lower approx. 5°C than the temperature of the water (Setnička 1970, Dzurenda-Deliiski 2010).

The heating of the technological water in boiling pits to the requested temperature is realised indirectly by the heating bodies of the pit. Heaters, connected to the heating system of the plant, are heated by a heat-transferring medium with temperature $t = 120 \div 140^\circ\text{C}$. Cross-section of the pit for thermal treatment of wood materials is given on the Fig. 2.

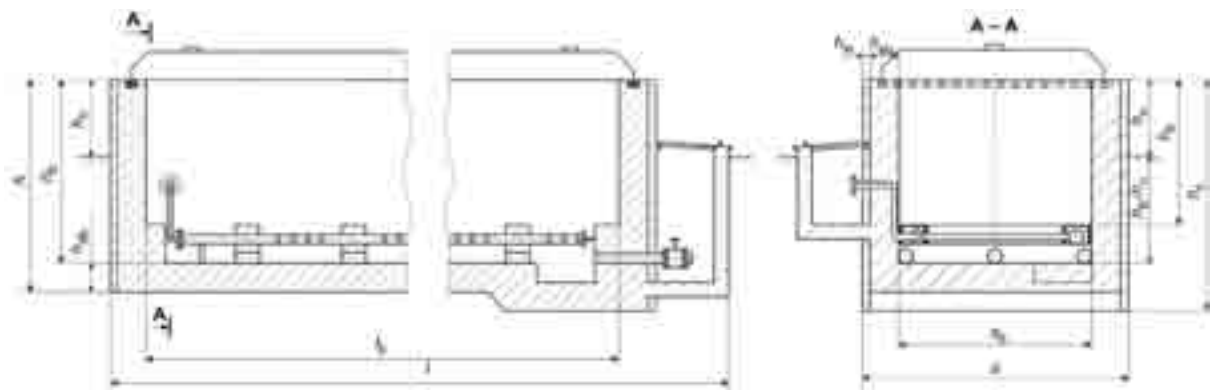


Figure 2. Cross-section of pit for thermal treatment of wood materials

MATHEMATICAL MODEL OF HEAT LOSSES OF PITS FOR WOOD THERMAL TREATMENT

The mathematical model of heat losses of the pits for wood thermal treatment Q_s consists of the following heat losses components, caused by the transfer of heat from the technological water in the pit to the surrounding space:

- Into the air through vertical walls of the part of the pit above the ground Q_{S1} ;
- Into the ground through vertical walls of the

circumferential sheathing of the pit, placed in the ground Q_{S2} ;

- Into the ground through the bottom of the pit Q_{S3} ;
- Into the atmosphere through the lid Q_{S4} :

$$Q_s = Q_{S1} + Q_{S2} + Q_{S3} + Q_{S4} \quad (1)$$

The heat losses, caused by the transfer of heat from the technological water into the air through vertical walls of the part of the pit above the ground Q_{S1} (in kWh) are equal to

$$Q_{S1} = \left[\frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{h_{sb}}{\lambda_{sb}} + \frac{h_{si}}{\lambda_{si}} + \frac{1}{\alpha_2}} [2(s_b + l_b)h_n](t_{H_2O} - t_0)(\tau_p - \tau_1) \right] \cdot 10^{-3} \quad (2)$$

The heat losses caused by the transfer of heat from the technological water into the ground through vertical walls of the circumferential sheathing of the pit placed in the ground Q_{S2} (in kWh) are equal to

$$Q_{S2} = \left[\frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{h_{sb}}{\lambda_{sb}} + \frac{h_{si}}{\lambda_{si}} + \frac{1}{\lambda_p}} [2(s_b + l_b)(h_b - h_n)(t_{H_2O} - t_p)(\tau_p - \tau_1)] \right] \cdot 10^{-3}. \quad (3)$$

The heat losses, caused by the transfer of heat from technological water into the ground through the bottom of the pit Q_{S3} (in kWh), are equal to

$$Q_{S3} = \left[\frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{h_{db}}{\lambda_{db}} + \frac{1}{\lambda_p}} l_b s_b (t_{H_2O} - t_p)(\tau_p - \tau_1) \right] \cdot 10^{-3}. \quad (4)$$

The heat losses caused by the transfer of heat from the lid into the air Q_{S4} (in kWh), are equal to

$$Q_{S4} = [\alpha_{kb2} l_b s_b (t_{kb2} - t_0)(\tau_p - \tau_1)] \cdot 10^{-3}, \quad (5)$$

where l_b is the length of the pit, m;
 s_b – width of the pit, m;
 h_b – depth of the pit, m;
 h_n – depth of the part of the pit above the ground, m;
 h_{sb} – thickness of the concrete wall of the circumferential sheathing and the bottom of the pit, m;
 λ_{sb} – coefficient of thermal conductivity of the concrete wall of the circumferential sheathing of the pit, $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$;
 h_{si} – thickness of the insulation of the wall of the circumferential sheathing of the pit, m;
 λ_{si} – coefficient of thermal conductivity of the insulation layer material of the wall of the circumferential sheathing of the pit, $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$;
 $\alpha_1 = 0,74(3,7t_{H_2O} + 228)\sqrt{|\Delta t|}$ $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$
(Schack 1957, Setnička 1964, Dzurenda-Deliiski 2010) – heat transfer coefficient from the technological water through insulation layer into the concrete wall of the pit at the temperature gradient in the insulation layer, equal to
 $\Delta t = t_{H_2O} - t_{si} = 0,15 \div 0,25$ °C;
 t_{H_2O} - temperature of the technological water in the pit during the wood thermal treatment, °C;
 t_0 – temperature of the atmospheric air, °C;
 t_p – temperature of the soil around the pits' walls, °C;
 t_{si} – temperature of the insulation layer of the pits' walls, °C;
 $\alpha_2 = 6,2 + 4,2v_0$ $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ (Greber-Erk-Grigull 1961, Krečetov 1972) – heat transfer coefficient from the surface of the circumferential sheathing of the pit into the air at the air flow rate in atmosphere $v_0 = 0,5 \div 2,5$ $m \cdot s^{-1}$;

λ_p – coefficient of thermal conductivity of soil around the pits' walls of the circumferential sheathing of the pit: $\lambda_p = 2,30$ $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ for stony soil, $\lambda_p = 1,40$ $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ for clay-sandy soil, $\lambda_p = 0,90$ $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ for sandstone;
 $\alpha_{kb2} = 6,2 + 4,2 \cdot v_0$, $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$, heat transfer coefficient from the surface of the lid into the air at the air flow rate in atmosphere $v_0 = 0,5 \div 2,5$ $m \cdot s^{-1}$;
 t_{kb2} – temperature on the surface of the lid in contact with atmospheric air during the process of wood thermal treatment, °C;

$$t_{kb2} = t_2 - \frac{(t_2 - t_0) \left(\frac{h_{ik}}{\lambda_{ik}} \right)}{\left(\frac{1}{\alpha_{kb1}} + \frac{h_{ik}}{\lambda_{ik}} + \frac{1}{\alpha_{kb2}} \right)}$$

t_2 – temperature of the air in the space between the surface of the water and the lid, °C;
 $t_2 \approx t_{H_2O} - 5$ (Setnička 1970, Dzurenda-Deliiski 2010);

h_{ik} – thickness of the lid's insulation, m;
 λ_{ik} – coefficient of thermal conductivity of the lid's insulation, $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$;
 $\alpha_{kb1} = 2,8\sqrt{|\Delta t|} \approx 2,8$ $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ (Mc Adams 1961, Setnička 1964, Krečetov 1972) – heat transfer coefficient from wet air with relative humidity $\varphi = 0,94 \div 0,98$ over the surface of technological water in the pit into the construction of the lid ($\Delta t = 1$ °C);
 $\alpha_{kb2} = 6,2 + 4,2v_0$ $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ (Greber-Erk-Grigull 1961, Krečetov 1972) heat transfer coefficient from the surface of the pit's lid into the air at the air flow rate of the atmosphere $v_0 = 0,5 \div 2,5$ $m \cdot s^{-1}$.

τ_p – duration of the whole process of wood thermal treatment, h (Fig.1);

τ_1 – duration of the heating of technological water to operational temperature, h (Fig.1).

In Table 1, there are shown the calculated with the help of the model values of the heat losses of pit for thermal treatment of wood materials, according to the regime from Fig.1 with $t_{H_2O} = 90^\circ\text{C}$, $\tau_1 = 2$ h and $\tau_p = 18$ h.

The constructive parameters of the pit are, as following: length $l_b = 6,6$ m, width $s_b = 2,0$ m, depth $h_b = 1,7$ m.

The thickness of the reinforced concrete wall of the circumferential sheathing and the bottom of the pit is $h_{sb} = h_{db} = 0,25$ m (density $\rho_b = 2300$ kg.m⁻³, specific heat capacity $c_b = 1134$ J.kg⁻¹.K⁻¹, coefficient of thermal conductivity $\lambda_b = 1,28$ W.m⁻¹.K⁻¹).

The thickness of the thermal insulation of walls, made from foam glass FOAMGLAS, of the circumferential sheathing of the pit is $h_{si} = 90$ mm (density $\rho_{si} = 120$ kg.m⁻³, specific heat capacity $c_{si} = 840$ J.kg⁻¹.K⁻¹, coefficient of thermal conductivity $\lambda_{si} = 0,042$ W.m⁻¹.K⁻¹).

The height of the part of the circumferential sheathing of the pit over the ground is $h_n = 0,8$ m. The lid is made from steel frame from „I” shaped profiles coated on both sides with stainless steel plates $h_{Fe} = 4$ mm. Between these steel plates, there is a layer of thermal insulation Rotaflex with thickness $h_{ik} = 100$ mm (density $\rho_{ik} = 120$ kg.m⁻³, specific heat capacity $c_{ik} = 840$ J.kg⁻¹.K⁻¹, coefficient of thermal conductivity $\lambda_{ik} = 0,042$ W.m⁻¹.K⁻¹).

The average temperature of concrete walls of the circumferential sheathing and the bottom of the pit at the start of the technological process during continual running is $t_{sb} = t_{db} = 10^\circ\text{C}$. The temperature of the lid material after closing of the pit is $t_{Fe} = t_{ik} = 10^\circ\text{C}$.

The atmospheric air with pressure $p = 0,1$ MPa has relative humidity of $\varphi = 60\%$ and temperature of $t_0 = 10^\circ\text{C}$. The air flow rate at the ground level of the atmosphere is $v_0 = 1$ m.s⁻¹. The temperature of stony soil is $t_p = 6^\circ\text{C}$.

Table 1

Heat losses of pit for wood thermal treatment according to the regime from Fig.1
with $t_{H_2O} = 90^\circ\text{C}$, $\tau_1 = 2$ h and $\tau_p = 18$ h

Items of heat losses of the pit		Heat losses of the pit	
		kWh	%
Walls of circumferential sheathing, placed over the ground	Q_{S1}	7,38	7,5
Walls of circumferential sheathing, placed in the ground	Q_{S2}	7,73	7,8
Bottom of the pit	Q_{S3}	27,58	27,8
Lid of the pit	Q_{S4}	56,42	56,9
Total heat losses of the pit	$\sum Q_i$	99,11	100,0

CONCLUSIONS

In this contribution, a mathematical model for computation of heat losses of pits for wood thermal treatment, is presented.

The analysis of the obtained with the help of the model results for the heat losses of pit with given above constructive and thermo-physical characteristics shows, that the pit's largest losses are through its lid, and they are equal to 56,9 %.

The second largest heat loss of the pit is from the technological water through the pits' bottom into the ground, equals to 27,8 %.

The heat losses through insulated vertical concrete walls of the pit corpus, are equal to 15,3%.

REFERENCES

1. Cihelka J. 1969: Vytápění a větrání. Praha: SNTL, 610 p.
2. Dzurenda L., Deliiski N. 2010: Tepelné procesy v technológiách spracovania dreva. Zvolen: Vydavateľstvo TUZVO, 268 p.
3. Greber, G., Erk, S., Grigull, O. 1961: Die Grundgesetze der Wärmeübertragung. Berlin, Springer-Verlag, 280 s.
4. Halahyja M., Chmúrny I., Sternová Z. 1998: Stavebná tepelná technika. Bratislava: Vydavateľstvo JAGA GROUP, 247 p.
5. Klement I., Detvaj J. 2007: Technológia prvosťupňového spravovania dreva. Zvolen: Vydavateľstvo TUZVO, 325 p.
6. Krečetov, I, V. 1972: Suška drevesiny. Moskva, Lesnaja promyšlenost', 440 s.
7. Lawniczak M. 1995: Zarys hydrotermicznej i plastycznej obróbki drewna. Czesc I. – Warzenie i parzenie drewna. Poznan, 149 s.
8. Mahút J., Réh R., Víglašký J. 1998: Kompozitné drevné materiály, časť I. Dýhy a pregle-jované výrobky. Zvolen: Vydavateľstvo TUZVO, 266 s.
9. McAdams, W. H. 1954: Heat Transmission. New York, McGraw-Hill Book Company. 435 s.
10. Nikolov S., Rajčev A., Deliiski N. 1980: Proparvane na drevesinata. Sofia: Zemizdat, 223p.
11. Setnička, F. 1964: Technická termodynamika – prenos tepla. Zvolen, SVTL Bratislava. 492 s.
12. Setnička F. 1970: Projektovanie tepelno-technických zariadení drevárskych závodov. Zvolen: ES VŠLD, 313 p.
13. Schack, A. 1957: Der industrielle Wärmeübergang, Düsseldorf.
14. Sochor M., Kadlec P. 1990: Hydrotermická úprava dreva pre výrobu dýh. Drevo, 45, 2: 33-35.
15. www.foamglas.cz

ACKNOWLEDGEMENTS

This study has been proceeded in the framework of the grant projects No 1/6164/08 and a NIS-LTU 105/2008 as the result of the author's research with significant help of VEGA SR Agency and a NIS-LTU Sofia.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ГОРЮЧЕЙ МАССЫ ЩЕПЫ ДРЕВЕСИНЫ ПОПУЛУС – КЛОН МАХ 4 ВИРАЩЕННОЙ НА ПЛАНТАЦИИ

Ладислав Дзуренда¹, Микола Золяк²

¹Технический университет – Зволен, Словакия, dzurenda@vsld.tuzvo.sk

²Технический университет – Зволен, Словакия, niko11@post.sk

SUMMARY

In this paper, there are presented the results of experimentally determined chemical composition of the combustible in dry mass of energy chips made of the wood species *Populus* – clones Max 4 grown on plantations.

The average chemical composition of the combustible of *Populus* – clones Max 4 chips is: carbon $C^{daf} = 50,95\%$, hydrogen $H^{daf} = 5,94\%$, oxygen $O^{daf} = 42,62\%$ and nitrogen $N^{daf} = 0,50\%$. In comparison with combustibles of wood of fully-grown broad-leaved trees, the combustible of chips of *Populus* on plantations is characterised by markedly higher share of nitrogen. The share of nitrogen in the combustible of chips of *Populus* 2,5 times higher than the content of nitrogen in the combustible of chips of *Fagus sylvatica*. From the environmental aspect, this fact manifests itself in the increased production of emission – concentration of nitrogen oxides NOx in combustion products, which is 1,5 times higher, than the valid value of emission limit in Slovakia for nitrogen oxides from the proces of biomass combustion.

Key words: bio-fuel, energy chips, *Populus*, combustible fraction.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время увеличился интерес до продукции древесной биомассы для энергетических целей. Создаются энергетические плантации быстрорастущих деревьев, минимальный объем древесной биомассы которых составляет 10 м³/ га за год. На основании работ: (Varga-Godó 2002, Trenčiansky-Lieskovský-Oravec 2007, Nabovštiak-Daniel 2005) подходящими породами древесины выращенных на плантациях с целью получения древесной биомассы с использованием в энергетике в Средней Европе являются древесины: акация белая (*Robinia pseudoacacia* L.), клоны тополей (*Populus*), ива прутьевидная (*Salix viminalis*).

Научно-исследовательский институт лесного хозяйства и ахоти ВУЛНМ – Куновице, уже несколько лет ведёт работы по выращиванию быстрорастущих древесных пород. На научно-исследовательской станции в городе Куновице

(Чехия) исследуют продуктивные возможности клонов *Max 4*, *Max 5* и *Оксворд* древесины *Популу*с.

В статье приведены результаты экспериментальных работ и исследований с целью установления химического состава горючей массы щепы, древесины *Популу*с -клон *Max 4* выращенной на плантациях.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Образцы древесины и коры породы *Популу*с – клон *Max 4* для определения химического состава горючей массы были собраны из 4-летних плантационно выращенных культур Научно-исследовательского института лесного хозяйства и ахоти исследовательская станция Куновице.

Часть коры в энергетической щепе породы древесины: *Популу*с - клон *Max 4* была рассчитана лабораторией на Кафедре Обработки древесины Технического университета в Зволене, на основании STN 48 0058: 2004 Ассортименты древесины-Лиственные щепы и опилки. Часть коры в энергетической щепе была рассчитана с отношения:

$$X_k = \frac{m_k}{m_s} \cdot 100 \quad (1)$$

где: m_k – вес коры в образце щепы [g],
 m_s – вес образца щепы [g].

Элементарный состав образцов топольового дерева и топольовой коры клон *Max 4* древесины *Популу*с, был проведен рабочими Центральной лесной лаборатории в Национальном лесном центре в Зволене. Содержание углерода C^{daf} [%], водорода H^{daf} [%], азота N^{daf} [%] в образцах топольового дерева и топольовой коры анализированного клон *Max 4* породы было определено анализатором NCS-FLASH EA 1112 от компании THERMO FINNIGEN (рис 1). Содержание кислорода в образцах дерева и коры было определено расчетом при условии нулевого содержания серы $S^{daf} = 0$. (появление в следном количестве)

$$O^{daf} = 100 - C^{daf} - H^{daf} - N^{daf}, \quad (2)$$

где: C^{daf} – содержание углерода в горючей

массе [%]
 H^{daf} – содержание водорода в горючей
 массе [%]
 N^{daf} – содержание азота в горючей массе
 [%]

Параметры оборудования:

- теплота печи: 900 °C
- теплота образца: 65 °C
- давление He: 250 kPa
- течение He: 130 ml/min
- давление O₂: 280 kPa
- течение O₂: 250 ml/min
- время задержки образца: 12 s
- теплота пламя: 1800 °C
- суммарное время анализу: 12 min
- вес образца: 5,0 – 7,0 g

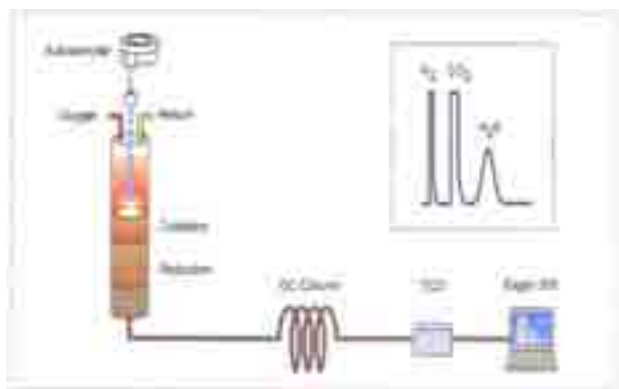


Рис. 1. Анализатор: NCS-FLASH EA 1112

Химически состав горючей массы энергетической щепы состоит с горючей массы древесины и горючей массы коры. Расчет был проведен на основании части коры в щепе и определения содержания данного фитогенного элемента в древесине и коре по формулам.

$$C_{\text{S}}^{daf} = \left[\frac{100 - X_{\text{K}}}{100} \right] \cdot C_{\text{D}}^{daf} + \frac{X_{\text{K}}}{100} \cdot C_{\text{K}}^{daf}$$

$$H_{\text{S}}^{daf} = \left[\frac{100 - X_{\text{K}}}{100} \right] \cdot H_{\text{D}}^{daf} + \frac{X_{\text{K}}}{100} \cdot H_{\text{K}}^{daf}$$

$$N_{\text{S}}^{daf} = \left[\frac{100 - X_{\text{K}}}{100} \right] \cdot N_{\text{D}}^{daf} + \frac{X_{\text{K}}}{100} \cdot N_{\text{K}}^{daf}$$

$$O_{\text{S}}^{daf} = \left[\frac{100 - X_{\text{K}}}{100} \right] \cdot O_{\text{D}}^{daf} + \frac{X_{\text{K}}}{100} \cdot O_{\text{K}}^{daf}$$

где: $C_{\text{S}}^{daf}, H_{\text{S}}^{daf}, N_{\text{S}}^{daf}, O_{\text{S}}^{daf}$ – содержание углерода, водорода, азота, кислорода в горючей массе щепы [%],

$C_{\text{D}}^{daf}, H_{\text{D}}^{daf}, N_{\text{D}}^{daf}, O_{\text{D}}^{daf}$ – содержание угле-

рода, водорода, азота, кислорода в горючей массе древесины [%],

$C_{\text{K}}^{daf}, H_{\text{K}}^{daf}, N_{\text{K}}^{daf}, O_{\text{K}}^{daf}$ – содержание углерода, водорода, азота, кислорода в горючей массе коры [%],

X_{K} – содержание коры в щепе [%].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты экспериментальных работ по определению части коры в энергетической щепе показывают что средняя часть коры в энергетической щепе породы древесины *Популюс – клон Мах 4* составляет: $X_{\text{K}} = 22,72$ %. Упомянутая величина не превышает предел коры в энергетической щепе по норме STN 48 0058:2004, которая равна $X_{\text{K}} = 30$ %.

Химический состав образцов древесины и коры в энергетической щепе плантации выращенной породы дерева *Популюс – клон Мах 4* находится в таблице 2.

Содержание фитогенных элементов в энергетической щепе породы дерева *Популюс – клон Мах 4* выращенной на плантации рассчитано на основании содержания древесины и коры в щепе, есть в таблице 1.

Табл. 1

Химический состав горючей массы, древесины, коры и энергетической щепы породы древесины *Популюс – клон Мах 4*

Содержание древесины и коры в щепе [%]	Химический состав горючей массы [%]				
	C^{daf}	H^{daf}	N^{daf}	O^{daf}	
Древесина	77,28	51,20	5,94	0,30	42,56
Кора	22,72	50,10	5,93	1,16	42,81
Щепа	100	50,95	5,94	0,50	42,62

Проведенные сравнения химического состава ювенильной древесины и коры энергетической щепы выращенной на энергетических плантациях клона породы дерева *Популюс* с химическим составом пожилой древесины и коры лиственных пород с пожилыми деревьями, показывает что в ювенильной древесине *Популюс – клон Мах 4* находится на 100 % больше азота чем в пожилой древесине лиственных пород (*Ванин 1949, Перелигин 1957, Wiesner 1918, Dzurenda-Banski 2003, Головков-Коперин-Найденев 1987, Dzurenda-Jandačka 2010*). Более высокое содержание азота в ювенильной древесине тополя свидетельствует о более высоком количестве белков расположенных в проводящих тканях ювенильной древесине.

Содержание азота в молодой коре древесины *Популюс* есть на 10 % больше чем нормальное содержание азота в коре пожилых лиственных пород. Аналогичное увеличение содержания азота было определено и в энергетической щепе древе-

сины *Salix viminalis* – клон *Орм* выращенной на плантациях, (Дзуренда-Золяк-Малиш 2009).

Данный факт создает присутствие белка в камбиальных клетках и хлорофилла в поверхностных тканях молодой коры.

Данные результаты преобразовываются в повышенном содержании азота в горючей массе щепы 3 породы древесины *Популус – клон Мах 4* выращенной на плантации $N^{daf} = 0,50$ %. Даная величина есть в среднем в 2,5 раза больше как содержание азота в горючей массе древесины бук.

С экологического аспекта данны результат преобразовывается в повышенной продукции эмиссии – двуокиси азота NO_x в продуктах сгорания.

Максимальные величины концентрации двуокиси азота NO_x в продуктах сгорания с сжигания влажной энергетической щепы определились системой технического расчета и есть в 1,5 раз больше (*Dzurenada-Mačejny 2009*), как есть действующая величина эмиссионного лимита в Словакии для эмиссии двуокиси азота NO_x с процессов сжигания биомассы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных экспериментальных работ можно сделать вывод, что горючая масса энергетической щепы породы древесины *Популус – клон Мах 4* выращенной на плантации состоит с углерода с средним содержанием $C^{daf} = 50,95$ %, водорода $H^{daf} = 5,94$ %, кислорода $O^{daf} = 42,62$ % и азота $N^{daf} = 0,50$ %.

В сравнении с горючей массой лиственных деревьев с насаждений в пожилом возрасте, в большой мере отличается содержанием азота. Замещение азота в горючей массе щепы породы древесины *Популус – клон Мах 4* есть 2,5 раза больше как содержание азота в горючей массе древесины бук лесной. С экологического аспекту дани результат преобразовывается в повышенной продукции эмиссии – концентрация двуокиси азота NO_x в продуктах сгорания есть больше в 1,5 раз, как есть действующая величина эмиссионного лимита в Словакии для эмиссии двуокиси азота NO_x с процессов сжигания биомассы.

ЛИТЕРАТУРА

Černák J. 1969. Fyzikální vlastnosti dřeva. Ružomberok: SCP.

Dzurenada L. Banski A. 2003. Obsah dusíka v jednotlivých častiach stromu a koncentrácia NO_2 v spalinách tvorená formou nízkoteplotnej oxidácie dusíka v procese spaľovania. In: Acta Facultatis Xylologiae. 45, 1: 7 – 14.

Дзуренда Л. Золяк М. Малиш М. 2009. Свойства энергетической щепы древесины *Salix viminalis* – клон *ORM*, выращенного на плантациях. In: Annals of Warsaw University of Life Sciences-SGGW – Forest and Wood Technology NO 68, 219-224 с.

Dzurenada L. Mačejny T. 2009. Vypočet emisnej hodnoty $c_{max} NO_x$ zo spaľovania energetickej štiepky dreveniny *Salix viminalis* pestovanej na plantažach. In: Strojárstvi, 43-45 s.

Dzurenada L. Jandačka J. 2010. Energetické využitie dendromasy. Zvolen, V-TU, 162 s.

Habovštiak J., Daniel J. 2005. Pestovanie odrôd vřby (*Salix viminalis*) na energetické účely. In: Naše pole, č. 5, 10 p.

Marutzky R., Seeger K. 1999. Energie aus Holz und anderer Biomasse. Leinfelden-Echterdingen: DRD – Verlag Weinbrenner GmbH & Co, 430 s.

Головков С. И. Коперин И. Ф. Найденов В. И. 1987. Энергетическое использование древесных отходов. Москва. Лесная промышленность, 221 с.

Перелигин Л. М. 1957. Древесиноведение. Москва. Гослесбумиздат, 448 с.

Trenčiansky M. Lieskovský M. Oravec J. 2007. Energetické zhodnotenie biomasy Zvolen: NLC, 147 s.

Ванин С. И. 1949. Древесиноведение. Москва & Ленинград. Гослесбумиздат, 338 с.

Varga L. Godó T. 2002. Rýchlorastúce dreviny a možnosti zvýšenia produkcie biomasy na energiu. In: Využívanie lesnej biomasy na energetické účely v podmienkach SR, Zvolen: LVU, 28-37 s.

Viglaský J. Suchomel J. Langová N. 2008. Efektívne pestovanie rýchlorastúcich drevín na energetických plantažach. Životné prostredie, 42, 6.

Wiesner J. 1982. Die Rohstoffe des Pflanzenreichs, Verlag W. Engelmann, Leipzig.

STN 48 0058:2004 Sortimenty dreva – Listnaté štiepky a piliny.

Благодарность: Эта работа была подготовлена в рамках решения грантового проекта: VEGA–SR č. 1/0358/08, в результате работы авторов и сильной поддержки агентства VEGA–SR.

UTILIZATION OF CORN STEMS FOR BRIQUETTES PRODUCTION

Borce Iliev¹, Julia Mihailova², Violeta Jakimovska Popovska¹
^{1,3}Faculty of Design and Technologies of Furniture and Interior,
Ss. Cyril and Methodius University – Skopje, R. of Macedonia;
e-mail: iliev@fdtme.ukim.edu.mk
²University of Forestry Sofia, Bulgaria; e-mail: jumih@abv.bg
e-mail: vjakimovska@sf.ukim.edu.mk

SUMMARY

Besides other plants that can be used as raw material from agriculture residues, corn (*Zea mays L.*) also belongs in this group of plants. Besides crop in form of grains that is used as forage, for consumption and technical needs, the corn's leaves can be used as fodder too. The rest of the plant-stem can be used in paper industry and production of insulation board, but also can be used for production of briquettes.

The aim of the experimental researches presented in this paper is to define the possibilities for production of briquettes from corn stems and wood raw material and to observe the influence of the raw material from corn stems on the properties of the briquettes. Therefore five models were made: control model (0) – 100% wood raw material (WRM); model P-I – 25% corn stems (CS) : 75% WRM; model P-II – 50% CS : 50% WRM; model P-III – 75% CS : 25% WRM and model P-IV – 100% CS.

The results from the investigation showed that the density of the briquettes pressed with specific pressure of 200 bars (20 MN/m²) is in the limits of 516,56 kg/m³ for model P-I to 582,38 kg/m³ for model P-IV, and 782,73 kg/m³ for the control model (0). The ash content is a little higher than the value defined by the standards and it is in the limits of 0,32% for the control model to 6,02% for model P-IV. The content of sulphur is much lower than allowed content (0,08%) and it is in the limits of 0,003 to 0,009%. According to the low calorific values, these briquettes are classified as I and II class.

Key words: corn, stem, beech wood, briquettes, calorific value.

INTRODUCTION

The lignocellulose's agricultural residues represent an important source of raw material for production of bio fuels. This refers to the corn stems, sunflower, tobacco, straw from cereals etc. (Iliev et al. 2009). The total biomass from agriculture on world

level is estimated on 9 billion tons per year (Yossifov 2005). For now, mainly, this biomass is used as animal food and for natural fertilization of the acre. Besides this, the biomass from the agriculture remains as big energy resource for further utilization as bio fuel.

In R. of Macedonia every year certain quantities of lignocellulose's residues from agriculture are obtained. These quantities are not rationally used, so they are ballast for agriculture and in some cases are also pollutants of the environment.

The corn stems as lignocellulose's agricultural residues draw attention as potential raw material for production of energy briquettes. Together with other lignocellulose's agricultural residues in our country, the corn stems do not have economic importance until now. The technical and technological development of briquettes production in the past years made a real supposition for their utilization as substitute of wood raw material for this kind of production. It should be mentioned that some economic and technological issues remains incompletely solved, such as those associated with: collecting, transport and storing of the raw material; the choice of an appropriate technological process in regard to the raw material quality and the competitive power of the finished product; the use of optimal technological processes that warrant high quality of the briquettes at relatively low production costs (Iliev et al. 2003).

Besides other aims, the future of lignocellulose's agricultural residues is production of hard bio fuels-energy briquettes. Because of this, our investigations from one hand were directed to defining the technological possibilities for production of briquettes from corn stems and on the other hand, to observe the influence of the participation of chipped corn stem raw material on briquette's properties.

Basics Information About Corn (*Zea mays L.*)

The corn (*Zea mays L.*) represents an annual herbaceous plant with big seed. It belongs to fam. Poaceae, class *Zea*, genus *Zea mays*. There are a number of forms of specie *Zea mays* (Martin, H. J.,

Leonard, H. W. 1969).

The corn descends from America. The old nations cultivated the corn 4000 years b.c. Spanish brought into Europe at the end of the XV-th century. It was widespread in Ottoman Empire, especially in Serbia, Romania, Bulgaria and Macedonia. From there it is brought in other European countries by name turkish wheat.

Today, the corn represents important forage and technical plant. Around 55% of produced grain is used as forage, from 20 to 25% for man food and 15 to 20% for technical purposes. Besides the fact that the corn is a main food in many countries, it is inferior compared with the food value of other cereals. The parts that are not eatable are used in industry: the stem is used for paper and panel production, the corn-cob as fuel, for making charcoal and for preparation of industrial solvents.

The corn is one of the most spread able food valuable plants in the world. Only wheat has bigger plantation areas than corn. The best gain ground has

in lowlands and in basins where enough moisture and heat is present.

The corn is intensively cultivated in R. of Macedonia and represents important cereal.

Quantity of Lignocellulose's Residues from Corn Stems in Republic of Macedonia

The evaluation of the quantities of lignocellulose's agricultural wastes in form of corn stems in R. of Macedonia is made on the base of the data of the State Statistical Office of R. of Macedonia for analyzed period of ten years (from 1995 to 2004). The dynamic of sowed corn plantation and average crop in R. of Macedonia for the analyzed period is shown in Fig. 1 and Fig. 2.

The quantities of corn wastes (corn stems) are calculated with coefficient of proportion of the waste quantity and corn grain quantity of 1,25. Therefore, average quantity of corn stems per year in the analyzed period is 114297 t (Fig. 1 and Fig. 2).

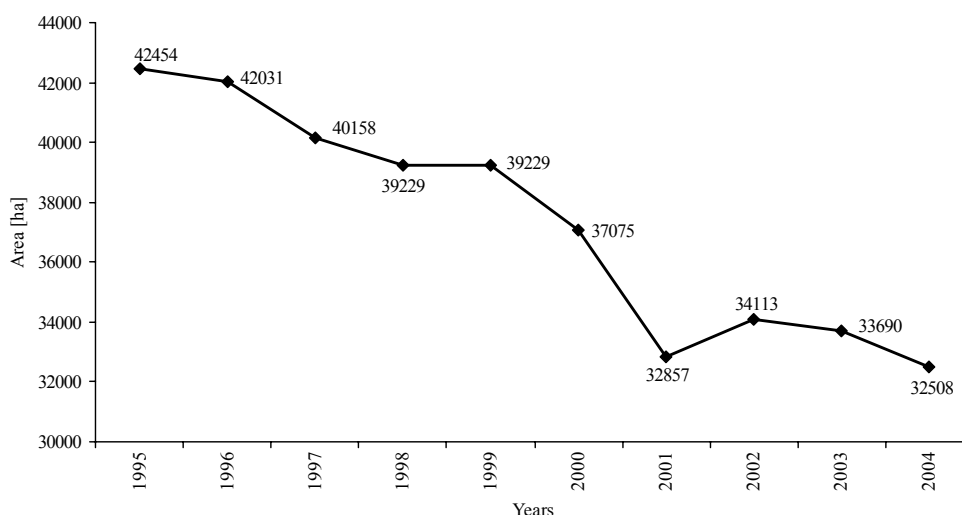


Figure 1: Dynamic of sowing area with corn, in ha

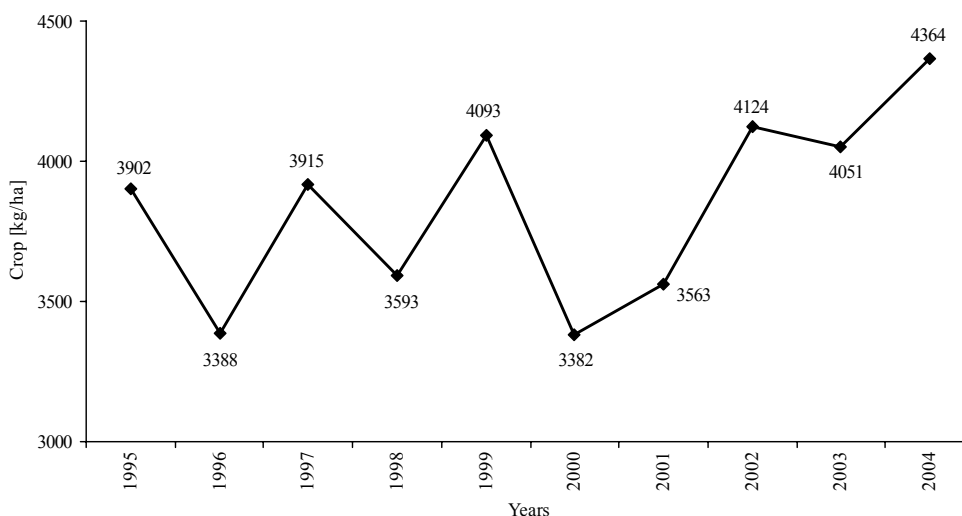


Figure 2: Dynamic of average crop of corn, in kg/ha

EXPERIMENTAL METHODS

For the needs of the investigation, certain quantities of corn stems type *Zea mays* from the region of Skopje are taken. The selection and preparation of the stems was made on the Faculty of forestry in Skopje, on the Cathedra of composite materials. The dirt and impurities of the stems were removed and they are cut on 10 cm length. The cut stems are dried in laboratory conditions to equilibrium humidity of about 10%.

The processing of corn stems into raw material for production of briquettes is made in two phases: first phase-chipping in standard cylinder chipper and second phase-milling in hummer mill. The chipping is made together with the core part (Fig. 3a). In such a way, the technology for production of briquettes is rationalized and complete and rational utilization of raw material is achieved.

For production of briquettes (experimental models) chipped waste beech wood raw material is used. Chipping and milling of beech wood is made in the same way as corn stems (Fig. 3b).



Figure 3: View of chipped raw material for production of briquettes a-corn stems; b-beech wood

The fraction analyze of the chipped raw material is made on standard device with five sieves with the following holes dimensions: 4,0×4,0; 2,5×2,5; 1,6×1,6; 1,0×1,0 and 0,5×0,5 mm. The fraction analyze is made on a mean test specimen with mass of 100 g in time of 5 minutes, by amplitude of oscillation of the

0,5 mm sieve and 250 rotations/minutes. The fractions from the individual sieves were measured by electronic weighing machine with precision of 0,01 g.

The experimental models were made by mixing of wood raw material (WRM) and raw material from corn stems (CS) without using adhesive. The quantities were measured by electronic weighing machine with precision of 0,01 g. The following models of briquettes were made: control model (0) –100% wood raw material (WRM); model P-I – 25% corn stems (CS) : 75% WRM; model P-II – 50% CS : 50% WRM; model P-III – 75% CS : 25% WRM and model P-IV – 100% CS. The briquettes are made in hydraulic press with specific pressure of 200 bar (20 MN/m²).

The testing of the following properties of the briquettes is made in accordance to the national standard MKS D.B9.021/87 (Standardization Institute of the Republic of Macedonia 2002): form and dimensions, density, moisture content, ash content, content of sulphur and low calorific value.

The ash content and content of free sulphur, as well as the moisture content of the raw material were determined after combustion of the briquettes, during the testing of calorific value of the briquettes. The ash content was determined according to the standard MKS B.H8.3120 in accordance to ISO 1171, the sulphur content was determined according MKS B.H8.316 in accordance to ISO/DR 41, while the high calorific value (low calorific value is calculated) was determined according to the standard MKS B.H8.318 in accordance to ISO/R 1928. For determination of the calorific value, free sulphur, ash content and moisture of the chipped raw material, special briquettes in a form of pill with mass of 1 g (Fig. 4) were used, made in a special device for that assignment.



Figure 4. View of tablets for determination of ash content, sulphur and high calorific value of briquettes made by different raw material

RESULTS AND DISCUSION

Fraction composition analyze of chipped raw material shows that the minimal percent is contained in fraction above 4 mm. The biggest percent of the wood raw material (38,09%) is contained in fraction 1,0/0,5 mm, while of the corn stems in fraction 2,5/1,6

mm (42,61%) (Table 1). According to literature data (Yossifov 2005), best technological fraction for production of briquettes from chipped wood is set in the limits of 0,5 to 7,0 mm. According to the same author, for briquettes production is used raw material with very fine agglomeration in form of dust, up to fraction size of the basic sieve of 10 mm. The fraction composition of wood raw material and corn stems raw material is in accordance with limits defined in the literature. It can be objected only on the percentage participation of the fraction below 0,5 mm, which hasn't essential influence on the briquette's properties.

Table 1
Fractions of chipped raw material

Kind of raw material	Fractions,%					
	above 4,0/4,0 mm	4,0/2,5 mm	2,5/1,6 mm	1,6/1,0 mm	1,0/0,5 mm	0,5/0 mm
Wood	2,4	6,35	14,72	22,66	38,09	15,78
Corn stem	1,12	2,94	42,61	12,51	19,45	21,37

The moisture content of the briquettes is tested according to thermo-gravimetric method, id est. with drying the briquettes to constant mass (moisture content of 0%). The values of the moisture content satisfy the requirements from the standard MKS D.B9.021/87 in which accordance, the permissible moisture content is 18% (Table 2). The moisture content of the briquettes is also in the limits defined in the most important European standards for briquettes and pellets (Yossifov 2005).

The density of the models is increasing proportionally to the increasing of participation of corn stems raw material regard to wood raw material (Table 2). The model P-IV made only from corn stems has the biggest density of 582,38 kg/m³. The density of the

control model (briquettes made only from wood raw material) is 782,73 kg/m³. It should be noticed that all models have density lower than 800 kg/m³, which is the lowest limit according to the standard MKS D.B9.021/87. The reasons for low values of density should be seek out in the type of the raw material, its characteristics and structure, as well as in the way of its processing. Negative influence on low values of density also has the specific pressure. It was proved that this pressure is low and should be increase and adjust to the raw material's type and structure.

The moisture content of the wood raw material and corn stems raw material obtained during determination of the calorific value of the briquettes is lower than the moisture content of the briquettes (Table 2). This is understandable because of the fact that the briquettes are hygroscopic materials and they are liable to absorption of moisture from the local environment.

The quantity of ash components in briquettes after their combustion is increasing with the increasing of participation of corn stems in the structure of the briquettes. Literature data defines the quantity of ash components of the briquettes made from wood raw material in the limits of 0,2 to 0,42% (Yossifov 2005). According to these data, the ash content of the control model is set in permissible limits. Compared with the control model, the other models have higher values which are result of the chemical composition of the raw material. On the other hand, the ash content defined in the most important European and American standards for briquettes and pellets is in the limits of 0,5 to 1,5% (Yossifov 2005). According to these standards, the values for the ash content of control model and model P-I are in the limits of the requirements for this property in Austrian (ÖNORM M 7135), Sweden (SS 18 71 20) and German (DIN 51731) standard. The values of ash content of models P-II, P-III and P-IV are higher than these normative.

Table 2
Values of the characteristic properties of the briquettes

Property	Unit	Models				
		0	P-I	P-II	P-III	P-IV
Form of briquettes	/	Cylinder				
Diameter of briquettes	mm	84,12	83,26	83,26	83,00	82,82
Length of briquettes	mm	111,56	72,70	83,36	81,62	86,32
Moisture content of briquettes	%	7,18	9,17	9,52	8,92	8,82
Density	kg/m ³	782,73	516,56	520,95	558,99	582,38
Moisture content of raw material	%	6,70	7,08	6,73	6,76	6,71
Ash content	%	0,32	1,34	1,61	3,22	6,02
Content of sulphur	%	0,003	0,008	0,008	0,009	0,009
High calorific value	kJ/kg	17773,40	16920,34	16876,75	16790,11	16529,56
Low calorific value	kJ/kg	16505,42	15641,30	15599,76	15514,14	15252,41

The content of free sulphur in the briquettes is very low (Table 2). It is noticed a slowly increasing of that content as a result of the increasing of proportional participation of corn stems in the briquettes structure. The highest content of free sulphur have briquettes made in full of corn stems (model P-III and P-IV), while the lowest content has control model (briquettes made in full of wood raw material). The European standards constrain the sulphur quantity in the limits of 0,04% to 0,08% in Austrian (ÖNORM M 7135), Sweden (SS 18 71 20) and German (DIN 51731) standard. In accordance to these standards, the values of briquette's sulphur content of all models are low and fits the standard's limitations.

The calorific values are proportionally decreasing with the increasing of participation of corn stems in the briquettes structure (Table 2). According to the standard MKS D.B9.021/87 which defines the low calorific value of the briquettes obtained with calculation of the high calorific value, they are classified into first and second class.

As a result of these values, as well as the values of ash and sulphur content, it can be assumed that corn stems as raw material are potential substitute of basic wood raw material for production of briquettes in Republic of Macedonia.

CONCLUSIONS

On the base of performed investigation, the following major conclusions and recommendations can be obtained:

1. It is estimated that from the total resource of corn biomass (114297 t, at on the average for the investigated period), only 80% (91400 t) can be really used as raw material for production of briquettes. The other biomass, around 20%, it will be used for other purposes.

2. The utilization of this biomass doesn't make technological difficulties, except the necessity of providing areas for storage and preservation due to the seasonal collecting. The loss of mass during storage in chipped condition in form of chips should not be higher than 10%.

3. The corn stems as a lignocelluloses material are adequate raw material for production of different kind of briquettes. In regions with cereals in R. of Macedonia where big quantities of corn is concentrated, its fully utilization as a raw material for briquettes production it is justified.

4. For rational utilization of this raw material and achieving a bigger economic result, it is recommended production of briquettes with mixing of corn stems and wood (production of briquettes as model P-I), wherewith a production of briquettes with high calorific value is guaranteed.

5. The calorific value of the briquettes produced on the base of corn stems and wood is relatively high.

This important property shows that the raw material is technologically well prepared and it is recommended for utilization as a raw material for industrial production of briquettes in the R. of Macedonia.

6. The analyzed briquettes are also ecologically accepted because of low ash content and negligible presence of sulphur during their combustion.

7. The good properties of the briquettes made on base of corn stems and wood, as well as the relatively low price of the raw material (almost does not have market price), predetermines the competitiveness of these briquettes for different areas of application.

The researches presented in this paper are part of the scientific research project no. 17-2045/4-05, financed by the Ministry of education and science of the Republic of Macedonia.

REFERENCES

- Brkic, M., Janic, T. 2008. Briquetting and Pelletizing Biomass. *Contemporary Agriculture Engineering*, Novi Sad, 34: 1-2, 78-86.
- Iliev, B., Pesevski, M., Stankevnik, M. 2003. Bioenergetic Potential of R. Macedonia. *Journal of Engineering Creation and Technology „Engineering”*, Skopje, 4(1): 42-50.
- Iliev, B., Pesevski, M., Jakimovska, V. 2009. Grapevine Rods-Potential Substitute of Wood Raw Material for Production of Energetic Briquettes. *Journal of Engineering Creation and Technology „Engineering”*, Skopje, 17-25.
- Iliev, B., Dimeski, J., Jakimovska Popovska, V. 2009. Investigation of the Possible Usage of the Biomass Energy Potential from the Forestry and Agriculture in the Rural Region of the Republic of Macedonia, *Agro-Energy Study No. 006/2009*, CeProSARD-Center for Promotion of Sustainable Agriculture and Rural Development, Skopje.
- Martin, H. J., Leonard, H. W. 1969. *Principles of Field Crop Production*, Zagreb.
- Quality Control at Utilization of Agricultural Residues as Raw Material for Particleboards and Briquettes. Final Report of Scientific Researching Project No. 7-2045/4-05, Financed by the Ministry of Education and Science in the Republic of Macedonia, 2008.
- Standardization Institute of the Republic of Macedonia, 2002. *Macedonian Standards*, Skopje.
- State Statistical Office of Republic of Macedonia. *Statistical Yearbook from 1995 to 2004*, Skopje.
- Yossifov, N. 2005. *Briquettes and Pelletes from Plant Biomass*. Publication of University „Ss. Kliment Ohridski”, Sofia.

ENERGY PELLETS IN THE FUTURE – MARKETS AND RAW MATERIALS

Simo Paukkunen¹, Lauri Sikanen², Lasse Okkonen¹, Teemu Vilppo² & Heikki Lamberg³

¹North Karelia University of Applied Sciences, Centre for Natural Resources

Sirkkalantie 12 A, FIN-80100 JOENSUU, FINLAND

Tel. +358509131786, e-mail: Simo.Paukkunen@pkamk.fi

²University of Eastern Finland, School of Forest Sciences

Yliopistokatu 7, FIN-80101 JOENSUU, FINLAND, e-mail: Lauri.Sikanen@uef.fi

³University of Eastern Finland, Department of Environmental Science, Fine Particle and

Aerosol Technology Laboratory, P.O.Box 1627, FIN-70211 KUOPIO, FINLAND

e-mail: Heikki.Lamberg@uef.fi

SUMMARY

Unlike in Finland, energy pellets are big issue in European bioenergy development. Energy pellets have already global growing markets. Because of large energy content per volume, energy pellets are excellent way to move biomass from distant resources to population centres to be used as a fuel. Demanding renewable energy obligations of EU have already boosted global pellets business and there will be more to come.

Pellet production technology, raw materials and additives are developing as well. Availability of an important fuel cannot be connected only with strongly fluctuating sawmilling industry. Development of pellets business is only at the beginning. The use of wood from first thinning (undebarked round wood and round wood without bark) as a raw material for wood pellets has been interesting issue. Most challenging factors have been ash behavior (e.g. low ash melting temperature and amount of ash) and economical profitability. This report is collection of interesting findings concerning of several pellet raw material and production development projects at the North-Karelia University of Applied Sciences and at the University of Eastern Finland.

This paper presents latest results on broadening the raw material base of the pellet industry, focusing especially on the fuel quality, economics of production and pellet market development. Paper is aimed to give an insight to our main results, and to initiate discussion related on topical questions among pellet industry: what is the quality of pellets produced of undebarked or debarked round wood, and is there potential to establish new pellet factories utilizing those raw materials. Fuel quality aspect is covered by presenting results of pelletizing trials for undebarked pine and birch-pine mixture, and results of enzymatic pre-treatment of pine round wood. Fuel quality results from pelletizing trials, combustion analyses and en-

zymatic pre-treatment indicate that high quality pellets can be produced of alternative raw materials. Pellet production costs of both conventional by-products and round wood are simulated in a case of new 22 500 tons/a factory. Simulations demonstrate that, with strict preconditions, pellet production based on round wood raw material can be feasible. Finally, paper presents an overview of pellet market development and concludes with a discussion on the role of alternative raw materials in future.

Key words: wood pellets, energy, undebarked round wood, emissions, economics

INTRODUCTION

Unlike in Finland, energy pellets are big issue in European bioenergy development. Energy pellets have already global growing markets. Because of large energy content per volume, energy pellets are excellent way to move biomass from distant resources to population centres to be used as a fuel. Demanding renewable energy obligations of EU have already boosted global pellets business and there will be more to come.

Pellet production technology, raw materials and additives are developing as well. Availability of an important fuel cannot be connected only with strongly fluctuating sawmilling industry. Development of pellets business is only at the beginning. The use of wood from first thinning (undebarked round wood and round wood with bark) as a raw material for wood pellets has been interesting issue. Most challenging factors have been ash behavior (e.g. low ash melting temperature and amount of ash) and economical profitability.

This paper is collection of interesting findings concerning of several pellet raw material and production development projects at the North-Karelia University of Applied Sciences and at the University of Eastern Finland.

This study introduces several research findings on

fuel quality and production economics of pellets produced of small diameter roundwood. Firstly, technical performance of pine and pine-birch mix as a pellet raw material, as well as enzymatic pre-treatment of pine has been studied. Secondly, economic simulations will give detailed information about the pellets price formation in a scale of 22.500 tons pellet factory. Study deals with the feasibility of making pellets of roundwood, which is considered as strong future tend in pellet industry. Finally, study presents an insight into pellet market development and potential demand in Finland.

EXPERIMENTAL METHODS

Pelletising Trial for Undeparked Pine and Birch-Pine Mixture

Northern Periphery Programme co-financed PELLETTime -project carried out pelletizing trials for alternative raw materials of energy pellets in autumn 2009. The pelletizing trials were part of the work on broadening the raw material base of pellets and investigating the opportunities to decrease dependency on conventional by-products streams.

In this study, we summarize the main results of two roundwood raw-materials: undebarked pine and undebarked birch-pine mixture (in 50/50 relation). Stems were 25 to 30 years old with breast-high diameter from 11 to 15 cm. Materials were harvested from Ilomantsi, Eastern Finland, by Veljekset Hassinen Ltd.

Woodchips were chipped to 20-30 mm chip size by using a disk chipper. Raw materials were dried from MC 57% (pine) and MC 46 - 57% (birch-pine) to MC 12% and 3.5-5.6 %, respectively, by using district heat based batch drier. The needed drying energy was about 0.6 MWh / batch of 2 bulk-cubic. Woodchips were milled with rotary cutter (Junkkari Puhti) with a 3 mm sieve.

Hylicpress 60 with fixed horizontal ring die machine was used in pelletising. This small pelletizer has estimated capacity of 50 kg/h with woody materials. Pelletizing was carried out by using 8mm dies with both 40 mm and 50 mm press channel lengths. The amount of pellets produced was about 200 kg for both raw materials.

Combustion tests of the pellets carried out in Fine Particle and Aerosol Technology Laboratory at the University of Eastern Finland. Laboratory has facilities for testing pellets made of different raw materials as well as testing of different small-scale combustion appliances. The pellet boiler used in these tests was a Biotech PZ-RL with a maximum output of 25 kW. The pellet boiler represents a modern design with primary and secondary air control and lambda sensor.

Enzymatic Pre-Treatment

As a pre-treatment of raw material, the feasibility of enzymatic processing of wood fibres has been studied. Enzymatic processing was designed to homogenize raw material properties and improve technical quality of pellets when varying raw materials are used.

Table 1

Default values used in calculations

Electricity consumption [kWh/t pellets], cooling	5
Electricity consumption [kWh/t pellets], production	150
Price of electricity [€/kWh]	0,085
Price of raw material [€/t]	60
Price of drying [€/t]	20
Investment [€]	2000000
Working capital [€]	100000
Subsidy [%]	0
Interest rate [%]	7
Payback time [a]	3
Number of employees on shift	6
Number of employees on leave	4
Length of shift [h]	8
Shutdown rate [%]	14,00
Use age of die [h]	1000
Price of die [€]	2500
Hourly wages, including social costs [€]	24,00
Number of working days/month	30,33
Number of working months	12
Maintenance cost [€]	1 % from investment
Insurance cost [€]	1 % from investment
Marketing cost [€]	2 % from investment
Office costs [€]	1 % from investment

Table 2**The main results of pelletizing trial and combustion tests.**

	Undebarked pine (50 mm die)	Undebarked birch-pine (50 mm die)
Dimensions of pellets, diameter and length [mm]	8.0 / 11.6	8.1 / 9.3
Moisture of pellet [%]	6.8	4.6
Mechanical durability, DU [w-%]	98.6	96.5
Hardness kg [Kahl-hardness]	39.7	25.9
Bulk density of raw material [kg/ m ³]	200	224.4
Bulk density of pellet [kg/ m ³]	689	685.2
Net calorific value [MJ/kg]	17.88	18.08
Ash [w-%]	0.3	0.3
Ash melting temperature, °C [DT/A]	1440	>1450

Enzymes are biological catalysts of chemical processes. Traditional methods for biomass processing can be roughly divided into chemical, physical, physio-chemical and their combinations (Galbe & Zacchi 2009). It is crucial to find new methods for biomass processing from efficiency and emission point of views. Biological processes offer a great deal of new methods. For biomass processing, enzymes which can process lignin are interesting (Martinez et al. 2009)

In this study, carefully made combinations of fungi producing enzymes were tested. Fungi were added to pellets raw material and then raw material was stored for some weeks to let fungi grow and produce enzymes, which then processed raw material. Exact definitions cannot be revealed because of private business interests, but preliminary results are listed and discussed.

Pelletising test was done by pellet press manufactured by Swedish Power Chippers (SPC). Press has a vertical fixed die and in test, 8 mm pellets were made with 60 mm press channel length.

Supply Chains and Production

The investment contains all production machines and buildings. Assumption was factory will produce pellets only for overpressure truck delivering. That means packing line is not involved to calculations. Production volume of the pellet press was 3t/h. The pellet factory will run in three shifts and in every shift will work 2 persons. This means that 10 employees (6+4) will work in the factory.

Markets

Market analysis is based on market information presented in European Pellet Conference 2010 and domestic market analysis in Finland as well as recently published plan to fulfill European renewable energy obligation up to 2020 (TEM 2010).

Domestic market development is analysed by formulating two scenarios, BAU growth and Coal Substitute. BAU growth is based on steady and low increase like estimated in (TEM 2010) and Coal Substitute reflects amounts of pellets which could be used if large coal plants are changing towards biomass (pellets) as a fuel.

RESULTS AND DISCUSSION

Fuel Properties

The physical quality of produced pellets was good, indicated by the quality parameters of mechanical durability (DU, tested according to CEN 15210 standard), Kahl-hardness and bulk density of pellets (Table 2). The results from the fuel analyses indicate that both pellet assortments have low ash contents (0.3 w-percent, analyzed as ignition residue at 550 °C). Also the ash melting temperatures for pellets made of undebarked pine were 1440 °C (DT/A) and >1450 °C (FT/D), and for pellets made of undebarked pine-birch mixture >1450 °C (DT/A) and >1450 °C (FT/D).

Combustion Tests

Gas emissions and fine particle emissions were made from the flue gases. Particle sampling was done from the diluted flue gas. A dilution tunnel was used for the dilution of the sample. Particle number and mass emissions, and size distribution were measured. In addition, OC/EC analysis and ICP-MS and IC analyses were performed for the collected filter samples. See Sippula et al. 2007 for more detailed description of the experimental setup.

Fine particle emissions (PM₁) were 14.0 mg/MJ from the birch-pine pellet and 9.7 mg/MJ from the undebarked pine pellet. Carbon monoxide emissions were 280 mg/MJ from the birch-pine pellet and 120 mg/MJ from the undebarked pine pellet. Compared to the previous results, within the project reported in Okkonen et al. 2009, the PM₁ emissions from undebarked pine are slightly lower than from commercial wood pellet (12 mg/MJ). PM₁ emissions are slightly higher from birch-pine pellet than from commercial wood pellet. PM₁ emissions were mainly formed of inorganic material (K, SO₄, Cl) from undebarked pellet and the fractions of organic material and elemental carbon were low. However, PM₁ from birch-pine pellet consisted of roughly half of inorganic material (K, SO₄, Cl, Zn) and half of organic material and elemental carbon. In conclusion, both of the pellets tested here produced smaller particle emissions than pellets made of spruce logging residues and whole tree pine from first thinning, which were tested previously in the project.

Both pellet types were combustion about 8 hours during the combustion tests. Because of the relatively

short combustion time, no straightforward conclusion can be made about the usage possibilities in small-scale appliances that are often more sensitive to the pellet quality than larger combustion units. However, during the combustion test periods, no slagging occurred and the pellets seem to work well in the type of combustion appliance that was used in the tests.

Enzymatic Pre-Treatment

Effect of enzymes in raw material pre-treatment was done with undebarked pine pulpwood. Enzymes were added into heated (+80 °C) and unheated chips (robust). Raw material was stored in +20 - +25°C humid (RH 80%) conditions for 75 days and pelletising results were compared with same raw material without enzymatic pre-treatment.

Pelletising process was monitored by sensors in pellet line. The raw material was accidentally dried a bit too dry, which also affected on process. Anyhow, the moisture content of raw material was practically the same (2.3 – 3.5 %-MC) in all three trials. In Table 3 effect of pre-treatment is illustrated by comparisons. In chemical analysis, 28 different variables are analysed. In the table, only those with clear difference are presented.

Table 3

Effect of enzymatic pre-treatment on pelletising process and chemical properties of pellets.

	Reference	Sterilized	Robust
Die used	8mm / 60mm	8mm / 60mm	8mm / 60mm
Moisture of pellets [%]	1.9	3.2	1.7
Mechanical durability, DU [w-% of pellets]	93.1	94.4	95.0
Share of max power [>50A] in process [%]	9.0	14.4	9.2
Die temperature [average / max]	106.3/125.2	117.9/133.2	116.4/146.0
Ash [w-%]	0.368	0.433	0.337
Differences in chemical analysis			
N [mg/g]	89.93	70.38	66.67
Fe [mg/g]	0.1048	0.0418	0.0648
Si [mg/g]	0.0450	0.0257	0.0256

Comparison of costs

Following cost calculations are based to the assumptions taken from the actors of the pellet markets (e.g. pellet factories, pellet machine producers, producers of the raw material, literature). Parameters have often case specific variation, so it is possible that presented assumptions may not be fully accurate.

Table 4

The main results of the simulations of the pellet factories economics

Price of electricity [€/t pellets], cooling	0,4
Price of electricity [€/t pellets], production	12,8
Price of raw material [€/t pellets]	60,0
Capital cost [€/t pellets]	35,5
Staff costs, on shifts [€/t pellets]	18,6
Staff costs, on leave [€/t pellets]	12,4
Die costs [€/t pellets]	1,2
Maintenance costs [€/t pellets]	0,9
Insurance costs [€/t pellets]	0,9
Marketing costs [€/t pellets]	1,8
Office costs [€/t pellets]	0,9
Price of drying [€/t pellets]	20
Costs together [€/t pellets]	165,3
Sales margin of 1 class pellets [%]	20
Selling price, 1 class pellets [€/t pellets]	198,4
Selling price with vat. 22 % [€/t pellets]	242,0
Selling price, 2 class pellets [€/t pellets]	110
Production, 1 class pellets [t]	19 156
Production, 2 class pellets [t]	3 380
Total production [t]	22 536
Revenue [€]	4 172 253
Net Profit, includes the wages of the general manager [€]	446 368
Contribution margin [%]	29,9
Outcome margin [%]	10,7

One has to notice that capital costs are calculated according to 3 years pay-back time only. This was used because it has been a common practice in many investment loans in Finland. After three years, capital cost will be only 3-5 €/t.

Production volume of the factory was about 22.500 tons per year and productions were divided to 1st class pellets (85 % from total production volume) and 2nd class bulk pellets (15 % from total production volume). It is essential to produce mostly 1st class pellets because producing cost (165,3 €/t) were higher than selling prize of the 2 class pellets (110 €/ton, 0 % VAT). Main differences, for instance, between the use of dry pine from cutters and fresh pine/birch mix would be the costs of drying and the cost of raw material. Other cost from manufacturing should be quite equal.

Table 5

**Cost comparison of raw material supply
and production**

Phase of the process	Sawdust	Roundwood debarked		Roundwood with bark	
	[€/t]	[€/m ³]	[€/t]	[€/m ³]	[€/t]
Stumpage price		See 3.5		See 3.5	
Felling		12.0	27.9	12.0	27.9
Forwarding		5.0	11.6	5.0	11.6
Transporting		8.2	19.1	8.2	19.1
Debarking + chipping		7.0	16.3		
Chipping				4.0	9.3
Overheads		2.3	5.2	2.0	4.8
Gate price of raw material	60.0	38.2	89.0	31.2	72.7

Note: volume loss in debarking is estimated to be 10%

Table 6

Comparison of the economic factors using different raw materials.

	Saw dust	Round wood debarked	Round wood with bark
Price of raw material [€/t]	60.0	89.0	72.7
Production, 1 class pellets [t]	19 156	22 536	22 536
Production, 2 class pellets [t]	3 380	0	0
Sales margin of 1 class pellets [%]	20	5	15
1st class selling price with VAT 22 % [€/t pellets]	242.0	248.9	249.8
Revenue [€]	4 172 253	4 598 412	4 613 912
Net Profit, incl. wage of the GM [€]	446 368	218 972	601 815

The results of the simulation (shown Table 6) are based to the assumptions what can be considered also unrealistic. Colum „Saw dust” should be considered as base scenario 0. The numbers represent a real pellet factory. Colum „Round wood debarked” and „Round wood with bark” should be considered as scenario 1 and scenario 2. In both scenarios pellet factories should make only 1st class pellets and that might be unrealistic. The reason for the assumption is to show the challenge of making positive result using round wood as raw material for wood pellets. If in scenario 1 and scenario 2 was made 15 % bulk pellets and 85 % 1 class pellets economical result would have been negative in both cases. It is important to notice also that the simulation is for a new established pellet factory with a challenging three years pay-back. In existing factories, that are already paid-back, the feasibility for roundwood pelletizing should be better.

Stumpage Price

One has to notice that stumpage price is not in the calculation of raw material supply costs (table 5). According to net profit and annual production we can estimate the maximum level of stumpage price what can be paid. This approach makes the calculation more universal, because production costs do not vary as much as stumpage prices internationally.

The formula for stumpage price is as follows:

Net profit / annual production = marginal for stumpage price per tonne.

For debarked pine calculation shows:

$218\,972 / 22\,536 = 9.7\text{€/t} \Rightarrow 4\text{ €/m}^3$ and correspondingly for undebarked:

$601\,815 / 22\,536 = 26.7\text{€/t} \Rightarrow 11.5\text{ €/m}^3$.

In Finnish operational environment, 4 €/m³ stumpage price is very low and only some subsidized raw material, like small pine from energy wood harvestings, can be available. For undebarked material, 11.5 €/m³ is already on the limit where market could work normally.

Markets

Sweden, Canada, USA and Germany are leading pellet producers worldwide (Figure 1). They cover more than a half of global production. It is notable that Russia is growing remarkably fast and will get into „major-league” really soon. In Vyborg, N-W Russia the world’s biggest pellet plant is under construction. Within planned 900.000 tons annual production it almost doubles the Russian production in 2009.

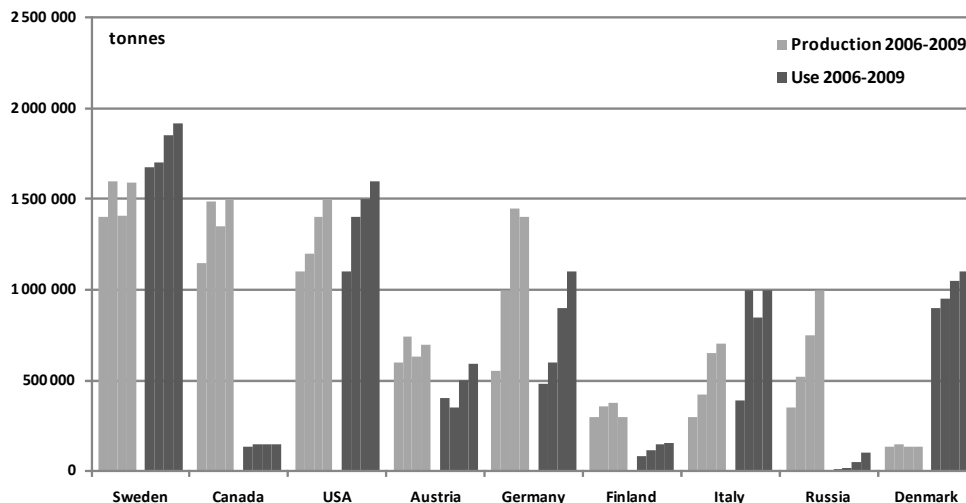


Figure 1. Production and use of leading pellet countries 2006-2009.

The most remarkable emerging pellet countries are listed by Pelletsatlas (2010). Estonia, Poland, Latvia and France produced about 1.4 million tons of pellets in 2008 and the growth sum of them has been about 250.000 tons annually.

Pellets are mainly used in European markets. Sweden is the leading user within almost 2 million tons annual consumption. Next biggest user markets are USA, Germany, Denmark, Belgium and Italy using about 1 million tons of pellets each.

The growth of use within before mentioned countries seems to be quite steady, summed up to 600.000 tons annually. The future growth will be strongly dependent on decisions of large energy companies. If large CHP-installations will be based on pellets in Denmark and especially UK, pellet use can boost remarkably during next five years. There are already

signs of this development and demanding EU obligations for renewable energy production will force decision makers to decide new investments soon. Denmark has already built CHP-plants within 400.000 tons annual pellet use capacity.

Canada, Russia and surprisingly also Germany are major exporters of pellets. Basically all countries with large and easy-access forest resources and cheap energy are potential pellet exporters, also surprisingly, Finland belongs to that group. Canada and Russia can produce enormous amounts of pellets because of cheap raw material. It seems that their domestic consumption is also rising but relatively slowly. Earlier pellet production has been tied with sawmilling. Currently, both Canada and Russia are starting pellet making from roundwood and in that situation, cheap raw material resources are crucial.

Table 7

Heating systems of the building stock (number of pieces) in Finland, Province of North Karelia and Joensuu Economic region (Statistics Finland, 2010).

	Oil and gas	Electricity	Wood and peat ¹	District heat	All
<u>Finland</u>					
One-family detached house	258 324	462 087	263 494	54 172	1 092 363
Row house	17 235	24 149	648	32877	75 618
Block of flats	9 509	2 286	1 087	42 826	56 228
<u>Province of North Karelia</u>					
One-family detached house	5 252	21 095	16 113	1 276	45 585
Row house	1 117	874	27	1 244	3 280
Block of flats	311	57	28	1 119	1 528
<u>Joensuu economic region</u>					
One-family detached house	3 403	15 024	9 528	1 125	30 225
Row house	755	707	14	962	2 453
Block of flats	192	41	18	909	1 170

¹ In the Statistics of the heating systems wood and peat are aggregated. Our estimate is that over 95% of the heating systems in this category are wood based, and the rest consist of the use of peat mostly in farms.

As Figure 1 presents, Finland has still underdeveloped domestic markets for pellets. To show the potential of pellet heating, Table 7 presents the heating systems of the Finnish building stock. Even if electricity dominates in the heating systems, there is also a significant potential in oil heated row-houses. In North Karelia region, as well as in local economic area of Joensuu, there are relationally more oil-heated row-houses compared to district-heated row-houses than in national level. This potential could provide opportunities for local heat entrepreneurs and heating services basing on locally produced woodfuels.

CONCLUSIONS

Sawmilling business is known to be sensitive for production changes according to economic trends. It is also known that there is no „free” sawdust in Finnish markets. Direct combusting of side products as well as particle board and fiber board industry and use as a bedding material are heavily competing for raw material. To be reliable part of fuel supply, pellet plants have to have balancing raw material available. For that, pine pulpwood seems to be good alternative. It is also interesting to realize the potential of using birch as raw material for pellets. Broad-leaved trees are very poorly used as raw material for wood pellets in Finland and using birch could greatly wide the useful raw material base. According our studies good quality pellets can be produced and cost level is near to be appropriate when using debarked pine and birch-pine mixture as raw material.

Enzymatic pre-treatment is just as a starting point and it offers a great deal of alternatives to homogenize pellet raw materials. We have to remember that enzymatic treatment can bring also recycled biomasses available as a pellet raw material. Results of this study already show that enzymatic pre-treatment changes both physical and chemical properties of pellets. Used treatments were not yet optimized for pellet production but adopted from paper making processes.

Residential heating in Finland provides a market niche for pellets in single houses, and especially in oil-heated row-houses and blocks of flats. Heat entrepreneurs, based on locally produced woodfuels, can be developed toward heating service provision for housing associations that can be located also outside the district heating networks.

REFERENCES

- Flyktman M. 2001. Pellettien kuivauskustannukset eri laitoskytkennöillä. VTT
- Galbe M., Zacchi G. 2007. Pretreatment of lignocellulosic materials for efficient bioethanol production. *Advanced Biochemical Engineering/Biotechnology* 108: 41–65.
- Martinez A.T., Ruiz-Duenas F.J., Martinez M.J., del Rio J.C., Gutierrez A. 2009. Enzymatic delignification of plant cell wall: from nature to mill. *Current opinion in Biotechnology* 20:348-357.
- Pelletsatlas 2010. <http://www.pelletsatlas.info>. 17.6.2010.
- Statistic Finland. www.tilastokeskus.fi. 17.6.2010.
- TEM. 2010. Uusiutuvan energian velvoitepaketti. *National package to fulfill renewable energy obligations*. 21.5.2010. PowerPoint presentation.
- Zakrisson, M. 2002 Internationell jämförelse av produktionskostnader vid pelletstillverkning. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Forest Management and Products. Examensarbeten nr 39.
- Sippula, O., Hytönen, K., Tissari, J., Raunemaa, T., Jokiniemi, J. 2007. Effect of wood fuel on the emissions from a top-feed pellet stove. *Energy & Fuels* 21:1151–1160.
- Okkonen, L., Paukkunen, S., Lamberg, H., Sippula, O., Tissari, J., Jokiniemi, J. 2009. PELLETTime investigates alternative raw materials of pellet production. *Bioenergy 2009 – Book of Proceeding: 755–759*.

NEW APPROACH FOR THE CHARACTERIZATION OF AMINO RESINS, FORMALDEHYDE AND UFC SOLUTIONS BY USING FTIR SPECTROSCOPY

Ertuğrul ÇAŞUR¹, Oğuzhan ÖZTÜRK², Kamile ERTAŞ³
Kastamonu Integrated Wood Industry & Trade Company
Tavsanlı Koyu Tasocakları Mevkii Gebze / Kocaeli / TURKIYE
¹ecasur@keas.com.tr, ²oozturk@keas.com.tr, ³kertas@keas.com.tr

SUMMARY

Amino resins are mainly used in wood industry to produce the boards such as MDF, HDF and particleboards. Formaldehyde is the main raw material to produce amino resins such as urea-formaldehyde, melamine urea formaldehyde and melamine-formaldehyde. There are some instrumental methods to identify the chemical compounds. FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) is the most useful instrument for identifying organic chemicals. The working principle of the FTIR is based on the molecular vibrations. Each functional group absorbs IR radiation at a characteristic wavelength. Therefore an unknown substance can be identified by comparing it with spectra of known substance. In this paper, it is presented that such resins are identified and compared with each other which are produced on the same reaction conditions. In this way, the structural differences are seen on the spectrums of the compared samples. Modifiers such as melamine, caprolactam etc. in the unknown samples are also determined in an easy and fast way. It is also introduced that the components such as urea, methanol and formaldehyde in UFC & formalin products could be easily analyzed by this method with high accuracy and reproducibility. The cost of labour, chemical reagents and the time for analyses are reduced by using FTIR techniques respect to the analytical methods.

Key words: FTIR, Amino Resins, Formaldehyde

INTRODUCTION

The principle of FT-IR (Fourier-Transform Infrared) spectroscopy is based on the excitation of molecular vibrations. Molecules with a changeable dipole moment are called infrared active, because the IR radiation will only be absorbed, if the dipole moment of the corresponding functional group changes during vibration. Each functional group absorbs IR radiation at a characteristic wavelength. Therefore an unknown substance can be identified by comparing it with spectra of known substances. In

addition quantitative analysis is possible using calibration spectra of known concentrations. (Bruker Optics)

In this study, FTIR methods are described to quantitative analyse of the substances such as methanol, urea and formaldehyde in formaldehyde and ufc solutions. It is also presented that amino resins can be easily characterized by the FTIR method that gives an advantage to resin producer.

All amino resins are thermosetting polymers made by combining an aldehyde with a compound containing an amino (-NH) group. The most common amino resin is urea-formaldehyde which is formed by the reaction of urea and formaldehyde. Urea-formaldehyde accounts for over 80% of amino resins; melamine-formaldehyde accounts for most of the rest. (Conner 1996)

The synthesis of a urea formaldehyde resin takes place in two stages comprising of the methylation and condensation. In the first stage, urea is hydroxymethylated by the addition of formaldehyde to the amino groups. This reaction is in reality a series of reactions that lead to the formation of mono-, di-, and trimethylolureas. Tetramethylolurea is apparently not produced, at least not in a detectable quantity. The formation of methylol groups mostly depends on the F/U molar ratio. The addition of formaldehyde to urea takes place over the entire pH range. The reaction rate is dependent on the pH. The rate for the addition of formaldehyde to successively form one, two, and three methylol groups has been estimated to be in the ratio of 9:3:1, respectively. The exact ratio, of course, is dependent on the reaction conditions employed in the addition reaction.

The second stage of urea-formaldehyde resin synthesis consists of the condensation of the methylolureas to low molecular weight polymers. The rate at which these condensation reactions occur is very dependent on the pH. (Conner 1996)

Formalin (37% wt) which is the solution of formaldehyde in water and UFC (precondensate of urea-formaldehyde) are the main aldehyde material to synthesize the amino resin. Formaldehyde can be

synthesized by catalytic oxidation of methanol. The formaldehyde solution from this reaction contains some other chemicals such as formic acid from the side reaction and unreacted methanol. These influence the resin characteristics including reactivity. The quantity of unreacted methanol is important within the product which is also indication of the reaction yield.

The percentage of unreacted methanol and formaldehyde in solution can easily and practically be determined by using FTIR method. UFC is the precondansate of formaldehyde and urea. During the production of urea formaldehyde resin, proportion of formaldehyde and urea in the UFC is important in order to determine the molar ratio and the solid content of the resin. In the same way, FTIR analysis is the fast and easy method to determine the quantitative proportion of components.

An ATR-FTIR spectrometry technique (ReactIR 4000) with light conduit and diamond-composite sensor was used to perform in-line monitoring of phenol-formaldehyde prepolymer synthesis. This technique was found to be ideal for determining residual free phenol and formaldehyde, individual phenol and formaldehyde conversions and prepolymer composition changes as a function of time when the condensation reaction was carried out. (Poljanšek, Krajnc 2005)

There is a study which is conducted to investigate the influence of reaction pH conditions on the reactivity, chemical structures, and molecular mobility of the UF resins by using FTIR. FTIR spectroscopies showed that the strong-acid reaction pH condition produced uronic structures in UF resin, whereas both alkaline and weak-acid conditions produced similar chemical structures in the resins. (Park, Kim, Singh, Lim 2002)

Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy has been used as a modern analytical tool to elucidate the structure of urea-formaldehyde (UF) resins. Several low molecular weight condensation products of urea and formaldehyde were synthesized and characterized. Structural differences were observed for prepolymers prepared in alkaline and acidic conditions. (Jada 1988)

Two UF resins which have the same molar ratio were produced by using different synthesis procedures. The specifications of these resins were determined by using the FTIR spectroscopy. When the FTIR spectroscopy was at transmittance mode the characterization of the functional groups of the resins and the spectra of two resins are identical and the peaks revealed could be attributed to the characteristic functional groups of the resins. (Zorba, Papadopoulou, Hatjiissaak, Paraskevopoulos, Chrissafis 2008)

The pyrolysis and combustion characteristics of urea-formaldehyde resin (UFR) residue were investigated by using thermogravimetric analysis,

coupled with Fourier transform infrared spectroscopy (TG-FTIR). (Jiang, Li, Chi, Yan 2009).

FTNIR spectroscopy is also used for monitoring amino resin polymerization reaction in real time and on line determination of substances in formaldehyde and ufc solutions that is described by Gnessi system. (Chimar Hellas)

EXPERIMENTAL METHODS

Ftir spectroscopy

Bruker Tensor 37 series FTIR spectroscopy was used in this study which has the resolution better than 0.3 cm^{-1} , signal/noise (SNR) ratio better than 50.000:1 peak to peak using one minute sample measurement (73 scans). The spectras were obtained on spectroscopy at the 2 cm^{-1} resolution with 16 scans. All the spectras were accumulated under identical condition. The quantitative measurement of the components in resin samples were made with opus quant software by preparing the calibration curves with cross validation method. The resin samples were evaluated by the method which consist of classified groups of known samples of such resins produced at proper conditions.

Analytical methods

Determining Formaldehyde & Methanol Concentration in Formaline Solution.

The sodium sulphite titration method is used for determining formaldehyde in formalin solution described in ASTM D 2194-65. 1 N sodium sulphite, 0.5 N hydrochloric acid are the reagents for test. Phenol ftalain is the indicator for titration.

The unreacted methanol in formalin solution is calculated by following formula.

$$\% \text{ MeOH} = \frac{(c * 0.00302 + 1.0015) - d}{0.0025} \quad (\text{Eq. 1})$$

where c is the formaldehyde concentration, d is the density (g/cm^3) of formaldehyde solution.

Determining Formaldehyde & Urea Concentration in UFC Solution

The kjeldahl method is used for determining urea in ufc solution. % 3 boric acid solution, concentrated sulphuric acid (% 98) are the reagents for test. Selenium and potassium sulphate are used as catalyst.

The peroxide method is used for determining formaldehyde in ufc solution. % 6 hydrogen peroxide, 0.5 N sulphuric acid are the reagents for test. Bromothymol blue is used as indicator for titration.

RESULTS AND DISCUSSIONS

Quantitative Determination of Substances in Formalin & UFC Solution by Ftir Method

The formaldehyde solutions which contain methanol and formaldehyde, analysed with prepared method with high R^2 value of 99.65 for methanol and 99.93 for formaldehyde. Twenty eight samples of formaldehyde solutions were used for calibration curve where formaldehyde concentration ranges between 43.98% wt to 16.44% wt and methanol concentration ranges between 3.11% wt to 0.45% wt. Similarly, the calibration method for urea and formaldehyde in ufc solutions were

prepared with high accuracy where the R^2 value of 99.87 for formaldehyde and 99.93 for urea. Thirty samples of ufc solutions where formaldehyde concentration ranges between 56.88% wt to 31.91% wt and urea concentration ranges between 23.78% wt to 12.07% wt.

Fig. 1.a and 1.b shows the calibration curves of formaldehyde and methanol in formaldehyde solutions. Fig. 2.a and 2.b shows the calibration curves of formaldehyde and urea in UFC solutions.

The samples of formaldehyde solutions and UFC were analysed with both of analytical and spectrophotometric methods. The results were given in Table 1 and Table 2.

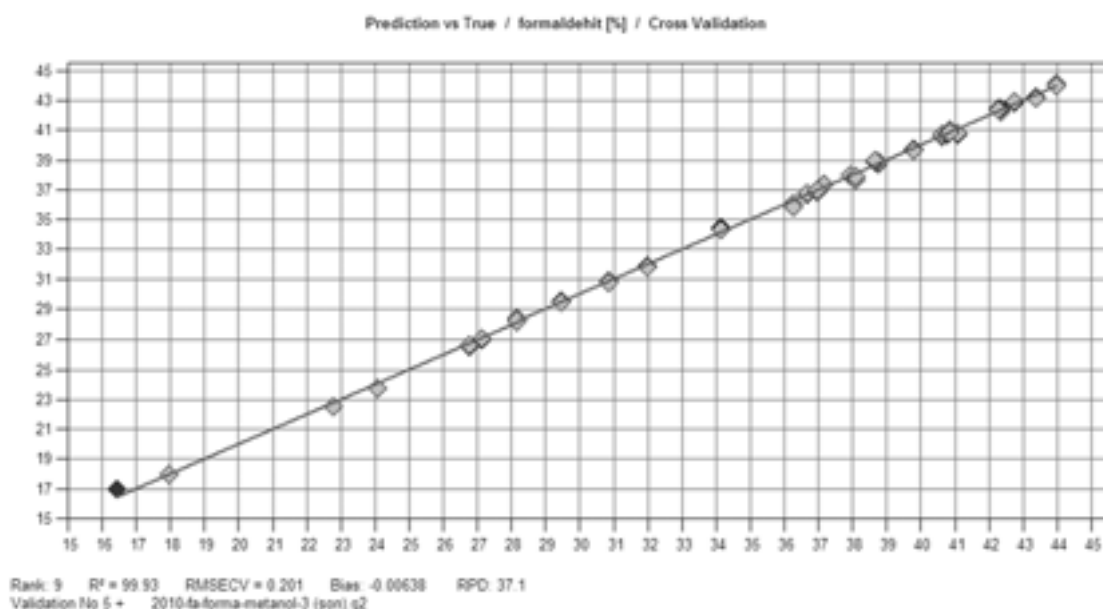


Fig 1.a Calibration curve for formaldehyde in formaldehyde solution

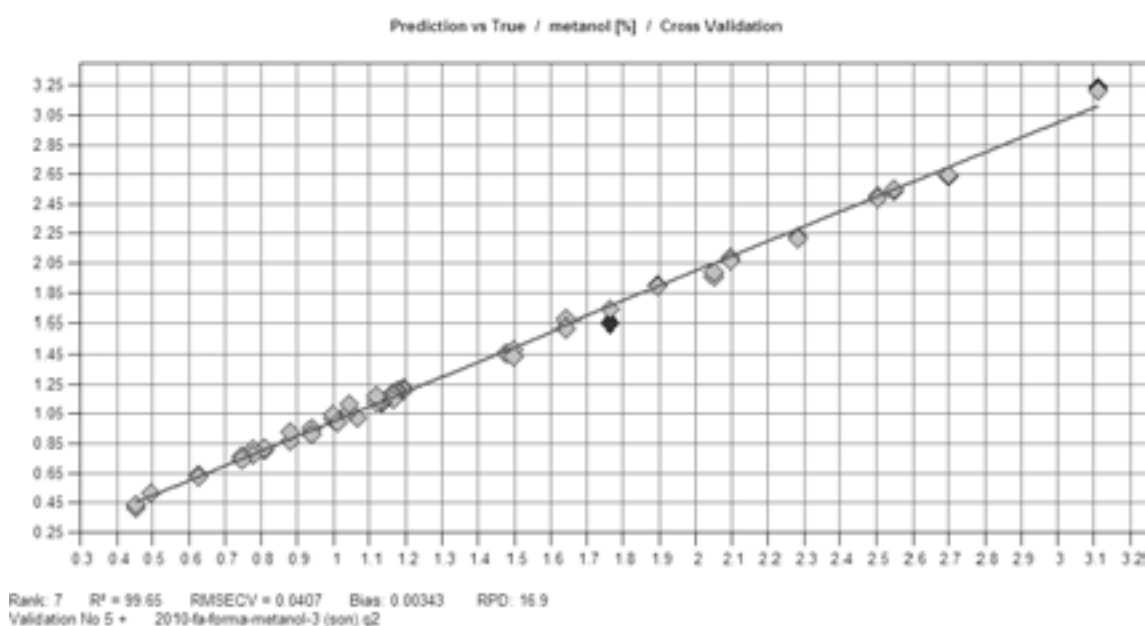


Fig 1.b Calibration curve for methanol in formaldehyde solution

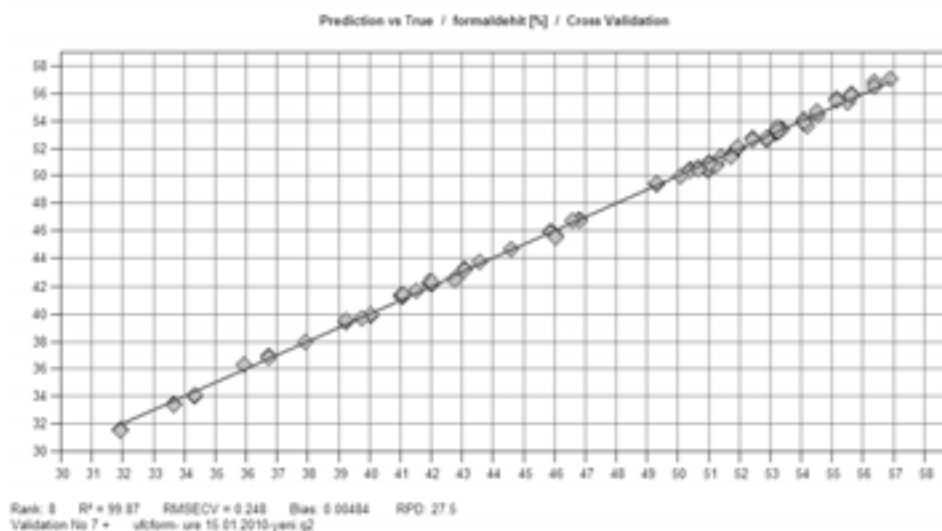


Fig 2.a Calibration curve for formaldehyde in UFC solution

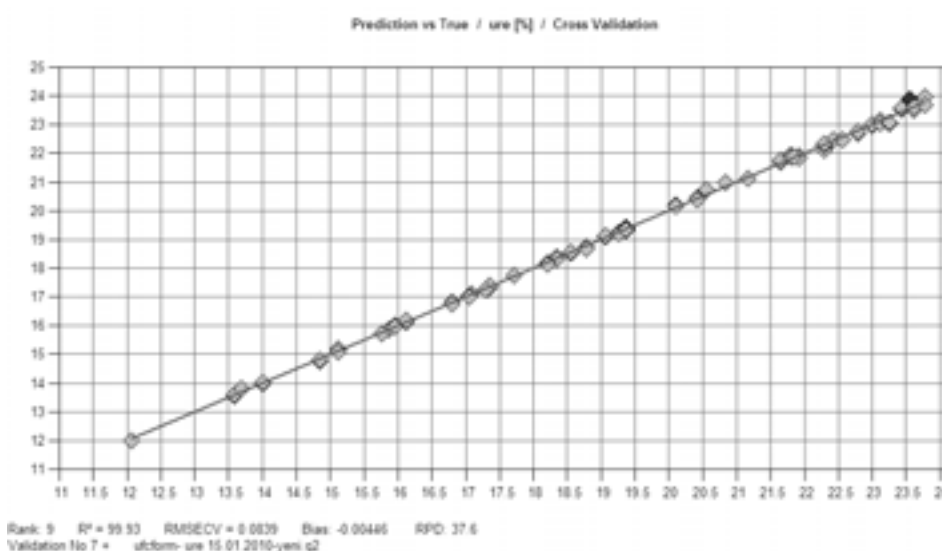


Fig 2.b Calibration curve for urea in UFC solution

Table 1

The results of methanol and formaldehyde concentration in formaldehyde solution by analytical and FTIR method

No of Samples	Formaldehyde (%)		Methanol (%)		Differences	
	Analytical Method ¹	FTIR Method	Analytical Method ¹	FTIR Method	Formaldehyde (%)	Methanol (%)
1	28.57	28.44	0.91	0.75	0.45	18.04
2	33.38	33.49	1.06	0.88	0.30	17.02
3	43.38	43.48	0.93	1.00	0.25	7.61
4	43.53	43.45	1.32	1.16	0.20	12.04
5	43.14	43.86	1.20	1.13	1.67	6.23
6	37.65	38.50	3.10	2.75	2.26	11.10
7	43.21	43.84	1.10	1.12	1.44	1.90
					0.94	10.56

¹Sulphite method (ASTM D 2194-65) for determination of formaldehyde & empirical calculation method for determination of unreacted methanol in formaldehyde solution.

Table 2

The results of formaldehyde and urea concentration in UFC solution by analytical and FTIR method.

No of Samples	Formaldehyde (%)		Urea (%)		Differences	
	Analytical ¹ Method	FTIR Method	Analytical ¹ Method	FTIR Method	Formaldehyde (%)	Urea (%)
1	37.89	38.24	15.98	16.00	0.93	0.15
2	50.90	51.03	22.05	21.79	0.24	1.16
3	35.24	35.66	15.09	15.32	1.19	1.52
4	42.39	41.02	16.48	16.56	3.24	0.52
5	49.81	49.88	20.74	20.39	0.15	1.67
6	49.09	48.47	20.05	19.86	1.27	0.92
7	57.73	58.18	22.94	23.81	0.79	3.77
8	47.70	48.15	20.00	19.40	0.95	3.02
					1.09	1.59

¹Peroxide method for determination of formaldehyde & kjeldhal method for determination of urea in UFC solution.

The deviations on methanol concentration between FTIR and analytical methods may be attributed to the determination of density of formaldehyde solution which is used for MeOH% wt calculation in Eq 1.

Characterization of Unknown Substances in Resin Samples

The unknown amino resin samples can also be evaluated by FTIR method. The resin which may include some additives such as melamine, caprolactam, diethylene glycol etc. has different functional groups that they absorb IR radiation at a characteristic wave length. The spectras of urea formaldehyde resins with no melamine and some

percentages of melamine were presented in Fig 3.

This figure 3 shows the melamine has functional group which absorb IR radiation at the wavelength between 810-830 cm^{-1} and the strengths change by amount of melamine in the samples. This result also indicates the quantitative determination of additive in such resins.

Evaluation of Produced Resins Within its Consisting Groups

The spectrum of each type of resin which are produced under the same conditions and formula, used as a reference spectrum and from these spectrums identification groups are generated for that particular type of the resin.

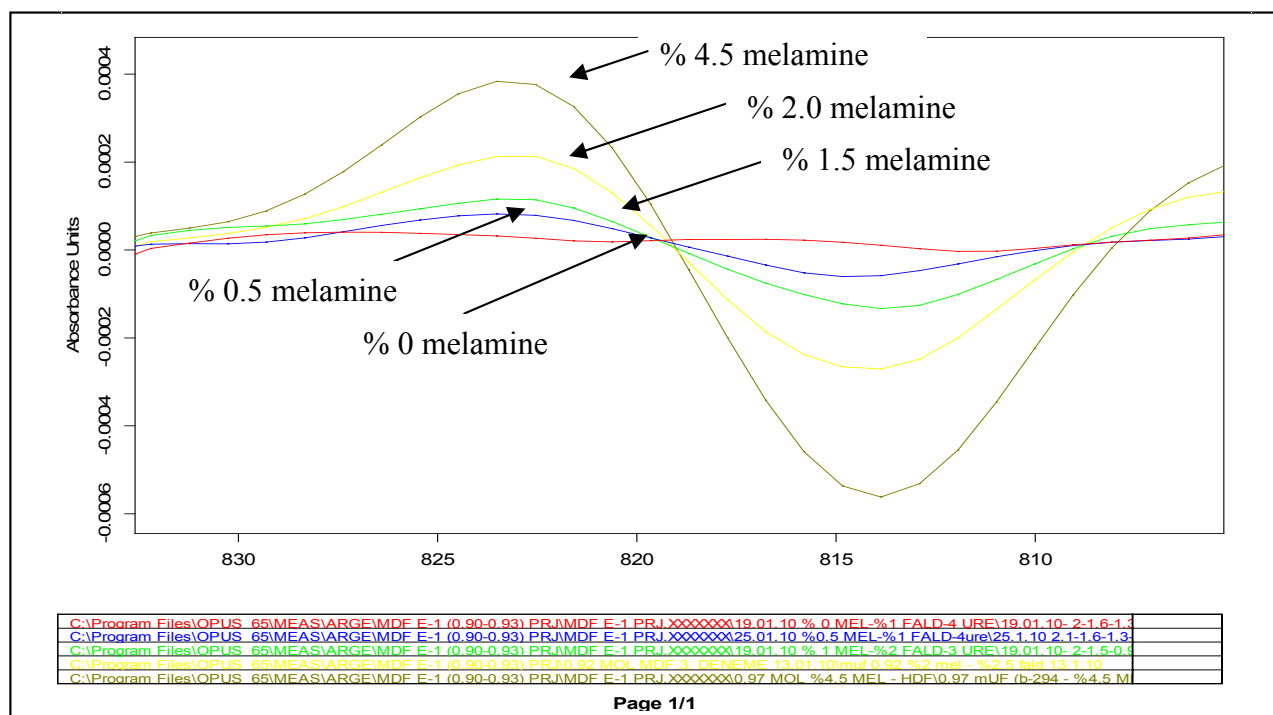


Fig. 3 Second derivative of spectras of resin samples with %0 melamine, % 0.5 melamine, % 1.5 melamine, % 2.0 melamine and % 4.5 melamine at the wavelength between 810-830 cm^{-1}

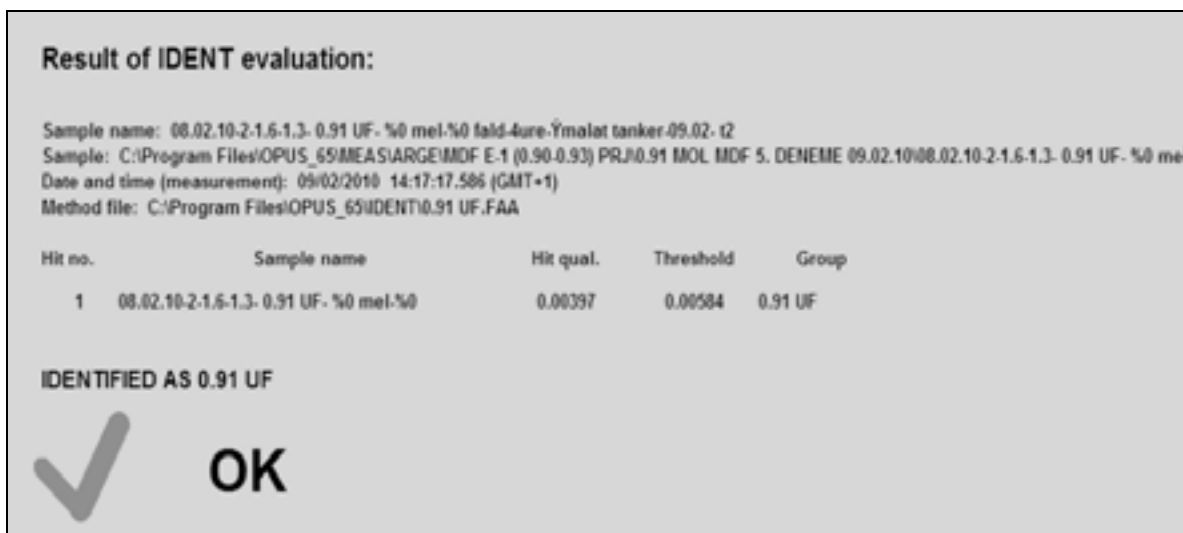


Fig. 4 : The evaluation of sample resin respect to the reference group

The software of FTIR spectroscopy determines the threshold value for each identification group of the reference resin. The threshold values of each identification group of the sample resin are compared with the threshold values of reference resin. If threshold value of the sample resin is within the range of threshold value of reference resin this result indicates the similarity of sample and reference resin (Fig 4.).

CONCLUSIONS

FTIR spectrometry is well known instrument for the identification of unknown samples by comparing the spectras of known samples. Therefore the quantitative measurement is also possible by calibration with known concentration of samples. However FTIR chemometric technique is not commonly used may be due to the low accuracy at the level of ppm concentration. The gas chromatography (GC) for quantitative measurement is more sensitive than FTIR for the determination of very low concentrations. But the calibration is required more frequently because of the retention of the peaks and the reduction of the strength depends on the fouling of filled column of GC.

This study showed that FTIR method can be used for *fast determination of substances in formaldehyde and UFC solutions and characterization of amino resins*. The time, the cost of labour and chemical reagents are saved by using FTIR method. The substance in formaldehyde and UFC solutions can be determined in less than one minute with FTIR method while it takes some hours with analytical methods especially for ufc solution.

In conclusion, FTIR method can be a well alternative method for *off line* determination and the characterization of amino resin products and its raw materials.

REFERENCES

- Bruker Optics, Identification of Brominated Flame Retardants In Polymers- Application Note AN # 59
- Conner A.H. 1996. Urea-Formaldehyde Adhesive Resins - Polymeric Materials Encyclopedia Vol. 1: 8596-8501
- GNOSSI 2008. General Non-destructive Online Spectroscopy Interpretation - Chimar Hellas S.A
- Jada S.S. 1988. The Structure of Urea-Formaldehyde Resins- Journal of Applied Polymer Science, Vol. 35: 1573-1592
- Jiang X., Li C., Chi Y., Yan J. 2010. TG-FTIR Study On Urea-Formaldehyde Resin Residue During Pyrolysis and Combustion- Journal of Hazardous Materials 173: 205–210
- Park B., Kim Y.S., Singh A.P., Lim K.P. 2003. Reactivity, Chemical Structure, and Molecular Mobility of Urea-Formaldehyde Adhesives Synthesized Under Different Conditions Using FTIR and Solid-State ¹³C CP/ MAS NMR Spectroscopy- Journal of Applied Polymer Science, Vol. 88: 2677–2687
- Poljanšek I., Krajnc M. 2005. Characterization of Phenol-Formaldehyde Prepolymer Resins by In Line FT-IR Spectroscopy - Acta Chim. Slov, 52: 238–244
- Zorba T., Papadopoulou T., Hatjiissaak A., Paraskevopoulos K.M., Chrissafis K. 2008. Urea-Formaldehyde Resins Characterized by Thermal Analysis and FTIR Method- Journal of Thermal Analysis and Calorimetry Vol.92, 1: 29-33

COMBINED WOOD-BASED PANELS PRODUCED BY DIRECT PRESSING METHOD

Borce Iliev¹, Gjorgji Gruevski², Violeta Jakimovska Popovska³
^{1,2,3}**Faculty of Design and Technologies of Furniture and Interior,**
Ss. Cyril and Methodius University – Skopje, R. of Macedonia

¹**e-mail: iliev@fdtme.ukim.edu.mk**

²**e-mail: gruev@sf.ukim.edu.mk, ³e-mail: vjakimovska@sf.ukim.edu.mk**

SUMMARY

This paper represents the results from the experimental researches of combined wood-based panels for use in construction, made by direct pressing. The panels represent a combination of single-layered water resistant particleboards and constructive veneers, bond with standard phenolformaldehyde resin. Tests for determination of dimension stability and water resistance of the models were done. The mechanical characteristics of the models were also determined; the quality of the models was defined, as well as the possibility for practical use of panels in construction and other areas of application.

The results from determination of the physical and mechanical characteristics showed that produced models have high stability in dimensions and form, consistence under water and humid conditions and high values of its mechanical properties.

From the aspect of its practical usage, models produced by this method can be used for different applications in construction, but also can be used in other areas of application. The combined panels are competitive replacement for constructive plywood (especially in dry conditions).

Key words: panels, water-resistant, combined, veneers, properties.

INTRODUCTION

Nowadays, wood-based panels (different types of plywood, particleboards, dry-process fiberboards-MDF, oriented strand boards-OSB etc.) bonded with term reactive resins (aminoplasts, alkali catalyzed phenoplasts or its modifications) have wide usage in construction engineering. The world wide deficit of wood raw material for production of constructive panels is basic motive to make researches in the area of constructive wood-based panels in order to obtain stable panels that will satisfy the requirements in modern construction. One part of the researches in this area are directed to manufacture of combined wood-based panels, mainly water resistant (consistent

under water and humid conditions), which in the future should replace the standard plywood that are mainly used in construction (Dimeski et al. 1997, Iliev et al. 2001, 2005, 2006).

According to the national standards (Standardization Institute of the Republic of Macedonia 2002), the combined wood-based constructive panels present a combination of water-resistant particleboards and constructive veneers. For bonding the panel's elements, standard or modified phenolformaldehyde resin is used. The issue of optimal content of dry resin, the panel construction and dimensional stabilization of panels is not complete elaborated together with the issue of high panel's properties under low production costs. The possibility for production of these panels from raw material of wood residues, recycled wood etc, is defining the ecological dimension of these products, which today has a great importance.

EXPERIMENTAL METHODS

These researches elaborate the possibility for production of water-resistant combined wood-based panels glued with standard phenolformaldehyde resin as bonding component, trough direct hot pressing of elements that form the panel's structure. The panels are overlaid with phenolformaldehyde foil impregnated into the veneers during pressing. The combined wood-based panels are composed of two veneers with thickness of 3,2 mm and single-layered particleboard with thickness of 16 mm placed between the veneers. The veneers and wood particles are made from beech.

The phenolformaldehyde resin used for production of combined panels has the following characteristics: color – light red; density at 20°C – 1,22 g/cm³; dry matters – 50,43%; content of free phenol – 0,30%; viscosity by Ford at 20°C – 195 s; pH value – 11,0; resin curing time – 97 s. For production of single-layered particleboards, a pure phenolformaldehyde resin with concentration of 13 % is used. The veneers are bonded with the same resin on its internal side with quantity of 180 g/m². The mixture of particles for production of single-layered particleboards is obtained with mixing of equal weight ratios of particles for core and surface layer.

Four panels with dimensions of 550×440×22 mm are made with cross-grain direction of the veneers (Fig. 1).

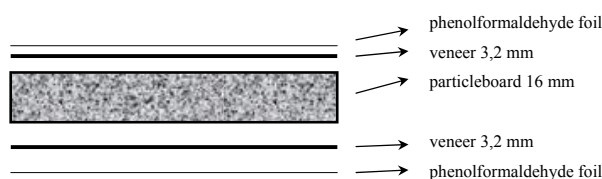


Figure 1. Panels construction

The test specimens for determination of the properties are made in accordance with EN 326-1, and the dimensions of each test specimen are determined according to EN 325. For evaluation of panel's quality, the following properties are tested: thickness swelling and water absorption after 2 and 24 hours immersion in water and after 2 hours immersion in boiling water; thickness swelling and water absorption of test specimens with protected edges after 2 hours immersion in water; bending strength parallel and cross-wise to the panel's length; module of elasticity in bending parallel and cross-wise to the panel's length; internal bond of particleboards and internal bond of particleboards after 2 hours immersion in boiling water.

The edge protection of the test specimens is made with water-alcohol based solution of tetraethylorthosilicate – TEOS (sol-gel process). In such a way, hydrophobization and dimensional stabilization of test specimens is achieved in order to decrease the thickness swelling and water absorption. The standard test specimens with dimensions of 25×25 mm (for 2 hours immersion in water) are treated with water-alcohol based solution of tetraethylorthosilicate. The mass of test specimens is measured and then they are immersed in this solution for 20 min. After that, the test specimens were wiped with filter paper and its mass was measured again. The mean value of absorbed solution is 2,44 g (mean value of 10 test specimens). The quantity of applied sol-solution is 180 g/m² (mean value of 10 test specimens). Subsequently the test specimens are dried in laboratory conditions for about 4 hours. The analysis of water absorption and thickness swelling are made after one week.

The average panels' density is 714,79 kg/m³, and average humidity is 9,87 % (≈10%).

The panels' properties are tested in accordance with European norms EN 312-4, 5, 6 and 7, and according to national standards for particleboards for general use (MKS D.C5.031/82) and for use in construction (MKS D.C5.032/84) (Standardization Institute of the Republic of Macedonia 2002). The obtained data are statistically processed with statistical variation methods according to EN 326-1.

RESULTS AND DISCUSSION

Statistically processed data from the researches are present in tables 1 and 3. The analyses of the results are made on the mean arithmetic value of each property.

The thickness swelling of combined panels with unprotected edges after 2 hours immersion in water is in the limits of 3,36 to 4,43 % (mean value 4,02 %), and after 24 hours is in the limits of 6,48 to 8,52 % (mean value 7,77 %). After 2 hours immersion in boiling water, the thickness swelling is in the limits of 7,61 to 10,99 % (mean value 9,02 %). Unlike the previous tests, the test specimens that are edge protected by sol-gel method, after 2 hours immersion in water have thickness swelling in the limits of 1,10 to 1,53 % (mean value 1,31 %) (Table 1).

Analyze of the values shows that neither one mean value does not exceed the limitation of 12 % for water-resistant particleboards for use in construction type 100 and 100G (MKS D.C5.032/84). The mean values are below 10 %. There wasn't noticed any additional deformations of the test specimens (breaking, distortions, splitting etc.) (Fig. 2), which shows that the panels have stability in form and dimensions, enhanced water resistance during immersion in boiling water for 2 hours, which is especially important for this type of boards. The values obtained from the test specimens with protected edges are from the particular interest. These values are very low, so the method for edge protection is recommended for practical application.



Figure 2. Test specimens after 24 hours immersion in water

Related to the thickness swelling, combined panels also can be classified according to the requirements of the standard EN 312-4, 5, 6 and 7 (Table 2). This standard comprises the requirements for boards' application in different conditions. From the data shown in table 2, it can be noticed that combined panels satisfied the demands of this standard referring to the thickness swelling after 24 hours immersion in water (mean value 7,77 %). Panels can be used as constructive material in dry and humid conditions.

The results from the tests of the bending strength of combined wood-based panels tested on specimens oriented parallel to the panel's length are in the limits

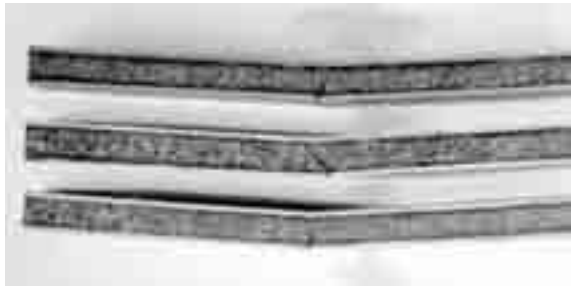


Figure 3. Deformation of the test specimens oriented parallel to the panel's length after testing the bending strength

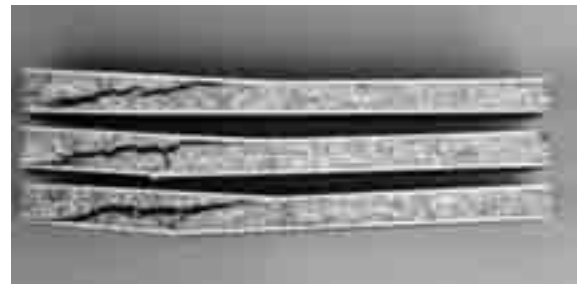


Figure 4. Deformation of the test specimens oriented cross-wise to the panel's length after testing the bending strength

of 16,30 to 22,61 N/mm² (mean value 19,28 N/mm²), while the values obtained from test specimens oriented a cross the panels' length are in the limits of 32,21 N/mm² to 44,63 N/mm² (mean value 36,46 N/mm²) (Table 3). If it is considered that when test specimens are oriented parallel to the panels' length, the veneers are oriented a cross the span, it is logical to obtain lower values compared with those values obtained when test specimens are oriented a cross panel's length. In the second case, veneers are oriented parallel to the span, so higher values are expected. The two groups of test specimens have mean values of bending strength that are higher than the lower limit of 15 N/mm² for constructive boards type 100 and 100G, defined in MKS D.C5.032/84. According to this standard, the boards achieve the requirements for bending strength and can be used as constructive material.

The elastic deformations of combined wood-based panels are defined trough the modulus of elasticity in bending. Panels' elasticity is tested in one referent point that is defined trough the referent force in the area of the elastic deformation of the panels. The referent force for test specimens oriented parallel

to the panels' length is 1000 N, while for the specimens oriented a cross panels' length is 1500 N.

The mean value of elasticity of test specimens parallel to the panel's length (referent force 1000 N) is in the limits of 3518,00 to 5005,81 N/mm² (mean value 4134,26 N/mm²). The elasticity of test specimens oriented a cross the panel's length is in the limits of 19268,04 to 28729,23 N/mm² (mean value 22140,71 N/mm²) (Table 3). According to the standard MKS D.C5.032/84, the lower limit for the elasticity of constructive particleboards type 20, 100 and 100G is 2400 N/mm². The values of combined panels are higher than the mentioned value, which means that these boards have elastic characteristics and can be recommended for use in construction where higher elasticity of the panels is needed.

The results for the tests of the internal bond are in the limits of 0,50 to 0,77 N/mm² (mean value 0,63 N/mm²) (Table 3). The lower limit for the internal bond of particleboards with thickness range of 14 to 19 mm is 0,41 N/mm² for extra class, which is defined in the standard MKS D.C5.032/84. According to this standard, the mean value of the internal bond satisfied the demands for extra class.

Table 1

Statistical values for the physical properties

Property	Unit	x _{min}	x _{max}	x _{sr} ±f _{x_{sr}}	σ±f _σ	V±f _v	P _x
Thickness swelling - 2 h	%	3,36	4,43	4,02±0,12	0,37±0,08	9,23±2,06	2,92
Thickness swelling - 24 h	%	6,48	8,52	7,77±0,19	0,66±0,13	8,49±1,73	2,45
Thickness swelling - 2 h boiling water	%	7,61	10,99	9,02±0,32	1,00±0,22	11,09±2,51	3,51
Thickness swelling - 2 h (protected edges)	%	1,10	1,53	1,31±0,04	0,13±0,03	9,88±2,21	3,13
Water absorption -2 h	%	20,20	29,42	25,09±0,78	2,46±0,56	9,81±2,19	3,10
Water absorption -24 h	%	31,97	45,13	39,48±1,25	4,33±0,88	10,96±2,26	3,16
Water absorption -2 h boiling water	%	60,23	780,43	67,78±1,64	5,20±1,16	7,67±1,72	2,43
Water absorption -2 h (protected edges)	%	6,08	8,73	6,85±0,26	0,83±0,18	12,06±2,74	3,82

Table 2

Requirements for particleboards for use in different conditions

Standard reference number and panel type	EN 312-4 P4	EN 312-5 P5	EN 312-6 P6	EN 312-7 P7
Panels' application	Load-bearing boards for use in dry conditions	Load-bearing boards for use in humid conditions	Heavy duty load-bearing boards for use in dry conditions	Heavy duty load-bearing boards for use in humid conditions
Panels' thickness, mm	13 ÷ 25	13 ÷ 25	13 ÷ 25	13 ÷ 25
Thickness swelling after 24 h immersion in water, %	≤ 15	≤ 10	≤ 14	≤ 8

Table 3

Statistical values for the mechanical properties

Property	Unit	x_{min}	x_{max}	$x_{sr} \pm f_{x_{sr}}$	$\sigma \pm f_{\sigma}$	$V \pm f_v$	P_x
Bending strength-test specimens oriented parallel to panel's length	N/mm ²	16,30	22,61	19,28±0,48	1,85±0,34	9,58±1,75	2,47
Bending strength-test specimens oriented a cross the panel's length	N/mm ²	32,21	44,63	36,46±1,10	3,82±0,78	10,47±2,16	3,02
Module of elasticity in bending-test specimens oriented parallel to panel's length	N/mm ²	3518,00	5005,81	4134,26±161,16	483,47±113,96	11,69±2,16	3,90
Module of elasticity in bending-test specimens oriented a cross the panel's length	N/mm ²	19268,04	28729,23	22140,71±730,51	2422,83±516,55	10,94±2,36	3,30
Internal bond	N/mm ²	0,50	0,77	0,63±0,02	0,09±0,02	14,03±2,81	3,89
Internal bond after 2 hours immersion in boiling water	N/mm ²	0,23	0,35	0,28±0,01	0,04±0,01	16,29±3,28	4,52

The internal bond of constructive panels is tested after immersion of the test specimens in boiling water for 2 hours. The results for the internal bond of test specimens treated in such a way are in the limits of 0,23 to 0,35 N/mm² (mean value 0,28 N/mm²) (Table 3). According to the standard MKS D.C5.032/84, the lower limit for this property for board type 100 and 100G, thickness range of 13 to 20 mm and 20 to 25 mm, is 0,15 N/mm². The obtained mean value is higher than the value defined in the standard, so these panels achieve the requirements for use in construction as structural material.

CONCLUSIONS

On the base of performed researches, the following major conclusions can be drawn:

1. The researches shown that combined wood-based panels have a high stability during exposure to water. Low values for the thickness deformations

satisfied the national and European standards, whereto combined panels can be used in dry and humid conditions.

2. The use of sol-gel method for stabilization of the thickness swelling and water absorption give good results. This method is good and can be recommended for practical use. But there are some restraints for the use of sol-gel method, such as the high cost of the chemical component and its application in industrial conditions.

3. On the base of the values for the mechanical properties, the combined wood-based panels satisfied the requirements of the national standards. The panels can be used in construction engineering, but only for constructions where heavy duty loadings are not present.

4. The combined wood-based panels that are made by direct pressing, show high technical characteristics, which confirms the possibility for

production of high quality panels for use in different area of application, by this method.

5. The complete replacement of high cost constructive plywood with combined wood-based panels (water resistant particleboard + veneer + phenolformaldehyde foil) as constructive material is impossible. But in series of cases, the combined panels are competitive replacement for constructive plywood (especially in dry conditions) and can be used in large area of application.

REFERENCES

Dimeski, J., Yossifov, N., Iliev B. 1997. Influence of the Participation of Glue Over the Physical and Mechanical Properties of the Water-Resistant Particleboards. XIII Symposium „Adhesives in Woodworking Industry”, Vinné, 139-147.

Iliev, B., Dimeski, J., Yossifov, N., Mihailova, J. 2001. The Influence of Modified Phenol-Formaldehyde Resin at Water-Resistant Combined Wooden Board's Properties. XV International Symposium „Adhesives in Woodworking Industry”, Zvolen, 123-127.

Iliev, B., Bahcevandziev, K., Dimeski, J., Gruevski, G. 2005. Dimension Stability of New Type Water-Resistant Constructive Boards. Proceedings of the 17-th International Wood Machining Seminar „Yuri Stakhiev Seminar”, Rosenheim, 88-93.

Iliev, B., Gramatikov, K., Mihailova, J. 2006. Possibilities for Production of New Type Dimension Stable Constructive Wood-Based Panels. Conference Proceedings of Cost Action E44-E49, Valencia, Poster Session, 249.

Mihailova, J., Iliev, B., Yossifov, N. 2005. Comparative Analysis of Thickness Swelling and Water Absorption of Water-Resistant Combined Wood-Based Panels. Proceedings of 7-th International Conference on Wood Technology, Construction Industry and Wood Protection, Zagreb, 35-39.

Standardization Institute of the Republic of Macedonia, 2002. Macedonian Standards, Skopje.

Yossifov, N., Trichkov, N. 1997. Optimisation of Adhesive Composition for Waterproof Particleboard. XIII Symposium „Adhesives in Woodworking Industry”, Vinné, 237-243.

СТРУКТУРНО МОДЕЛИРАНЕ НА ПЛОЧЕСТИТЕ КОМПОЗИТИ ОТ ДЪРВЕСНИ ЧАСТИЦИ

Николай Йосифов¹, Стефан Делин²

¹Лесотехнически университет – София, e-mail: nikyosif@mail.bg

²L.A. – USA, e-mail: deltica@aol.com

РЕЗЮМЕ

Плочестите композити от дървесни частици (ПКДЧ) се отнасят към структурно анизотропните дисперсни, капиларно-порести материали, състоящи се от адхезионно свързани разнородни по големина дървесни частици. Те са технологично формирани многослойни композити, но по геометричната характеристика на дървесните частици най-широко приложение са намерили трислойните плочи с лицеви слоеве от фини дървесни частици и междинен слой от по-груби частици.

Структурното моделиране на ПКДЧ е проведено на основата на теоретични и експериментални изследвания, систематизирани в три категории: морфологични показатели, физическа характеристика и деформационно-якостна характеристика.

Доказано е, че морфологичните критерии – стройност на дървесните частици, покривно отношение, степен на контактуване на частиците по лепилен слой, дебелината на лицевите слоеве и относителната порестост, имат важно значение за физико-механичната характеристика на плочите.

Разработен е структурно-физически модел за нормализираната плътност и свързаните с него показатели: разпределението на плътността по напречното сечение на плочите, допустимата максимална разлика между плътностите на лицевите слоеве и междинния слой. Този модел е пригоден да характеризира физико-механичните показатели на плочите и с успех може да се използва в автоматизираните системи за производствен и качествен контрол.

Разработеният структурен деформационно-якостен модел се основава на някои опростени физически представи за характера на разпределението на напреженията и деформациите според теорията на еластичността.

Ключови думи: плочести композити от дървесни частици, модел, слепване, лепилен слой, плътност

ЗАДАЧА НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Плочестите композити от дървесни частици (ПКДЧ) се отнасят към структурно анизотропните дисперсни капиларно-порести материали, състоящи се от различни по големина дървесни частици, адхезионно свързани помежду си посредством точкообразни лепилни мостове. Анизотропността на материала произтича преди всичко от неговия разнороден състав – дървесина, втвърдена смола, химически прибавки и вода.

От физична гледна точка ПКДЧ са порьозни тела, на които поровото пространство се формира от капиларно-порестата структура на дървесните частици и от технологично създадените между частиците кухини.

Обект на настоящото изследване е моделирането на макроструктурата на ПКДЧ, предназначени за мебели, с оглед прогнозиране на якостните им показатели.

СЪСТОЯНИЕ НА ВЪПРОСА

Понастоящем най-широко приложение в практиката намират трислойните и многослойните композитни плочи. При тях най-добре са решени въпросите за осигуряване на високи якостни показатели на готовата продукция при сравнително ниски производствени разходи. Необходимо е да се отбележи, че петслойната и многослойната структура гарантират също получаването на високи якостни показатели на плочите.

Дървесните частици са основните градивни елементи, от които са изградени плочестите композити от дървесни частици. Ето защо физико-механичните свойства на ПКДЧ зависят до голяма степен както от свойствата на изходната дървесина и свързващото вещество, така също и от морфологията (форма и размери) на дървесните частици и взаимното им разположение в структурата на плочата. За моделиране на структурата на композитните плочи и за оптимизиране на размерите на дървесните частици, за осигуряване на нормативно допустими якостни показатели, са допринесли изследванията на Keylwerth 1958, Stofko 1960, Rackwitz 1963, Kollmann 1967, Кючуков и

Йосифов 1966, 1967, Maloney 1977, Поташев 1978, Küne 1980, Hänsel 1986, 1987, Niemz 1988, Бехта 1988 и др. Теоретичните доказателства са направени с помощта на опростени модели на напречното сечение на ПКДЧ, изградени от плоски по форма дървесни частици.

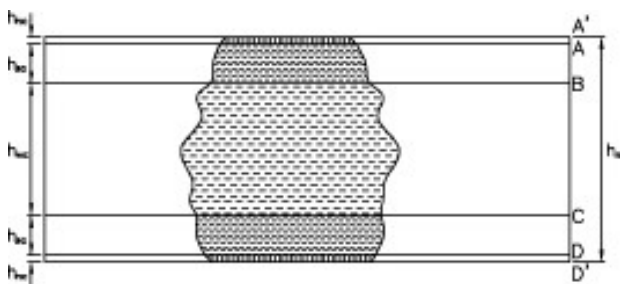
В специалната техническа литература широко са отразени постигнати значителни резултати по моделирането на структурообразуващите параметри на ПКДЧ [от 2 до 11 и др.]. Независимо от това, все още остават не докрай решени въпроси, свързани със структурното моделиране на композитните плочи.

МОДЕЛИРАНЕ НА МОРФОЛОГИЧНАТА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ТРИСЛОЙНИТЕ ПКДЧ

Трислойните ПКДЧ са с анизотропна макроструктура по напречното си сечение, която се характеризира с ясно оформени тънки лицеви слоеве и сравнително дебел среден слой. Лицевите слоеве са изградени най-често от специално изготвени плоски дървесни частици с дебелина δ от 0,1 до 0,25 mm, ширина b от 1 до 4 mm и дължина l от 8 до 15 mm. Средният (междинен) слой на плочите е изграден от груби дървесни частици.

Като конструктивни елементи на мебелите ПКДЧ най-често се натоварват на огъване, т.е. лицевите им слоеве са подложени на опънни и натискови напрежения.

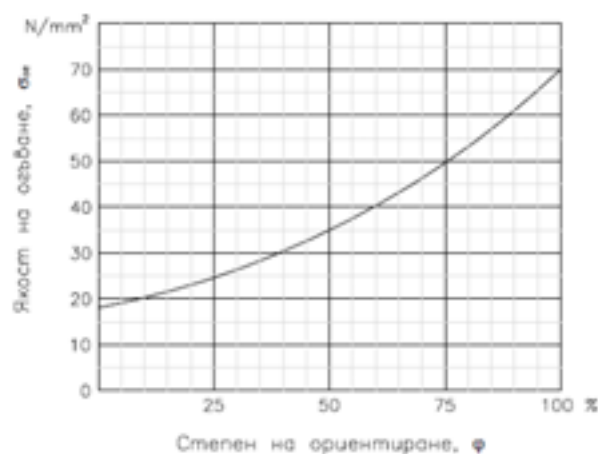
Разновидност на трислойните ПКДЧ са петслоейните плочи и многослойните плочи с постепенен преход на частиците по едрина от средата на плочата към повърхностите ѝ. На Фиг. 1 е представена схема на петслоейна по строеж на напречното ѝ сечение ПКДЧ, състояща се от: два повърхностни слоя (ПС), състоящи се от много дребни и прахообразни дървесни частици; два лицеви слоя (ЛС) – от фини плочки дървесни частици; и един междинен слой (МС) – от по-груби дървесни частици.



Фигура 1: Схема на напречното сечение на петслоейна ПКДЧ: h_n – дебелина на плочата (A'D'); $h_{лс}$ – дебелина на повърхностните слоеве (A'A = D'D'); $h_{лс}$ – дебелина на лицевите слоеве (AB = CD); $h_{мс}$ – дебелина на междинния слой (BC).

Повърхностните слоеве са характерни преди всичко за суровите (некалибровани) петслоейни плочи. Сумарната дебелина на повърхностните слоеве е в широки граници от 0,7 до 1,5 mm и зависи от конкретно използваната формиращо-пресова инсталация. Най-често тя включва цялата надмерка по дебелина, която се сменя при калиброването на плочите. В действителност повърхностният слой в готовата плоча е с дебелина под 0,2 mm, т.е. служи само като пълнител на макропоровото пространство от повърхността на плочата. Следователно, той може да се игнорира при моделирането на деформативно-якостните показатели на плочите.

Експериментално е установено [Дерре 1984], че степента на ориентация на дървесните частици по надлъжната ос на плочата φ оказва силно влияние върху якостта на огъване на плочите $\sigma_{ог}$, което нагледно е представено на Фиг. 2. Емпиричната зависимост има вида: $10^{-2} \cdot \sigma_{ог} = 34,5\varphi^2 + 18\varphi + 17,5$ N/mm².



Фигура 2. Влияние на степента на ориентация на дървесните частици върху якостта на огъване на ПКДЧ с дебелина 18 mm.

Така например при $\varphi = 50\%$ якостта на огъване достига 35 N/mm². Трябва да се отбележи обаче, че при съвременните инсталации за трислойни ПКДЧ φ е под 25%.

Между дървесните частици технологично се образуват малки кухини (пори) d , които оформят относителното порово пространство $\Pi_{отн}$. За практиката представлява интерес относителната порестост на плочите, за определянето на която е разработена номограма с отчитане влиянието на технологичните фактори [6].

Най-общият вид на алгоритъма за определяне на $\Pi_{отн}$ е:

$$\Pi_{отн} = 1 - \frac{K_c \cdot 10^4}{(100 + u)(100 + p_c)}, \quad (1)$$

където K_c – коефициент на спресуване (уплътняване) на дървесината в плочата ($K_c \approx \rho_n / \rho_d^\circ$);
 ρ_n – плътност на плочата, kg/m^3 ;
 ρ_d° – плътност на абсолютно сухата дървесина, kg/m^3 ;
 u и p_c – са съответно технологично регламентираните съдържание на вода ($u = 8 \pm 2\%$) и свързващо вещество ($p_c = 10 \pm 3\%$).

За лицевите слоеве на плочите K_c е най-често от 1,10 до 1,25, а за междинния (средния) слой $K_c = 0,95 \div 1,15$.

За ПКДЧ с конструктивно предназначение е желателно относителната им порестост да бъде на технологично възможния допустим минимум.

Известно е, че при формирането на дървесния килим частиците се наслояват с плоските си страни една върху друга и най-често в неориентирано положение спрямо надлъжните си оси. При това са възможни различни случаи на контактуване между частиците, както по олепилени участъци, така и по неолепилени. Също така са налице и макропори между частиците в плочите. Ето защо, важно е да се знае специфичната площ на контактуване по лепилен слой между частиците в плочите (S_k). За целта е изведена формулата [8]:

$$S_k = 1,6 S_l (1 - P_{отн}), \text{ m}^2, \quad (2)$$

Олепилената специфична площ на дървесните частици (S_l) се определя от израза:

$$S_l = \frac{q_s \cdot S_p}{\rho_c^\circ \cdot \delta_l}, \text{ m}^2, \quad (3)$$

където q_s е специфичния разход на свързващо вещество в сухо състояние (от 15 до 30 g/m^2);
 δ_l – дебелината на лепилния слой (от 0,03 до $0,08 \text{ mm}$);
 ρ_c° – плътността на втвърдената смола (1220 kg/m^3).

Тогава степента на контактуване по лепилен слой между дървесните частици в плочите (P) може да се определи по отношението:

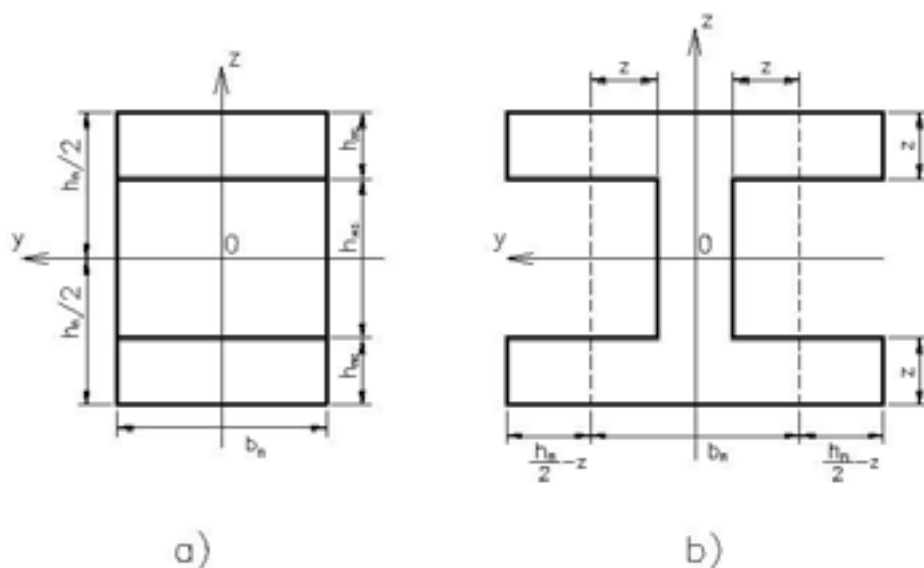
$$P_s = (S_k / S_p) \cdot 100, \%, \quad (4)$$

където S_p е специфичната повърхнина на дадено количество дървесни частици, m^2 .

Ако се приеме, че най-често срещаната форма на дървесните частици за ПКДЧ е паралелепипедна, то за S_p се получава аналитичния израз:

$$S_p = \frac{2 \cdot 10^3}{\rho_d^\circ} \left(\frac{1}{\delta_l} + \frac{1}{b_l} + \frac{1}{l_l} \right) \text{ m}^2. \quad (5)$$

Степента на контактуване по лепилен слой между дървесните частици в плочата е много важен структурен показател на ПКДЧ, от който зависят до голяма степен физико-механичните им свойства. Стойността на този показател, при оптимални технологични условия, е в границите от 30% (за $\delta_l > 0,06 \text{ mm}$) до 70% (за $\delta_l < 0,05 \text{ mm}$). При това дебелината на лепилния слой е в пряка зависимост и от равномерността на разпределение на лепилото върху повърхността на частиците.



Фигура 3: Схема на конструиране на фиктивен „двойно Т” профил на напречното сечение на трислойна ПКДЧ: а) трислоен правоъгълник; б) „двойно Т” профил

Оптимизирането на макроструктурата на напречното сечение на трислойна ПКДЧ е свързано с определянето на оптималната дебелина на лицевите й слоеве. За тази цел Колев и Йосифов [11] предлагат решение на една условна екстремална задача, свързана с максимума на инерционния момент J_y^{\max} на елемент от напречното сечение на трислойната плоча (Фиг.3). Същността на екстремалната задача се състои в определянето на максималния инерционен момент спрямо оста Y-Y на правоъгълник с основа B_n и височина h_n , преобразуван в равнолицев на него двойно „Т”-профил. Екстремумът на J_y^{\max} като функция на Z ($0 \leq Z \leq h_n / 2$) се получава при $Z = \frac{1}{2} h_n \cdot (1 - \sqrt{3} / 3)$. Тогава при

$Z = h_{lc}$ оптималната сумарна дебелина на лицевите слоеве ($2h_{lc}$) може да се определи от уравнението: $2h_{lc} = \lambda_n \cdot h_n = 0,422 \cdot h_n$, където λ_n е покривното отношение.

От това следва, че сумарната дебелина на лицевите слоеве трябва теоретично да съставлява 42,2% от общата дебелина на плочата.

На основата на проведеното изследване за морфологичната характеристика на плочестите композити от дървесни частици за конструкционни цели може да се направят следните по-важни изводи:

- ПКДЧ са анизотропен материал, състоящ се от слепени помежду си дървесни частици с апроксимираща паралелепипедна форма, които са наслоени с плоската си страна една върху друга и най-често са в неориентирано положение с надлъжните си оси в плоскостта на плочата.

- В конструкциите на мебелите се прилагат главно трислойните ПКДЧ, изградени от два лицеви слоя от фини дървесни частици (плоски с малка дебелина) и среден (междиен слой) от по-груби дървесни частици.

- Степента на ориентиране на дървесните частици в лицевите слоеве на плочите оказва силно влияние върху якостта им на огъване (понастоящем тя е под 25%).

- Критериалните размерни отношения – стройността на дървесните частици ($v = \ell_q / \delta_q$) и покривното отношение ($\lambda_n = 2h_{lc} / h_n$) са важни морфологични характеристики на плочите, свързани с якостните им показатели.

- Теоретично е определена оптималната дебелина на лицевите слоеве на плочите чрез математическо преобразуване на напречното им сечение в „двойно Т” профил.

- Между дървесните частици са налице макропори (кухини), които оформят относителната порестост на плочите. Представена е номограма за определяне на $P_{отн}$ в зависимост от степента на спресуване на частиците и други технологични фактори.

- Степента на контактуване по лепилен слой между дървесните частици в плочата е много важен структурен показател на ПКДЧ, от който за-

висят до голяма степен физико-механичните им свойства. За изчисляването й е изведена опростена аналитична зависимост.

СТРУКТУРНО-ФИЗИЧНО МОДЕЛИРАНЕ НА ПКДЧ

Основен структурно-физичен показател на ПКДЧ, като конструктивен материал, е обемната плътност на плочите.

Необходимо е да се изтъкне, че плътността е един от най-важните структуроопределящи параметри, характеризиращи качествените показатели на плочестите композити от дървесни частици. Определянето на плътността на плочите (ρ_n) в зависимост от технологичните фактори може да се извърши по формулата:

$$\rho_n = \frac{\rho_n^o \cdot \rho_c^o \cdot \rho_x^o \cdot K_c \cdot K_n \cdot (100 + U_n) \cdot (100 + p_c + p_x) \cdot (100 + 0,02 \beta_v \cdot U_n)}{[(p_c + p_x) \cdot (100 + \beta_v \cdot U_n) \cdot \rho_n^o \cdot K_c + 10 \rho_c \cdot \rho_x] \cdot 10^{-5}}, \quad (6)$$

където ρ_x^o е плътността на химикалите в сухо състояние, kg/m^3 ;

K_n – коефициентът, отчитащ относителната порестост на плочата ($K_n = 1 - P_{отн}$);

U_n – съдържанието на вода (от 8 до 12%);

p_x – съдържанието на химикали (от 0 до 2%);

β_v – обемното съсъхване на дървесината, %.

Плътността на плочата в абсолютно сухо състояние е:

$$\rho_n^o = \frac{\rho_d^o \cdot \rho_c^o \cdot \rho_x^o \cdot K_c \cdot K_n}{10(p_c + p_x) \cdot \rho_d^o \cdot K_c + \rho_c^o \cdot \rho_x^o}, \quad \text{kg/m}^3, \quad (7)$$

Дървесината е основният компонент в състава на плочите, поради което нейната плътност, степен на уплътняване (спресуване) и съдържанието на свързващо вещество и химикали са определящи по отношение на плътността на ПКДЧ. Тогава с известно приближение плътността на плочите в абсолютно сухо състояние, може да се определи от израза: $\rho_n^o \cdot \rho_d^o \cdot K_c \cdot K_n \cdot K_x$, kg/m^3 ,

където K_x – коефициент, отчитащ съдържанието и плътността на свързващото вещество и химикалите ($K_x = 1,1 \div 1,25$).

За практиката представлява интерес също така нормализираната плътност на ПКДЧ (ρ_n), при която се гарантират както качествените (преди всичко якостните Q_{max}), така и икономическите (преди всичко себестойността C_{min}) показатели на плочите, т.е. удовлетворяване на неравенството:

$$\rho_{Q_{max}} \leq \rho_n \leq \rho_{C_{min}}$$

ПКДЧ се характеризират с различна послойна плътност по напречното им сечение – по-висока на лицевите слоеве и по-ниска на средния (междиен) слой. Ето защо представлява интерес както средноинтегралната плътност на плочите, така и

профила на плътността по напречното им сечение. По наши изследвания [8] функцията за профила на плътността $\rho(z)$ има следния вид:

$$\rho(z) = \rho_{\min(z)} + \frac{\rho_{\max(z)} - \rho_{\min(z)}}{1 - e^{-[(a+v_x)/\sigma\sqrt{2}]^2}} \left[1 - e^{-[(z-a+v_x)/\sigma\sqrt{2}]^2} \right], \quad (8)$$

където K_a е критерий на асиметричност ($K_a = \theta_a$ при $0 < \theta < 1$), при $2a = h_n$;
 $Z \in [0, 2a]$ при $\sigma = a/2$.

Математическото очакване (средната стойност) $\bar{\rho}(z)$ на $\rho(z)$ се определя по равенството:

$$\bar{\rho}(z) = \frac{1}{2a} \int_0^{2a} \rho(z) dz \quad (9)$$

След интегриране се получава

$$\bar{\rho}(z) = \rho_{\min(z)} + \frac{\rho_{\max(z)} - \rho_{\min(z)}}{1 - e^{-2(1+\theta)^2}} \left\{ 1 - \frac{\sqrt{2\pi}}{8} \left[\varphi\left(\frac{2(1+\theta)}{\sqrt{2}}\right) + \varphi\left(\frac{2(1-\theta)}{\sqrt{2}}\right) \right] \right\} \quad (10)$$

където $\varphi\left(\frac{2(1+\theta)}{\sqrt{2}}\right) = \varphi(Z) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^Z e^{-t^2} dt$ се прес-

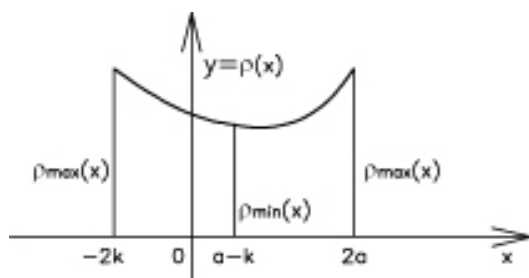
мята по таблица за дадени стойности на Z и при $t = (X - a + k) / \sigma\sqrt{2}$.

За $\theta = 0,1$ се получава

$$\rho(z) = 0,41\rho_{\max(z)} + 0,59\rho_{\min(z)};$$

За $\theta = 0,33$ се получава

$$\rho(z) = 0,44\rho_{\max(z)} + 0,56\rho_{\min(z)}.$$



Фигура 4. Теоретична крива на разпределението на плътността по напречното сечение на калибрована трислойна ПКДЧ

Кривата, характеризираща профила на плътността (Фиг.4) е несиметрична спрямо геометричния център по дебелината на плочата [5]. При $\theta = 0,2$ минимумът на функцията се получава при $K = 0,4 h_n$ от условната горна страна на плочата в посока към долнолежащата ѝ страна по време на пресуването. Инфлексните точки се получават на разстояние $Z_1 = 0,15 h_n$ и $Z_2 = 0,65 h_n$.

Следователно при производството на ПКДЧ и главно при пиезотермичното обработване на ки-

лима от дървесни частици се формира плочест материал с различна послойна плътност по напречното му сечение, която може да се представи с израза [8 и 10]: $\Delta\rho = \rho_{\max} - \rho_{\min} = \rho_{\text{лс}} - \rho_{\text{мс}}$, където $\rho_{\text{лс}}$ и $\rho_{\text{мс}}$ са съответно интегралните плътности на лицевия и междинния слоеве.

Максималната разлика в послойната плътност ρ_{\max} на композитните плочи зависи от редица технологични фактори и се изразява с уравнението

$$\Delta\rho_{\max} = \rho_n^{0,72K}, \quad (11)$$

където K е функция от технологичните фактори.

При оптимални условия на производство стойността на K може да се приеме за единица. Тогава за трислойните плочи се получава: $\Delta\rho_{\max} = \rho_n^{0,72}$.

Установено е [2, 3, 4, 5, 8, 9, 13, 14, 16, 22 и др.], че между интегралната плътност и якостните и еластичните свойства на плочестите композити са налице адекватни параболични зависимости (регресионни зависимости от втори ред), изразяващи се обобщено с уравнението:

$(\sigma, E) = a_1\rho_n^2 + a_2\rho_n + a_3$ и по-конкретно [8 и 9] за ПКДЧ – 16 mm;

$$\sigma_{\text{ор}} = 5,5 \cdot 10^{-6}\rho^2 + 2,8\rho - 13,7, \quad (12)$$

при $\epsilon_p = \pm 0,87\%$;

$$E_{\text{ор}} = 1,32 \cdot 10^{-3}\rho^2 + 9,4\rho - 4700, \quad (13)$$

при $\epsilon_p = \pm 1,5\%$.

Уравненията показват, че увеличаването на плътността на ПКДЧ води до гарантиране на повисоки стойности на якостните и еластичните им показатели.

Изследванията относно структурно-физичното моделиране на плочестите композити от дървесни частици дават възможност да се формулират следните по-важни изводи:

- Плътността на плочите е основният структурно-физичен показател на ПКДЧ, определящ до голяма степен механичните им свойства.

- Предложен е алгоритъм за определяне на плътността на плочите с отчитане на влиянието на основните технологични фактори. За практически цели е даден опростен математически израз за определяне на плътността на плочите в зависимост от плътността на изходната дървесина и коефициенти за отчитане на влиянието на степента на пресуване, относителната порестост и съдържанието на свързващо вещество и химикали.

- Препоръчва се нормализираната плътност на плочите (ρ_n) да удовлетворява неравенствата $\rho_{Q\max} \leq \rho_n \leq \rho_{c\min}$.

- ПКДЧ се характеризират с различна послойна плътност по напречното си сечение – повисока за лицевите слоеве и по-ниска за средния

(междинен) слой. Изведена е зависимост за определяне на максималната разлика в послойната плътност на композитните плочи.

- Математически е моделиран чрез интегрална функция профил на плътността по напречното сечение на ПКДЧ, който е асиметричен по отношение на средната осева линия.

- Съставени са регресионни зависимости от втори ред на якостта на огъване и модула на еластичността при огъване от плътността на ПКДЧ.

СТРУКТУРНО ДЕФОРМАЦИОННО-ЯКОСТНО МОДЕЛИРАНЕ НА ПКДЧ

Деформационно-якоствата характеристика на плочестите композити от дървесни частици е от съществено значение за приложението им като конструктивни елементи в мебелите и строителството. При анализа на структурната механика на плочестите композити от голяма важност е изясняването на поведението на материала при еднократни външни натоварвания в експлоатационни условия, т.е. използването на адекватни модели на напреженията в тях. Така например, при оптимизирането на макроструктурата на плочите е от значение познаването на разпределението на напреженията по напречното им сечение.

За сега най-удачно за целта се оказва уравнението на Keylwerth 1958, изведено на основата на хипотезата на Бернули за равновесните условия в областта на действието на закона на Хук

$$M_y = \sigma_{max} \cdot \frac{h_n^2 \cdot b}{6} \cdot \left[1 - (1 - E_{mc} / E_{lc}) \cdot (1 - \lambda_n)^3 \right], \quad (14)$$

където b е широчината на напречното сечение;

σ_{max} – максималното напрежение на опън (натиск);

E_{mc} / E_{lc} – отношението на модулите на еластичност за опън (натиск), съответно за междинните и лицевите слоеве.

От уравнението за M_y и формулата на Навие ($\sigma = M_y / W$) Küne и Niemi 1980, извеждат уравнението за резултативния модул на еластичност при огъване ($E_{ог}$) за трислойни композитни плочи с допускането, че отделните слоеве са хомогенни

$$E_{ог} = E_{lc} - (1 - \lambda_n)^3 \cdot (E_{lc} - E_{mc}). \quad (15)$$

Тази зависимост не отчита пластичните деформации, поради което е пригодна за прогнозиране само на модула на еластичност при огъване на плочите.

Според Hänsel 1989, моделирането на якостните показатели на плочите трябва да се съобрази с профила на плътността по напречното им сечение.

По фотограметричен път е установено [17], че при натоварване на огъване осевата линия на напреженията се премества към натисквата зона (Фиг.5). Големината на това преместване Z_0 се определя от израза:

$$Z_0 = \frac{\sigma_n \cdot h_n}{\sigma_n + \sigma_{оп}}, \quad (16)$$

където σ_n и $\sigma_{оп}$ са съответно якостта на натиск и якостта на опън на плочата.

При приложението на ПКДЧ като конструктивни елементи в мебелите обикновено те са натоварени статично с външни сили (F_i). В резултат от тези натоварвания в тях възникват нормални (σ) и тангенциални (τ) напрежения и деформации. В случая може да се приложи енергетичната теория [14], изразяваща се с уравнението на потенциалната енергия на деформацията на едно еластично тяло, създадена от външни товари (U). За двумерно напрегнато състояние, т.е. при натоварване на елемента от ПКДЧ на огъване и срязване в посока перпендикулярна на плоскостта им, което е най-често срещаното при експлоатационни условия, за деформационния потенциал (U_E) е валидно уравнението:

$$U_E = \frac{1}{2EJ_y} \int_0^l M_y^2 dx + \frac{K}{2GS} \int_0^l F_z^2 dx, \quad (17)$$

където J_y и M_y са съответно инерционният и огъващият моменти;

F_z – напречната сила на срязване;

S – площта на напречното сечение;

K – коефициент, зависещ от геометричната характеристика на сечението (за правоъгълник $K = 1,2$).

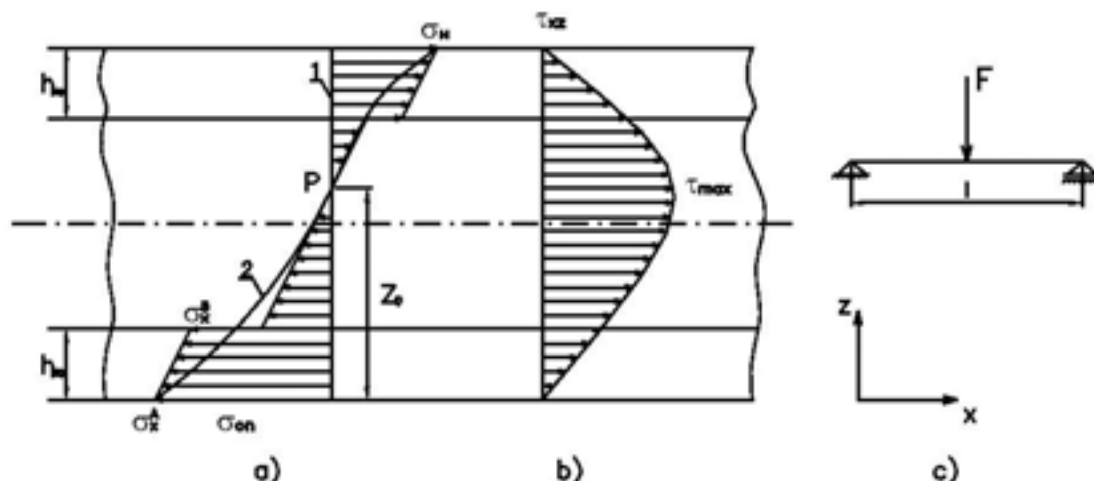
Следователно коравините при огъване (EJ_y) и срязване (GS) са важни характеристики на конструктивните елементи на ПКДЧ с оглед устойчивостта им на механични натоварвания.

На Фиг. 5 са представени примерни диаграми за разпределение на нормалните (σ_x) и тангенциалните напрежения (τ_{xz}) при огъване на напречно-то сечение на трислойна ПКДЧ [8].

Напреженията в най-отдалечените ръбове, съответно А за лицевите слоеве и Б за междинния слой, се изразяват с уравненията

$$\sigma_x^A = \frac{\sigma_x \cdot h_n \cdot E_{lc}}{h_n \cdot E_{lc} - 2h_{lc} (E_{lc} - E_{mc})}; \quad (18)$$

$$\sigma_x^B = \frac{\sigma_x \cdot h_n \cdot E_{mc}}{h_n \cdot E_{lc} - 2h_{lc} (E_{lc} - E_{mc})}. \quad (19)$$



Фигура 5. Диаграми за разпределение на нормалните (τ_x) и тангенциалните (τ_{xz}) напрежения на трислойна (1) и многослойна (2) плоча: а) нормални напрежения; б) тангенциални напрежения; в) схема на натоварването

От горните уравнения и зависимостта $E = f(\rho_n)$ следва:

$$\sigma_x^A / \sigma_x^B = E_{лс} / E_{мс} = f(\rho_{лс}) / f(\rho_{мс}) . \quad (20)$$

От това следва, че устойчивостта на елементите от ПКДЧ на външни натоварвания е в пряка зависимост от съответните плътности на слоевете.

За практиката представлява интерес кога настъпва опасно състояние на материала, т.е. кога в някоя негова площадка най-голямото по абсолютна стойност главно напрежение става равно или по-голямо от якостта на опън на материала $\sigma_{оп}^o$. В случая на специално огъване, съчетано със срязване, главните нормални напрежения в коя да е точка по оста Z са $\sigma_1 > \sigma_3 > 0$ и $\sigma_2 = 0$. При това

$$\sigma_{1,3} = \left(\frac{\sigma_x \pm 1}{2} \right) \sqrt{\sigma_x^2 \pm \tau_{xz}^2} \leq \sigma_{он}^o \quad (21)$$

Опасно състояние настъпва и тогава, когато екстремалното тангенциално напрежение на някоя площадка достигне или надмине по големина якостта на срязване на материала τ_o , т.е. $\max \tau \leq \tau_o$.

Според теорията на Мор

$$\max \tau = \frac{1}{2}(\sigma_1 - \sigma_3) < \frac{1}{2} \sigma_{он}^o .$$

При оразмеряването на конструктивните елементи от ПКДЧ обикновено се работи с допустимите напрежения $\sigma_{доп}$ и $\tau_{доп}$, които се определят от отношенията:

$$\sigma_{доп} = \sigma_{оп}^o / C_k \text{ и } \tau_{доп} = \tau_o / C_k = K_d \cdot \sigma_{доп},$$

където C_k е коефициент на сигурност (за трислойните ПКДЧ се приема $C_k = 3 \div 5$);

K_d – приведен коефициент (за трислойни ПКДЧ се приема $K_d \leq 0,5$).

Необходимо е да се отбележи, че Поташев и др. 1982, са установили, че стандартизираните изисквания към якостните показатели на плочите са значително по-ниски от реално постигнатите.

Основни изводи от структурното деформационно-якостно моделиране на ПКДЧ:

- В конструкциите на мебелите ПКДЧ обикновено се натоварват на огъване в посока перпендикулярна на плоскостта им, в резултат на което в тях възникват нормални и тангенциални напрежения и деформации.

- За структурното деформационно-якостно моделиране на ПКДЧ е приложена енергетичната теория, изразяваща се с уравнението на потенциалната енергия на деформацията на едно еластично тяло, създадена от външни сили (U_E), от което следва, че коравините при огъване (EJ_y) и срязване (GS) са много важни структурни характеристики на конструктивните елементи от композитни плочи.

- С помощта на уравненията за напреженията в най-отдалечените ръбове, съответно А за лицевите слоеве и Б за междинния слой, е доказано, че устойчивостта на елементите от композитни плочи на външни натоварвания е в пряка зависимост от съответните плътности на слоевете им.

- При натоварване на огъване на плочите осевата линия на напреженията се премества към натисковата зона.

- При оразмеряването на конструктивните елементи от ПКДЧ трябва да се работи с допустимите напрежения $\sigma_{доп}$ и $\tau_{доп}$, за пресмятането на които може да се приеме коефициент на сигурност $C_k = 3 \div 5$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведеното изследване в синтезиран вид представя основните категории структурни моде-

ли на плочести композити от дървесни частици за мебелостроенето, които са систематизирани в три категории – структурно-морфологически, структурно-физически и структурно деформационно-якостни.

Доказано е, че морфологично-физическите модели на напречното сечение на ПКДЧ може с успех да се използват за прогнозиране на качествените им показатели.

Препоръчва се широко използваният морфологичен модел на трислойна плоча да се формира от петслойна некалибрована плоча.

Установено е, че плътността на ПКДЧ е най-важният структурно-физически показател, характеризиращ свойствата им като конструктивни материали. Изведени са структурни модели за нормализираната и послойната плътност по напречното сечение на плочите. Изведени са функционални зависимости за връзката между плътността и качествените показатели на плочите. Съставени са деформационно-якостни модели за определяне устойчивостта на конструктивните елементи от ПКДЧ на външни натоварвания в зависимост от плътността им.

Разработените и систематизирани модели на ПКДЧ може с успех да се използват в практиката при изграждането на автоматизирани системи за технологичен и качествен контрол, а също за управление на качеството на готовата продукция.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

Бехта П. 1988. Теоретични аспекти на структурообразуването на плочите от дървесни частици. НТК „Пресови материали от дървесина”, ВЛТИ.

Йосифов Н. 1987. Влияние на технологичните фактори върху плътността на плочите от дървесни частици. НТК „Пресови материали от дървесина”, В. Търново.

Йосифов Н. 1988. Оптимизиране на технологичните фактори, оказващи влияние върху физико-механичните свойства на ПДЧ. НТК „Материали и технологии за мебели”, Ст. Загора.

Йосифов Н. 1984. Оптимизиране на плътността на плочите от дървесни частици. Балканска науч. конфер. „Проучване, опазване и използване на горските ресурси”, София.

Йосифов Н., Михов И. 1988. Уравнение на крива, характеризираща разпределението на плътността по напречното сечение на плочите от дървесни частици. Науч. тр. на ВЛТИ, сер. МТД, София.

Йосифов Н. 1986. Принос към метода за определяне на пористостта на плочите от дървесни частици. Науч. тр. на ВЛТИ, сер. МТД, София.

Йосифов Н., Козарев Н. 1989. Оптимизиране на състава и параметрите на структурообразуване

на плочите от дървесни частици. Науч. тр. на ВЛТИ, сер. МТД, София.

Йосифов Н. 1989. Теоретико-експериментални изследвания върху структурната характеристика и прогнозирането на качествените показатели на плочите от дървесни частици. Автореферат на докторска дисертация, ЛТУ – София.

Йосифов Н. 1981. Изследване върху зависимостта на модула на линейна деформация при огъване от плътността на различни видове промишлено произведени плочи от дървесни частици. Сб. 30 год. МТД, София.

Йосифов Н. 1990. Изследване върху максималната разлика в послойната плътност на плочите от дървесни частици. Науч. тр. на ВЛТИ, сер. МТД, София.

Колев Д., Йосифов Н. 1968. Една оптимална задача. Науч. тр. на ВЛТИ, сер. МТД, София.

Кючуков Г., Йосифов Н. 1966. Върху якостта на огъване и модула на еластичност при огъване на произвежданите у нас плочи от дървесни частици. Науч. тр. на ВЛТИ, сер. МТД, София.

Кючуков Г., Йосифов Н. 1967. Влияние на плътността върху якостта на опън успоредно на плоскостта на произвежданите у нас плочи от дървесни частици. Сп. Дървообработваща и мебелна промишленост, бр.5, София.

Поташев О. Е., Лапшин Ю. Г., Абельсов А. Ф. 1978. Дървесно стружечни плочи в конструкцията на мебели. Лесная промышленность, Москва.

Тошев Б. 1967. Теоретична механика. „Техника”, София.

Deppe H. J. 1984. Technologie der Spanplatten. Holz zentralblatt, Stuttgart.

Hänsel A., Niemz P. 1989. Struktur und Eigenschaften von Holz und Holzwerkstoffen. Technische Universität Dresden.

Hänsel A., Kühne G. 1988. Untersuchungen zur Mechanik der Spanplatten – Holzforsch. Holzverwert, Wien.

Keylwerth R. 1958. Zur Mechanik mehrschichtiger Spanplatten. Holz Roh-Werkstoff, Berlin.

Kollmann F. 1967. Verformung und Bruchgeschehen bei Holz als einem anisotropen, inhomogenen, porigen Festkörper. VDI – Forschungsheft, Düsseldorf.

Küne G., Niemz P. 1980. Untersuchungen zur Struktur von Spanplatten. Holztechnologie, № 3, Leipzig.

Maloney T. M. 1977. Modern particle board and dry processing fiberboard manufacturing. California, MF Publ., USA.

Plath E. 1971. Beitrag zur Mechanik der Spanplatten. Holz Roh-Werkstoff, Berlin.

Rackwitz G. 1963. Einfluß der Spanabmessungen auf die Eigenschaften von Spanplatten. Holz Roh-

Werkstoff, Berlin.

Simpson W.T. 1977. Model for tensile strength of oriented flakeboard. Wood Sci. Technol., Berlin.

Stofko J. 1960. Zavislost mechanickych vlastnosti drevotrieskovej hmoti od geometrickych rozmerov triesky. Drevarsky Vyskum, Bratislava.

STRUCTURAL MODELS OF WOOD PARTICLE BASED COMPOSITES

Nikolay Yosifov¹, Stefan Delin²

**¹University of Forestry - Sofia,
e-mail: nikyosif@mail.bg**

²L.A. – USA, e-mail: deltica@aol.com

SUMMARY

Wood particle based composites are classified as structural anisotropic dispersive capillary-porous materials composed of adhesively bonded wood particles of various sizes. They are technologically-made multi-layered composites; the geometric characteristic of the wood particles has shown that the three-layered composites with surface layers of fine wood particles and a core layer of coarser particles have the widest application.

The structural models of wood particle based composites were developed on the grounds of theoretical and experimental studies grouped in three areas: morphological properties, physical characteristics and deformation and strength characteristics.

The study has proved that the morphological criteria: slenderness ratio of wood particles, layers' thickness ratio, degree of contact between particles with the glue, thickness of surface layers and relative porosity are of significant importance for the physical and mechanical characteristics of the composites.

A structural and physical model was developed taking into account the normalized density and related indicators: cross section density distribution, allowable maximum difference between the surface layers and the core layer. This model can be useful for characterizing the physical and mechanical properties of the composites, and it can also successfully be used in automated systems for production and quality control.

The developed structural deformation and strength model is based on several simplified physical concepts about the nature of distribution of stresses and deformations according to the theory of elasticity.

Key words: wood particle based composites, model, adhesion, glue layer, density

ОПТИМИЗИРАНЕ СЪСТАВА НА ЕДНОСЛОЙНИ ПЛОЧИ ОТ ДЪРВЕСНИ ЧАСТИЦИ

Юлия Михайлова¹, Годор Годоров², Таня Йорданова³

Лесотехнически университет – София

¹e-mail: jmihajlova@yahoo.com, ²e-mail: head_mtd@abv.bg, ³e-mail: tania_haze@yahoo.com

РЕЗЮМЕ

Поради нарастващата конкуренция в промишлеността, все повече производители на дървесни плочи се концентрират върху намаляване на производствените разходи доколкото е възможно. В производството на плочи от дървесни частици един възможен начин за постигане на тази цел е чрез използването на дървесни отпадъци като суровина за плочите. При това, намаляването на производствените разходи не бива да води до понижаване на качеството на произвежданата продукция.

Проведено е изследване, при което в състава на еднослойни плочи от дървесни частици е включена отпадъчна суровина с цел понижаване на производствените разходи. Получени са плочи с участието на дървесни стърготини и талаш и са определени следните свойства на плочите: якост на огъване, якост на напречен опън и водопоглещане. За оптимизиране състава на плочите е използван метода на симплексните решеткови плановете на Шеффе и са построени диаграми състав – свойство.

Въз основа на резултатите от проведения планиран експеримент са обобщени изводи относно възможността в състава на плочите от дървесни частици да се включи отпадъчна суровина (дървесни стърготини и талаш) при запазване на тяхното качество.

Ключови думи: оптимизиране, плочи от дървесни частици, дървесни стърготини, талаш.

УВОД

Дървесината намира широко приложение, както в много стопански отрасли, така и в човешкия бит. Приложението ѝ се разраства с бързи темпове, докато ресурсите остават ограничени. В последните години съществува стремеж добивът от горите да се ограничи до годишния прираст на дървесина. По този начин трудно ще се покриват потребностите от едроразмерна дървесина. Това е наложило наред с мероприятията за увеличаване на горските площи и продуктивността на горите,

да се търсят методи за най-ефективно използване на дървесната суровина. Те са свързани най-вече с повишаване на рандиманите при преработването на дървесината и с рационалното оползотворяване на дървесните отпадъци. Производството на плочи от дървесни частици (ПДЧ) е един от най-рационалните методи за оползотворяване на дървесните отпадъци. При това производство се използва пълноценно като суровина както нискокачествената, малощенна и маломерна дървесина от дърводобива, така и отпадъчните стърготини, изрезки и други от дървообработването.

От дървообработващата промишленост в България годишно се получават около 700 хил.м³ дървесни отпадъци, от които засега за производството на плочи от дървесни частици се използват около 150 хил.м³ и за други промишлени цели още 300 хил.м³. Останалото количество дървесни отпадъци все още не се използва рационално. Това налага разработването на технологични решения за по-пълното им и комплексно оползотворяване.

Цел на настоящата работа е да се оптимизира състава на плочи от дървесни частици, в които като суровина се включат дървесни стърготини и талаш при запазване на тяхното качество.

Оползотворяване на дървесни отпадъци от дървообработващата промишленост в Република България (годишно 700 хил.куб.метра)



Фиг. 1. Разпределение на дървесните отпадъци

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ МЕТОДИ

За оптимизиране на състава им са произведени еднослойни плочи от дървесни частици, в състава на които са включени три вида частици: промишлено добити дървесни частици, използвани за междинен слой в производството на „Габровница“

АД - Горно Съхране (33% твърди широколистни видове и 67% иглолистна суровина); топоволи дървесни стърготини, получени при разкрояването на циркуляр „FERRARI”- СЕ6 в „Лесопласт” АД – гр. Троян; иглолистен талаш от машините в Учебно-производствения център по дървообработване и производство на мебели към ЛТУ.

В лабораторни условия е направена технологична характеристика на трите вида частици. Насипната маса, определена при влажност $W=7,18\%$, за дървесните частици е $M_n=116,18 \text{ kg/m}^3$. За дървесните стърготини насипната маса е $M_n=100,20 \text{ kg/m}^3$ при $W=8,16\%$, а насипната маса за иглолистния талаш е $M_n=29.4 \text{ kg/m}^3$ при $W=6,5 \%$. Фракционният състав на частиците, определен с помощта на ситов анализатор с представен в табл.1,2 и 3.

Таблица 1

Фракционен състав на промишлено добити дървесни частици при влажност 7,18%

Фракция, [mm]	над 2/2	2/1	1/0.5	0.5/0.2	0.2/0.1	0.1/0
Процентно участие на фракцията, [%]	40.26	43.85	11.20	2.67	1.28	0.27

Таблица 2

Фракционен състав на топоволи дървесни стърготини при влажност 8,16%

Фракция, [mm]	над 1/1	1/0.5	0.5/0.35	0.35/0.2	0.2/0.1	0.1/0
Процентно участие на фракцията, [%]	36.83	32.34	14.69	8.81	4.05	2.02

Таблица 3

Фракционен състав на иглолистен талаш при влажност 6,5%

Фракция, [mm]	над 8/8	8/4	4/2	2/1	1/0.5	0.5/0
Процентно участие на фракцията, [%]	26.00	38.16	19.74	11.24	3.10	1.76

В Пресовата лаборатория на катедра МТД при Лесотехнически университет са произведени 10 еднослойни плочи с участието на промишлено добити дървесни частици, топоволи дървесни стърготини и иглолистен талаш. Плътност на готовите плочи – 700 kg/m^3 , размери – $500 \times 500 \times 16 \text{ mm}$. За

свързващото вещество е използвана КФС, влажност на готовите плочи $W_n=8\%$, процентно участие на свързващото вещество – 10% при концентрация $K_1=65\%$ и концентрация на работния лепилен разтвор $K_2=50\%$ и коефициент, отчитащ загубите $K_3=1,1$. За оптимизиране на състава на плочите са използвани симплексни решеткови планове на Шефе. Построена е матрица за провеждане на лабораторните експерименти, като в нея е посочено количеството на суровина за всяка една от десетте плочи (таб. 4).

Таблица 4

Матрица за провеждане на лабораторните експерименти

N	X1	X2	X3	Дървесни частици, [kg]	Дървесни стърготини, [kg]	Талаш, [kg]
1.	1	0	0	2.8	-	-
2.	0	1	0	-	2.8	-
3.	0	0	1	-	-	2.8
4.	0.5	0.5	0	1.4	1.4	-
5.	0.5	0	0.5	1.4	-	1.4
6.	0	0.5	0.5	-	1.4	1.4
7.	0.333	0.333	0.333	0.93	0.93	0.93
8.	0.25	0.5	0.5	0.7	1.4	0.7
9.	0.5	0.25	0.5	1.4	0.7	0.7
10.	0.25	0.25	0.5	0.7	0.7	1.4

X₁ – промишлено добити дървесни частици, X₂ – топоволи дървесни стърготини, X₃ – иглолистен талаш

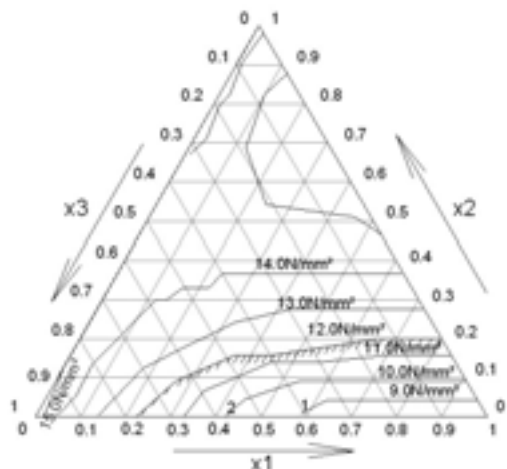
Пресуването на лабораторните плочи е извършено в еднотезна хидравлична преса при следния режим на пресуване: температура на плотовете $t=170^\circ\text{C}$; максимално специфично налягане $P=2,2 \text{ MPa}$ и продължителност - $T=660 \text{ s}$.

След аклиматизиране в продължение на 24 часа, лабораторните плочи са нарязани на пробни тела съгл. БДС EN 325 и БДС EN 326-1 за изпитване на механичните свойства якост на огъване (съгл. БДС EN 310), якост на напречен опън, перпендикулярно на равнината на плочите (съгл. БДС EN 319) и водопоглъщане.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

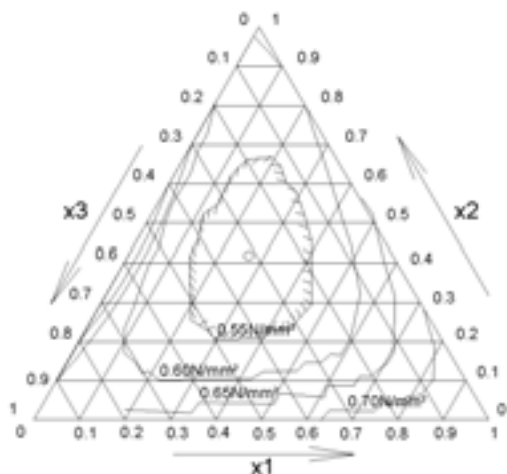
За оптимизиране на състава на еднослойните плочи са построени диаграми „Състав-свойство” за якост на статично огъване (фиг.2), якост на напречен опън, перпендикулярно на равнината на плочите (якост на разлепване) (фиг.3) и водопоглъщане. Въпреки че водопоглъщането не е стандартизиран показател, то е ограничено до 90% . Граничната линия на диаграмите е построена с цел постигане на изискванията на БДС EN 312 за съответните свойства – якост на статично огъване и

якост на напречен опън, перпендикулярно на равнината на плочите След като е определена оптималната област за всяка една диаграма, въз основа на получените данни, е построена диаграмата „Състав-свойство” за оптимизиране на състава на еднослойните плочи при цел на оптимизацията - да се намали участието на промишлено добитите дървесни частици за сметка на оползотворяване на дървесни стърготини и талаш при удовлетворяване на изискванията на стандарта за изследваните свойства, т. е. при запазване на качеството на плочите. (фиг.4).



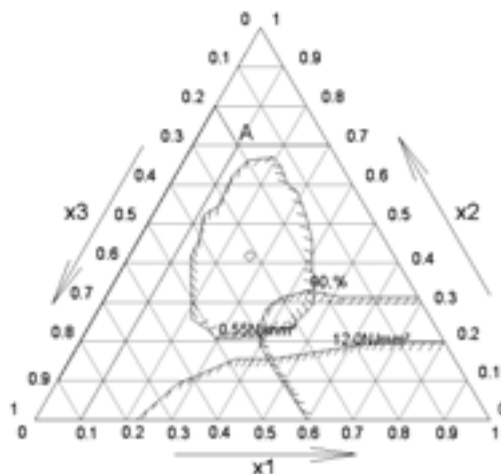
Фиг. 2. Състав-свойство за якост на статично огъване

Както се вижда от фиг. 2 граничната линия за якост на статично огъване разделя диаграмата състав-свойство на две области. На дясно от нея са смесите, които няма да отговарят на условието - минимално количество на промишлено добити дървесни частици в състава на плочите при удовлетворяване на изискванията на БДС EN 312 за якост на статично огъване.



Фиг. 3. Състав-свойство за якост на напречен опън, перпендикулярно на равнината на плочите

От фиг. 3 става ясно, че съставите на плочите с различно участие на дървесни стърготини и талаш, които не покриват изискванията на БДС EN 312 по отношение на изискванията за якост на напречен опън, перпендикулярно на равнината на плочите, попадат в областта в центъра на диаграмата.



Фиг. 4. Състав-свойство за оптимизиране на еднослойни плочи

На фиг. 4 е представена диаграмата „Състав-свойство”, построена за оптимизиране на състава на плочите с различно участие на дървесни стърготини и талаш и при едновременно удовлетворяване на изискванията на БДС EN 312 за изследваните свойства - якост на статично огъване, якост на напречен опън, перпендикулярно на равнината на плочите (якост на разлепване) и водопоглъщане.. На представената на фиг. 4 диаграма ясно се очертава област, в която съставите с различно участие на дървесни частици, дървесни стърготини и талаш, попадащи в нея, ще удовлетворяват изискванията на БДС EN 312 и изискването за водопоглъщане (до 90 %). Тази област е наляво от заштрихованата.

Тъй като изследваните компоненти на сместа са взаимнозависими, то промяната на количеството на който и да е от тях, води до промяна на останалите два. Целта на оптимизацията е да се получи смес с минимално количество на промишлено дибити дървесни частици, като се увеличи използването на отпадъчна дървесина, в случая дървесни стърготини и талаш. Пример за смес изпълняваща това условие е точка А (фиг. 4). Изборът на смес от оптимизираната област зависи от съвършенството на машините и технологиите на сегашният етап на развитие на производството на плочи от дървесни частици.

ИЗВОДИ

Въз основа на резултатите от проведеното изследване и направения кратък анализ на получе-

ните данни може да бъдат направени следните изводи:

1. Над 1/3 от получаваните в България дървесни отпадъци все още не са намерили своето ефективно оползотворяване;

2. Чрез провеждането на лабораторни експерименти и оптимизиране на съставите е напълно възможно получаването на качествени ПДЧ, покриващи изискванията на БДС EN 312, в състава на които са включени различни видове дървесни отпадъци;

3. Необходимо е изследванията в тази насока да продължат в практически условия с цел попълно оползотворяване на дефицитната дървесна суровина в България.

ЛИТЕРАТУРА

Цочев В., Дангалиев Д., Козарев Н., Манолов., 1994 г. Ръководство по методи за експериментални изследвания и оптимизация. Мартилен, София

Статистически справочник Р. България. (2009). Издание на НСИ. С.

БДС EN 310 Плочи дървесни. Определяне модула на еластичност при огъване и якостта на огъване;

БДС EN 312 Плочи от дървесни частици. Изисквания;

БДС EN 319 Плочи от дървесни частици и от дървесни влакна. Определяне якост на опън перпендикулярно на равнината на плочата;

БДС EN 325 Плочи дървесни. Определяне на размерите на пробните тела;

БДС EN 326-1 Плочи дървесни. Вземане на извадка за изпитване, изрязване и контрол. Част 1: Вземане на извадка за изпитване, изрязване на пробни тела и изрязване на резултатите от изпитването.

OPTIMIZATION OF STRUCTURE FOR ONE-LAYERED PARTICLE BOARDS

**Julia Mihajlova¹, Todor Todorov²,
Tanya Yordanova³**

University of Forestry - Sofia,

¹**e-mail: jmihajlova@yahoo.com,**

²**e-mail: head_mtd@abv.bg,**

³**e-mail: tania_haze@yahoo.com**

SUMMARY

Due to increasing competition in the industry, more wood panels manufacturers focus on reducing production costs as much as possible. In the manufacture of particleboard one possible way to achieve this is by using wood waste as raw material for the panels. Moreover, the reduction of production costs should not cause to lower quality of production.

A survey was conducted as in composition of the single layer particleboard is included waste material to reduce production costs. There are obtained boards with participation of sawdust and shavings and there are determinate the following properties of boards: bending strength, tensile strength and water absorption. To optimize the composition of the boards is used method of simplex grids Sheffe plans and there are build charts composition-property.

Based on the results of the planned experiment are summarized conclusions about the possibility in the composition of board to include waste raw (wood shavings and sawdust), with keeping their quality.

Key words: optimisation, particleboards, wood shavings, sawdust.

ОПТИМИЗИРАНЕ НА РЕЖИМИТЕ ПО ПРОПАРВАНЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВОТО НА ПДВ

Виктор Савов

Лесотехнически университет – София, victor_savov@abv.bg

РЕЗЮМЕ

Якостта при огъване е основен показател на ПДВ, който при зададени гранични стойности на плътността и набъбването по дебелина, определя типа ПДВ по отношение на тяхното предназначение и условия на натоварване при експлоатация.

В настоящият доклад е представено оптимизиране на работата на технологичния обект пропарване при производство на ПДВ, с оглед получаване на максимални стойности на якостта при огъване. За целта са използвани предварително изведени регресионни модели отразяващи влиянието на режима по пропарване върху експлоатационните показатели на ПДВ. Дадена е методиката при прилагане на модифициран комплекс метод с ограничения. Разгледани са измененията в стойностите на целевата функция при съчетания на нивата на факторите при пропарване. Извършен е анализ на резултатите, като са изведени съответни изводи.

Ключови думи: ПДВ, пропарване, оптимизиране.

УВОД

Производството на ПДВ се разделя на две основни фази. Първата фаза е добиването на дървесновлакната маса, а втората е същинският процес по производство на плочи. Това дава основание на голям брой автори (Metso paper 2006; Woodston, E.G., Suchsland, O. 1991; Widston, P. 2002), при анализа на производството на ПДВ, да обособят два основни производствени потока. Първият поток е производството на дървесновлакната маса, който се явява входящ за същинското производство на плочи – втори поток.

Качеството на процеса по развлакняване е с решаваща роля за първата фаза на процеса по производство на ПДВ (производство на дървесновлакната маса) и предопределя икономическата ефективност и крайното качество на готовата продукция (Metso paper 2006). Това налага топлинното обработване на технологичните трески, от дадени дървесни видове, да се извършва по оптимални режими, които да позволяват производството на ПДВ с максимално високи експлоатационни

показатели, при минимално възможните продължителност на пропарване и разход на енергия. Такива режими могат да се разработят единствено експериментално, чрез провеждане на многофакторни експерименти и решаване на оптимизационни задачи.

С повишаване на якостта при огъване, за зададени гранични стойности на плътността и набъбването по дебелина, ПДВ преминават в по-горен клас по отношение на гореспоменатите критерии, а от тук се повишава и стойността на произвежданата продукция.

Това налага оптимизация на режимите на пропарване при производство на ПДВ, с оглед постигане на максимално възможната якост при огъване, при зададени ограничения на плътността и набъбването по дебелина.

СЪСТОЯНИЕ НА ПРОБЛЕМА

Определението, класификацията и означението на ПДВ според условията и изискванията на БДС се регламентирани посредством БДС EN 316:2002 „Плочи от дървесни влакна. Определение, класификация и означения”. В зависимост от метода на производство плочите от дървесни влакна се подразделят, както следва: 1) плочи от дървесни влакна, произведени по мокър метод; 2) плочи от дървесни влакна, произведени по сух метод.

ПДВ трябва да отговарят на изискванията на БДС EN 622:2004 „Плочи от дървесни влакна. Изисквания”. Общите изисквания към ПДВ се регламентират посредством БДС EN 622-1:2004 „Плочи от дървесни влакна; Изисквания; Част 1: Общи изисквания”. Специфичните изисквания към твърди ПДВ се регламентират посредством БДС EN 622-2:2004 „Плочи от дървесни влакна изисквания; Част 2: Изисквания към твърди плочи”.

С оглед стандартизационните изисквания към ПДВ, се налага изводът, че като основни експлоатационни показатели, на които трябва да отговарят ПДВ, следва да се приемат: набъбване по дебелина и якост при огъване. Както и основният характеризиращ показател за типа плочи, а именно плътност. Изпитванията на показателите на ПДВ се извършват и се отнасят за строго определено съдържание на вода.

При специфични употреби на твърдите ПДВ се налага определяне и на якостта на опън перпендикулярно на равнината на плочата, както и модула на еластичност. Тези показатели не могат еднозначно да се приемат като основни показатели, характеризиращи експлоатационните свойства на ПДВ, поради което няма да бъдат обект на изследване в настоящата работа.

При твърдите ПДВ, с плътност по-голяма или равна на 900 kg.m^{-3} , стойностите на останалите експлоатационни показатели, в зависимост от предназначението и сферата на употреба на плочите, варират както следва: набъбване по дебелина от 8 до 35 %; якост при огъване от 25 до 40 N.mm^{-2} . В настоящата работа не се представени изискванията за полутвърди ПДВ, тъй като характеризиращите ги показатели са идентични, като се различават единствено по допустимите стойности на тези показатели.

На база извършен обзор и теоретичен анализ относно влиянието на режимите на пропарване върху експлоатационните показатели на ПДВ са определени следните променливи фактори: налягане на парата – X_1 , свързано с температурата ѝ, и продължителност на процеса на пропарване – X_2 (Савов, В 2010)

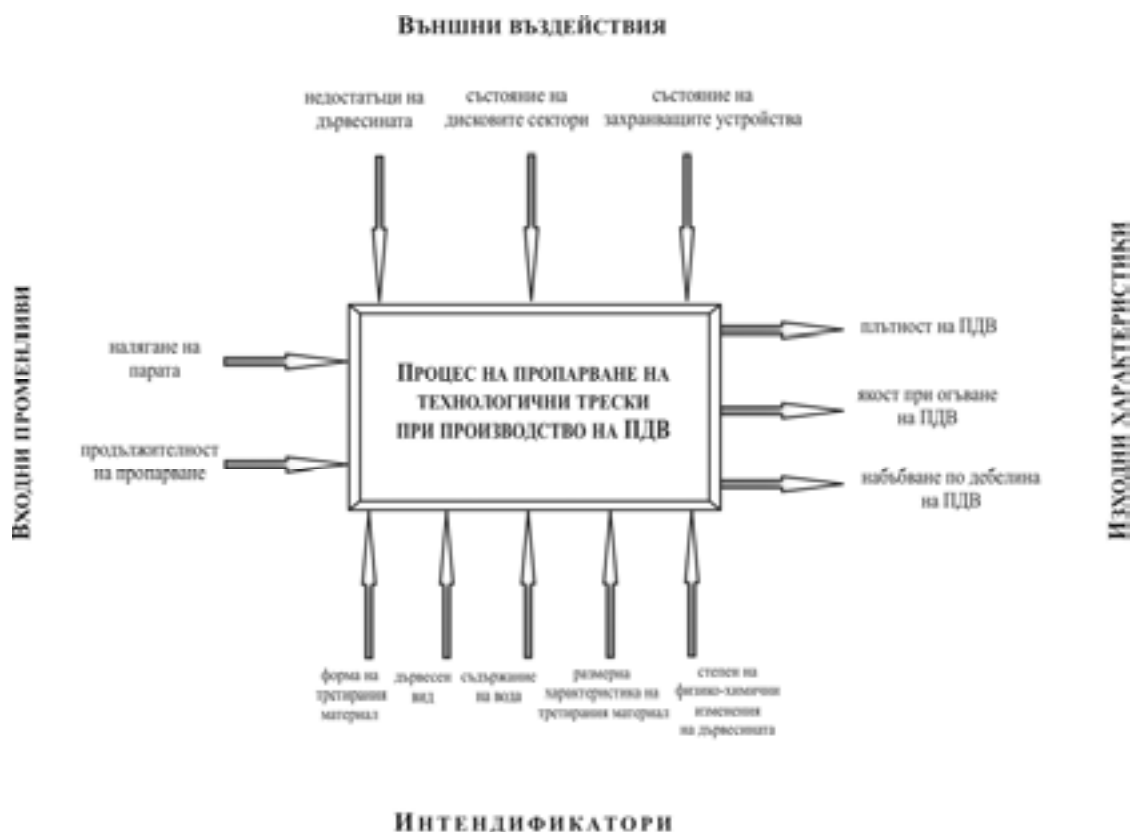
Съществуват и други фактори, като дървесен вид, съдържание на вода на технологичните трески, качество на челните повърхнини, фракционен състав, вид и разстояние между дисковите сектори, честота на въртене на секторите и др. Тези па-

раметри не са обект на изследване и се приемат за постоянни. Те са идентификатори на разглеждания технологичен обект.

Идентификаторите Z_1, Z_2, \dots, Z_k на процеса са качествените признаци, определящи предметната разновидност на обекта. При процес на пропарване на технологични трески, които се явява обект на изследването, съвкупността от идентификатори определя изследвания процес на пропарване спрямо множеството от всички пропарвания на дървесината, зададен от общоприета класификация. Освен по-горе изброените величини, като идентификатори следва да се приемат: формата на материала, размерната характеристика на материала и желаната степен на протичане на физико-химичните промени в дървесината.

При работата на всеки технологичен обект съществуват въздействията W_1, W_2, \dots, W_l , които не се изменят контролируемо. Това са външни въздействия или случайни смущения. В резултат на действието на случайните смущения при едни и същи стойности на факторите могат да се получат различни стойности на изходните величини. В дадения случай основните смущения са наличие на недостатъци в третирувания материал, състояние на дисковите сектори, състояние на захранващите устройства и др.

На тази база се предлага модел на пропарване на технологични трески при производството на ПДВ, представен на фиг. 1.



Фиг. 1. Модел на процеса на пропарване на технологични трески, в качеството си на обект на научно изследване

В България е проведено изследване за установяване на влиянието на режимите на пропарване при развлекняване върху експлоатационните показатели на ПДВ (Савов, В ДПМ, 2010). Не са изследвани възможностите за оптимизиране на процеса по термично третиране на суровината при производство на ПДВ.

Поради, което целта на настоящата работа е да се проведе оптимизиране на процеса по термично третиране на суровината при производство на ПДВ.

МЕТОД НА РАБОТА

С оглед стандартизационните изисквания, спрямо експлоатационните показатели на ПДВ, и целта на настоящата работа са приети следните ограничения: плътност на ПДВ по-голяма или равна на 900 kg.m^{-3} и по-малка или равна на 950 kg.m^{-3} ; набъбване по дебелина на ПДВ по-малко или равно на 30%.

Комплекс-метод, без ограничения, се прилага успешно за задачи с ограничения от типа на неравенство. Идеята на Бокс (Biles, W.E. 1978) е използвана за създаване на алгоритъм, който не ползва центъра на тежестта на комплекса и показва голяма универсалност и приложимост.

Предимствата на комплекс-метода са следните:

1) Комплекс-метода има универсално приложение и може да се прилага за търсене на екстремум на функции и без областни ограничения, но с ограничения на управляващите параметри;

2) Множествения комплекс-метод, т.е. многократно генериране на комплекс със запазване на най-добрия резултат от предишния за точка на новия, дава възможност да се търси глобален екстремум;

3) Неучастието на центъра на тежестта на комплекса, в процедурата на търсене, позволява сходимост на метода и при несвързани и неизпъкнати области;

4) Предходното предимство позволява методът да се използва и в алгоритъма на предшествашите се ограничения за търсене на глобален екстремум;

5) Алгоритъмът на комплекс-метода дава възможност да се решават задачи с функционални и областни ограничения. За целта, функционалните ограничения се заменят с областни, което им дава подходящ допуск. След намиране на решението, с първо приближение, допускът може да се намали и да се повтори търсенето.

Пред вид на това и представените предимства на комплекс-метода за оптимизация той е използван за решаване на задачите на настоящето изследване.

Предлага се блокова схема на алгоритъма на мултикомплекс-метода за оптимизиране на режи-

мите на пропарване при производство на ПДВ с функционални ограничения, която е показана на фиг.2 (по Biles, W.E. 1978).

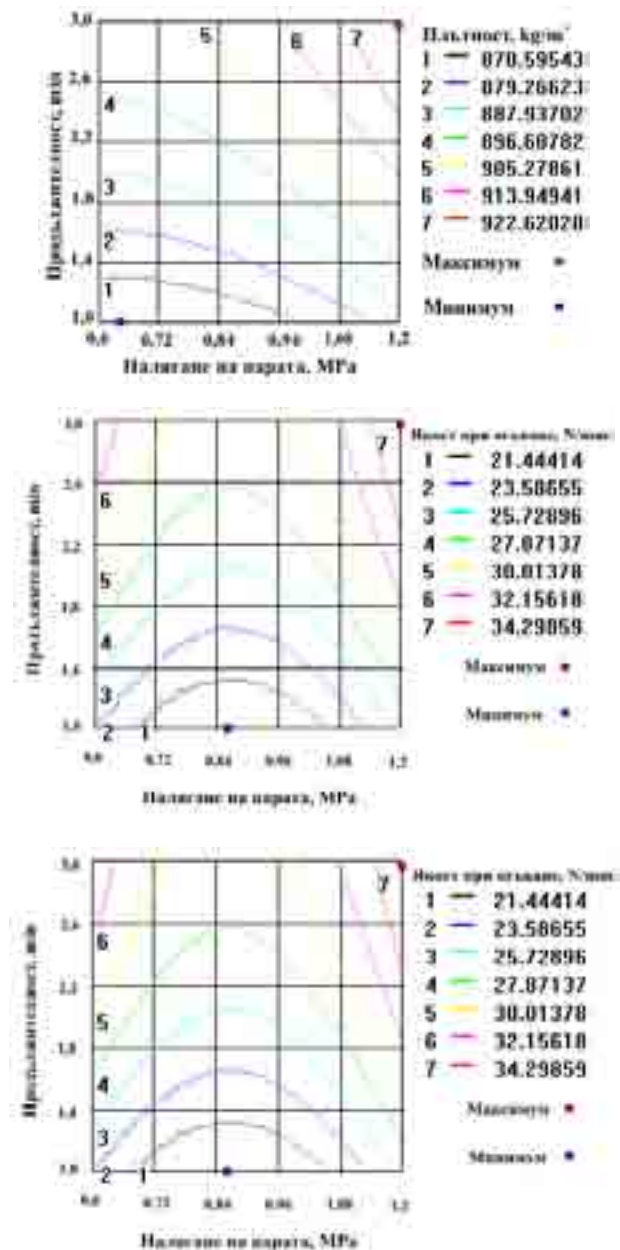


Фиг. 2. Блокова схема на алгоритъма на комплекс-метод за оптимизиране на режимите на пропарване при производство на ПДВ (по Biles, W.E. 1978)

РЕЗУЛТАТИ И АНАЛИЗ

За да се осъществи оптимизиране на работата на технологичния обект, пропарване при производство на ПДВ, следва да се разгледа изменение на целевите функции, при съчетание на нивата на факторите.

На фиг.3 е представено изменението на плътността, якостта при огъване и набъбването по дебелина на ПДВ във функционална зависимост от факторите „налягане на парата” и „продължителност на третиране”. Стойностите на факторите са дадени в явен вид.



Фигура 3: Изменение на плътността, якостта при огъване и набъбването по дебелина на ПДВ във функционална зависимост от факторите при пропарване

От фиг.3 се вижда, че за постигане на дадено ниво на плътност, якостта при огъване и набъбването по дебелина на ПДВ, при намаляване на продължителността на пропарване следва да се повиши налягането на парата. В сила е и обратната зависимост, ако целим понижаване на налягането, респективно температурата на парата, следва да се повиши продължителността на третиране за получаване на дадена стойност на изследваните показатели. Последното твърдение е в сила за налягане на парата превишаващо 0,8 МРа. След тази граница се наблюдава рязко понижаване на необходимата продължителност на третиране за поддържане на постоянни нива на експлоатационните показатели.

Така например за да се постигне плътност на ПДВ от 905 kg.m^{-3} , при минимална стойност на продължителността на третиране от 1,65 min, парата следва да е с налягане от 1,2 МРа. За постигане на същото ниво на плътността при минимално значение на налягането на парата от 0,8 МРа, продължителността на пропарване следва да е 3 min. При набъбването по дебелина за да постигане стойност от 26,6% при налягане на парата от 0,6 МРа, ще са необходими 2,5 min продължителност на третиране, а при налягане на парата от 1,2 МРа, само 1,8 min.

За да се оптимизира процесът по пропарване при производство на ПДВ, следва да се изследва максимума на показателя якост при огъване, при гранични стойности за плътността и набъбването по дебелина на плочите.

За целите на настоящата работа ще се търси максимум на показателя якост при огъване при ограничение на плътността на ПДВ в диапазона от 900 до 950 kg.m^{-3} и максимално допустима стойност на набъбването по дебелина на ПДВ от 30%.

За намиране на оптималното решение за режимите на пропарване се прилага модифициран комплекс метод с функционални ограничения. За неговото прилагане се приема целевата функция да бъде експериментално-статистическия модел на якостта при огъване на ПДВ. В качеството на тази функция се определя да се провеждат сканирания за установяване на максимални стойности. В качеството на функционални ограничения се приемат моделите за плътност и набъбване по дебелина на ПДВ. Технологичните фактори се изменят от +1 до -1 (областни ограничения).

По този начин формулираната оптимизационна задача добива вида:

$$Q(f_m) = 26,093 + 1,869X_1 + 4,546X_2 + 5,086X_1^2 - 1,533X_2^2 \rightarrow \max;$$

$$900 \leq \Psi(\rho) = 891,431 + 13,209X_1 + 21,443X_2 + 8,573X_1^2 - 4,591X_2^2 \leq 950 \text{ kg.m}^{-3}$$

$$\Psi(G) = 29,726 - 1,406X_1 - 2,270X_2 - 2,465X_1^2 - 0,758X_2^2 \leq 30 \%;$$

$$-1 \leq X_1 \leq +1; -1 \leq X_2 \leq +1.$$

Изчисленията са осъществени посредством специализиран софтуер на лабораторията по „Моделиране и оптимизация” към катедра МТД на ЛТУ-София. Стойностите на факторите са изслед-

вани с точност 0,0001.

Решаването на оптимизационната задача за технологичният обект пропарване при производство на ПДВ, в областта на изменение на значенията на факторите, показва екстремум на показателя якост при огъване на ПДВ от $36,441 \text{ N.mm}^{-2}$, при кодирани стойности на факторите, съответно за налягане на парата „+1” и за фактора продължителност на пропарване от „+1”. Стойностите на граничните ограничения в тази точка от факториалното пространство са както следва за плътността на ПДВ – $931,291 \text{ kg.m}^{-3}$ и за набъбването по дебелина на ПДВ – 23,776 %.

Следователно ПДВ произведени при налягане на парата от 1,2 МРа и продължителност на пропарване от 3 min, отговарят на изискванията за твърди ПДВ предназначени за носещи конструкции и експлоатация във влажна среда.

ИЗВОДИ

В резултат на проведеното изследване се извеждат следните по-важни изводи:

1) Комплекс метода с ограничения е приложим за оптимизиране на режимите по пропарване при производството на ПДВ;

2) За постигане на дадено ниво на плътност, якостта при огъване и набъбването по дебелина на ПДВ, при намаляване на продължителността на пропарване следва да се повиши налягането на парата;

3) При понижаване на налягането, респективно температурата на парата, следва да се повиши продължителността на третиране за получаване на дадена стойност на експлоатационните показатели на ПДВ;

4) Екстремум на показателя якост при огъване на ПДВ от $36,441 \text{ N.mm}^{-2}$, се наблюдава при стойности на факторите, съответно за налягане на парата 1,2 МРа и за фактора продължителност на пропарване от 3 min;

5) Стойностите на граничните ограничения в точката от факториалното пространство определена при налягане на парата от 1,2 МРа и продължителност на третиране от 3 min са както следва: за плътността на ПДВ – $931,291 \text{ kg.m}^{-3}$ и за набъбването по дебелина на ПДВ – 23,776 %;

6) ПДВ произведени при налягане на парата от 1,2 МРа и продължителност на пропарване от 3 min, отговарят на изискванията за твърди ПДВ предназначени за носещи конструкции и експлоатация във влажна среда.

ЛИТЕРАТУРА

Савов, В. Изследване на влиянието на режимите на пропарване върху експлоатационните показатели на плочи от дървесни влакна. Автореферат на дисертационен труд за присъждане на образователна и научна степен „доктор, стр 40. ИК при ЛТУ, С.2010.

Савов, В. Изследване на влиянието на режимите на пропарване върху експлоатационните по-

казатели на плочи от дървесни влакна. Сп. Дървообработване и производство на мебели, кн.1 стр.35-41, С. 2010. ISSN 1311-4972.

Цолов, В. Изследване влиянието на някои фактори при пресуването върху качеството на плочите от дървесни влакна, произведени по мокър метод. Автореферат на дисертационна работа за присъждане на научна степен к.т.н, С., 1981.

Цолов, В. Подобрена технология за производство на висококачествени плочи от дървесни влакна при разширена суровинна база. Хабилизационен труд, стр. 264, ЛТУ, С.2005.

БДС EN 316:2002. Плочи от дървесни влакна. Определение, класификация и означения

БДС EN 622:2004. Плочи от дървесни влакна. Изисквания.

Biles, W.E. Optimization of multiple response simulation models. University of Notre Dame, Final Report, ONR-Construct N0014-76-c-1021, Oct.31.1978

Cost saving in fiberboards production: P-Series of Defibrator system produces customized fiber. Panelboard Highlights, p.23 – 27. Metso paper, 2006.

Woodston, E.G., Suchsland, O. Fiberboard Manufacturing Practices in the United States. United States Department of Agriculture, Forest Service. Agricultural Handbook № 640. USA, Louisiana, 1991

Widsten, P. Oxidative activation of wood fibers for the manufacture of medium-density fiberboards. Helsinki University of Technology, Reports, Series A 15, Espoo 2002.

OPTIMIZATION OF PRE-HEATING RATES AT FIBERBOARDS MANUFACTURING

Viktor Savov

University of Forestry - Sofia,

victor_savov@abv.bg

SUMMARY

Bending strength is main property of fiberboards which at given limitations for density and swelling in thickness determinate type of boards in accordance of usage and load conditions.

In the present paper is presented optimization of technological object pre-heating at fiberboards manufacturing in order to be obtained maximal values of bending strength. For that purpose are used preliminary deduced regression models for influence of pre-heating rates on main fiberboards properties. It is given algorithm of modify complex method with limitations. Alternations of target function values at different combinations of factors levels at pre-heating process are scrutinized. It is conducted analyze of the results and proper conclusions are made

Key words: fiberboards, pre-heating, optimization.

ВЛИЯНИЕ НА ЛАКОВОТО ПОКРИТИЕ ВЪРХУ АКУСТИЧНИТЕ СВОЙСТВА НА ДЪРВЕСИНАТА

Николай Бърдаров, Нено Тричков, Адриана Сиракова
Лесотехнически университет - София

РЕЗЮМЕ

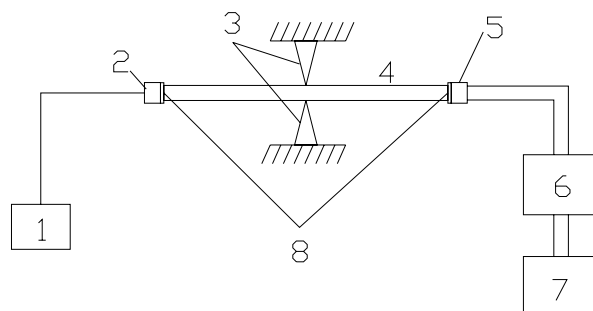
Едни от уникалните свойства на дървесината са акустичните. Те зависят от строежа на дървесината – широчина на годишните пръстени, процентното участие на ранна и късна дървесина; от плътността и т.н. Тези свойства са важен критерий за изработката на музикални инструменти. След лакиране те силно се променят.

Работата разглежда влиянието на формата и броя лакирания на пробните тела върху акустичните им свойства. Представени са стойности за свойствата на нелакирани стандартни пробни тела, и промяната им след четири поредни лакирания. Проследено е влиянието на формата на напречното сечение, след всеки цикъл на изследване.

УВОД

Акустичните свойства на дървесината се характеризират с еластичната реакция при някакво вълново въздействие. Уникалността на дървесината се състои в това, че едновременно има високи еластични свойства и високо завихване. Има два основни метода за изследване на акустичните свойства: резонансен и ултра звуков.

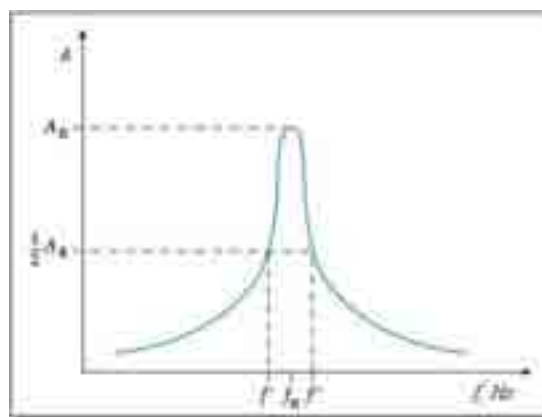
При резонансния метод могат да се изследват образци с големи размери, т.е. близки до реално използваните при производството на музикални инструменти. Дървесината спада към веществата, имащи отрицателна магнитна възприемчивост, която при нея е $2,5 \div 6 \cdot 10^{-6}$. Затова за възбуждането на надлъжни трептения в краищата на образеца се залепват феромагнитни пластинки. Пробното тяло се поставя върху приспособлението за закрепването му. От звуковия генератор електромагнитните трептения се подават на възбудителя (в случая пиезо елемент) и през феромагнитната пластинка възбуждат трептения в пробното тяло. Приетите механични трептения се преобразуват от датчика в електрически сигнали, които се измерват с осцилоскоп и честотомера. Принципната схема на използваната апаратура е показана на фигура 1. Изменяйки плавно честотата на трептенията, образецът се привежда в състояние на резонанс и се фиксира резонансната честота f_0 , по която може да се определи скоростта на разпространение на звука.



Фиг. 1. Принципна схема на използваната апаратура. 1 – звуков генератор на честота; 2 – възбудител; 3 – уред за захващане; 4 – пробно тяло; 5 – датчик, приемач и преобразуващ трептенията; 6 – милivolтметър; 7 – честотомер

Важна характеристика на дървесината, при оценката на способността ѝ да отразява и провежда звука е акустичното съпротивление. За определянето на декремента на затихване на трептенията честотата на възбуждащите трептения се изменя с величината $\pm \Delta f$ (от двете страни на f_0), при която максималната (резонансната) амплитуда намалява наполовина (фигура 2).

Дължината на вълната е свързана с размерите на трептящите частици на материала. При определяне на акустичните свойства на дървесината по резонансния метод, пробните тела са с дължина 600 mm. и трептят с честота около 4300 – 4500 Hz.



Фиг. 2. Измервани величини при резонансните изследвания

Ако се използва връзката между честотата и дължината на вълната (формула 1) означава, че дължината на вълната при която пробните тела трептят с максимална амплитуда е около 1,10 – 1,20 m.

$$\lambda = \frac{v}{f}, m \quad (1)$$

Скоростта на звука в дървесината, надлъжно на влакната се различава съществено като стойност от скоростта при металите (с изключение на оловото). Плътноста на дървесината е от 1/20 до 1/10 от плътността на технически използваните метали. Следователно устойчивостта на звуковите вълни R , която е решаваща за разпространението на звука и особено за отразяването му, на границата между две среди е твърде различно за дървесина и металите. При една и съща скорост обаче, затихващата способност на дървесината е по-висока от същата на много други материали.

МЕТОДИ И МАТЕРИАЛИ

Описание на материалите

Изследваната смърчова дървесина беше добила от района на Чепеларе и разкроена на пробни тела с размери 15x15x600 mm. Всички пробни тела се съхраняваха на закрито и отопляемо място в продължение на 10 години. Подредени са във проветрива фигура в ненапрегнато състояние.

Масата на пробните тела беше определена с точност 0,01 kg, а размерите на напречното сечение (r , mm; t , mm и l , mm) с точност 0,1 mm. Пробните тела бяха разделени на три групи според плътността си – 1 от 350 до 400 $kg.m^{-3}$, 2 от 401 до 450 $kg.m^{-3}$, 3 от 451 до 500 $kg.m^{-3}$. Разделянето на групите е условно, като стремежът беше да са близки като количество на пробните тела. Освен това при морфологичното проучване всяко пробно тяло беше окачествено. Качеството беше разделено на три групи (1, 2, и 3). Тук броят на пробните тела се получи както следва 1 качество – 6 бр.; 2 качество – 14 бр.; 3 качество – 10 бр. Количество-то лак беше определено като брой нанасяния и степента на увеличаване на масата, %.

От факторите влияещи върху акустичните свойства са определени плътността на пробните тела (ρ_w , $kg.m^{-3}$), качеството, размерите на напречното сечение и количеството лак. Изследваните показатели са резонансната честота (f_0 , Hz) и амплитудата (A_0 , mV) на трептене. Освен това са проследени и поддържащите честоти (f_1 , Hz, f_2 , Hz) и амплитудата им ($A_0/2$, mV). Изследваните честоти на трептене – f_0 , f_1 , f_2 , както и f'_1 , f''_2 , и т.н. са измерени с точност 25 Hz. Амплитудата на трептене A_0 , $A_0/2$ и т.н. беше измерена с точност 1 деление. Диапазоните на работа бяха 0,2 (за 15x15 mm), 0,5 (за 10x10

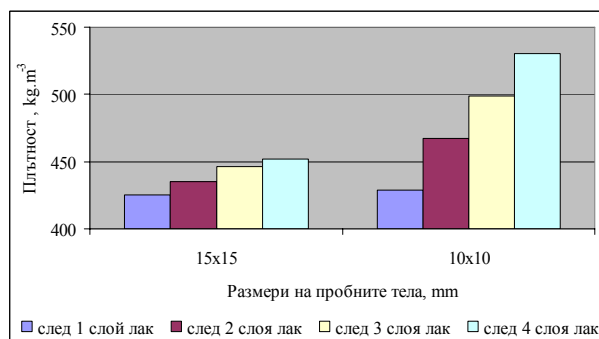
mm) и 1,0 mV (за 5x5 mm). Ето защо точността с която беше получена амплитудата 0,1 mV.

От тях се изчисляват скоростта на звука (v , $m.s^{-1}$), динамичния модул на еластичност (E , $N.mm^{-2}$), акустичната константа (K , $kg^{-1}.m^4.s^{-1}$) и затихването (δ). Изчислената скорост на звука v , се определя с точност 1 m/s. Динамичния модул на еластичност E , се определя с точност 0,1 N/mm^2 , акустичната константа K , се определя с точност 0,1 $kg^{-1}.m^4.s^{-1}$. Затихването δ се определя с точност 0,01.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

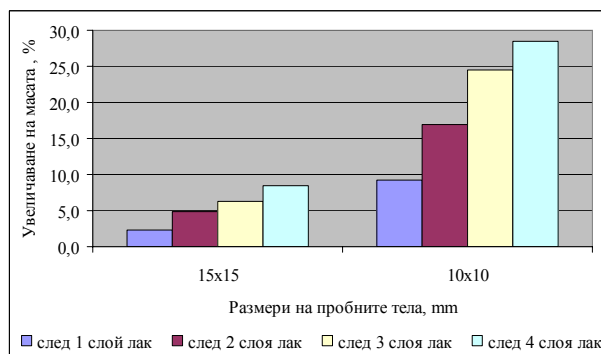
Промяна на масата и плътността на пробните тела

Средната стойност на плътността на нелакирана дървесина е 425 $kg.m^{-3}$. При намаляване на размерите на напречното сечение, както и след всяко лакиране тя се повишава (фиг. 3.). Характера на промяната на масата и плътността е идентичен, понеже двете величини са свързани.



Фиг. 3. Плътност на пробните тела преди и след лакиране

Пробните тела с по-малкото сечение повишават плътността си в по-голяма степен поради по-голямата относителна тежест на лака. Плътността участва като стойност при повечето акустични показатели. При трептенето обаче масата също има своя физичен смисъл. Ето защо следенето на промяната на масата след лакиране е от особена важност (фиг. 4).



Фиг. 4. Промяна на масата на пробните тела след лакиране

При разделянето на пробните тела по качество, плътността слабо се различаваше при отделните групи (табл. 1). Варирането ѝ като цяло обаче беше достатъчно за да се раздели изследваната дървесина и по групи плътност. Разделянето има за цел да покаже сравнение между стойностите, тъй като пробните тела с по-високо качество и съответно с по-висока плътност би трябвало да имат по-добри стойности на акустичните показатели.

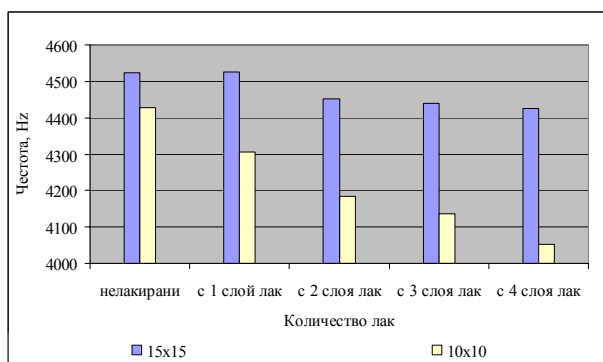
Таблица 1
Плътност на пробните тела с размери 15x15 mm според качеството им

Качество	Нелакирана	с 1 слой лак	с 2 слоя лак	с 3 слоя лак	с 4 слоя лак
1	439	448	459	465	474
2	422	432	443	449	458
3	422	432	443	449	458

Влиянието на лаковото покритие върху плътността на дървесината е по-ясно изразено върху по-малките детайли. Приложеният корелационен анализ обаче не показва линейни зависимости между масата и плътността от една страна и трептенето на пробните тела от друга.

Основни акустични показатели

Резонансна честота. Получената средна стойност за отделните групи пробни тела е различна, като постоянно намалява. При първата група (с размери 15x15 mm) тя е 4474 Hz, при втората (с размери 10x10 mm) – 4200 Hz, (фиг. 5). При първата група намаляването е опостепенно от около 100 Hz, докато при втората е значително – до около 400 Hz.

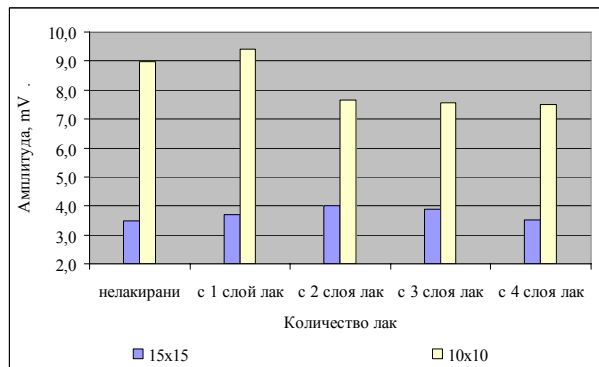


Фиг. 5. Резонансна честота на пробните тела в зависимост от лакирането

Влиянието на лаковото покритие върху резонансната честота при пробните тела с размери 15x15 mm е незначително след първото лакиране, след което намалява до 4427 Hz. При пробните тела с размери 10x10 mm намаляването на резонансната честота с увеличаването на слоевете лак е

равномерно след всяко лакиране. То започва от 4430 и завършва до 4054 Hz.

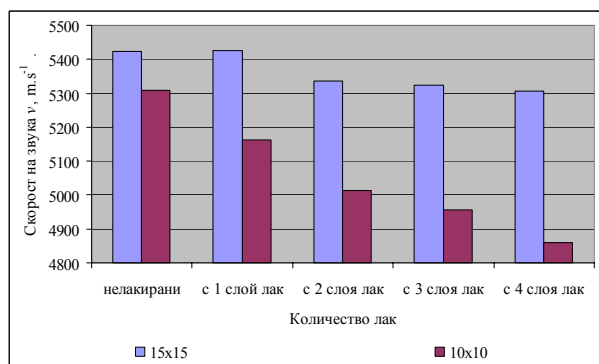
Амплитудата нараства значително с намаляването на размерите на напречното сечение (фиг. 6). Докато при първата група е 3,7 mV, то при втората е 8,2 mV.



Фиг. 6. Амплитуда на резонансната честота в зависимост от лакирането

При разделянето на пробните тела на групи плътност се наблюдава ясно разделяне на честотите на трептене. При пробните тела с размери 15x15 mm, първата група (с плътност от 350 до 400 kg.m⁻³) средната честота е най-ниска, докато при втората (с плътност от 401 до 450 kg.m⁻³) е най-висока. При пробните тела с размери 10x10 mm, разпределението е доста по-подредено, като най-ниската стойност има пак първата група, а най-високата – третата.

Скорост на звука (v, m.s⁻¹). Средната стойност на този показател е най-висока при пробните тела с размери 15x15 mm – 5363 m.s⁻¹, докато при пробните тела с размери 10x10 mm е значително по-ниска – 5060 m.s⁻¹ (фиг. 7).



Фиг. 7. Промяна на скоростта на звука в зависимост от лакирането

Разделянето на пробните тела по качество показва намаляване на скоростта на звука при всички размери на пробните тела. Интересно е да се отбележи, че влиянието на лаковото покритие върху скоростта на звука е много силно. Така пробните тела с първо качество, но с 3 и 4 слоя лак

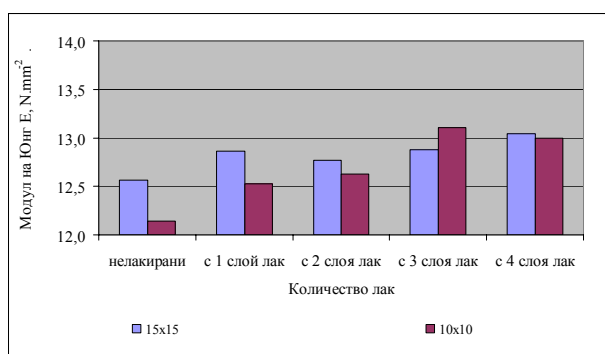
имат по-ниска скорост на звука, от нелакираните (или лакирани само веднъж), но с по-ниско качество пробни тела.

От стойностите се вижда, че влиянието на качеството отслабва с намаляване на размерите на пробните тела. Докато при пробните тела с размери 15x15 mm то е силно изразено, при пробните тела с размери 10x10 mm намаляването на стойности е по-равномерно в сравнение с останалите.

Разделянето на пробните тела по групи плътност, повтаря разпределението на стойностите на резонансната честота. Прави впечатление значително по-високата скорост при пробните тела с плътност от 401 до 450 kg.m⁻³. Това би могло да послужи за сравнение между определените категории качество по морфологичните белези, тъй като скоростта на звука е един от физичните критерии за резонансност.

Влиянието на лаковото покритие върху скоростта на звука при пробните тела с размери 15x15 mm е незначително след първото лакиране, след което намалява рязко до 5306 m.s⁻¹. При пробните тела с размери 10x10 mm намаляването на скоростта на звука с увеличаването на слоевете лак е равномерно след всяко лакиране. То започва от 5309 и завършва до 4859 m.s⁻¹.

Динамичен модул на еластичност (Модул на Юнг E, N.mm⁻²). Средните стойности на модула на Юнг при пробни тела с различни размери на напречното сечение са приблизително равни – 12,7-12,8 N.mm⁻² (фиг. 8). За да се анализира влиянието на качеството на дървесината и плътността върху стойностите на този показател, те бяха подредени според съответното разделяне на групи.

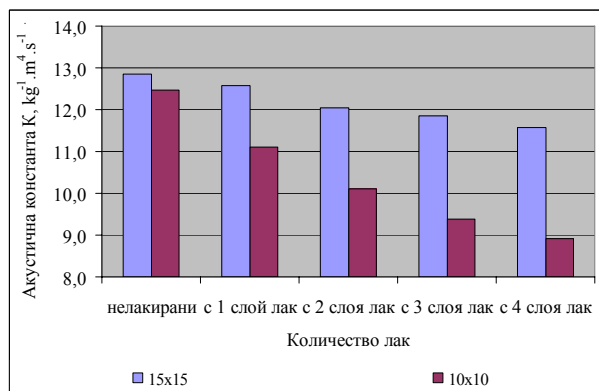


Фиг. 8. Модул на Юнг при пробни тела с различни размери и различно количество лак

Трябва да се отбележи, че плътността на групите с различно качество е приблизително еднаква. Ясно се вижда намаляването на стойностите с намаляването на качеството на дървесината. Влиянието на плътността също е ясно изразено динамичният модул на еластичност нараства с нарастването на плътността, като тук диапазона на вариране е по-голям.

Акустична константа (K, kg⁻¹.m⁴.s⁻¹). Средната стойност на акустичната константа варира от

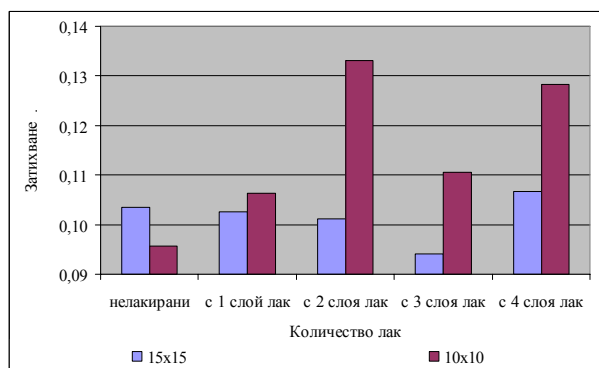
около 8,00 до 12,5 kg⁻¹.m⁴.s⁻¹, като намалява с увеличаването на количеството лак и с намаляването на размерите на напречното сечение (фиг. 9). За разлика от динамичният модул на еластичност и обратно на очакванията, тук качеството на дървесината почти не оказва влияние. Още повече влиянието на лаковото покритие е по силно отколкото това на качеството на дървесината.



Фиг. 9. Акустична константа при пробни тела с различни размери и количество лак

Влиянието на плътността върху акустичната константа е очаквано високо, понеже участието ѝ в определянето на K е от 3-та степен. При анализа обаче става ясно, че между първата и втората групи плътност няма съществена разлика.

Затихване (δ). Средната стойност на затихването е близка и при двата размера на пробните тела – 0,102 и 0,115. Увеличаването на лаковото покритие води до увеличаване на затихването (фиг. 10). Подобна тенденция има и при увеличаването на плътността и намаляване на качеството на дървесината.



Фиг. 10. Акустична константа при пробни тела с различно количество лак

Затихването е най-силно вариращо по стойност в сравнение с останалите акустични показатели. За по-точното изясняване на този показател ще са необходими пробни тела разделени според широчина на пръстените, количеството на късна дървесина и др.

ИЗВОДИ

- При първата група намаляването на резонансната честота е опостепенно, докато при втората е значително.
- Влиянието на лаковото покритие върху скоростта на звука е много по-силно от плътността или качеството. При това влиянието на качеството отслабва с намаляване на размерите на пробните тела.
- Намаляването на качеството на дървесината влияе силно върху динамичния модул на еластичност. Влиянието на плътността е право пропорционално и също е силно.
- Влиянието на лаковото покритие върху акустичната константа е по-силно отколкото това на качеството на дървесината.
- Затихването се увеличава с увеличаването на лаковото покритие и на плътността и с намаляване на качеството на дървесината.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. Федюков, В.И., Ель резонансная. Йошкар-ола, Мар ГТУ 1998.
2. Bucur V., Acoustics of wood ISBN TA420.B9 by CRC Press Inc 1995.
3. Culik M., Experimentálne studium vybraných problémov materialového inžinierstva akustických gitar. Pisomna praca k dizertacnej skuske. Zvolen. 2000.
4. Kollman F.F., Acoustic properties of wood. 20, № 3.

INFLUENCE OF VARNISH COATING ON THE ACOUSTIC PROPERTIES OF WOOD

**Nikolai Bardarov, Neno Trichkov,
Adriana Sirakova
University of Forestry - Sofia**

Summary

Among the most unique properties of wood are the acoustic ones. These are closely related to wood structure – width of the annual rings, percentage of earlywood and latewood present, density and so on. These properties are an important criterion in handcrafting and manufacturing of musical instruments, and are significantly changed upon varnishing.

This work focuses on the influence that shape and number of varnishing repetitions have on the acoustic properties of a sample body. Values on the properties of an unvarnished sample and the corresponding changes after applying four consecutive coatings are presented. Variations in shape of the vertical section after each cycle are examined.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ГЛАВНИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ПРАХОВА ФРАКЦИЯ, ПОЛУЧЕНА ПРИ ОБРАБОТКА НА ЛАКОВИ ПОКРИТИЯ

Веселин Брезин¹, Божидар Динков², Петър Антов³
Лесотехнически университет - София,
¹brezin@abv.bg, ²bobidi@abv.bg, ³p.antov@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Редица технологични процеси в дървообработването наред с отделянето на дървесен прах са съпроводени и от образуване на абразивен и химичен прах. Действието на този прах зависи от състава му. При шлифване на лакови покрития, прахът съдържа частици от абразивен материал и втвърдени полиестерни и нитроцелулозни лакове, които имат токсично действие върху организма на работещите.

В настоящата работа са изследвани основните характеристики на прахова фракция, получена при обработка на лакови покрития.

Ключови думи: прахова фракция, шлифване, лакови покрития

УВОД

Редица технологични процеси в дървообработването наред с отделянето на дървесен прах са съпроводени и от образуване на абразивен и химичен прах [1]. Действието на този прах зависи от състава му. При шлифване и швабеловане на лакови покрития, прахът съдържа частици от абразивен материал и втвърдени полиестерни и нитроцелулозни лакове, които имат токсично действие върху организма на работещите. Токсични химични вещества се съдържат и в прах, образуван при обработване на ПДЧ. Основен токсичен компонент е свободният формалдехид. Постоянното вдишване на прах, който съдържа формалдехид даже и в малки концентрации, може да доведе до хронично отравяне. Опасността от токсичното действие на дървесния прах върху човешкия организъм зависи от условията на обкръжаващата среда (газовия състав на атмосферата, метеорологичните условия). Съставът на атмосферата на много работни места се характеризира с наличие на токсични газове. Такива са работните места в цеховете за механично обработване на дървесината [3,4]. Във връзка с широкото използване на синтетични смоли за приготвяне на лакозаливни материали се забелязва влошаване хигиенните условия на труд в тези цехове. Така, при подготовка на детайли за

лакиране, във въздуха наред с праха присъстват в значително количество концентрации на амоняк и анилин. Създаването на защитни покрития и тяхното облагородяване са съпроводени с прахоотделяне, съдържащо около 10 % стирол и отделянето на комплекс токсични вещества, влизащи в състава на лаковете и емайллаковете. Характерът на намиращите се в дървообработващите цехове производствени вредности определя по-тежките им последствия при продължително въздействие върху човешкия организъм.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ МЕТОДИ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

В специализираната литература липсват данни за това какви са формата и размерите на праха, получаван при обработката на лакови покрития. Изследвани са основните характеристики на такъв вид прах, а именно: форма и размер на частиците, специфична повърхнина и плътност. Ситовият анализ показва, че частиците на праховата фракция са с такива размери, които не позволяват да се дадат сигурни и точни заключения за фракционния състав. Затова при изследването на тези характеристики е използван микроскопският метод, който има редица важни предимства: липса на ограничения за вида на праха, възможност за получаване количествена и качествена характеристики, сравнително малка трудоемкост [2]. Пробите от предварително утаен прах са приготвени чрез поставяне на части от праха в течност, която не го разтваря. Капки от тази суспензия се поставят върху предметното стъкло и се покриват с покривно стъкло. Увеличението се избира в зависимост от едрината на частиците. От предварителни измервания са установени 3 класа: до 6 μm ; от 6 до 15 μm и над 15 μm . За тези класове се оказват най-подходящи увеличения съответно 1000, 500 и 100 пъти. При разсейване на размерите с по-малка стойност, броят на измерените частици трябва да бъде от 300 до 500, а при по-големи изменения - от 1000 до 1300. За целите на нашето изследване е прието 400 броя частици.

Таблица 1

Размери на частиците в праховата фракция

Клас увеличение	I - 1000 пъти		II - 500 пъти		III - 100 пъти	
	0 - 2	2 - 6	6 - 10	10 - 15	15 - 20	над 20
Размери на частиците [μm]	0 - 2	2 - 6	6 - 10	10 - 15	15 - 20	над 20
Брой, [z]	29	191	115	31	23	11
Честота, [$\lambda \cdot 10^{-2}$]	7,25	47,95	28,75	7,75	5,75	2,75
Еквивалентен диаметър d_e	2,5122	5,1426	9,8784	15,3208	20,9848	31,8492

РЕЗУЛТАТИ И АНАЛИЗ

На основата на единични наблюдения, при увеличение 1000 пъти, е установено, че праховите частици имат форма, близка до кубичната. При тази предпоставка е определен еквивалентния диаметър (d_e) за всяка от фракциите.

В табл. 1 са показани резултатите за размерите на частиците с кубична форма, честотата и еквивалентния им диаметър за всяка група.

Определен е и характеристичният размер на всяка фракция $d_{\text{хар}}$ съгласно зависимостта:

$$d_{\text{хар}} = \sum_{i=1}^n \lambda_i d_{e_i} \quad (1)$$

където n е броят на фракционните деления;

λ_i - честота на частиците от групата;

d_{e_i} - еквивалентен диаметър, μm .

Числената стойност на характеристичния размер за измерените 400 броя частици е $d_{\text{хар}}=8,75 \mu\text{m}$. Тази стойност е основен изходен параметър при изчисляването на свободния път на частицата под въздействие на шлифовалната лента, както и при взаимодействието на факела от частици със спектъра на всмукването при конструктивното

оформяне на приемниците.

Проведено е изследване по микроскопския метод на гранулометричния състав на отпадъци, получени в процеса на швабеловане на равнинни повърхнини. Изследвани са дървесни отпадъци, взети от три характерни места, а именно: от приемника на швабелмашината, от вентилатора и от бункера за събиране на отпадъци.

От направения анализ на отпадъците от приемника на машината се установи, че те се състоят от две основни групи: власинки и пращинки. Власинките се получават в резултат от разкъсването на текстилната материя на работния орган на машината, при триенето по повърхността на лаковите покрития. Пращинките са смес от няколко съставки: частици от швабелпастата, частици от швабелования лак и частици от втвърдения вече разтворител (охлаждаща течност). Данните от направения анализ на гранулометричния състав са дадени в табл. 2.

Анализът показва, че власинките са с продълговата форма, достигащи дължина от 1 до 3 mm. Диаметърът им се изменя в границите от 9,288 до 26,784 μm . Формата на пращинките е променлива - от кръгла до правоъгълно-елипсовидна. Дебелината им варира от 12,523 до 41,904 μm , а дължината им - от 13,608 до 44,064 μm .

Таблица 2

Характеристика на праховата фракция

N по ред	Власинки		Пращинки	
	диаметър	дължина	диаметър	дължина
	[μm]	[mm]	[μm]	[mm]
1.	9,288	1	12,523	13,608
2.	10,368	3	13,608	14,688
3.	11,448	2	16,416	16,632
4.	12,744	1	17,712	18,144
5.	13,392	3	19,008	19,666
6.	17,064	3	23,328	26,568
7.	19,008	3	25,772	27,432
8.	20,088	2	26,136	28,296
9.	23,032	2	29,376	31,752
10.	25,056	3	30,888	34,776
11.	25,920	3	36,072	44,064
12.	26,784	3	41,904	42,768

Данните от анализа на праховата фракция, взета от вентилатора и бункера, са дадени в табл. 3. Както се вижда от таблицата, този вид частици се различават значително една от друга, като по-дребните са с кръгла форма, а по-едриите - с кръгловална.

При изследвания на прах, взет от бункера на пневмотранспортната инсталация се установи, че съставлящите го частици са с почти кръгла форма.

Таблица 3
Данни за прахови фракции

N по ред	Размери на прахови частици при вентилатора		Размери на прахови частици при бункера	
	дължина	дебелина	дължина	дебелина
	µm	µm	µm	µm
1	16,348	15,768	13,608	13,608
2	20,763	20,304	15,552	15,552
3	28,944	27,808	22,248	22,468
4	30,456	29,308	32,424	25,488
5	30,762	19,224	44,712	29,160
6	38,232	35,208	27,648	26,136
7	38,664	38,232	32,184	31,968
8	41,256	40,176	38,448	35,208
9	46,656	17,712	42,336	41,472
10	69,336	29,160	47,088	41,904
11	118,584	22,032	46,224	46,088
12	147,096	69,336	68,256	54,000

За определяне на специфичната повърхнина трябва да бъде известно отношението на общата повърхнина на частиците ($S_{\text{ч}}$) към праховата фракция $S_{\text{сп}}$, а именно

$$S_{\text{сп}} = \frac{S_{\text{ч}}}{V_{\text{ч}}} m^2 / m^3 \quad (2)$$

Като се знае характеристикния размер на фракцията $d_{\text{хар}} = 8,75 \mu\text{m}$, по зависимостта:

$$S_{\text{сп}} = \frac{n S_{\text{ч}}}{n V_{\text{ч}}} = \frac{n \pi d_{\text{хар}}^2}{\frac{n \pi d_{\text{хар}}^3}{6}} \quad (3)$$

се получава

$$S_{\text{сп}} = \frac{6}{d_{\text{хар}}} = \frac{6}{8,75 \cdot 10^{-6}} = 685714 \text{ m}^2 / \text{m}^3,$$

където n е броят на частиците в единица обем;
 $S_{\text{ч}}$ - повърхнина на една частица, m^2 ;
 $V_{\text{ч}}$ - обем на една частица, m^3 ;
 $d_{\text{хар}}$ - характеристикен размер на фракцията, m .

Голямата стойност на специфичната повърхнина на полиестерния прах показва, че той би могъл да се обработва добре с мокрещи го течности. От друга страна, голямата стойност на $S_{\text{сп}}$ е показател за възможно бързо запълване на порите на филтърните тъкани и бързо нарастване на хидравличните загуби на филтрите за почистване на праха.

Определянето на плътността на праха от лаковия филм е извършено по тегловен способ чрез 10 броя пробни образци. Получената средна стойност е $\rho_{\text{сп}} = 1285 \text{ kg/m}^3$. Тази плътност е по-висока от плътността на лаковия филм, което показва, че в праховата фракция се съдържа и определено количество абразивни частици от швабелпащата.

В непосредствена връзка с плътността се намира друга важна характеристика - пористостта (ε) на фракцията. Тя се определя по зависимостта:

$$\varepsilon = 1 - \frac{\rho_{\text{пр}}}{\rho_{\text{сп}}} \quad (4)$$

където $\rho_{\text{пр}}$ е плътността на фракцията прах;
 $\rho_{\text{сп}}$ - плътността на филма (филм плюс абразивни частици).

Плътността на фракцията прах е определена при свободно насипване ($\rho_{1 \text{ пр}}$) и при уплътнение ($\rho_{2 \text{ пр}}$) чрез стръскване. Средните стойности на плътността, след вариационно-статистическа обработка на резултатите, са:

- за шлайфпрах $\rho_{1 \text{ пр}} = 187,6 \text{ kg/m}^3$
 $\rho_{2 \text{ пр}} = 379,2 \text{ kg/m}^3$
- за швабелпрах $\rho_{1 \text{ пр}} = 158,2 \text{ kg/m}^3$
 $\rho_{2 \text{ пр}} = 417,8 \text{ kg/m}^3$

При тези стойности за средната плътност на фракцията прах, за пористостта получаваме съответно:

- за шлайфпрах $\varepsilon_1 = 0,854$
 $\varepsilon_2 = 0,705$
- за швабелпрах $\varepsilon_1 = 0,889$
 $\varepsilon_2 = 0,707$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въз основа на проведените изследвания за установяване на главните характеристики на праховата фракция, получена при обработване на лакови покрития, могат да бъдат направени следните изводи:

1. Праховата фракция има характеристикен размер $d_{\text{хар}} = 8,75 \mu\text{m}$, което показва, че е неефективно за разделянето на праха да бъдат използвани такива устройства, каквито са циклоните;

2. С най-големи размери са праховите частици при вентилатора, които достигат дължина $147,096 \mu\text{m}$ и дебелина $69,336 \mu\text{m}$;

3. Разликата между плътностите на шлайфпрах и швабелпрах при свободно насипване е от порядъка на 29,4 kg/m³, докато при уплътнение чрез стръскване възлиза на 38,6, като за швабелпрах достига до 417,8 kg/m³.

В резултат на изследванията са получени данни, които могат да се използват непосредствено при избора или конструирането на разделители за отделяне на лакови прахови частици.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

Безопасность жизнедеятельности, 1999 г., Под общ. ред. С. В. Белова, М., Высшая школа, 448 с.,

БДС 16608-87-Предельно-допустимы концентрации на вредны вещества;

Брезин В., Безопасност на труда при работа с вредни и токсични вещества, сп. „Мебелна и дървообработваща промишленост”, бр. 2/2000 г.;

Брезин, В., Л. Вълчева, М. Дончева, Екологични проблеми в дървообработващата и мебелна промишленост, 1997, Шести симпозиум „Екология” 97, 23-24 юни, Бургас

EXPERIMENTAL STUDIES ON DETERMINATION OF THE MAIN CHARACTERISTICS OF DUST FRACTION FORMED BY THE PROCESSING OF VARNISH FINISHES

**Veselin Brezin¹, Bozhidar Dinkov²,
Petar Antov³**

**University of Forestry – Sofia,
¹brezin@abv.bg, ²bobidi@abv.bg,
³p.antov@gmail.com**

SUMMARY

A number of technological processes in woodworking along with the release of wood dust are accompanied by the formation of chemical and abrasive dust. The effect of the dust depends on its composition. The processes of sanding of varnish finishes are characterized by the formation of dust, containing particles of abrasive material and hardened polyester and nitrocellulose varnishes, which have toxic effects on workers' health.

The main characteristics of dust fraction resulting from processing of varnish finishes have been studied in the present research.

Key words: dust fraction, sanding, varnish finishes

ИЗСЛЕДВАНЕ И АНАЛИЗ НА ТРУДОВИТЕ ЗЛОПОЛУКИ В СТРАНИТЕ ОТ ЕВРОПЕЙСКИЯ СЪЮЗ

Веселин Брезин¹, Петър Антов²
Лесотехнически университет - София, ¹brezin@abv.bg, ²p.antov@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Осигуряването на здравословни и безопасни условия на труд и по-конкретно мероприятията, насочени към превенция и намаляване на трудовия травматизъм, са едни от най-важните и най-развити аспекти в политиката на Европейския съюз (ЕС), касаеща заетостта и социалните дейности. „Създаването на повече и по-добри работни места” е една от стратегическите цели, поставени от Съвета на Европа в Лисабон през март 2000 г.

В настоящата статия е изследвана динамиката на трудовите злополуки и показателите за трудовия травматизъм в различните отрасли на страните-членки на Европейския съюз за десетгодишен период, като са определени някои от основните показатели на трудовите злополуки.

Ключови думи: трудови злополуки, безопасност и здраве при работа, страни-членки на Европейския съюз

УВОД

Осигуряването на здравословни и безопасни условия на труд и по-конкретно мероприятията, насочени към превенция и намаляване на трудовия травматизъм, са едни от най-важните и най-развити аспекти в политиката на Европейския съюз (ЕС), касаеща заетостта и социалните дейности. „Създаването на повече и по-добри работни места” е една от стратегическите цели, поставени от Съвета на Европа в Лисабон през март 2000 г. Без съмнение безопасността и здравето при работа са основни елементи в оценката на качеството на работните места, и като такива са включени в показателите, установени от Европейската комисия в Съобщението „Заетост и социални политики – инвестиране в качество” [3].

Устойчивото и трайно намаляване на броя на трудовите злополуки и професионалните заболявания е първостепенна цел на европейските политики в областта на безопасността и здравето при работа. В Съобщението на Европейската комисия, озаглавено „Подобряване на качеството и на производителността на труда: Стратегия на Общността за здравословни и безопасни условия на труд за

периода 2007–2012 г.”, се поставя за цел намаляване с 25% на трудовите злополуки в страните-членки на ЕС [2]. За постигането на тази цел е необходимо гарантиране на правилното прилагане на трудовото законодателство на ЕС, подкрепа на малките и средни предприятия в прилагането на мерки, насочени към безопасността и здравето при работа, стимулиране на развитието и прилагане на национални стратегии, насърчаване на промените в поведението на работниците, както и насърчаване на техните работодатели в усвояването на подход, насочен към опазване на здравето, разпространение на добри практики, обучение на служители и ръководни кадри по безопасност и здраве. Освен прилагането и спазването на така изброените мерки, насочени към подобряване на условията на труд, от съществено значение за борбата с трудовия травматизъм е пълното и качествено изследване на трудовите злополуки.

Целта на настоящата работа е изследване и анализ на трудовите злополуки в страните от Европейския съюз за десетгодишен период, на базата на официално публикуваните данни на Eurostat към 2010 г.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ МЕТОДИ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

Понятието „трудова злополука” включва всяко внезапно увреждане на здравето станало през време и във връзка или по повод на извършваната работа, както и при всяка работа, извършена в интерес на предприятието, когато е причинило работоспособност или смърт. Трудова е и злополуката, станала по време на обичайния път при отиване или връщане от работното място до основното място на живеене; мястото, където осигуреният работник обикновено се храни през работния ден; мястото за получаване на трудовото възнаграждение. Не се счита за трудова злополука, когато пострадалият умишлено е увредил здравето си [1].

Представените данни за показателите на трудовия травматизъм се основават на мащабно проучване на трудовите злополуки в страните от ЕС (European Statistics on Accidents at Work) [5]. В проучването са включени всички трудови злополуки в страните от ЕС, причинили отсъствие от

работа в продължение на 3 или повече календарни дни. Проучването е проведено на три основни етапа, като последният от тях предоставя официални данни за трудовите злополуки в страните от ЕС към 2010 г. Определени са следните показатели на злополуките: икономическа дейност на работодателя, размер на предприятието, професия, възраст и пол на пострадалите, начин и вид на увреждането и последици, което дава възможност за попълно изучаване на производствения травматизъм и разработване на конкретни мерки за подобряване на условията на труд, както на ниво отрасъл, така и на ниво предприятие. На национално ниво, представените данни могат да служат като подходящи показатели при определянето и изпълнението на целеви стратегии за превенция и контрол на производствените рискове и оценка на съществуващите условия на труд.

РЕЗУЛТАТИ И АНАЛИЗ

Според Европейската статистика на трудовите злополуки, през 2005 г. в страните от ЕС са станали близо 4 милиона трудови злополуки, предизвикали повече от 3 дни отсъствие от работа [6]. В абсолютното изражение, това съответства на 17,4% намаление в сравнение с 1995 г. Тази тенденция е още по-изразена при злополуките с фатален изход, при които се наблюдава намаление от 35,6% през същия период. По отношение на честотата на трудовите злополуки (на 100 000 работещи), се наблюдава намаление с 27,4% при трудовите злополуки, предизвикващи временна неработоспособност и с 42,4% при смъртните злополуки. През 2005 г. честотата на злополуките намалява под 3 на 100 000 работещи за злополуките без фатален изход, и под 3,5 смъртни злополуки на 100 000 работещи. Честотата на злополуките без фатален изход намалява с 5,9% за периода 1995 – 2000 г., и с 22,9% за периода 2000-2005 г.

Анализът на получените резултати е направен съобразно разпределението на следните четири фактора и последиците от предизвиканите трудови злополуки, а именно:

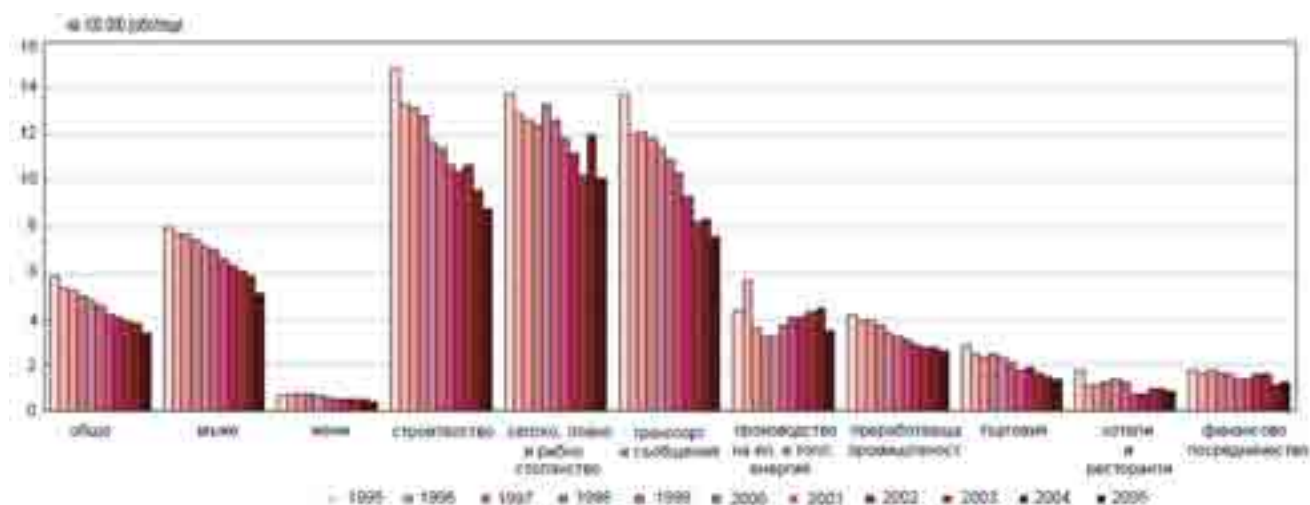
– разпределение на трудовите злополуки според икономическа дейност на работодателя

За разглеждания период се наблюдава значително намаляване на трудовите злополуки за повечето отрасли на икономиката. При трудовите злополуки без фатален изход, това намаление е най-голямо за отраслите „Транспорт, складиране и съобщения“ (-36,2%) и „Строителство“ (-33,2%). На фиг. 1 е показана динамиката на изменение на смъртните трудови злополуки на 100 000 работещи.

Наблюдава се трайна тенденция на намаляване на броя на трудовите злополуки с фатален изход при всички отрасли. Най-високите стойности на честотата на злополуките са в отраслите „строителство“, „селско стопанство“ и „транспорт“. Честотата на трудовите злополуки без фатален изход за отрасъл „строителство“ е два пъти по-голяма от средната за останалите отрасли на икономиката, и почти четири пъти по-голяма в сравнение с други отрасли (например „финанси“), което още веднъж определя отрасъла като един от най-опасните, с най-много на брой и с най-тежки последици трудови злополуки.

– разпределение на трудовите злополуки според пола на пострадалите лица

На фиг. 2 е показано изменението на честотата на трудовите злополуки без фатален изход според пола на пострадалите лица. За базова година е приета 1995 г. Намаляването на честотата на трудовите злополуки без фатален изход е по-значимо при мъжете (28,5%), отколкото при жените (16,4%). Това може да бъде обяснено с факта, че преобладаващата част от работната сила в традиционно опасни сектори (като например добивна



Фиг. 1. Смъртни трудови злополуки на 100 000 работещи



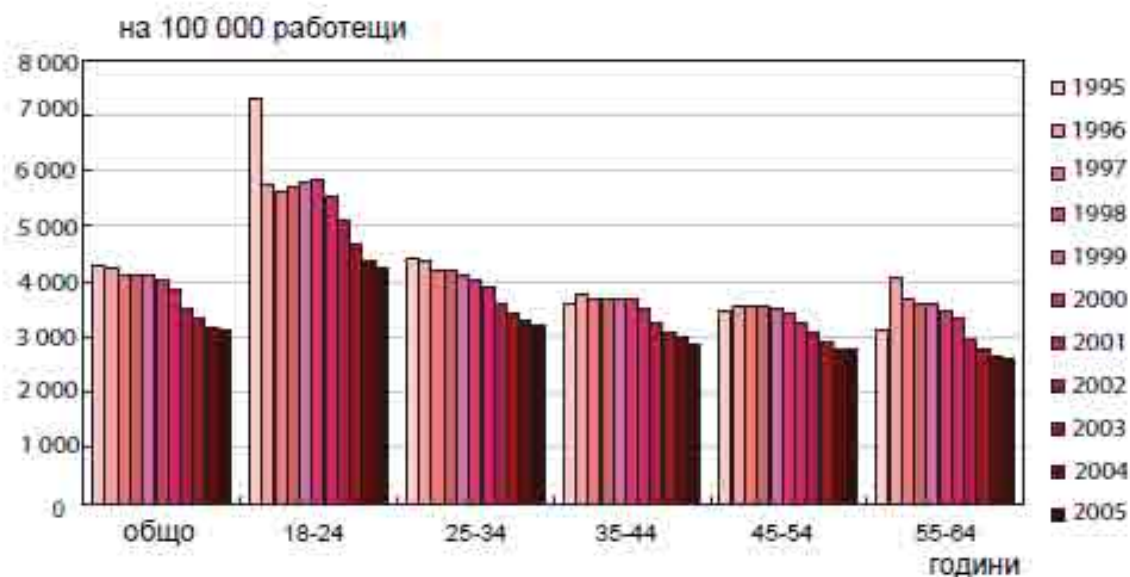
Фиг. 2. Разпределение на трудовите злополуки според пола на пострадалите лица

промишленост или строителство) е предимно от мъжки пол, и голяма част от превантивните мерки за отстраняване на производствените рискове и създаване на здравословни и безопасни условия на труд са насочени именно към тези отрасли. В сравнение с 1995 г., честотата на трудовите злополуки, станали с жени, нараства за периода 1997 – 2000 г. След 2000 г. честотата на злополуките без фатален изход намалява във всички разглеждани отрасли, с изключение на отрасъла „Производство и разпределение на електрическа и топлинна енергия“.

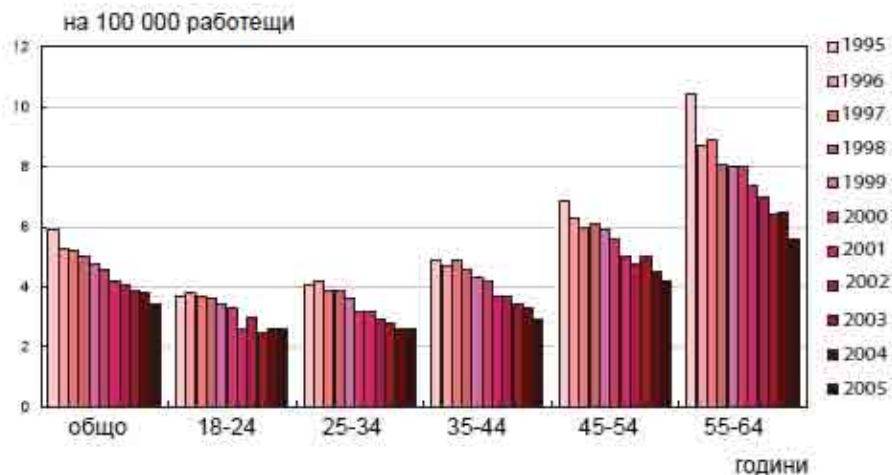
– **разпределение на трудовите злополуки според възрастта на пострадалите лица**

На фиг. 3 е дадена графичната зависимост между честотата на трудовите злополуки без фа-

тален изход и възрастта на работещите. Налице е пряка зависимост между трудовите злополуки и трудовия стаж на пострадалите лица - честотата на злополуките без фатален изход намалява с увеличаване на възрастта на работещите. През 1995 г. вероятността за настъпване на трудова злополука при работещите на възраст от 18 до 24 години е два пъти по-голяма в сравнение с другите възрастови групи. През 1996 г. се наблюдава рязко намаляване на злополуките в тази възрастова група, сред което е налице устойчива тенденция на намаляване през разглеждания период. След 2000 г. се наблюдава трайно намаляване на трудовите злополуки във всички разглеждани възрастови групи.



Фиг. 3. Разпределение на трудовите злополуки без фатален изход според възрастта на пострадалите



Фиг. 4. Разпределение на смъртните трудови злополуки според възрастта на пострадалите

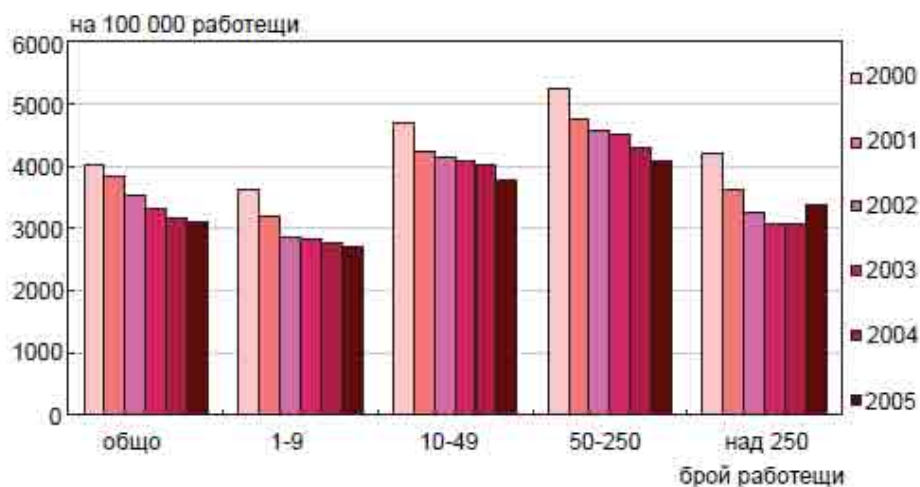
При смъртните трудови злополуки се наблюдава обратна тенденция (фиг. 4) – увеличаване на броя на смъртните трудови злополуки с увеличаване на възрастта на работещите. От данните е видно, че най-голям брой смъртни злополуки настъпват при работещите на възраст от 55 до 64 години. Причина за това е подценяването на опасните и вредни производствени фактори от поопитните работници, предизвикано от монотонност на трудовия процес. При липсата на превантивни мерки, насочени специално към повъзрастните работници, през следващите години тази тенденция би могла да се влоши, вследствие на застаряването на населението в Европа.

– **разпределение на трудовете злополуки според големината на предприятието**

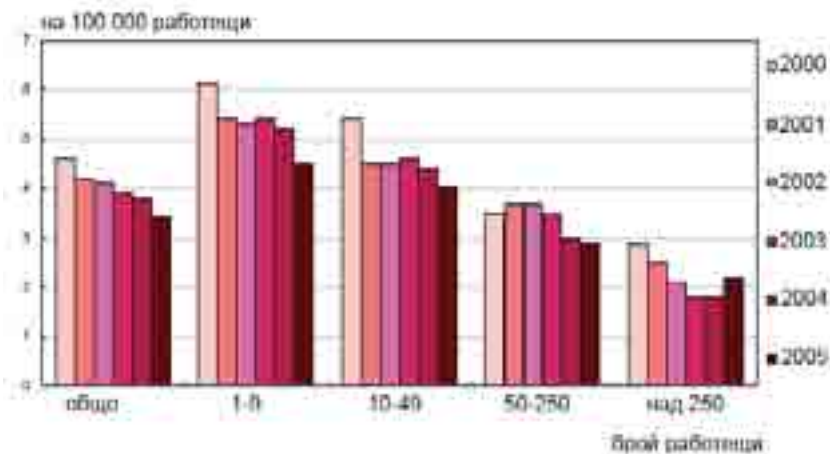
Зависимостта между броя на трудовете злополуки и броя на работещите в предприятията (числеността на персонала) е показана на фиг. 5. За

периода 2000-2005 г., най-голям брой трудови злополуки без фатален изход са регистрирани в предприятията с численост на персонала от 50 – 249 души [5].

Повече проблеми по отношение на безопасността на труда съществуват в малките и средни предприятия, тъй като те не разполагат с необходимите ресурси за внедряване на комплексни системи за защита на работниците. Въпреки това, за периода 2000 – 2005 г. с най-малка честота на трудовете злополуки се характеризират предприятията с численост на персонала от 1 до 9 души. Тази тенденция се изменя при различните отрасли на икономиката. Някои сектори остават изключително опасни (добивна промишленост, строителство, селско стопанство, горска промишленост, транспорт, здравеопазване и социални услуги). В най-голяма степен това се отнася за смъртните трудови злополуки (фиг. 6).



Фиг. 5. Разпределение на трудовете злополуки без фатален изход според големината на предприятието



Фиг. 6. Разпределение на смъртните трудовите злополуки според големината на предприятието

– Последници от трудовите злополуки

Изключително важен фактор за оценка на безопасността на даден отрасъл и икономиката като цяло е това, какви са последиците от трудовите злополуки. Броят на изгубените календарни дни вследствие на трудови злополуки е важен показател, определящ тежестта на уврежданията. Общият брой на трудовите злополуки, предизвикали временна неработоспособност от 3 или повече дни, намалява значително (16.2%) след 1996 г. По данни на Европейската статистика на трудовите злополуки, през 2005 г. в страните от ЕС в резултат на трудови злополуки са изгубени 143 милиона календарни дни. По отношение на трудовите злополуки без фатален изход, средната продължителност на отсъствие от работа е 35 дни през 2005 г. и 32 през 1996 г. Този показател се изменя в границите от 30 дни (при отрасъла „хотели и ресторанти“) до 43 изгубени календарни дни при отрасъл „селско, ловно и горско стопанство“. Делът на злополуките, причиняващи трайно намалена работоспособност или повече от шест месеца отсъствие от работа, е 3.9% през 2005 г., като се изменя от 2.7% при отрасъла „хотели и ресторанти“ до 5.7% при „селско, ловно и горско стопанство“. При повечето сектори, характеризиращи се с високи стойности на показателя „изгубени календарни дни“, за разглеждания период се наблюдава тенденция на трайно намаляване. С най-високи стойности на показателя „изгубени календарни дни“ остават традиционно опасни отрасли на икономиката, като „преработваща промишленост“, „селско стопанство“ и „строителство“.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въз основа на проведеното изследване и анализа на получените резултати могат да бъдат направени следните изводи:

1. За периода 1995 – 2005 г. броят на трудовите злополуки без фатален изход в страните от ЕС е намалял с почти една трета (27.4%); значително намален е и броят на смъртните трудови злополуки - 42.4%;

2. Намаляването на броя на трудовите злополуки за разглеждания период е по-значително при мъжете (28.5%), отколкото при жените (16.4%);

3. Възрастните работници (от 55 до 64 годишна възраст) са по-предразположени към смъртни трудови злополуки, отколкото новопостъпилите работници. За периода 1995 – 2005 г. рискът от възникване на трудова злополука с фатален изход е 2.8 пъти по-голям при възрастните работници, отколкото при тези във възрастовата група от 18 до 24 години;

4. Най-голям брой трудови злополуки са станали в предприятията с численост на персонала от 50 до 250 души. Броят на смъртните злополуки е най-голям в предприятията с персонал от 1 до 9 души;

5. За всички отрасли изгубените календарни дни от трудови злополуки намаляват през разглеждания период;

6. Отраслите с най-голяма честота на трудовите злополуки за периода 1995 – 2005 г. в страните от ЕС са „горско стопанство“, „горска промишленост“, „минна промишленост“ и „строителство“.

От проведеното изследване става ясно, че основните трудности по отношение на осигуряването на здравословни и безопасни условия на труд са свързани с демографските промени и застаряването на активното население, увеличената заетост в малките и средни предприятия и засилената мобилност на единния европейски трудов пазар. Тази тенденция се запазва като такава и на българския трудов пазар.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

- Кодекс за социално осигуряване;
Съобщение на Европейската комисия COM (2007) 62 final, 21.2.2007;
Съобщение на Европейската комисия COM (2001) 313 final, 20.6.2001;
EUROSTAT: Figure in recorded economic sectors covering 87% of the workforce in the 27 EU Member States;
ILO 2005: Figure is an estimation for the EU27;
http://osha.europa.eu/en/sub/riskobservatory/osm/reports/european_system_004.stm

RESEARCH AND ANALYSIS OF THE OCCUPATIONAL ACCIDENTS IN EUROPEAN UNION MEMBER STATES

Veselin Brezin¹, Petar Antov²
University of Forestry – Sofia,
¹brezin@abv.bg, ²p.antov@gmail.com

SUMMARY

Health and safety at work, in particular issues relating to accidents at work in the European Union (EU), are one of the most important areas of action of the European Union's social policy. „*Creating more and better jobs*” is one of the strategic goals established by the Lisbon European Council of March 2000.

Although legislative action is essential to promote better working conditions, other instruments are also required to monitor progress and to make sure that objectives have been attained. In this respect, a research and assessment of the occupational accidents in EU member states for a ten-year period have been carried out on the basis of the determined specific statistical indicators of the occupational accidents.

Key words: occupational accidents, safety and health at work, European Union member states

ОНЛАЙН КАЛКУЛАТОР ЗА ФИРМЕНА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТ НА ПРЕДПРИЯТИЯ ОТ ДЪРВООБРАБОТВАЩАТА ПРОМИШЛЕННОСТ

Боряна Делийска¹, Аделина Иванова², Нино Нинов³, Павлина Цветанова⁴
Лесотехнически университет – София, ¹delijska@gmail.com, ²adelada@abv.bg,
⁴pavlina.tzvetanova@gmail.com
³Технически университет – София, nino_87@abv.bg

РЕЗЮМЕ

Въз основа на проучване и анализ на методите и алгоритмите за изчисляване на фирмена конкурентоспособност, в доклада се разглеждат принципите за проектиране и реализация на онлайн калкулатор за фирмена конкурентоспособност. Калкулаторът е първият по рода си у нас и се прилага за предприятия от дървообработващата промишленост. Създаден е с ресурсите на технологията ASP.NET на Microsoft. Достъпът до калкулатора е от уеб страница, от която потребителят въвежда данни за собствената си фирма. Създадена е база данни за фирмите в сектора, включваща основните им показатели за изчисляване на конкурентоспособност. От експериментите е направено заключение, че калкулаторът може да се приложи и за други отрасли от националната икономика.

Ключови думи: фирмена конкурентоспособност, онлайн калкулатор, дървообработваща промишленост, уеб технология

УВОД

Просперитетът на една нация зависи от постигането на глобална конкурентоспособност в секторите от националното стопанство с ключово значение, а именно – промишленост, транспорт и телекомуникации, финанси, енергетика, медицина, отбрана и др. В най-широкия смисъл конкурентоспособността характеризира потенциала на нациите да постигат висок и устойчив икономически растеж и да създават условия за просперитет и благосъстояние. В по-тесен смисъл конкурентоспособността се свързва с производителността на труда, иновациите и пазарите.

Целта на настоящата работа е изследване на методите и алгоритмите за изчисляване на фирмена конкурентоспособност, въз основа на който да се проектира и разработи свободно достъпен уеббазиран (онлайн) калкулатор за изчисляването ѝ.

Този калкулатор се експериментира с данни за фирми от областта на дървообработващата промишленост.

ПРЕГЛЕД НА МЕТОДИ И АЛГОРИТМИ ЗА ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА ФИРМЕНА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТ

Индекс и показатели за фирмена конкурентоспособност

Конкурентоспособността на фирмите се изчислява на базата на специфичен индекс, който е функция от множество показатели, наречени още *стойностни драйвери* (value drivers) или *критерии*. Всеки критерий съдържа различен брой *индикатори* (indicators). Критериите и индикаторите имат *тегловни коефициенти* (weights), емпирично определяни за различните сектори от националната икономика.

От проучването на показателите за оценяване на фирмената конкурентоспособност може да се установи, че на първо място това са:

- обем и качество на продукцията;
 - производителност на 1 лице от персонала;
 - степен на покриване на пазара;
 - разходи за труд;
 - степен на използване на дълготрайните материални активи (ДМА) на фирмата;
 - степен на внедряване на иновации;
 - наличие и процент на експорт;
 - качество на вътрешно-фирменото управление;
 - оценка на потребителите
- и др.

Използват се и обобщени показатели като:

- възвръщаемост на продажбите или (оперативна) норма на печалба (return on sales, ROS),
- възвръщаемост на активите (return on assets, ROA);
- възвръщаемост на собствения капитал (return on equity, ROE).

Съществуват различни методи и алгоритми за изчисляване на индекса на фирмената конкурентоспособност. Във всички случаи, обаче, трябва да отчетат два аспекта в оценката на конкурентоспособността:

- оценка на текущата (реална) конкурентоспособност на фирмата.
- оценка на стратегическата (потенциална) конкурентоспособност на фирмата.

Оценката на реалната конкурентоспособност задължително включва 2 индикатора – за производителност на труда и за произведена/реализирана продукция на 1 лв ДМА. Първият отразява използването на живия, а другият – на овеществения труд.

Стратегическата конкурентоспособност, чрез която се оценява устойчивото развитие на организацията в средно- и дългосрочна перспектива, отчита показатели като:

- внедряване на модерна система за контрол на качеството;
- повишаване на квалификацията на персонала;
- инвестиции в модерно оборудване;
- изграждане на инсталации за оползотворяване на отпадъците;
- пестеливо използване на суровините;
- ефективна комуникация с клиентите (реална и потенциална) за анализ на степента на удовлетвореност и проучване на потребностите;
- активна иновационна политика (действена система за проучване на новостите на световния пазар – суровина, материали, дизайн и използването им за обновяване на продукцията);
- ефективни връзки с обществеността.

Преглед на известни методи за изчисляване на фирмена конкурентоспособност

Най-общо, според [1] уравнението за изчисляване на конкурентоспособността на *i*-тата бизнес организация I_{FCi} в един бизнес сектор е:

$$I_{FCi} = \frac{\sum_{j=1}^n W_j V_j}{\sum_{j=1}^n W_j} \quad (1)$$

където: V_j – индикатор; $j = (1, 2, \dots, n)$;
 W_j – тегловен коефициент на j -я индикатор;
 $i = (1, 2, \dots, k)$ – брой на организациите в сектора.

Броят n на индикаторите и тегловните им коефициенти се конкретизира за всеки бизнес сектор в съответната държава. За целта се прилагат корелационен и регресионен анализ [1].

По-нататък, стойността на I_{FCi} , както и стойностите на отделните индикатори, се анализират с известните статистически подходи и свързани с тях алгоритми:

Алгоритъм за анализ на конкурентоспособността чрез сравнение със средните за сектора индикатори

Стойностите на индикаторите на конкретната организация се съпоставят със средните стойности, приети за единица, на същите индикатори за бизнес сектора, включващ предприятия с еднородна продукция (стоки и/или услуги). За целта се пресмятат стандартизираните отклонения на индикаторите за отделните организации от съответните им средни стойности за разглеждания сектор.

Така, ако стойността на $I_{FCi} < 1$, организацията е под средното ниво на конкурентоспособност, а ако $I_{FCi} > 1$ – над средното. Степента на отклонение от единицата показва относително разстоянието на тестваната организация от средното ниво на конкурентоспособност в сектора.

Алгоритъм за изчисляване на I_{FCi} чрез сравнение с максималните за сектора индикатори

Стойностите на индикаторите на конкретната организация се съпоставят с най-високите стойности на същите индикатори за сектора. При този подход не трябва да се допуска стойност на индекса на конкурентоспособност, по-голяма или равна на изчисления максимален (приет за единица), защото това би означавало, че тестваната организация е по-добра или равна на най-конкурентната в сектора. За да се избегне това, данните за всяка тествана организация първо се добавят към базовия масив от данни за сектора, максималните стойности на индикаторите се преизчисляват и след това се изчислява нейният индекс. При този подход $I_{FCi} \leq 1$ винаги.

Недостатък на този алгоритъм спрямо предишния е, че максималните стойности на индикаторите в сектора, може да са породени от неизвестни за нас екстремни обстоятелства – например, необичайно голям обем реализирана продукция, която е останала от предходни периоди или залпово съкращение на персонала малко преди края на изследвания период, предизвикано от кризата и др.

Предимството му е в това, че степента на близост до единица на резултата, получен за тестваното предприятие, ще дава представа за неговото отстояние от най-добрите индикатори в сектора, към които всяко предприятие се стреми.

За максимално точно определяне на нивото на конкурентоспособност и позицията на всяко предприятие е необходимо базовият масив да съдържа достатъчно представителна извадка от данни за предприятията в сектора.

Софтуер за фирмена конкурентоспособност

От прегледа на публикациите в областта бе установено, че съществува разнообразен софтуер,

който може да се използва за анализ на конкурентоспособността на бизнес организации, но не е намерен онлайн калкулатор за фирмена конкурентоспособност. Например:

Софтуер за защита на търговски продукт

Online Competition Monitor 1.0 [3] е софтуер за наблюдение на web сайтове на конкуренти с цел защита на собствен търговски продукт. Той проверява сайтове за заглавие, описание и ключови думи и дава пълен отчет, който може да бъде записан в текстов файл. Програмата използва разделен с табулатори формат, така че данните могат лесно да бъдат внесени за Microsoft Excel или Open Office Calc. Правилното заглавие, описание и ключови думи са важни за оптимизацията на уеб сайтове. Някои компании използват конкурентни продукти, имена или марка за изграждане на трафика към техния уеб сайт. Този прост инструмент помага да се наблюдават няколко уеб сайтове по избор и се гарантира, че вашата марка е защитена. Приложението е безплатно за сваляне и използване.

Софтуер за анализ на популярността на сайтове

Competition Analyzer 6.0 [4] – опростява и автоматизира стратегията за маркетинг на фирма чрез Интернет, като анализира позиционирането на web сайтовете, намирането им от търсещите машини по ключови думи и позиции и съставя таблици на класиране на сайтовете по популярност. Проверява качеството на линковете на собствения сайт.

Софтуер за бизнес симулации

Industryplayer и IndustryMasters [5] е софтуер за бизнес симулации и проиграване на всички аспекти на предприемачеството – стратегии, инвестиции, взаимоотношения с конкуренти, наемни работници, клиенти и т.н. Полезен е и за целите на обучението.

ИЗВОДИ

Създаването на онлайн калкулатор за изчисляването на индекса на конкурентоспособността на фирмите от дървообработващата промишленост би било целесъобразно, защото:

- ще помогне на фирмените мениджъри бързо и лесно да се ориентират за собствената си позиция в сектора;
- ще позволи натрупване на данни за следваща диагностика и анализ на тесните места в организациите и стратегии за преодоляването им, което ще подобри качеството на изводите на бизнес-анализаторите;

- ще запази анонимността на организациите, ако те държат на нея.

Това е основанието за създаване на онлайн калкулатор, който е безплатен и предназначен за всеки потребител, който иска да прецени конкурентоспособността на конкретна организация. С цел запазване на конфиденциалността, въвеждането на данни за действителни имена и адреси на фирми не е задължително. Освен това, потребителите нямат достъп до информация за конкурентоспособност на други организации, вече въведени в базата данни.

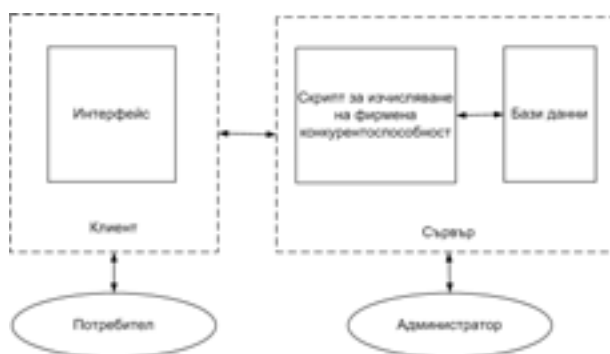
ПРОЕКТИРАНЕ И СЪЗДАВАНЕ НА ОНЛАЙН КАЛКУЛАТОР ЗА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТ НА ПРЕДПРИЯТИЯ ОТ ДЪРВООБРАБОТВАЩАТА ПРОМИШЛЕННОСТ

Етапите за проектиране и създаване на онлайн калкулатора са следните:

1. Изграждане на обща схема на софтуера за онлайн калкулатора
2. Избор на алгоритъм за изчисляване на индекс на фирмена конкурентоспособност
3. Проектиране на потребителски интерфейс
4. Проектиране на схема на базата данни
5. Избор на ресурси за реализация на онлайн калкулатора
6. Създаване на софтуера

Обща схема на онлайн калкулатор за изчисляване на фирмена конкурентоспособност

Онлайн калкулаторът за фирмена конкурентоспособност всъщност представлява уеб-базирана информационна система за поддържане и обработка на икономически и други фирмени данни. Такава система се реализира обикновено по технологията клиент-сървър и се състои от следните основни модули (фиг.1) – интерфейс, база данни и скрипт (или скриптове) за обработка на заявки на потребителите и извеждане на резултати.



Фиг. 1. Обща схема на онлайн калкулатора за изчисляване на конкурентоспособност на бизнес организации

Интерфейсът е два вида – за потребителите и за администратора на системата. Потребителският интерфейс представлява уеб страница, от която се въвеждат фирмени данни и заявки за изчисление на индекса на конкурентоспособност.

Администраторът поддържа работоспособността на системата и актуалността на данните, като работи в локален или мрежов режим, в зависимост от избрания подход.

Скриптът реализира алгоритъма за фирмена конкурентоспособност и се съставя на избран програмен език.

Алгоритъм за изчисляване на индекс на фирмена конкурентоспособност

Избран е алгоритъм, изчисляващ индекса на тестваното предприятие по два индикатора – производителност на труда и степен на използване на ДМА [2], като тегловните им коефициенти не се отчитат. Тези показатели се съпоставят със средните стойности за базовия сегмент от предприятия, произвеждащи еднородна продукция (вж.т.1.2). Така, формула (1) се свежда до следната:

$$I_{FCi} = \frac{\frac{Xi}{\bar{X}} + \frac{Yi}{\bar{Y}}}{2} \quad (2)$$

където: X_i – производителността на труда на i -тата фирма ($i = 1, 2, \dots, k$) от сектора

\bar{X} – средна производителност на труда на всички фирми в сектора;

Y_i – коефициент на използване на ДМА в i -тата бизнес организация;

\bar{Y} – среден коефициент на използване на ДМА във всички организации от бизнес сектора.

За да формулираме алгоритъма на скрипта, ще разделим процеса на няколко блока (фиг.2):

1) Изчисляване на производителността на труда X_i и коефициента на използване на ДМА Y_i на конкретната фирма по въведените от потребителя данни.

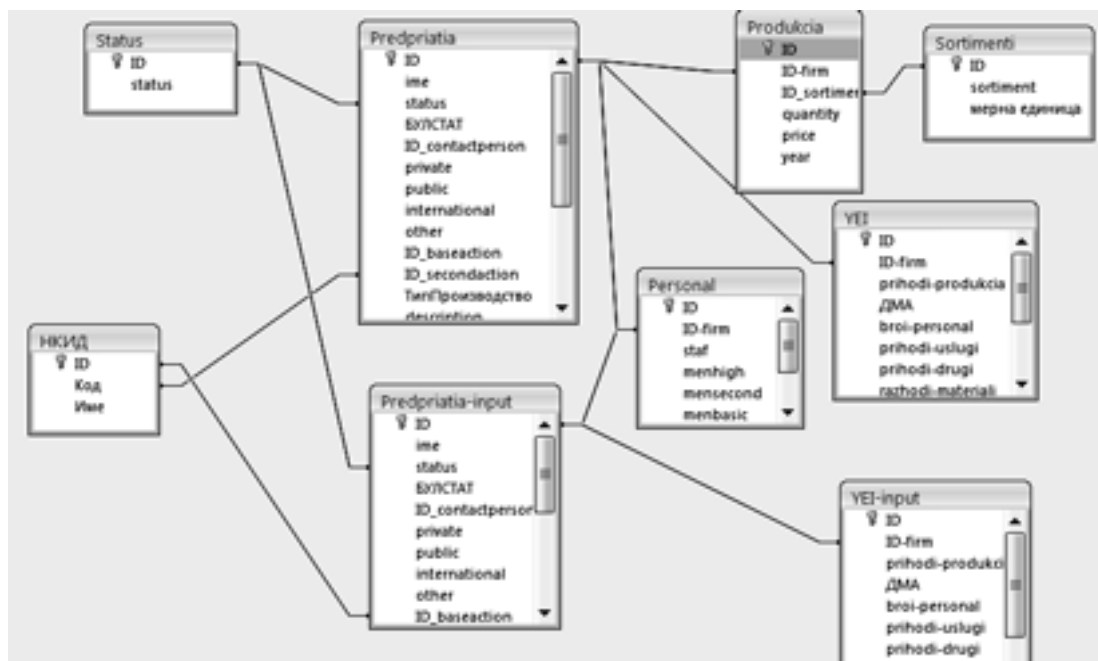
2) Намиране и извличане от базата данни на фирмите от един и същ сектор, с еднакъв статус и с показатели за една и съща година.

3) Пресмятане на средната производителност на труда \bar{X} и средния коефициент на използване на ДМА \bar{Y} на тези фирми.

4) Пресмятане на коефициента на конкурентоспособност на конкретната фирма и извеждане на резултата-справка.



Фигура 1. Алгоритъм за пресмятане на фирмена конкурентоспособност



Фигура 2. Подробна схема на релациите в базата данни

Потребителски интерфейс

От интерфейса потребителят въвежда заявки за изчисление на индекс на конкурентоспособност. Съгласно избрания алгоритъм, заявките трябва да включват задължително данни за:

- вида на дейността на фирмата според Националния класификатор на икономическите дейности (НКИД) в България;
- година;
- приходи от реализирана продукция за годината;
- дълготрайни материални активи (ДМА) за годината;
- брой персонал за годината.

Незадължителни данни са за името, адреса и статута на фирмата.

Схема на базата данни

БД се състои от таблици, свързани по схема, показана на фиг. 3.

В таблица Predpriatia се съхраняват основни данни за фирмите от дървообработващата промишленост и нужните за изчислението на индекса данни, а в таблица YEI – за годишните резултати на същите фирми.

Таблиците Predpriatia-input и YEI-input съхраняват въведените от потребителите данни, които периодично се прегледват и оценяват от администратора. Ако са коректни и актуални, се присъединяват към горните таблици.

Таблиците за сортамента (Sortimenti), количествата и цените на продукцията (Produkcia) и характеристиките на персонала по групи (Personal) са включени с оглед на евентуален допълнителен

анализ на организациите.

Таблицы НКИД и Status са класификатори на кодове на икономическите дейности и на видовете статус на организациите, съответно.

Ресурси за реализация на онлайн калкулатора

Избрани са следните ресурси за реализация на уеб-базираната информационна система на онлайн калкулатора:

- технологията ASP.NET Frameworks Version 3.5 SP1 и езикът Visual Basic Script – за програмиране на скрипта;
- Microsoft Access 2007 – за реализиране и поддържане на БД;
- маркиращ език XHTML и стилове CSS за създаване на уеб страниците на интерфейса.

Предимствата на тези технологии и платформи се състоят в тяхната универсалност и широко разпространение, удобства за проектанта и големия набор на класове и функции като: изчистване на неверни данни или данни за закрити организации, промяна и добавяне на данни за нови организации, поддържане на данните в класификаторите на видовете организации и видовете икономически дейности, съгласно националните стандарти; реорганизиране на структурата на базата данни чрез допълване с полета за нови индикатори за конкурентоспособност и др.

РЕЗУЛТАТИ ОТ ЕКСПЛОАТАЦИЯТА НА ОНЛАЙН КАЛКУЛАТОРА

Онлайн калкулаторът се експериментира за фирми от горската промишленост. БД е попълнена с данни за около 50 фирми за периода 2007-2009 година.

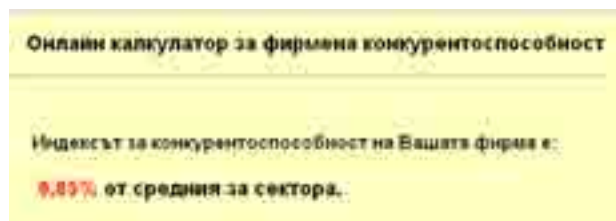
От началната страница на онлайн калкулатора (фиг.4) потребителят въвежда заявка за изчисление на индекс на конкурентоспособност на посочената от него фирма:



Фигура 4. Интерфейс на калкулатора за конкурентоспособност

Стартира се скриптът, като най-напред се проверява коректността на заявката и ако не отговаря на изискванията, се извеждат съответните съобщения за неправилни или липсващи данни към потребителите.

Ако заявката е коректна, се осъществява достъп до базата данни, извличат се записите, отговарящи на критериите в нея, изчислява се индекс на конкурентоспособност и резултатът се връща на потребителя. Примерен резултат е показан на фиг.5.



Фигура 5. Краен резултат от изчислението

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработеният онлайн калкулатор е полезен инструмент за фирмените мениджъри и е първи по рода си у нас. Публикуван е на сървър на ЛТУ (адрес <http://lab.ltu.bg/forestinformatics/projects/CompetitivenessCalculator/center-business.html>), като използването му е безплатно.

Намерението на авторите е да усъвършенстват калкулатора с включване на повече индикатори за фирмена конкурентоспособност, както и на допълнителни справки.

Освен това, калкулаторът може да се използва

и за други сектори на националната икономика, ако се добавят данни за тях.

Нагрупаните данни ще бъдат полезни за обобщен анализ на състоянието на секторите. Такъв анализ е обект на бъдещо разширение на функционалността на калкулатора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Радилев Д., Д.Косева, П.Петков, Н.Стоенчев (1995). Въведение в статистиката. *Университетско издателство, ИУ*, Варна

2. Стоенчев, Н., Статистиката в помощ на масовата приватизация, Изд. „Понтика принт” ЕО-ОД, Бургас, 1997 г.

уеб сайтове:

3. <http://www.download32.com/online-competition-monitor-i53693.html>

4. <http://wareseeker.com/Business-Finance/competition-analyzer-6.0.zip/3b4b40c106>

5. <http://www.industrymasters.com>

ONLINE CALCULATOR FOR BUSINESS COMPETITIVENESS OF WOODWORKING INDUSTRY COMPANIES

**Boriana Deliyska¹, Adelina Ivanova²,
Nino Ninov³, Pavlina Cvetanova⁴**
University of Forestry – Sofia,
1delijska@gmail.com, 2adelada@abv.bg,
4pavlina.tzvetanova@gmail.com
3Technical University – Sofia,
nino_87@abv.bg

SUMMARY

Based on research and analysis methods and algorithms on company's competitiveness assessment, the report examines the principles of design and implementation of an online calculator for business competitiveness. The calculator is the first of its kind in the country and is applied to enterprises of the woodworking industry. It was created with Microsoft ASP.NET technology resources. The access to the calculator is by web page where user enters data for own company. A database of woodworking sector companies is created, including key indicators of competitiveness calculation. The conclusion is that the calculator can be applied to other sectors of the national economy.

Key words: firm competitiveness, online calculator, woodworking industry, web technology.

GENESIS AND SOME PROBLEMS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Petronije Jevtic¹, Ljiljana Mihajlovic²

¹Visoka skola primenjenih strukvnih studija, Vranje, e-mail: pjevtic@verat.net

²Visoka skola primenjenih strukvnih studija, Vranje, e-mail: mihajlovicp@ptt.rs

SUMMARY

At the last big environmental conference in Copenhagen in December 2009 agreement on the prevention of global climate changes was not reached. The fall of this summit, however, did not mean bringing into question the basic paradigm as well, which was contained in the concept of sustainable development. Despite the significant, at some places undiminished environmental problems, sustainable development remains the only global development determination that promises preservation and improvement of the environment while ensuring the satisfaction of the needs and improvement of the quality of life to present and future generations. The genesis of this global strategy and policy points out the development of an idea and its operationalization in the last quarter of a century. At the same time, some solutions to the problems of sustainable development may be found in the area of culture and ethics.

Key words: sustainable development, environment, ecology, society

INTRODUCTION

Until the appearance of a man and his production activity, harmonious state of mutual connection and dependence of all elements of the living environment ruled on Earth. Occasional natural disasters were mainly on a local or regional scale, and balanced state of conditions and influences in the environment was quickly established without any lasting consequences for the living world.

Man's production activity, with which he meets his financial and other needs, creates an artificial environment intensively altering the natural conditions of life and the environment itself. The entire history of humankind is, in fact, the history of liberation from nature, its subjugation and conquest. Putting oneself opposite the nature, a man is confronting it more and more and estranging from it.

Man is distinguished from "the animal state" by the ability to think, speak and make tools. In the earliest times, paucity conditioned the humankind not to cause significant effects in the environment. People leave exhausted or degraded areas and move to the

new ones, and the nature restores itself without interruption and quickly. (2) Faster development of productive forces rapidly creates an artificial environment, which begins to prevail, and gives a man the illusion of independence in relation to the nature. The process of cognition of the laws of nature occurs at the same time, but only in the function of the increase of the level of conquering the nature, the increase of the production and profit. In such way the first degradations of the environment with significant consequences for the community in these regions occur. (3) Civilizations were disappearing and the new ones did not learn on the examples of the old ones. (4) The development of cities and the creation of an industrial society significantly broaden the scale of endangering the environment. For most of the history, pollution of the environment was concentrated on closer sources and waterways as well as the surrounding land. Taking out the very source of the pollution, the nature, in a relatively short time, managed to establish the balance with its mechanism of self-purification mechanism. Intensive industrialization at the late 18th century was followed by an appearance of qualitatively new and larger polluters. It was a sort of revolution in the quantity, strength and diversity of the polluters of the environment. Moreover, the nature is being appropriated and processed regardless of its inability to renew some of its resources, and the rate of the renewal and self-purification, which does not meet the speed of its depletion.

All scientific knowledge about the nature at that time were inspired by purely pragmatic motives of the increased exploitation of the nature, increased production and profit. The boundaries of such taking from the nature can be seen only in technical and technological capabilities. Total social development is observed only in the function of economic growth, increase of production and consumption. At that time, the apprehension that equalizes the development with the growth was widely spread, i.e. simple piling, concentration and centralization of resources. (5) Violation of ecological balance between environmental conditions and impact on the environment, during the industrial revolution, is still not understood as a limiting factor of social development.

ECOLOGY AND THE SEARCH FOR NEW MODELS OF SOCIAL DEVELOPMENT

Human awareness of pollution and endangerment of the environment has always been delayed in relation to the occurrence and consequences of environmental problems. The attempts to bring environmental problems under control are almost as old as pollution and endangerment, but the responses to it were in most cases inadequate and delayed. (4)

During the sixties of the 20th century, after the obvious environmental problems and incidents that had a direct effect on human health, scientific and professional public begin to systematically develop theories with the effort to act preventively or intensively on the improvement of conditions in the environment. One of the key works from the time is the book *Silent Spring* by Rachel Carson published in 1962. In this book, Carson has developed in a suggestive and argumentative way, a vision of the possible total disaster due to the utilization of DDT in agriculture. Undoubtedly, the merit of this book is in the mobilization of the broad public interest in environmental problems, as well as in the emergence of the movement for environmental protection, primarily in developed Western countries.

As a result of genuine concern for the issues of ecological basis of social development in 1968 there was an initiative of managers and vice presidents in "Fiat" on the gathering of humanists, economists, industrialists, scientists, educators and managers in the so-called The Club of Rome. The main task of this gathering was to determine the state of the environment, applying exact scientific methods, and on that basis propose solutions to environmental problems and problems of development. The perceived environmental problems were: "... poverty due to wealth; environmental degradation; loss of faith in institutions; uncontrolled urbanization; employment insecurity; alienation of youth; rejection of traditional values; inflation and other monetary and economic disorders." (7)

The team of scientists from the "Massachusetts Institute of Technology" undertook the research of five, in their opinion, basic factors of social growth: population, agriculture, natural sources of raw materials, industrial production and pollution. Conclusions and proposals of this group of scientists were published under the title *The Limits to Growth* in 1972, which is known as the first report of the Club of Rome (9). The proposed measures were based mainly on stopping the population growth, reducing the consumption of raw materials per unit of product and the increase of the durability of products, reducing pollution, etc. With some methodological inconsistencies and insufficiently scientifically based starting assumptions, the basic lack of this report was one-sided perception of the social development and its simplifica-

tion to economic component.

Considering the increasing need for intensive social development and production increase, especially in underdeveloped countries, it is clear that the main recommendation of *The Limits to Growth* was rejected and neglected. Despite this, the warnings and unfavorable prediction were taken very seriously in the scientific and broad civic public. True action was primarily focused on finding new resources of raw materials and fuels, as well as finding technological means to reduce pollution.

Politicians and economists wholeheartedly and almost unanimously refused "The zero-growth theory" as unrealistic and undesirable. In the following years, it seemed for a moment that with the new technology and opening of the new fuel sites it was possible to remove the danger of stopping economic growth. Then followed the second, third and fourth report of the Club of Rome, which was trying until the eighties, with greater or smaller optimism, to overcome the limitations of methodological error of *The Limits to Growth*.

Approximately ten years after *Silent Spring*, on the wave of public concern for environmental issues, the organization of the United Nations appeared on the scene, which convened in 1972 in Stockholm the first conference on the environment. The main topics of this conference included the pollution with the wastes, endangering the basic natural processes in the environment, endangered natural resources and reduction of biological diversity. The Conference in Stockholm adopted the Declaration in which the emphasis was put "not only on people's right, beside the right to freedom, to satisfactory living conditions that allow welfare, but preservation, with the development, of the ability of our planet to produce major natural resources, and to use non-renewable resources without being exhausted." (8) With the invitation to the current and continuous action on the detection and prevention, the main environmental problems were properly described and their sources with underlining the long-term negative predictions in the case of retention of existing models of pollution and exhaustion of the environment.

This conference represented a crucial date for the establishment and review of the connection between the environment and social development. In that sense, United Nations Environment Programme (UNEP) was founded and it has become the primary mean of global environmental policy and global environmental management. Under the influence of UNEP, an intensive and globally coordinated action began on the formulation of strategic political documents and legal frameworks on the environment and its protection. In addition to this began the establishment of the ministries or other forms of institutional organization and management with the aim to put en-

vironmental issues under control. The main contribution of the UN, from that time, was work on the formulation of clear prohibitions, limits and standards in the environment. (6)

However, at the end of the eighth decade of the last century, it became clear that endangering the environment is growing and the chosen technical and political solutions are not sufficient. With the purpose of continuous monitoring of environmental problems and with the intention of formulating coordinated activities to improve environmental conditions, OUN General Assembly established the World Commission on Environment and Development in 1983. In 1987, the Commission adopted the report *Our Common Future* (10). The main objective of this Commission was to determine the criteria and conditions for the establishment of new global and coordinated economic and environmental policy that would enable sustainable development. The members of the Commission set themselves two basic questions:

1. How to ensure for the future generations the conditions that will be no worse than the conditions in which people live nowadays? and

2. How can the state of the environment in developing countries be improved while introducing more and more stringent standards in the production and exhaustion of the resources?

The main merit of the World Commission on Environment and Development was to formulate the concept of sustainable development. "Sustainable development is the development that meets the needs of the present without threatening the possibilities of the future generations to meet their own needs". (10) From that time on, "sustainable development" has become a paradigm and a widely accepted program solution that would provide the solution of acute antagonism between the capabilities of the nature and social development needs. Many countries have adopted this term and included it in their legal and other program documents, and the European Union has established the sustainable development as one of its main objectives: "The task of the Union is... the support to a harmonious, well-measured, and permanently sustainable development..." (11)

The concept of sustainable development has been accepted in most countries as one of the fundamental starting points of economic and environmental policy and overall social development. As a confirmation of this universal swearing in the possibility of sustainable development, the Earth Summit in Rio de Janeiro was created in 1992. At historically the biggest meeting on the environment and development the document Agenda 21 was created or The UN Program for actions from Rio. In the four chapters of this document, the following issues are considered: social and economic issues, protection and management of resources for development, strengthening the role of

major social groups, and means for the realization of Agenda. (2)

Sustainable development has four related, harmonious and conditioned types of support: economic, social, cultural and ecological. Francesco di Castri uses the metaphor of the "Renaissance Chair" suggesting the need for harmony between the four types of support for sustainable development. (12) Any discrepancy and imbalance between the types of support (legs) in any part of the world can result in disorders on a global scale. In this way, once again the basic environmental law on correlation and mutual interdependence of all elements and processes is being affirmed.

The formulation of the theory, policy and strategy of sustainable development was an attempt to surmount the fundamental antagonism between economic growth and the need to preserve the basic resources of the environment. However, in the past 30 years global social development has gained new proportions, with a multitude of new or modified issues. All the political, managerial, technological and, to some extent, economic operationalizations of the concept of sustainable development have proved to be delayed or immature to the new forms of global issues and problems of social development today. Many indicators of the inability of permanently sustainable character of modern social development are evident. The basic indicators of the ecological crisis of the eighties were the following problems: climate, population, nutrition, energy and waste. The same problems, almost unchanged or only intensified in the global scale exist even today.

The most important global processes indicate that modern social development has no characteristics of sustainable development. Looking at the economy, society, health care, globalization, demography, technology and state of the environment, we will try to point out the basic indicators, which confirm the unsustainability of the dominant model of social development.

Economic growth, expressed on a world level, has been increasing at a slightly slower pace in recent years, which the world economic crisis ultimately showed at the end of 2008. However, instead of search for and removal of the causes being initiated by the economic difficulties, national and regional economies have offered already seen and conservative solutions. The existing models of optimistic strategy of increasingly widespread material consumption were supported, i.e. taking from the nature. Capabilities and needs of the environment once again have been pushed aside. The existing models of consumption, transport, housing, energy use, tourism and entertainment even in the conditions of crisis are viewed as a heritage to be defended at any cost. The need for over-evaluation of the material and other needs, val-

ues and goals of contemporary society (15), have almost been unmentioned.

The first step of economy of sustainable development could be an operationalization of the concept of natural capital. These are the "conditions and impacts in the biosphere that we can also call natural resources". (6) Natural capital would be based on the following premises:

- Monetary expression of the value of natural capital, where the price of the use of the natural elements of the environment is being determined, which is equal to the costs necessary for their preservation and sustainability;

- Preservation of natural capital base, which implies spending only the produced goods in a certain period in the nature;

- Increasing the productivity of natural resources, putting emphasis on environmental possibilities, interdependence and consequences.

In the health care field, the increase of the educational level, health, and the average lifespan are evident. At the same time, infectious diseases occur with new forms of the existing ones. (4) The differences in health problems, needs and goals deepen among developed as well as underdeveloped countries. In the highly developed countries, due to the extension of lifespan, there is a growing number of the elderly population, which is a significant consumer power, but which is excluded from the socio-political currents of directing and managing the social mainstream.

In the social field, sustainability problems are concentrated around the problems of unemployment, deepening the gap between the rich and the poor and opportunities for social mobility and promotion of the lower social classes, which holds the greatest number. The number of people living with less than \$1 per day in the last decade of the twentieth century has increased by 25%. (4) In order to reduce the inequality of living standards in the world, it is assumed that the world consumption of resources must grow at least 50 times. (13) Centers of power are in the hands of small groups of are economically and financially powerful, and the mere participation in the voting process, has proved insufficient for the sustainability of the social and political system. Hence, the establishing of various NGOs, which articulate, direct and strive to realize the interests of different social groups. Absence of increasingly more attended social protests regarding the world economic crisis in 2008-2009 might be the result of the action of these organizations, which break and partialize the interests for action and changes in certain areas.

Globalization is a very complex process that involves social, economic, cultural, political, technical-technological and natural phenomena, and with which they all connect and intersect. (17) Globalization is especially pronounced in the economic and cultural

level. The rapid growth of production and exchange of goods in the economy suits fast and mass exchanges of cultural goods of all kinds. Globalization of the economy has enabled the rapid and increasingly inconsiderate taking from the nature, where the needs of capital remove national borders and fences of the natural parks. In culture, globalization has made positive achievements in the exchange of cultural goods, but at the same time marked the imposition of cultural forms from economically developed countries. The consequence of this uncritical acceptance of cultural heritage made and developed in Western countries, was the suppression and slow disappearance of authentic cultural goods within national and regional boundaries. (16) With the unification of cultural responses to particular problems in the environment, the richness and diversity of the various heritages is desecrated, which could decide, in certain circumstances, even on the salvation of a certain population.

"Global Village" was created as a product of economy in culture and meant unexpected popularization of the market. At the same time, cultural creators have become producers of goods for the market, and users of cultural goods were transformed into consumers. Unsustainability of such approach produces sociocultural alienation, social pathological phenomena and various destructive movements ranging from religious to criminal.

Demographic development has caused an increase in human population much above the level that the natural environment can support. Only in the twentieth century, human population has increased 3.8 times despite the two catastrophic world wars, and despite the series of long and tragic local wars. (4) Although the growth of the population on worldwide scale is almost slowing down, the main problem remains its unbalance. On one side, there are developed countries or Western countries (among which, by this measure Serbia is included), which have a complete intermission of the growth of population, all the way to the negative natural increase. In these countries, lifespan is being extended and the elderly, above 60 years of age often represent a third of the population. On the other side, there are developing countries that have a high rate of natural increase, but shorter lifespan.

The great number of the world human population firstly causes increased needs for food, and then the satisfaction of all other human needs: housing, clothing, energy, technical equipment, etc. Logical pressure on the environment, which is in such conditions of increased demand necessarily impoverished and degraded, is understandable. Any attempt to increase food production, for example, is having more and more severe consequences on deforestation, soil erosion, and increased energy consumption. (18) The increased demand for food was followed by a response in the form of genetically modified seeds and pesticides. Their use

and the consequences on the environment are still not thoroughly investigated, but they are already given to the farmers. It has been reliably determined that these plants will require even more water, fertilizer and pesticides, with which its production will be further reserved for the wealthier countries, which will not change for a bit so far unsustainability of the food production structure in the world. (4)

Technological solutions represented, in an important period, hope in the possibility of sustainable development. However, the ecologists have frequently accessed this issue in a utopian manner expressing hope in just distribution or transfer of technological solutions. Thereat, the fact was ignored that the main driver of development of productive forces, and with them the technological development, was primarily motivated by the logic of capital and profits.

Unsustainability of the state of the environment can be illustrated on the example of mastering the climate changes. The problem with the climate is apparently global and it concerns the total human population on Earth, as well as the most of the living world. However, it is as if it were manifested right here all the power and weakness of the global environmental policy and management.

Even in the early eighties of the last century all the hazards of emissions of various artificial gaseous substances such as chlorofluorocarbon (CFC) into the atmosphere became known. As a result of the concern for the ozone layer, the United Nations Environment Program organized a conference in Montreal in 1987 with the aim to reach an agreement on the reduction of these gases by 20% until 1994 and 30% by 1999. The signing of the Convention was initially opposed by the US and Britain up to the moment when a replacement for obviously harmful CFC was found. At that moment, these countries accepted the reduction and cessation of the use of these gases. Soon it became clear that the replacement, i.e. HCFCs or hydrochlorofluorocarbons equally or more intensely destroys the ozone layer. It was followed by meetings in London (1990), Copenhagen (1992) and Vienna (1995) dealing with the same problem of these artificial gas. The last deadlines related to this issue indicate the year 2015 and they are the result of a strong influence of industrial and economic lobby on these conferences: chemical companies were left with "reasonable deadline to recover invested funds". (4) In these relationships, the strength of profit wins over the strength of scientific arguments, and environmental issues are forced to give priority to the economic demands of capital and profit.

However, the predictions related to the ozone layer are not entirely pessimistic. Until 1997, the level of ozone in the atmosphere was decreasing at a rate of 8% in ten years, while the present rate of about 4% is on a decade level. It is assumed that after 2010, slow

recovery of the ozone layer will begin, but the state, which was before the seventies of last century, will be achieved only after the year 2065. (4)

While the predictions about the renewal of the ozone layer may not be completely pessimistic, the problem of global warming shows once again the prevailing weakness of the global society. It seems that many factors that affect global warming are the main obstacle to efficient management and removal or moderation of this problem. The main problem with the global warming, i.e. the change of technology that could prevent the release of carbon dioxide that occurs during the combustion of fossil fuels, remains unresolved. (4) Technological improvements have proved insufficient, and the use of nuclear energy still has many possible but unresolved sources of endangering the environment. Even on the example of nuclear energy, there is an unchanged practice of humankind to apply some technological solutions, without previously observing the possible negative consequences on the environment and social development. Scenario where the global damage from the utilization of nuclear facilities and storage of the nuclear waste will be greater than short-term and partial profit in the form of unchanged price of electricity is not impossible.

The problems of resources and energy have basic features and those are unevenness in their distribution and unevenness in their consumption. In the United States lives about 5% of the population of the planet, but here every year about 40% of world resources are spent. Energy consumption in the last century was increased by 12.5 times and it is considered that fuels will be the main limiting factor in the coming decades. (4) Regarding energy and resources, humankind is obviously getting closer to the great turning point that will mean the termination of the previous method of fuels usage as well as alteration of energy sources.

INSTEAD OF CONCLUSION – OVER-EVALUATION OF NEEDS AND VALUES

In this unhappy picture about the prospects of the sustainable development, over-evaluation of all values and goals of development may have a key role. If we agree that development means improvement of qualitative conditions of life (15), we probably will not agree on what the "improvement" considers. If this is the increase of consumption, accumulation of goods with increased intake from the environment, the prospects for sustainability of such development are not long-term. On the contrary, provided the "improvement of the conditions of life" means the over-evaluation of the material needs and the rejection of accumulation and luxury, more righteous distribution and form of government, freedom, health, education and a multitude of spiritual values, sustainability of social development can be more permanent, that is, a

more realistic option of the survival of mankind and most of the living beings on Earth.

In the possible process of over-evaluation of needs, values and goals, a key role could be played by culture, science and education. Rejection of quantitative dimensions or their very marginalization should become a process that will support and promote cultural system and system of values. The concept of sustainable development is thus conditioned by the values and goals that arise from it.

In parallel with bringing into question the value of previous attitudes and objectives, science should provide answers to the technological requirements of taking from nature. In order to prevent the possible impact of the capital, a lot more significant role in the scientific institutions could be taken by the state or its independent institutions. For this concept not to become just a pure utopia, suitable processes in education and information are necessary. Such approach will enable the establishment of new, sustainable values, knowledges of technical procedures, which would provide real and lasting sustainability of such development.

It is in terms of value and culture that there are reasons for cautious optimism in relation to the sustainable development. Healthy environment, protection of the environment and sustainable use of natural resources slowly become an integral and important part of the human system of values. Awareness of the endangerment of the environment resulted in the change in the approach to environmental issues on global as well as on national and local level. The result of this awareness is a great number of strategic documents, international agreements, production standards and laws. The public very highly evaluated and supported the responsible and sustainable approach to the environment. There is almost no technological process in which in some way advancement in

the concern about the living and working environment has not been noted. Recycling of many waste materials represents an economic activity, which is gaining in significance. The technology and manufacturing should aim to increase economic and technological efficiency, while reducing the intake from the nature, with the purpose of making a lasting sustainability of conditions and impacts in the environment.

REFERENCES

- Marković, D. T. SOCIJALNA EKOLOGIJA.- Beograd 1986.
ISBN 86-17-00001-5
- Marković, D. T. SOCIJALNA EKOLOGIJA.- Beograd 2005.
ISBN 86-17-12774-0
- Pantić, N. PRIRODA I ČOVEK, u zborniku ČOVEK I PRIRODA.- Beograd 1984.
- Ponting, K. EKOLOŠKA ISTORIJA SVETA.- Beograd 2009.
ISBN 978-86-7720-053-4
- SAMOUPRAVNO DRUŠTVO I EKOLOGIJA.- Beograd 1982.
- Moldan, B. (NE)UDRŽITELNY ROZVOJ – EKOLOGIE HROZBA I NADEJE.- Praha 2003.
ISBN 80-246-0769-7
- GRANICE RASTA.- Zagreb 1973.
- Major, F. SUTRA JE UVEK KASNO.- Jugoslovenska revija, Beograd 1991.
- Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J. The Limits to Growth.- New York 1972.
- NAŠE SPOLEČNA BUDOUCNOST.- Academia, Praha 1991.
- Smlouva o založení Evropského společenství, Amsterdamská smlouva.- MZV ČR 1999.
- Radulović, J.i dr. KONCEPT ODRŽIVOG RAZVOJA.- Beograd 1997.

CREATING SUPERIOR VALUE IN THE NEW ECONOMY ABOUT INNOVATION AND KNOWLEDGE

Ljiljana Mihajlovic¹, Petronije Jevtic²

¹Visoka skola primejjenih strukovnih studija, Vranje, e-mail: mihajlovicp@ptt.rs

²Visoka skola primejjenih strukovnih studija, Vranje, e-mail: pjevtic@verat.net

SUMMARY

The paper discusses how the requirements of the new economy, such as innovation and knowledge, marketing relations, total quality management and business networks, provide a basis for creating superior value for customers. In a market that is a great field of confrontation and competition between enterprises for the attention of customers, it is very difficult to count on long-term growth without finding ways to be unique and to create something that will have success in the market. Market success is the result of customers' satisfaction and their loyalty. Loyal customers should be perceived as a company's asset or as a part of intellectual capital.

Keywords: superior value, customer satisfaction, innovation, knowledge, total quality management

INTRODUCTION

The new economy is a term that is used in the literature to describe the modern business era, and it is usually thought either about technology or knowledge. We have terms like: information era, digital or virtual economy, knowledge economy, customer's lifetime. However, the new economy can be best understood with a universal approach to the contemporary trends in society and economy and in that way merge all these terms.

The features of the modern economy come from the development of technology and increase of the frequency of its use in practice. Here the technology includes improved machinery that contributes to increased productivity in the manufacturing process and information technologies that enable more efficient performance of activities and various forms of connections. Development of technology has contributed to the acceleration of the manufacturing process and the entire business process, greater volume and range of offers, stronger competition on the market etc. On the other hand, we must not neglect the fact that intelligent technologies gradually replace men in the process of work and lead to alienation of a man to man.

The market turbulence leads to changes in customers' requirements and to raising customers' awareness about the need for information about the

product and the company. Today, not only companies, but also the customers have become aware of their role in the creation of a companies' value. Customers are now observed not only as a source of income, but as assets of the company itself. The concepts that are used in the literature to emphasize the importance of customers are "customer relationship management" and "total customer satisfaction". These concepts refer to the creation of a database of loyal customers.

In order to oblige the customer of the modern age, new knowledge and constant learning are needed at all organizational levels. These needs come from the necessity for product and process innovations, in order that the growth of companies be provided through the differentiation of offers and adjustments to the fast environmental changes that the new economy brings with.

In order to make such a complex system of networks through which increasing amounts of information, goods and services move functional, taking into consideration constant changes in models of organizational structures, processes and market demand, it is necessary to ensure an adequate flexibility of the system through the system of open communication, through a high level of control over the quality of products and processes through total quality management.

SUPERIOR VALUE

To offer the value which a customer evaluates as a superior means to offer such a product or a service filled with a high quality of activities and processes applied in the process of its creation, in a way that the creativity evokes positive reactions, satisfies the needs better than other products and fills its consumer with enthusiasm.

The delivery of superior value to the customers means creating such a marketing mix that causes customers' satisfaction with all its elements. The quality of a product, the image of a product, the way it is distributed, the customers' information about the product, the way of dealing with complaints, the relationship with customers, providing post-sales service, the price that consumer pays for what he gets, corporate identity, packaging, design, innovation, contemporariness, distinction from the

competition – all that is in some way connected with and integrated into the final product and makes its overall value for consumers.

Creation of the superior value comes from the essence of competence and it leads to a competitive advantage of the organization. For a customer, the superior value means an especially high level of satisfaction during and after the product usage. A satisfied customer creates positive associations, so there is a greater probability of repeated purchases. Loyal customers are a part of the invisible property of the organization - they are a source of profit, security for the organization in the future and a free channel of propaganda.

Customers as Invisible Assets

While traditional accounting system treats customers only as a source of income, contemporary accounting observes customers as assets, as an essential part of the invisible asset. In that sense, in order to retain customers and thereby extend the lifetime of customers, it is important to offer them what is causing their satisfaction and leads to their loyalty. This is supported by the fact that the costs to gain new customers are much higher than the cost of retaining the existing customers and that the customers' satisfaction reduces their need for complaints. Also, the satisfied customers will make a positive propaganda for the company (potential advocates) while in this sense dissatisfied customers are viewed as the risky ones, because they may transfer their negative perception to other potential customers.

"Loyal customers should be viewed as assets of the company and the company should work on creating the relationship which maintains their loyalty. Long-term contracts and repeated purchases provide the company with a stable source of income." [1] Customers' capital consists of the relationship with customers, the database of customers, and in some cases it expands to the relationship with suppliers and partners. In the literature, there is also the term relational capital. Image, reputation and brand are the characteristics of relational capital.

Customers' capital (Figure 1), as a segment of intellectual capital includes the value that a company gets from consumers. It is based on establishing a good partnership in order to achieve customers' satisfaction in the long run. Customers' satisfaction leads to repeated purchases and their loyalty.

KNOWLEDGE AND INNOVATIONS

The new economy or the economy based on knowledge is a new paradigm of modern business and a necessary condition for competition on the global market and a long-term perspective of a company. Organizational climate and structure should encourage the process of continuous learning, transfer and creation of new knowledge at all organizational levels. This implies a system of open communications, team work, motivation system, encouraging creativity and innovation, flexibility towards the environment and implementation of changes.

In defining the sources and skills that lead to competitive advantages, it is recommended that the knowledge and human capital be the base and infrastructure of all other activities and something on which the company will build its competitive essence. Knowledge is a source that is difficult to be copied by competition. It is an invisible asset and it includes the knowledge on individual, team and organizational level. Aside from the training and the development of employees, it is necessary to have a process of constant learning through the work itself, through knowledge transfer throughout the organization, but also through acquiring new knowledge. In the fields in which an organization does not show knowledge, it is necessary to engage consultants and external managers or specialized agencies that are competent for that business. In present business conditions, expertise can be obtained through acquisitions and other forms of merging or joint agreements.

Organizations that respect these principles give: better quality of all the processes, larger number of innovations, better relationships with customers, strong image, brands.

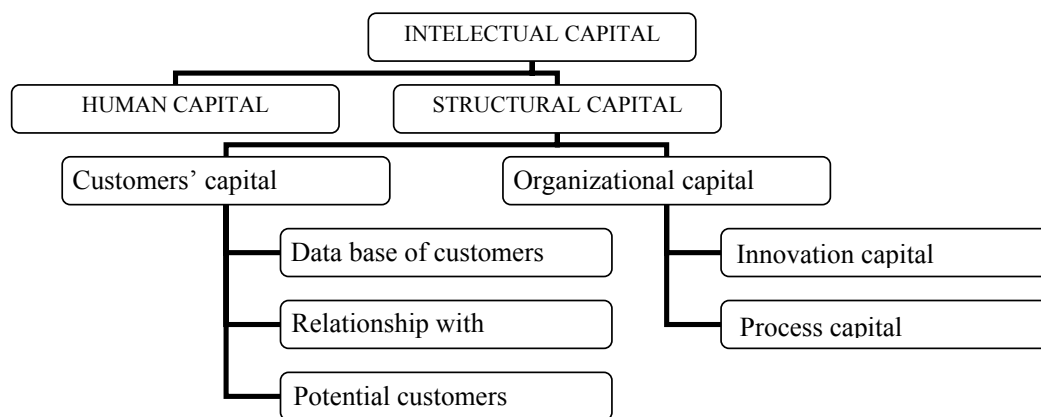


Fig. 1. The structure of the intellectual capital according to the model of the insurance company Skandia

As the result of these segments, there is customers' satisfaction and loyalty and longer lifetime of the customers. These are some of the indicators of intellectual capital which contribute to the increase of accounting value of a company on the market. Strategies based on knowledge are innovation strategies. They are the prerequisite for a company's growth. Innovations are necessary in order to improve value delivered to the customers. They contribute to the increase of invisible assets, and, therefore to the total market value of a company. Value innovation leads to opening new possibilities on the market, obtaining new customers and stimulates the existing customers to be loyal. These innovations refer both to products and processes, i.e. all the activities that contribute to the improvement of the company's image. It cannot be said that every innovation leads to the increase of the company's performance, but that it refers only to those that contribute to the satisfaction of a larger number of customers.

CUSTOMER RELATIONSHIP MARKETING

Due to the significance that customers have for a company as a source of income and a part of assets, it is necessary to establish good relationships with them. Therefore, in the recent years the emphasis has been placed on the customer relationship management. When the satisfaction is achieved, it is necessary to retain the profitable customers. Customer relationship marketing is focused on retaining the customers.

"Organizations have great possibilities to retain satisfied customers as loyal customers for a long time. Through the customer relationship marketing, organizations tend to increase long-run customers' loyalty." [2] Customer Relationship Marketing - CRM is a form of investment into clients. It is developed through a system of open communications with the customers and consumers, by respecting suggestions, efficient resolving the complaint issues, dedication to the customers, invitations for gathering and socializing, sending gifts and cards for special occasions, and in general by a friendly approach to the customer. Such relationship stresses the importance and the value of the customers. CRM function personalizes the relationship between a company and its customers, and it ensures the creation of customer data base and tracking their activities. Awareness of the need to introduce and manage relationships with customers is growing strongly with the growth of range provided by the internet in modern business.

"Digital economy has enabled the efficient targeting and personalization, i.e. the application of the target and one-to-one marketing, adjusted to the target segments and individual customers." [2] A direct communication with the customers can be provided by free of charge telephone lines for customers, by electronic mails and web sites, or by making network

systems which the customer has an active role of creating value in. Companies which perform the production by order and which have smaller number of clients can use this chance of small number of clients and dedicate themselves to each of the customers, and, thereby develop individual customer relationship marketing. In this way a solution for their individual needs is created. Regardless to the size of the company, examining standpoints, perceptions, motives and needs of consumers is a necessary step in the process of creating value and achieving greater customers' satisfaction.

CONCLUSION

The importance of the orientation directed to the customers becomes dominant in the conditions of market turbulence and global economy. The new economy sets greater demands which companies need to fulfil by satisfying the market, as a condition for their existence and growth. Likewise, the new economy provides new possibilities through technology improvement, which can be the source of competitive advantage.

To understand and to satisfy the needs of customers in a way that places the competition far behind, means to offer something different and better. The companies that are the followers and imitators often remain in shadow if they do not give some new advantage to the product, as well as those oriented to their own tradition, without implementing changes. Unlike those companies, the innovative companies create for themselves the basis of development through differentiation of offers, integration into the business networks, the increase of knowledge base, adaptability to changes in the environment and through increasing the value of the product.

Superior value is a result of corporate image which is observed in products quality, employee-customer relations, and services provided by the company. The customer is the central figure in setting the demands on one hand, and in measuring the successfulness of the value delivery that the customer perceives in comparison to his expectations, on the other hand.

As a basis for creating a value that customers perceive as a high level of quality in comparison to the competition, it is important that there is a market orientation. This orientation, unlike the production orientation, requires permanent researches and analyses of customers and competition. By uniting what customers want and what the competition does, with internal strengths of the company, we come to the potential options in creating a superior value. The result is that it is equally necessary to perform the internal analysis and to identify critical factors of success that lead to competitive advantages. Companies need to be seen through the activities in the value chain, because this

is a way of coming to the points which represent the sources and capabilities that form the essence of competence.

Contemporary accounting system does not perceive customers only as a source of income but also as the assets. Here lies the importance of creating a base of the loyal customers and the establishment of relationship marketing. The delivery of the superior value undoubtedly leads to achieving better business performance of organizations. The superior value leads to customer satisfaction, which in a long run can create the loyalty of the customers. Loyal customers are not only the source of income but the assets of the company as well.

Digital economy as a form of business through a virtual connection with the partners who have the same interest, can bring certain advantages to the company as well as to the customer. In these networks, the customer is an active participant in the creation of the desired value, and the coordination of the activities between the companies is at the higher level of efficiency with the same goal – customers' satisfaction.

REFERENCES

Kukrika, M., Inić, B.: "KAKO BITI KONKURENTAN NA GLOBALNOM TRŽIŠTU – MENADŽMENT ZNANJEM I INTELEKTUALNIM KAPITALOM", Beograd, 2003.

Đordjević, B.: "ODNOSI S POTROŠAČIMA U DIGITALNOJ EKONOMIJI", Ekonomski anali

Maričić, B.: "PROMENE U MARKETING FOKUSU – MARKETING ODNOSA", Megatrend univerzitet, Beograd, 2003, p.122

Milislavljević, M.: "SAVREMENI STRATEGIJSKI MENADŽMENT", Beograd, 2003.

Milislavljević, M.: "STRATEGIJSKI MARKETING", Ekonomski fakultet, Beograd, 2006.

Nikolić, J., Čumić, M.: "KVALITET U FUNKCIJI SATISFAKCIJE POTROŠAČA", International Journal Total Quality Management & Excellence, 2009, p.191

Rakić, B.: "MARKETING", Megatrend Univerzitet primenjenih nauka Beograd, 2003.

ПОДХОДИ, ПОКАЗАТЕЛИ И ХАРАКТЕРИСТИКИ НА НАДЕЖНОСТТА НА ПРОДУКЦИЯТА

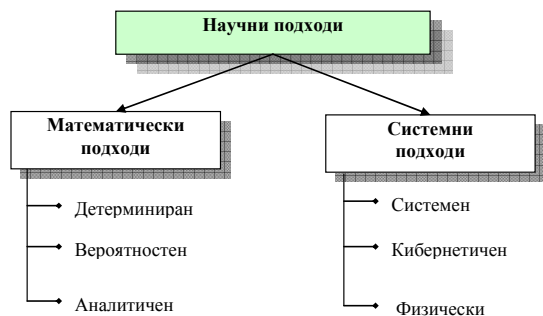
Георги Тасев
Лесотехнически университет – София

На конференция по надеждност в САЩ е била повдигната темата: ”А не умря ли теорията на надеждността?” Честно казано, тази въпрос е празен: може ли да умре медицината, когато хората продължават да боледуват? Докато инженерната мисъл е жива, докато се развива техниката, до тогава животът ще поставя нови и нови проблеми пред надеждността, които ще трябва да се решават. Възможно е някои теоретически „фундаментални” проблеми на надеждността да са ясни, но морето от практически задачи е неизчерпаемо, а те не може да не се решават, без да се развива и обогатява теорията на надеждността. Следователно надеждността като теория и практика е жива.

Качеството и надеждността на продукцията се изразяват с голям брой свойства, показатели и характеристики [1-4]. Тяхното използване без систематизирано групиране и класифициране е свързано с определени трудности. В литературата и нормативно-техническата документация свойствата, показателите и характеристиките на качеството и надеждността не са систематизирани и не са свързани едни с други, а показателите и характеристиките са смесени и се изразяват само като показатели [5,6].

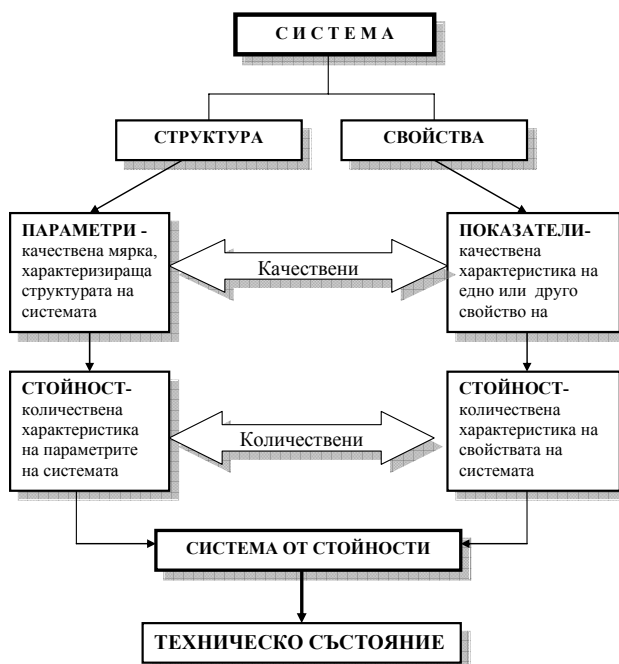
При разработване и прилагане на съвременните концепции за управление на качеството и надеждността на продукцията се използват поотделно или в съчетание различни подходи.

Подход е начин за разглеждане и управление на различни явления, процеси и системи. В теорията на управление на качеството и надеждността са намерили приложимост различни научни подходи: детерминиран, вероятностен, аналитичен, системен, кибернетичен и физически (фиг. 1).

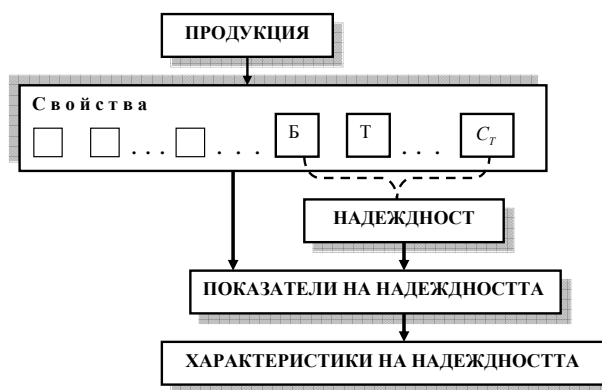


Фиг. 1. Структура и взаимосвязь научных подходов в управлении качеством и надежности продукции

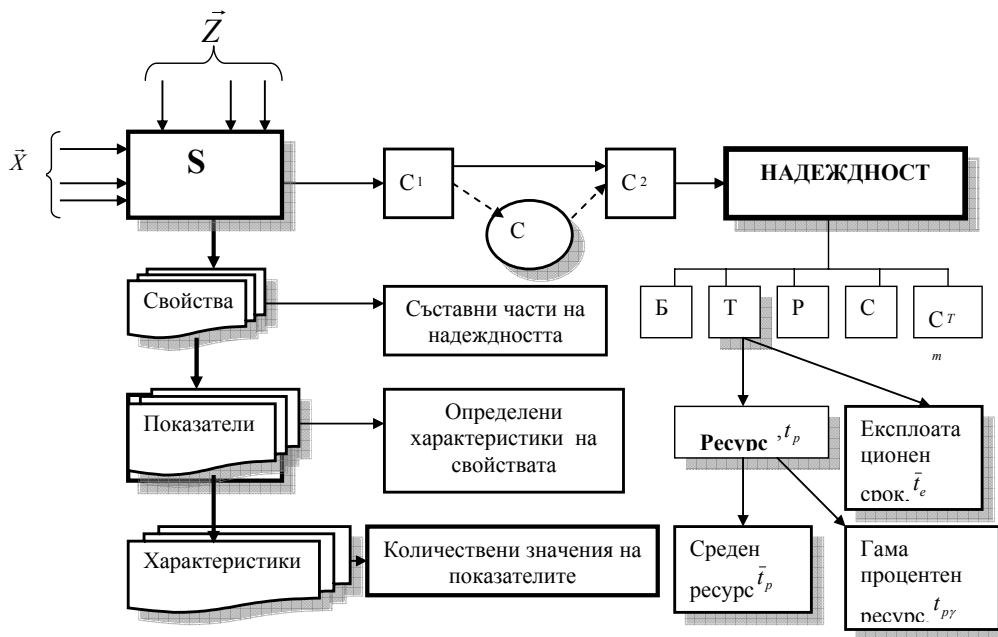
С помощта на системния подход качеството и надеждността могат да бъдат структурирани на три йерархически равнища (фиг. 2-4): свойства, показатели и характеристики, като свойствата се изразяват с показатели, а показателите - с характеристики [4,6].



Фиг. 2. Структура и свойства на системите



Фиг. 3. Свойства, показатели и характеристики на продукцията

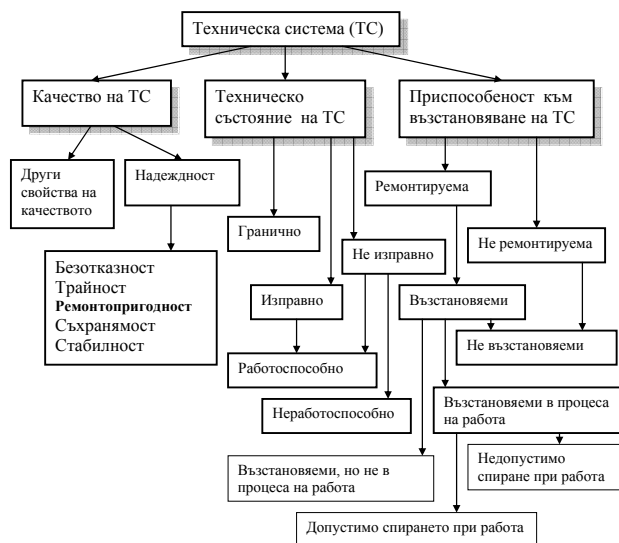


Фиг. 4. Взаимовръзка между свойства, показатели, характеристики, състояния и свойства на надеждността

Показател е обобщена характеристика на свойствата на обекта или процеса. Показателят е методологически инструмент, осигуряващ възможността да се проверят теоретически положения с помощта на емпирични данни. Има качествени показатели, фиксиращи наличието или отсъствието на определено свойство, и количествени показатели, фиксиращи мярката на изразеност, развитието на определено свойство.

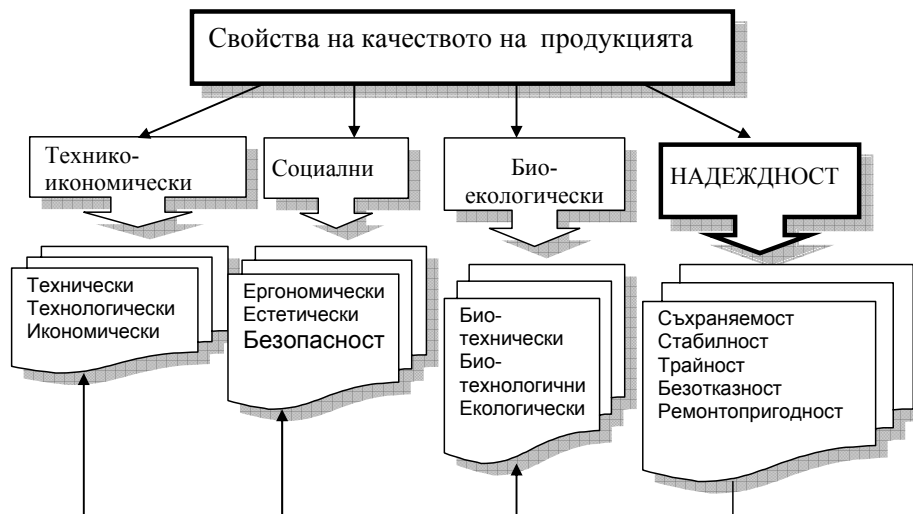
От гледна точка на теорията на качеството и надеждността всеки технически обект (система, устройство, елемент) може да се охарактеризира със свойства, техническо състояние и приспособеност към възстановяване след загуба на работоспособност (фиг.5). При това важно комплексно свойство на техническата система е неговото равнище на надеждност. Свойствата на качеството са тези свойства на продукцията, които задоволяват нуждите и/или изискванията на потребителите. В най-общ случай качеството има четири групи свойства: технико-икономически, социални, био-екологически и надеждностни (фиг.6). Първите три групи свойства определят равнището на качеството, а надеждностните - изменението (запазването) на това равнище във времето. Технико-икономическите свойства пряко изразяват равнището на качеството и се делят на три групи: технически, технологически и икономически. Всяка една от групите съдържа в себе си следните свойства и показатели: **технически**: функционални, структурни, геометрични, конструктивни, за техническо съвършенство; **технологически**: технологичност на проектирането, изработването, експлоатацията, ремонта и поддържането, транспортирането; **икономически**: икономичност на проектирането,

изработването, експлоатацията, ремонта и поддържането, транспортирането.



Фиг. 5. Основни характеристики на техническите системи

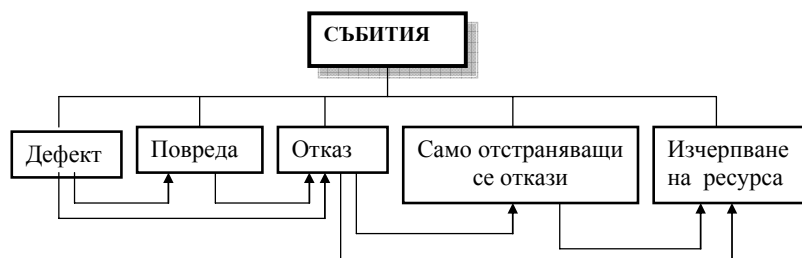
Показателите на качеството и надеждността могат да бъдат постоянни и случайни величини. Като постоянни величини показателите на качеството и надеждността имат само една характеристика - тяхната стойност, а като случайни величини - характеристики, които се делят на: характеристики на групиране, характеристики на разсейване, квантилни характеристики, специални характеристики и пълни характеристики (фиг. 7). Първите две групи са числени характеристики, а последните - функционални характеристики.



Фиг. 6. Структура и взаимовръзка на свойствата на качеството на продукцията



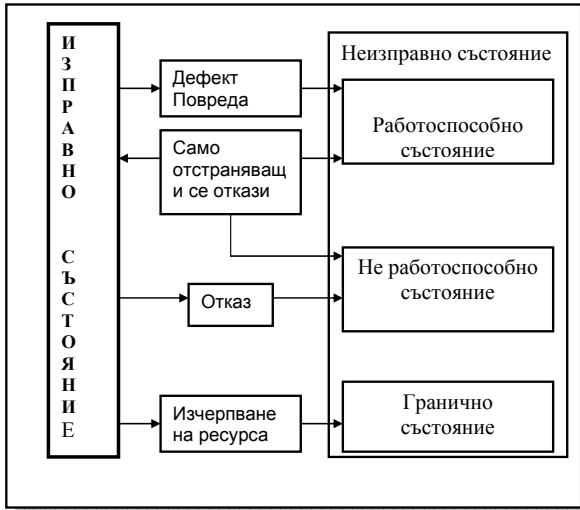
Фиг. 7. Характеристики на надеждността и област на използване в практиката



Фиг. 8. Видове събития, водещи до изменение на състоянието на обектите

Изменението на равнището на надеждността е в резултат на случайни събития: дефект, повреда, отказ, само отстраняващ се отказ и изчерпване на ресурса (фиг.8). В резултат на тези събития обектите могат да бъдат в четири състояния (фиг.9): изправно и неизправно (работоспособно, не работоспособно и гранично състояние).

От фиг.9 следва, че неизправната система (обект) може да бъде работоспособна (например, автомобил с повредена боя на купето), а неработоспособната система е и неизправна.



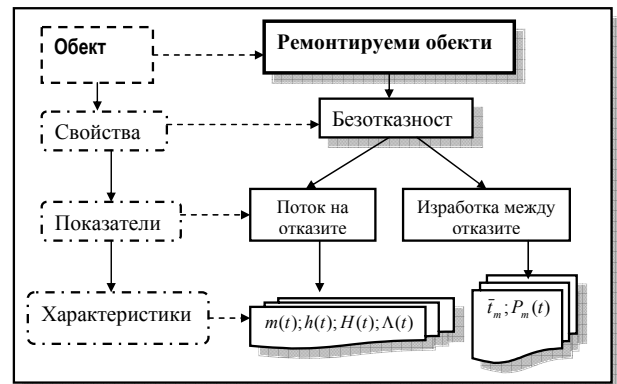
Фиг. 9. Видове състояния на обектите и събитията, които водят до изменение на състоянието им

От посочените събития най-важно е събитието отказ и отказите се класифицират :

- по значимост (критични, съществени, не съществени);
- по характер на възникване (внезапни, постепенни);
- по характер на откриваемост (явни и скрити);

- по причина за възникване (конструктивни, производствени, експлоатационни, деградационни).

В зависимост от вида на продукцията (обекта) и характера на задачите се избират едни или други свойства, показатели и характеристики (Таблица 1).



Фиг. 10. Показатели и характеристики на свойството безотказност на ремонтируеми обекти

Показателите и характеристиките на надеждността на обектите са специфични и комплексни показатели. Специфични показатели са тези, които са присъщи и изразяват само едно свойство на обекта.

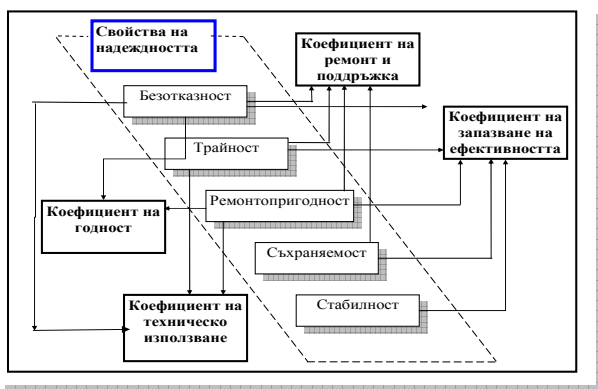
На фиг.10 е дадена схема на взаимовръзката между показателите и характеристиките на свойството безотказност на ремонтируемите обекти. По същата схема трябва да се разглеждат и другите свойства, показатели и характеристики на не ремонтируемите и ремонтируемите обекти.

Комплексните показатели са тези, които характеризират няколко свойства на надеждността. Взаимовръзката между показателите, характеристиките и свойствата на надеждност са дадени на фиг.11. Дадените показатели са за ремонтируемите обекти, а за неремонтируемите обекти е коефициентът на запазване на ефективността

Таблица 1.

Фактори по които се избират изискванията към свойствата на обектите

Свойства на машината	Необходимост за системата		Залагат се и се осигуряват на етапа		
	Продължително използване, ремонтируема	Еднократно използване, неремонтируема	Разработване и производство на елементната база	Разработване и производство на машината	Експлоатация на машината
Б	▶	▶	▶	▶	▶
Г	▶			▶	▶
Р	▶			▶	▶
С	▶	▶	▶	▶	▶
С _т	▶	▶	▶	▶	▶



Фиг. 11. Същност и съдържание на комплексните показатели на надеждността на продукцията

Изводи:

1. С използване на системния и вероятностите подходи са систематизирани показателите и характеристиките на свойствата на надеждността на обектите. Йерархични нива на качеството и надеждността на продукцията са : свойства, показатели и характеристики.

2. Систематизирани са състоянията на обектите и вероятностните събития, които привеждат обекта от едно в друго състояние.

3. Предложена е схема за избор на показатели на надеждност на обектите в зависимост от предназначението им.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. Тончев Г. Надеждност на промишлените изделия., Русе, 1973.

2. Тончев Г. Качество и надеждност на стоките.- VIII НН-ПК с международно участие, С. - 1997.

3. Тасев Г. Теоретични основи на надеждността, С., 2002.

4. Тасев Г. Икономика на качеството. - С.,2004.

5. Серия стандарти ISO 9000 : 2000.

6. Тасев Г. и др. Приложение на статистическите методи в системите за управление на качеството. - Шумен, 2007.

7. Надежность и эффективность в технике:Справочник. В 10 т./Ред.совет:В.С. Авдуевский (председатель) И др. - М., 1990.

8. Острейковский В.А. Теория систем. - М., 1997.

APPROACHES, INDICATORS AND CHARACTERISTICS OF THE RELIABILITY OF PRODUCTION

Georgy TASEV

University of Forestry, g_tassev@abv.bg

Quality and reliability of production are expressed in a number of properties, indicators and performance characteristics.

Using systemic and probabilistic approaches are systematized indicators and performance characteristics of the reliability properties of objects; hierarchical levels of quality and reliability of production are: properties, indicators and performance characteristics.

Systematized are the states of objects and probabilistic events that bring objects from one state to another.

A scheme of selection of indicators of reliability of objects depending on their use is proposed.

Keywords: reliability, states, properties, indicators, characteristics.

КЪДЕ ГРЕШИМ НАЙ-ЧЕСТО ПРИ ИЗПОЛЗВАНЕ НА СТАТИСТИЧЕСКИТЕ МЕТОДИ В НАУЧНИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ

Георги Тасев
Лесотехнически университет - София

За новите и съществуващи модели, методи и резултати за научни изследвания младите учени, докторанти и специалисти научават главно от публикациите в научните списания, научните трудове на висшите училища и научноизследователските институти, сборниците доклади от научни конференции, симпозиуми и т.н. Познанията на читателите в областта на статистическите методи обикновено са скромни, затова изводите на авторите се примат на доверие, като абсолютни истини. Това не би било така страшно, ако статистическите методи бяха правилно и коректно използвани и анализите прецизно извършени, а резултатите правилно използвани при изработване и вземане на решения.

Без да цитираме от къде са взети неправилно анализирани статистически резултати, кой е авторът и т.н. ще си позволим да посочим в какво се състои същността на допуснатата грешка, коя е причината за неправилното тълкуване и как трябва да се използва статистическия апарат.

1. При определяне на точността на измерената случайна величина се допускат грешка, че неправилно се използват формулите за средноквадратичната грешка

Известно е, че точността на измерената случайна величина се характеризира със средноквадратичната грешка, която се определя в зависимост от експеримента по две формули:

$$\sigma_1 = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - x)^2 / n}; \quad (1.1)$$

$$\sigma_2 = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 / (n-1)}, \quad (1.2)$$

където x е истинската стойност на измерената случайна величина, т.е. практически под истинска стойност на измерената случайна величина се разбира показанието на образцовия (еталонния) прибор;

x_i - резултатът на i -тото измерване на x ;

\bar{x} - средната аритметична стойност на измерената случайна величина, която се изчислява за всичките i измервания по формулата

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n x_i / n.$$

Естествено, стойностите на средноквадратичната грешка σ_1 и σ_2 са различни приближения на стойността на σ , определена за генералната съвкупност.

По такъв начин, за оценка на средноквадратичната грешка по формула (1.1) е необходимо да знаем резултатите от измерване на x и истинската ѝ стойност (или показанието на образцов прибор). При оценка на средноквадратичната грешка по формула (1.2) е достатъчно да има серия измервания на x за да се оцени грешката.

Много учени необосновано смятат, че стойността на σ_1 и σ_2 , които са различни статистически оценки на σ , съдържат еднакво количество информация за σ при еднакъв брой измервания (n).

В действителност формулите (1.1) и (1.2) не са равностойни. При статистическата оценка на случайната грешка при измерване трябва да се използва формула (1.1), когато разполагаме с образцов (еталонен) прибор и формула (1.2) когато няма такъв прибор, но тогава броят на случайните величини трябва да бъде голям ($n > 50$).

2. При прилагане на критерия на Пирсон (χ^2) се допускат неточности

Основните неточности се изразяват в следното:

а) прилага се критерия на Пирсон без да се проверява дали са изпълнени условията: $v_j \geq 5$; $m_j = 4$, където v_j опитната честота на j -тия клас на групиране на случайната величина; m_j - броят на класовете на групиране;

б) степените на свобода (k) се определя по формулата $k = m - s - l$ вместо по формулата $k = m - \Delta - s - l$, където Δ е броят на присъединените класове при коригиране на статистическия ред; s - броят на параметрите на закона на разпределение (a, b);

в) при определяне на степените на свобода (k) неправилно в s се включва и параметърът на положението (c) на разпределението, а трябва да се включват само параметрите (a, b). Следователно, за най-често използваните закони на разпределение s ще бъде: за нормален и вейбулов закон на разпределение $s = 2$, за експоненциален закон $s = 1$;

г) когато се взема решение за вида на закона на разпределение се казва, че нулевата хипотеза „се приема”. Правилно е, че нулевата хипотеза „не се отхвърля” или „се отхвърля”.

Ако нулевата хипотеза H_0 не се отхвърля, това не означава, че тя е доказана, а че хипотезата е не опровергана, т.е. че известно време тази хипотеза може да се приеме като работна и че получаването на по-пълни данни може в бъдеще да доведе до изменение на тази хипотеза или дори до отхвърлянето ѝ.

д) Не са редки случаите когато при избиране на равнището на значимост α се вземат неподходящи стойности.

Равнището на значимост α не трябва да се избира много ниско, тъй като - чувствителността на критерия/2 се губи и може да приемем нулевата хипотеза H_0 , при лошо съответствие на теоретичния закон с емпиричното разпределение. Обратно, завишените стойности на α , водят до повишаване на изискванията към опитните данни и може да отхвърлим, но при допустимо съответствие. Затова, обикновено, равнището на значимост се приема 0,1 (10 %); 0,05 (5 %).

3. Неправилно се из полза критерия на Колмогоров-Смирнов (λ_n) и на Мизес (ω^2) за проверка на вида на закона на разпределение на случайната величина

Грешката се състои в следното: а) погрешно е да се групират данните преди използването на критериите λ_n и ω^2 , защото те са за не групирани данни; б) не правилно е да се използват критериите λ_n и ω^2 за проверка принадлежността на функцията на разпределение на наблюдаваната случайна величина към параметричните семейства, например към семейството на нормалното или други разпределения. Неизвестните параметри се оценяват по параметрите, получени от извадката, а трябва да се оценяват по параметрите на генералната съвкупност.

Следователно, за проверка на вида на закона на разпределение се използва критериите на Пирсон, на Романовски или критерия W.

4. Грешки, които се допускат при използване на критерия на Стюдънт (F)

Математическият модел въз основа на който е обосновано изчисляването на критичните стойности на F, е разработен при следните предпоставки:

а) всяка извадка е независима от останалите извадки;

б) всяка извадка по случаен начин е формирана от изследваната съвкупност;

в) съвкупността има нормално разпределение;

г) дисперсиите на всички извадки са равни.

При съществени нарушения макар само на ед-

но от тези условия (предпоставки) не трябва да се използват стойностите за критичните стойности на F при сравняване и оценка на статистическата значимост на влиянието на даден фактор върху изследвания параметър и получените стойности.

Проблеми, свързани с прилагането му

За голямо съжаление, в много авторитетни учебници, в които се разглежда критерия на Стюдънт, не се акцентира вниманието на читателите върху ограниченията на този критерий, и на последиците при тяхното не спазване.

Ще напомним, че тези ограничения са две:

Първо, разпределението на количествения признак в двете сравнявани съвкупности трябва да е нормално, т.е. по закона на Гаус. Изследванията на много учени показват, че нормалното разпределение не се среща често на практика. Известният статистик А. И. Орлов [1] пише: „Приведените описания на експерименталните данни показва, че грешката при измерване в голяма част от случаите има разпределения, различни от нормалното разпределение. Това означава, че голяма част от случаите къде се прилага критерия на Стюдънт, строго погледнато, не са обосновани, тъй като не е вярна лежащата в основата аксиома за нормалност на разпределението на съответните случайни величини. Очевидно, за оправдание или обосноваване на измененията на съществуващата практика за анализ на статистическите данни е необходимо да се изучат свойствата на процедурите за анализ на данните при „незаконното” приложение. Изучаването на процедурите за отстраняване е показало, че те са крайно неустойчиви към отклонението от нормален закон на разпределение, а затова приемането им за обработката на реални данни е нецелесъобразно, затова не трябва да приемаме, че произволно взета процедура е устойчива към отклоненията от нормалност на разпределенията”.

Второ, генералните дисперсии в групите трябва да са равни. Това условие се нарича още условие за еднородност на дисперсиите или условие за хомоскедатичност, буквално равно разпределение (не трябва да се смесва с равномерно разпределение!). В литературата [2 - 6] достъпно е разглеждана теорията на критерия на Стюдънт и последиците от нарушаване на тези ограничения.

Ще отбележим, че най-достъпно този проблем е обсъден в книгата на К. А. Браунли [3].

И така, защо се е наложили посочените ограничения? Първото ограничение следва от това, че разпределението на Стюдънт е непосредствено свързано с нормалното разпределение, което е дадено в [2]. Там е показана и взаимовръзката на нормалното разпределение с такива разпределения, като разпределението $\chi^2(f)$ (Chi - квадрат) на Пирсона и F - разпределението на Фишер - Снедекор.

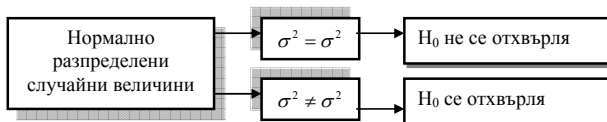
Ако е известно, че двете съвкупности се подчиняват на нормален закон на разпределение, и имат известни генерални дисперсии σ_1^2 и σ_2^2 , то в този случай двете извадки с обеми на извадките n_1 и n_2 може да се проверят статистическите хипотези $H_0: \mu_1 = \mu_2$; $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$. За целта се изчислява стойността на величината z по зависимостта:

$$z = \frac{(\bar{x} - \bar{y})}{\sqrt{\frac{\sigma_x^2}{n_x} + \frac{\sigma_y^2}{n_y}}}$$

която има стандартно нормално разпределение.

Известно е, че в реалните изследвания генералните дисперсии са неизвестни. В този случай за две нормално разпределени случайни съвкупности вместо z - критерия получаваме аналогична дроб, в която знаменателят може да има различен вид. Структурата на знаменателя на такава дроб ще зависи от това, равни или неравни са неизвестните генерални дисперсии σ_x^2 и σ_y^2 . В тези случаи даденото съотношение може да има разпределение на Стюдънт, а може и да не отговаря на това разпределение. Напомняме, разпределението на нормалната случайна величина U към корен квадратен от случайната величина $\chi^2(f)/f$, не зависи от U , и се нарича t -разпределение на Стюдънт с f степени на свобода. При това случайната величина се записва така: $t = U / \sqrt{\chi^2(f)/f}$.

Възможни са следните случаи, показани на фиг. 2.1:



Фиг. 2.1. Видове случаи при прилагане на критерия на Стюдънт

- Разглеждаме **първия случай**, когато двете генерални дисперсии макар и да са неизвестни, но при все това нулевата хипотеза за тяхното равенство, по резултатите от проверката със съответните статистически критерии, не се отхвърля.

Нека да имаме две генерални съвкупности (популации), в които количествените признаци X и Y , описват едно и също свойство, т.е. характеристика на анализирания обект. От всяка съвкупност са взети две извадки с обеми n_1 и n_2 , а проверката на хипотезата за нормално разпределение, във всяка от двете извадки, не се отхвърля. По нататък, с помощта на съответни критерии проверяваме хипотезата за това, че генералните дисперсии на тези две случайни величини са равни по между си.

В този случай взаимно независимите нормално разпределени случайни величини, имащи една и

съща, но неизвестна за нас, генерална дисперсия σ^2 , имат свои генерални средни стойности μ_1 и μ_2 . Ще отбележим, че тези генерални средни, са също неизвестни. Разбира се, ако бяха известни, то не би трябвало да възниква необходимост от използване на критерия на Стюдънт за проверка на статистическата хипотеза за равенството на двете генерални средни (математически очаквания).

По стойностите на случайните величини X_1, X_2, \dots, X_{n_1} от първата извадка определяме оценката на генералната дисперсия s_1^2 , а по стойностите на случайната величина Y_1, Y_2, \dots, Y_{n_2} от втората извадка изчисляваме оценката на генералната дисперсия s_2^2 . И отчитайки, че двете случайни величини X и Y имат нормално разпределение, то техните дисперсии ще се подчиняват на разпределението на Пирсон Хи-квадрат със степени на свобода $df_1=(n_1-1)$ и $df_2=(n_2-1)$ [2-4]. Както е известно от математическата статистика, сумата на такива независими случайни величини, подчиняващи се на разпределението Хи-квадрат, също имат разпределение по Хи-квадрат, само че със степени на свобода $df=(n_1+n_2-2)$. Прилагаме това свойство, намираме оценката на генералната дисперсия σ^2 , използвайки двете извадки и двете извадкови средни стойности. Означаваме тази обобщена оценка на генералната дисперсия с „ s^2 “. Съответно извадковото средноквадратично отклонение ще бъде означено като „ s “. При дадените по горе условия и означения, проверката на статистическата хипотеза за равенството на две генерални средни при двустранна алтернативна хипотеза е: $H_0: \mu_1 = \mu_2$. $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$.

В този случай t -критерия на Стюдънт има следния вид [5]:

$$t = \frac{(\bar{X} - \bar{Y}) - (\mu_1 - \mu_2)}{\frac{\sigma \sqrt{1/n_1 + 1/n_2}}{\sqrt{s^2 / \sigma^2}}} \quad (2.1)$$

В числителя на тази дроб се намира нормално разпределена случайна величина, която не зависи от случайната величина, s^2/σ^2 , която се намира под корена. От своя страна величината $(n_1 + n_2 - 2) s^2/\sigma^2$ има разпределение Хи-квадрат със степени на свобода $df=(n_1 + n_2 - 2)$. В този случай случайната величина t се подчинява на разпределението на Стюдънт със степени на свобода $df=(n_1 + n_2 - 2)$. За това след не сложни преобразувания изразът за критерия на Стюдънт може да преобразуваме към по-прост вид [5]:

$$t = \frac{(\bar{x} - \bar{y})(\mu_1 - \mu_2)}{\varepsilon \sqrt{1/\mu_1 + 1/\mu_2}} \quad (2.2)$$

При проверка на нулевата хипотеза за равенството на двете генерални средни $H_0: \mu_1 = \mu_2$ се изчислява t -критерия по формулата:

$$t = \frac{(\bar{X} - \bar{Y})}{s\sqrt{1/n_1 + 1/n_2}} \quad (2.3)$$

Ако изчислената стойност на t-критерия е по-голяма от табличната, за степени на свобода $df=(n_1 + n_2 - 2)$, то нулевата хипотеза се отхвърля.

• Сега ще разгледаме **втория случай**, когато двете съвкупности се подчиняват на нормалния закон на разпределение, но проверката на хипотезата за равенството на двете генерални дисперсии завършва с отхвърляне за равенството им. Такава задача за сравняване на две генерални дисперсии при не равни генерални дисперсии е прието да се нарича проблем на Беренс-Фишер. В този случай вместо една обща генерална имаме две не равни генерални дисперсии: $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$. В този случай има и две извадкови дисперсии s_1^2 и s_2^2 . Тогава критерия t-статистика ще се изчисли по следния израз [5]:

$$t = \frac{(\bar{X} - \bar{Y}) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}} / \sqrt{\frac{n_1 s_1^2 + n_2 s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \quad (2.4)$$

Въвеждаме означенията: $\theta = \sigma_1^2 / \sigma_2^2$, $u = s_1^2 / s_2^2$ и $N = n_1 / n_2$ и израза (2.4) се записва в следния вид [5]:

$$t = \frac{(\bar{X} - \bar{Y}) - (\mu_1 - \mu_2) * \sqrt{(n_1 + n_2 - 2)}}{s_2 \sqrt{\left(1 + \frac{\theta}{N}\right) * \left(1 + \frac{Nu}{\theta}\right)}} \quad (2.5)$$

Основната в случай е в това, че подкоренният израз в знаменателя няма Хи-квадрат разпределение и затова статистиката t няма разпределението на Стюдънт. В 40-60-те години на 20 век Бокс, Уелч, Саттерзвйт, Кохрен, Боно, Шеффе и много други статистци са провели задълбочен анализ на този проблем. Така през 1938 г. Уелч е изследвал приблизително разпределение на статистиката (2.4) и е показал, че при равни обеми на извадките $n_1 = n_2$ незнанието на величината $\theta = \sigma_1^2 / \sigma_2^2$ не е с много силно влияние на окончателния резултат. Обаче за случая на не равни обеми на извадките грешката става все по-голяма. Има и други подходи позволяващи да се апроксимира статистиката (2.5) с разпределението на Стюдънт с дробни степени на свобода. Приблизително решение на задачата на Беренс-Фишер за сравняване на средните стойности в две нормални извадки е дадено от В.И. Пагуров [7].

В реални изследвания некоректното използване на критерия на Стюдънт се усложнява също и от това, че по-голяма част от изследователите не само не проверяват хипотезата за равенството на генералните дисперсии, но не правят проверка и за

първото ограничение: нормално разпределение на случайната величина на двете сравнявани извадки. В крайна сметка такива публикации водят до заблуждение относно истинските резултати при проверка на равенството на средните стойности на двете сравнявани извадки, както себе си, така и своите читатели. Ще добавим към това и пренебрегване на ограничението за броя на сравняваните извадки и някои изследователи си позволяват да извършват множество сравнение, т.е. сравняват две по две, три и повече средните стойности на отделни извадки.

Ще отбележим, че подобна статистическа грешка правят не само начинаещи, млади учени, но и утвърдени учени с научни степени.

Проф. В. Леонов [<http://www.bibliometrica.ru/>] е провел изследване за проверка на хипотезата за равенство на средните с помощта на t-критерия на Стюдънт за различните случаи.

Тук искаме да обърнем вниманието на младите учени и върху това, че дисперсионният анализ (ANOVA) и класическият t-критерий на Стюдънт са параметрични и изискват за своето прилагане да бъдат изпълнени посочените по-горе изисквания, а критериите за сравняване на -Вилкоксон, Краскел-Валис и Ван дер Варден, са непараметрични критерии, които не изискват нормално разпределение на случайните величини в сравняваните извадки. Затова представлява интерес резултатите от сравняване на две групи да се проведе с трите разновидности на критерия на Стюдънт, и три непараметрични критерия. Особено в тези случаи, когато е изпълнено условието за нормалност, но не е изпълнено условието за равенство на генералните дисперсии.

Резултатите от изследването на проф. В. Леонов убедително показват, че съвпадането или не съвпадането на резултатите получени с критериите на Стюдънт и непараметричните критерии зависи от три основни фактора:

- Нормалност на разпределенията в двете сравнявани извадки;
- Равенство на генералните дисперсии в сравняваните групи;
- Съотношението на обема наблюдения в двете сравнявани групи.

Изводи:

1. За прилагане на критерия на Стюдънт при сравняване на средните оценки на две извадки е необходимо да са изпълнени следните условия: двете извадки да имат нормално разпределение на случайните величини и двете генерални дисперсии да са равни.

2. Априорно да се оцени колко голяма ще бъде грешката при използване на критерия на Стюдънт, ако не е изпълнено едно от условията или двете, е не възможно. Това е възможно да се направи само

ако се използват няколко критерия от двете групи: параметрични и непараметрични.

3. Необходимо е да се помни, че некоректното използване на критерия на Стюдънт води до заблуждение в вземане на решения, не само изследователя, но и голяма група читатели.

5. Когато изследователят има да сравнява няколко групи и използва дисперсионния анализ, но хипотезата му не се е потвърдила и той или отхвърля изследването, или прави грешни тълкувания, които противоречат на теорията на математическата статистика

Грешката е в това, че дисперсионният анализ позволява да се провери само хипотезата за проверка на равенството на всички средни оценки. Но, ако хипотезата не се потвърждава, не може да се установи, коя именно група се отличава от другите.

Това може да се реши с методите на **множественото сравняване**.

Всички методи от тази група се основават на критерия на Стюдънт, но отчитат, че се сравняват повече от една двойка средни стойности.

Тези методи са:

а) Множествено сравнение с поправка на Бонферони. Неравенството на Бонферони се изразява по следния начин: $\alpha' < \alpha \cdot k$, където α е вероятността за това макар един път грешно да се открие различие в средните оценки.

Може да кажем, че α' е истинското равнище на значимост при многократното прилагане на критерия. От неравенството на Бонферони следва, че ако искаме да осигурим вероятност на грешката α' , то във всяко от сравняванията трябва да приемем равнище на значимост α' / k , което в същност е поправката на Бонферони.

Например, при трикратно сравняване равнището на значимост трябва да бъде $0,05/3=1,7\%$.

Поправката на Бонферони се използва, ако $k < 8$. При $k > 8$ способността на критерия на Стюдънт да открие различията в средните оценки се изменя, т.е. чувствителността на критерия се променя в сравнение с въведената поправка.

б) Критерии на Нюмен-Кейлс. За прилагане на този критерий е необходимо отначало с апарата на дисперсионния анализ да се провери нулевата хипотеза за равенството на всички средни оценки в групите. Ако тя се отхвърли, то всички средни се подреждат във възходящ статистически ред и се сравняват по двойки и всеки път се изчислява стойността на критерия на Нюмен-Кейлс:

$$q = (\bar{X}_A - \bar{X}_B) / \sqrt{\frac{S_b^2}{2} \cdot \left(\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B} \right)}, \quad (2.6)$$

където: \bar{X}_A и \bar{X}_B са сравняваните средни оценки;

S_b^2 е стойността на вътрешно груповата дисперсия;

n_A и n_B - броят на случайните величини в групите А и В.

Изчислената стойност на q се сравнява с критичната стойност q_k . Критичната стойност зависи от α (вероятността за грешно откриване на различията между средните оценки макар в само една от сравняваните групи, т.е. истинското равнище на значимост), броя на степените на свобода $\nu = N - m$ (където N е сумата на броя на случайните величини във всички групи; m -броят на групите) и величината l , която се нарича интервал на сравняване. Интервалът на сравняване се определя по следния начин. Ако се сравняват оценките на средните стойности, които са съответно на j -тото и i -тото място във възходящия статистически ред, то интервалът на сравнение е $l = |j - i| + 1$. Например, при сравняване на 4-тия и 1-вия член на този ред $l = 4 - 1 + 1 = 4$, при сравняване на 2-рия и 1-вия $l = 2 - 1 + 1 = 2$.

Резултатите от прилагане на критерия на Нюмен-Кейлс зависят от реда на сравняване, затова процедурата трябва да се извършва в определен ред. Този ред се задава с две правила.

Правило 1. Ако сме подредили средните стойности на оценките от малка към голяма (от 1 до m), то отначало е необходимо да сравним най-голямата с най-малката, т.е. m -тата с 1-вата, след това m -тата с 2-рата, с 3-тата и така нататък, включително до $(m-1)$ -тата. След това предпоследната $(m-1)$ -тата по същия ред с 1-вата, 2-рата и така нататък до $(m-2)$ -тата. Продължаваме това „притягащо“ сравнение, докато не проверим всички двойки. Например, в случая с 4 групи редът на сравнение е такъв: 4-1; 4-2; 4-3; 3-1; 3-2; 2-1.

Правило 2. Проверянето на всички двойки не се налага винаги. Ако, някои оценки на средните стойности не се различават, то всички средни, които се намират между тях, също не се различават. Например, ако не е открита разлика между 3-тата и 1-вата оценка на средната стойност, не е необходимо да се сравнява нито 3-тата с 2-рата, нито 2-та с 1-та.

Пример. Използвайки критерия на Нюмен-Кейлс за анализ на оценките на средните стойности в контролната група $\bar{X}_C = 11,5$, в група А $-\bar{X}_A = 10,1$ и в група В $-\bar{X}_B = 9,1$, подреждаме оценките във възходящ статистически ред: 9,1; 10,1; 11,5 и ги означаваме с \bar{X}_1, \bar{X}_2 и \bar{X}_3 . Оценката на вътрешно груповата дисперсия е $S_b^2 = 3,95$, а броят на степените на свобода е $\nu = 3 \times 26 - 3 = 75$. Тогава сравнявайки \bar{X}_3 и \bar{X}_1 определяме $q = 6,157$.

Интервалът на сравняване в дадения случай е: $l = 3 - 1 + 1 = 3$. По таблица за критичните стойности на q_k за равнище на значимост $\alpha = 0,05$, $\nu = 75$ и $l = 3$,

$q_k=3,385$, т.е. $q_k < q$. Следовательно, различие е статистически значимо.

Сега сравняваме \bar{X}_3 и \bar{X}_2 и $q=3,592$, $v=75$, $l=3-2+1=2$, а $q_k=2,822$, т.е. $q_k < q$ и разликата е статистически значима.

Накрая, за \bar{X}_2 и \bar{X}_1 , $q=2,566$ и $l=2-1+1=2$, а $q_k=2,822$. Следовательно, $q_k > q$ и разликите между оценките на средните стойности са статистически не значими.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

Орлов А.И. Эконометрика, М., 2004. - 576 с.

Гласс Дж., Дж.Стаенли Статистические методы в педагогике и психологии. Пер. с англ. - М.: - 1976.

Шторм Р. Теория вероятностей. Математическая статистика. Статистический контроль качества. Пер. с нем. – М. 1970.

Браунли К.А.. Статистическая теория и методология в науке и технике. Пер. с англ. Наука, - 1977.

Кендалл, М., Стьюарт А. Статистические выводы и связи. Пер. с англ. М., 1973.

Шеффе Г.. Дисперсионный анализ. М., 1980.

В.И. Пагуров. „О сравнении средних значений в двух нормальных выборках”. Теория вероятностей и её приложения, т. XIII, вып. 3 (1968), с. 561-569.

WHERE ARE THE MOST COMMON MISTAKES WHEN USING STATISTICAL METHODS IN RESEARCH

**Georgy TASEV University of Forestry,
g_tassev@abv.bg**

Based on the critical reading of the number of scientific works (scientific papers, reports, dissertations and books) has found that about half the scientific works, which use statistical methods for data analysis, contain errors.

In the report are analyzed the most common errors, what is the nature of the error, what is the reason for the misinterpretation and how to use statistical apparatus.

Keywords: Errors, statistical methods, data analysis, research.

PERFORMANCE INCREASE IN WOOD PROCESSING USING THE MACHINE CAPABILITY INDICES

Tibor PAPP¹, Dr. Zsolt KOVÁCS²

Institute of Product Design and Manufacturing,
University of West Hungary, Faculty of Wood Sciences, HUNGARY
¹e-mail: papptyby@fmk.nyme.hu, ²e-mail: zskovacs@fmk.nyme.hu

ABSTRACT

In the machining process of solid wood we tried to determine the upper practical limit of feed speed on the basis of its effect on the precision of work pieces. Production runs with varying feed speed were conducted and measurements of work piece dimensions in sufficiently large samples were performed for statistical evaluation in order to evaluate indices of machine capability and to determine the theoretically applicable tolerances.

Determination of technological parameters is aiming at quality and productivity.

Key words: capability indexes, wood machining, tolerance, processing precision

INTRODUCTION

Survival and prosperity of wood companies in today's taut competitive markets can be assured by a very efficient manufacturing processing and high quality products. It is not sufficient the use of traditional quality control methods to attain an adequate quality level of products but is necessary the introduction of whole production control procedures and the continuous improvement of processes capabilities and production performance.

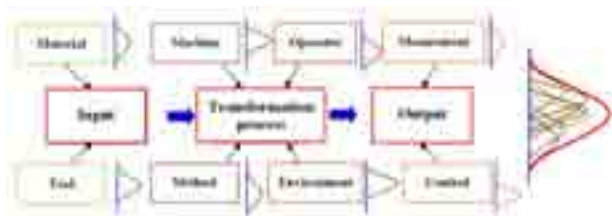


Fig. 1. Factors influencing the manufacturing process (Dénes, 2003)

In the wood processing technologies using the series production procedures the final products' or parts' dimensions and other characteristics vary in a certain range even using high quality raw materials, precisely set machinery or severe fabrication control methods. The differences are the result of quality characteristics

variation (size precision, surface quality, strength and stiffness, etc.) and the fluctuations generated by internal and external factors. During the manufacturing processes all these effects can appear in different forms (Figure 1.)

The main goal of the manufacturing process regulation is to keep all these factors and their variation effect under control because the higher the variation the higher the number of rejections. The technological control of wood machining means mainly the assurance of geometrical precision and an adequate surface quality of the processed parts. Production processes under control guarantee the reliability of tolerance and machine capability determination defined by capability indexes and statistical methods.

PROCESS AND MACHINE CAPABILITY ANALYSIS – THEORETICAL BACKGROUND

Quality capability analyses are based on statistical methods and enable the process disturbing factors identification as well as the magnitude determination of these factors' effect. We distinguish two main types of quality capability analyses: machine capability and process capability analyses. The statistical methods used for these analyses just slightly differ.

The difference consists of the location the analysis is used: while the machine capability is related to a single machine or operation, the process capability refers to a whole process i.e. a series of operations and machine groups. In the first case we intend to minimize the effect of miscellaneous disturbing factors, to assure a homogenous manufacturing environment and to measure the values for a relatively short interval. In the second case we take into account all effects influencing the quality characteristics and for a long time period.

The first step of a manufacturing process analysis is the process stability determination where the influencing factors are identified, the magnitude of effects established. Process variations are generated by three error types: random error, systematic error and accidental error. The separation of the errors is important from the quality analysis and improvement point of view (Dénes 2003).

Random errors have low effect on process, their appearance is by chance, they are inseparable from processes, incontrollable, and the prevention is not possible or very costly (Lawrence 2000). Knowing the variation interval caused by random errors is essential from control point view as far as this interval defines the level of the control (Szabó 2003).

The **systematic errors** are of external origin; their influence on the quality characteristics is significant, can be controlled and prevented. Well designed quality analysis systems recognize this error type in an early stage, their effects can be prevented quickly. The systematic errors' occurrence is caused by inadequate machine setting, personnel errors, low quality raw material (Montgomery 1997).

More rarely appear the single or **accidental error**. This error type effects the production process for a very short period but changes significantly the quality characteristics prescribed values.

A process characterized just by random errors, i.e. the variation is by chance and constant in time, the process is **stable and under control from statistical point of view** (Kemény 1999).

Random errors are concomitant to every technological process, they may even be characteristic of a process. Influencing them is only possible by changing the process. Sources of these random errors include minor defects that derive from processing, wood defects, different features of species, environmental effects such as air humidity, temperature, differences in wood moisture etc. It can be realized that the quality capability of a machine or process is defined by these random errors.

In the case of a process under control, limits of random (common-cause) variation can be calculated by using the **+/- 3σ rule**. In the case of normal distribution the variable falls with 99.73% probability within an interval of such width around the expected mean (Figure 2); therefore, this interval is also called **natural tolerance**.

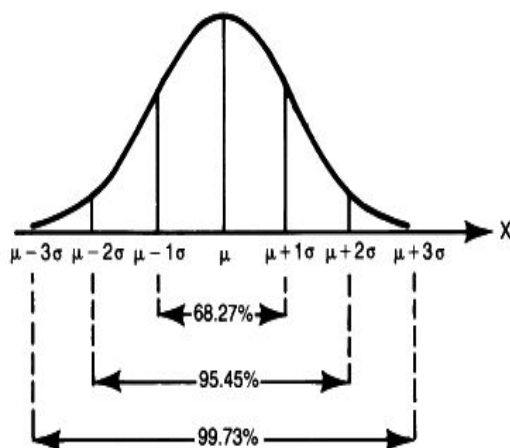


Figure 2: Interval limits of random variation
(Source: www.content.answcdn.com)

The most important feature of a process stably in control is that on the basis of past data its future behaviour can be predicted, since only common-cause sources of variation are only present and the variability of the quality parameter can be described by the rules of mathematical statistics (Kovács 2002).

Even in the case of a stable process the question may arise whether it is capable to fulfil the expectations in relation with the extent of variation with the set processing parameters. In other words, machine capability and process capability should attain the required level.

Therefore, besides assessing **stability** one has to assess the **conformity** of the quality parameter in question. In the course of the latter we examine the extent of variability as well as the location of the band of variation. First we assess if the extent of variation is within the range of specification limits then examine how close the mean is to the nominal value. Figure 3 illustrates this question in four different situations.

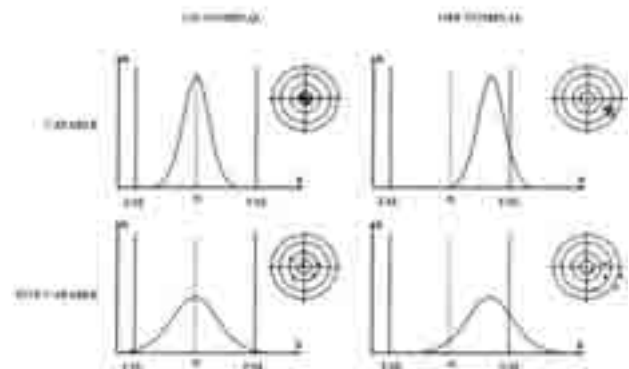


Fig. 3: Graphical representation of precision and capability (Sources: Koczor 2000)
LSL - Lower Specification Limit, USL- Upper Specification Limit, N- Nominal size

When evaluating a process we examine its conditions, potentials and the relation of the central tendency of measurements to the specification limits (Dénes 2003).

By conducting process capability studies one is able to check if machined parts are conform to the planned dimensions. The objective is to verify if the process is capable of resulting values of work piece parameters as specified and that by what probability it will keep those values between the specification limits. The suitability of a process is defined by the ratio of the variability of its quality parameters and the tolerance around their nominal value (Kovács 2002).

While determining process capability indices we are searching the answer to the question what improvement of conformity to specifications can be expected in the case of a given off-centre by improving the central tendency, as well as to the question what is

the allowable size of variability producing acceptable or less than acceptable percentage of nonconformity.

To answer these questions we use **capability indices** (C_p és C_{pk}). The **capability index** C_p of a stable process of expected mean μ and variance σ^2 , with given upper and lower specification limits (USL, LSL) is:

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6 \cdot \sigma} \quad (1)$$

This C_p index is the expression of the ratio of the specified tolerance to the band-width of $\pm 3\sigma$ of the distribution of the quality parameter under study. This index, however only expresses the relation of the extent of variation to the tolerance; it gives no indication on where the mean of our quality parameter lies within the tolerance limits. In order to assess the conformity of the central tendency, one uses the central index of capability (C_{pk}) as follows:

The **index of central tendency** C_{pk} of a process can be calculated on a similar principle as the capability index:

$$C_{pk} = \left[\frac{\bar{X} - LSL}{3s^*} \text{ and } \frac{USL - \bar{X}}{3s^*} \right]_{min} \quad (2)$$

The indices C_p and C_{pk} used jointly determine the predicted frequency of **non conformity**.

To determine **machine capability**, 50 to 200 work-pieces are continuously made by the machining parameters chosen, or a sample of such size taken from the production within a short time period of homogeneous machining and raw material conditions. The C_m index can be calculated by determining then sample standard deviation s as below:

$$C_m = \frac{USL - LSL}{6 \cdot s} \quad (3)$$

For the machine capability index defined as above the minimum requirement is 1.33; we generally do not require it to be higher than 2. In order to assess the conformity of the central tendency, one uses the central index of capability (C_{mk}) as follows:

$$C_{mk} = \left[\frac{\bar{X} - LSL}{3 \cdot s} \text{ and } \frac{USL - \bar{X}}{3 \cdot s} \right]_{min} \quad (4)$$

From the two values defined by equation [4] the smaller one has to be taken and the requirement is again 1.33. It has to be noted that the value obtained for C_{mk} is generally smaller than that for C_m . It has to be noted that in the optimal case C_{mk} for the upper specification limit equals C_{mk} for the lower specification limit (see Figure 4).

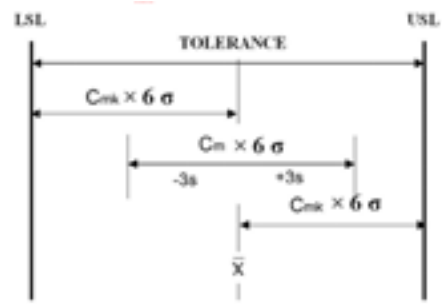


Fig. 4. Machine capability indices

CAPABILITY ANALYSIS IN THE PRACTICE

Capability studies are systematic procedures to determine the capability indices of processes, including also the improvement of the process. The choice of the method to be used depends on a number of factors such as the nature of the process, the size and frequency of the systematic errors, the fact whether the process is in control or not, etc.)

While the methods of capability analysis described above were developed in the machine industry and synthetic processing technologies, they can be adapted to woodworking. However, it should be seen that unlike metals and synthetic wood is an inhomogeneous, porous, hygroscopic, orthogonally anisotropic material that we have to take into consideration when making and evaluating measurements.

With our measurements we had the objectives of defining the upper practical limit of feed speed. Therefore, we studied the precision of worked dimensions and attainable specification limits with higher feed speeds.

The experiments have been conducted with a Weing Hydromat 23 8-shaft moulding machine (Figure 5). The speed of rotation of the cutting heads was 8000 rpm. The speed of feed was adjusted to 14 m/min and 20 m/min respectively. The machined material was birch furniture stock of 9.1 % moisture content.



Fig. 5. Weing Hydromat 23 eight-shaft moulding machine

Measurements were taken by using a digital calliper (Model No CD-15Cp) with a precision of 0.01 mm. The accumulative size of samples amounted to 240 pieces taken from a production run of 2000 pieces. The samples were obtained at the beginning, middle and towards the end of the production process.

Measurements: selection of the critical parameters: In the case of furniture elements the width and the depth of the worked frame members are relevant parameters characterising the manufacturing precision.

Data acquisition: samples were taken from a production run of 2000 pieces. Statistical evaluation of preliminary measurements showed that sample size of 40 pieces would be suitable. Samples were taken as follows:

- Feed speed of 14 m/min, beginning, middle and end of the process,
- Feed speed of 20 m/min, beginning, middle and end of the process.

The dimensions of each piece were measured at three locations – front end, middle, rear end. Such way we wanted to evaluate the feed and guide system and its relation to the cutting heads.

Analysis of process stability: The measurements at feed speed of 14 m/min were analysed first. Dynamic plots of all data (plotting of the measured values in the order of machining) revealed cases of erroneous measurements or data registration that had to be cleared off. Cleaning was performed by using the programme Quality & Mathematics (Erdélyi 1998), see figure 6.

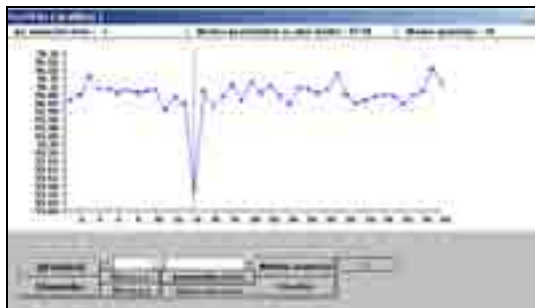


Fig. 6. Graphic cleaning with Quality and Mathematics program

After cleaning the size of the sample reduced to 118 elements for which we determined the basic statistics. The mean value was 56.079 mm, the standard deviation 0.071 mm, the minimal value 55.95 mm, the maximal value 56.25 mm. With lower and upper specification limits taken as 55.80 mm and 56.20 mm respectively, 4.24 % of all data is beyond specification limits. With these specification limits the machine capability index approaches the value of 1, which is only 0.707 times the threshold value.

It can be said, as a preliminary conclusion that the central tendency of the process with almost 0.1 mm deviation has to be improved.

In the next step we defined the measurements taken at the front end, middle and rear end of test-pieces respectively as three sub-samples.

Comparison of these sub-samples revealed that:

- The dimensions measured at the ends of the test pieces deviated more from the nominal value than those measured at the front and middle.

- The proportion of measurements outside the specification limit was also higher in the case of measurements at the end of specimens.

The means of the measurements taken at the front, middle and rear end of the test specimens were compared to each other as well as to the overall mean by t-tests. Differences, however relatively small, have been found significant in most cases. The within sample variations were compared by Bartlett-test, results are indicating that there are no significant differences in the variance of the three sub-samples and that of the overall sample. The differences in sample means, though not large from the practical point of view, let us conclude that there are still reserves of improvement in the process and the capability indices determined above can be increased by better control of the process. Similar analysis of the measurements obtained with using feed speed of 20 m/min was conducted. The central tendencies of the samples virtually remained within the same limits and their dependence on the location of measurement within the samples even further reduced. Significant difference was found between the means of front and rear means in the sample taken from the middle part of the run only. In all other cases there were only insignificant variations of the means. Means of samples taken from the different sections of the run exhibit significant difference in one case only (when comparing middle and end part of machining with feed speed of 20 m/min). Similarly, no significant difference was found between the means of samples at feed speed of 14 m/min and 20 m/min.

Verification of the assumption of normality has been performed by Chi-square tests.

The distribution fitting tests show that our assumption of the normality of the distributions can be accepted and the data belong to a stable and statistically controlled process. In order to confirm this statement we made a probability plot in which the data are aligned along a straight line as illustrated in Figure 7.

The distribution fitting tests for all samples:

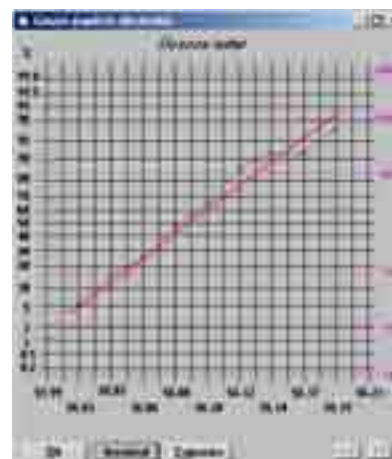


Fig. 7. Probability plot of measurement data

DETERMINATION OF THE CAPABILITY INDICES THE PROCESS

The band-width of *natural tolerance* may in itself characterise process capability, however it is more intuitive to relate the measure of variation to some expectation. This expectation is given by the *specification limits*. Process capability is defined as the ratio of band-width defined by the specification limits and the natural tolerance, that is:

$$C = \frac{USL - LSL}{6 \cdot \sigma} \quad (5)$$

where: *USL* = Upper Specification Limit; *LSL* = Lower Specification Limit; $6 \cdot \sigma$ = natural tolerance. Next we determine the *machine capability* as well as the *process capability* based on our experiments.

Machine capability:

$$C_M = \frac{USL - LSL}{6 \cdot s} \quad (6)$$

Where *s* = standard deviation of the sample. Machine capability is acceptable if the relationship $C_M > 1.33$ holds.

Process capability:

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6 \cdot s^*} \quad (7)$$

Where s^* = process standard deviation calculated from the within-variation of sub-samples.

Process capability is acceptable if the relationship $C_p > 1.00$ holds.

After obtaining proof that the process is stable and in control, we can calculate capability indices. The **specification limits** taken into consideration for the same were set as below:

56 mm \pm 0,2 mm, as well as 56 mm \pm 0,1 mm.

The capability indices determined are as below
Feed speed 14m/min: $C_m = 0.942845$

Feed speed 20 m/min: Run start – $C_m = 0.935738$;
Run middle – $C_m = 1.021836$; Run end – $C_m = 1.081672$; Whole run – $C_m = 1.012156$.

RESULTS AND DISCUSSION

Determination of theoretically possible specification limits: Capability indices in the case of specification limit setting of ± 0.2 mm exceed the threshold limit in all cases, while limits set to nominal $\pm 0,1$ mm remain inferior to what is required. The solution lies in setting intermediate values of specification limit.

In the case of setting the limit to 56 mm \pm 0,2 mm, the average value of the capability index was $C_{m02} = 1.06$, which is 0.8 times of what is required.

With specification limits of 56 mm \pm 0,1 mm this index exhibited itself $C_{p01} = 0.58$ being only 0.436 times the requirement. By linear extrapolation, it can be deduced that the **theoretically possible upper and lower specification limits are 56 mm \pm 0.2(1.33/1.06) = 56 mm \pm 0.25 mm.**

It further follows from the analysis of the measurement data that: In the case of machining with a feed speed of 20 m/min samples taken at different time periods (after different elapsed times of cutting tool use) only exhibit significantly different means by comparing samples taken at the beginning and the end of the production run.

It suggests significant dependence of the measured dimensions on the wear of cutting edge. Potentials of process control lie in both the shift of central tendency with the wear of cutting tool and the variability of measured dimensions.

The theoretically possible specification limits in the case of the different machining parameters can be established as below:

Feed speed of 14 m/min

- In the case of wok piece depth specification of 41 mm \pm 0,2 mm the capability index of $C_p = 0.568$ is 0.427 times the requirement. From this result, the **theoretical value** is 41 mm \pm 0.2/0.427 = **41 mm \pm 0.47 mm.**

- In the case of width specification of 56 mm \pm 0,2 mm the capability index took the value of $C_m = 0,943$ which is 0,71 times the the minimum. Thus the **theoretical value** is 56 mm \pm 0.2/0.71 = **56 mm \pm 0.28 mm.**

Feed speed of 20 m/min

- In the case of wok piece depth specification of 41 mm \pm 0,2 mm the capability index of $C_p = 0.756$ is 0.568 times the requirement. the **theoretical value** is 41 mm \pm 0.2/0.568 = **41 mm \pm 0.350 mm.**

- In the case of width specification of 56 mm \pm 0,2 mm the capability index took the value of $C_p = 1.06$ which is 0.8 times the the minimum. Thus the **theoretical value** is 56 mm \pm 0,2/0.8 = **56 mm \pm 0.25 mm.**

CONCLUSIONS

On the basis of the machining experiments conducted it can be stated that increasing the feed speed of the multiple head routing machine studied to 20 m/min from 14 m/min practically does not influence the precision of machining, that is why it can be proposed to apply the higher feed speed in order to increase productivity.

With regards to the fact that within the time limits our experiments we had only modest opportunities of modifying machining parameters and taking measurements, it would be expedient to extend the investigation with increased number of measurement data taken over a longer time span, with the involvement of further

variables and settings of machining parameters (species of wood, moisture content, work piece dimensions, other values of feed speed, cutting speed etc.).

It seems to be expedient to further investigate the effect of the duration of cutting edge use (wear of cutting edge) on the precision of machining.

REFERENCES

Kemény, S., 1998: Statisztikai minőség- (megfelelőség) szabályozás (Statistical Quality Control in Hungarian), Műszaki Könyvkiadó – Magyar Minőség Társaság.

Koczor Zoltán, 2000: Bevezetés a minőségügybe (Introduction into Quality Management, in Hungarian), Műszaki Könyvkiadó – Magyar Minőség Társaság

Kovács Zsolt, 2002: A megmunkálás (előállítási folyamat) minőségének biztosítása statisztikai folyamatszabályozással (Assuring quality of the manufacturing process by statistical quality control, in Hungarian), In FAIPARI KÉZIKÖNYV II (Wood Handbook II, in Hungarian). edit: Molnárné Posch Paula, Faipari Tudományos Alapítvány, Sopron;

Szabó Gábor Csaba, 2003: Minőségmenedzsment II., oktatási segédanyag a műszaki menedzser hallgatók számára (Quality Management II, textbook, in Hungarian Technical University of Budapest) 2003.

Montgomery, D.C., 1997: Introduction to statistical quality control, John Wiley & Sons Inc., New York, pp. 677.;

CHANGES IN VIBRATION LEVEL ON THE CHAIN SAW HANDLES DURING EXPLOITATION

Vlado Goglia¹, Igor Đukić², Stjepan Risović³

Faculty of Forestry, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, CROATIA

e-mail addresses: ¹goglia@sumfak.hr; ²dukic@yahoo.com; ³risovic@sumfak.hr

SUMMARY

The paper presents the results of research of the vibration levels changes on the motor chain saw handles during exploitation. The examination sample comprised randomly selected chain saw from 12 forestry offices of the State Enterprise Croatian Forests. Three types of motor chain saws were tested in two different working conditions: at idling and at full load. The vibration levels were measured in all three axes simultaneously. The WAS-values (weighted acceleration sum) were calculated for the front and rear handles. The aim of the measurements was to establish certain ergonomic characteristics of motor chain saws depending on the time of use. For 276 chain saws a detailed analysis of the dependence between the time of their use and vibration levels on their handles was conducted. The examination results showed that the vibration level did not depend on the working time, either on the front or on the rear handles.

Key words: chain saws, ergonomics, vibration

INTRODUCTION

In the developed countries increasing attention is paid to the protection of the operator at mechanized working tools. The criteria for the assessment of suitability of mechanized working tools are becoming more rigorous with respect to their ergonomic characteristics. This especially refers to the operator's exposure to noise and vibration. This can clearly be concluded from the revised values in the so-called ergonomic check lists (Hansson, J. E. 1990 and Rehschuh, D.1997). It should also be noted that considerable efforts were made in order to improve the existing international standards which define procedures for the vibration measurement that are transmitted to the operator's body. In the last few years the standards prescribing the measurement procedure and assessment of the exposure to vibration of the whole body as well as the measurement and evaluation of human exposure to hand-arm transmitted vibration were revised again. The procedure for measurement and evaluation of the whole body transmitted vibration is specified in the ISO 2631-1-1997 and the hand-arm transmitted vibration in the ISO 5349-1-2001 and ISO 5349-2-

2001. For the hand-arm transmitted vibration a special standard was adopted on August 2001 with the aim of making the procedure for measurement and evaluation of vibration on workplaces practically comprehensible to authorized measures. The same norm entitled ISO 5349-2-2001 was adopted by the European Standardization Association and became binding for all the EU member states since February 2002. As it is known, in the previous version of the same standard from the year of 1986 the assessment of exposure to vibration was based on the weighted acceleration values in single axes. In the new standard vibration exposure assessment is based on the weighted vector-sum of vibration acceleration value in single axes. In this way the permissible exposure is considerably reduced since the same health risk assessment diagram is kept as in the previous version of the norm. The weighted vector-sum of vibration acceleration value in single axes is calculated by:

$$a_{hv} = \sqrt{a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2} \quad (1)$$

- where: a_{hwx} , a_{hwy} , a_{hwz} are the weighted acceleration values in respective axes.

Another important change is contained in daily exposure assessment based on the 8-hour weighted acceleration value of vibration as opposed to the old standard that used the reference value of the 4-hour daily exposure. In order to simplify the comparison of daily exposure of different time periods, daily exposure should be given by the 8-hour weighted acceleration values of vibration according to the equation:

$$a(8) = a_{hv} \cdot \sqrt{\frac{T}{T_0}} \quad (2)$$

- where: T is the total daily exposure time to a_{hv} vibration, and T_0 8-hour reference exposure time (28 800 s). Finally, there is a difference also in the correction coefficient by means of which the weighted acceleration value is calculated. As it is known, the weighted acceleration value is calculated according to the following equation:

$$a_{h,w} = \left[\sum_{j=1}^n (W_j \cdot a_{w,j})^2 \right]^{1/2} \quad (3)$$

- where: $a_{w,j}$ is the acceleration in the j-period, and the W_j coefficient for evaluation of the j-period is given in Table A.2 ISO 5349-1-2001 for all three directions of the coordinate system. If the work consists of several activities with different vibration levels, the daily exposure A(8) should be calculated as follows:

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n a_{hvi}^2 \cdot T_i} \quad (4)$$

- where: a_{hvi} is the weighted vector-sum acceleration value of the i-operation, n is the number of single operations with various vibration levels, and T_i is the duration of the i-operation.

METHODS OF MEASUREMENT

Measurements were carried out on both handles of the examined chain saws in accordance to the recommendations of the ISO 7505. Simultaneously, measurements were conducted in all three coordinate axes at the lowest and highest rotational speed. Accelerometer with three axes was fastened on the saw handles in accordance to the recommendations of the ISO 7505, as it is shown in Fig. 1. All the measurements were recorded on a four-channeled tape recorder and were subsequently analyzed. The analysis was made by means of a frequency analyzer, and the results were stored in a personal computer. Fig. 2 shows

scheme of the measurement procedure and analysis of the measurement results.

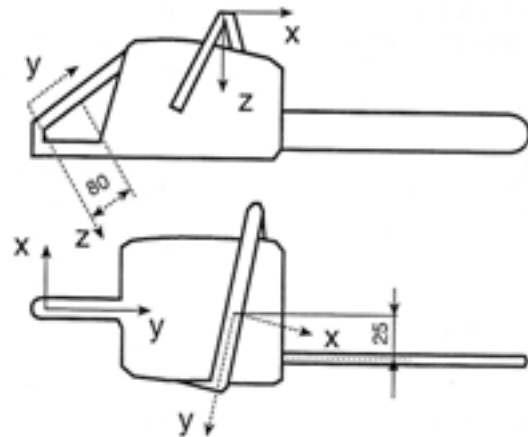


Figure 1: Position of the three axial accelerometer and directions of the coordinate axes during measurement of the vibration levels transmitted to the operator's arm

Five samples were examined for both handles in both operating conditions. The weighted acceleration value was calculated for each sample and the arithmetic mean was determined based on five measurements.

MEASUREMENT RESULTS

A total of 276 chain saws were included in the measurements. All the saws were by the same manufacturer. Three models were investigated: *STIHL 026*, *STIHL 044* and *STIHL 064*. Working life of the saws in the sample is shown in Fig. 3, and it well represents the state of the basic group.

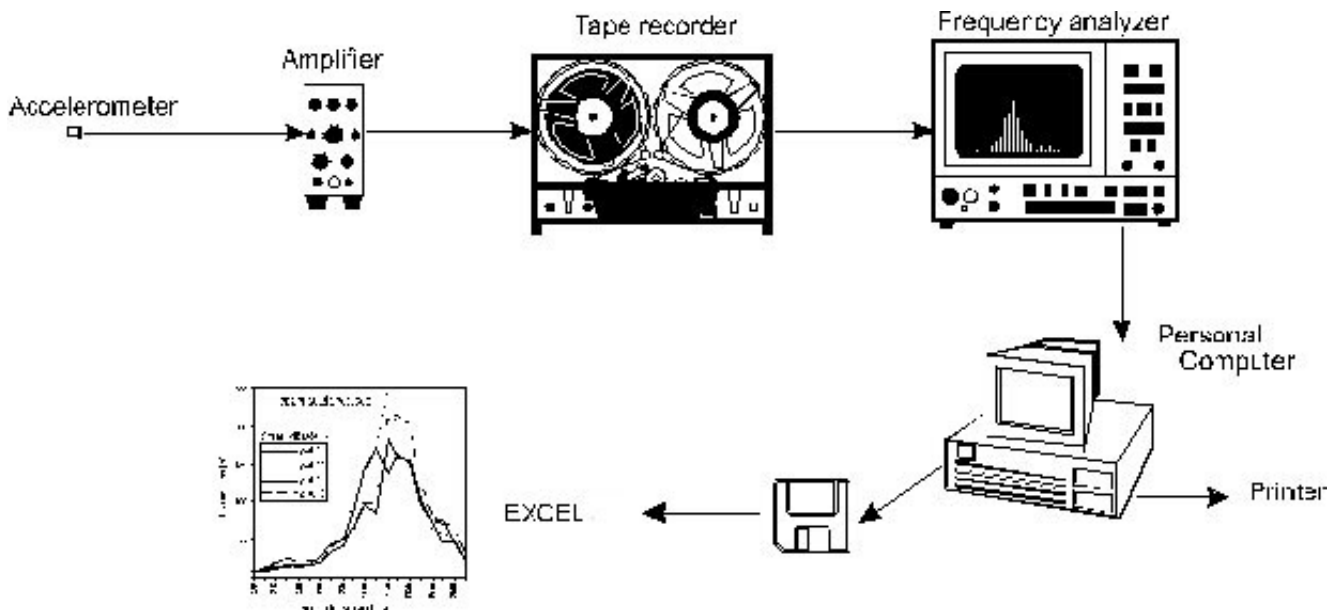


Fig. 2. A scheme of the measurement procedure and analysis of the results

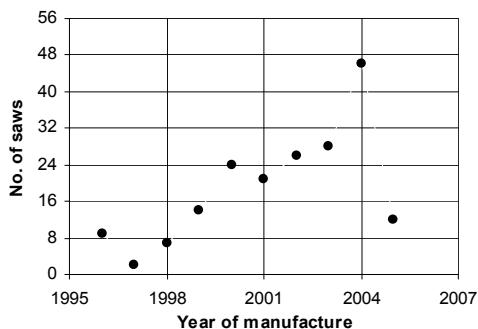


Fig. 3. Working life of the saws in the sample

As it was earlier mentioned, vibration were measured on the front and rear handle at the lowest and highest rotational speed. Based on the vibration weighted acceleration values, the vibration acceleration weighted vector-sum value was calculated as previously described.

Vibration on the Front Handle

The vibration level on the front handle at idling (at the lowest rotational speed) was measured in all three coordinate axes at the same time. Dependences between the weighted vibration total value (*WAS* value - weighted acceleration sum) at idling on the front handle and the working life of the three types of saws is shown in Fig. 4. Fig. 5 shows dependence between the weighted acceleration sum (*WAS*) and the working life of the saws. The arithmetic mean of the *WAS* values for each year of use of the saws was calculated in the same way. Fig. 6 shows dependence between the arithmetic means of the *WAS* values and the working life of the saws.

Based on Fig. 5 and 6 it could not be established that the working life of the chain saws influenced the vibration level on the front handles on any type of the tested chain saw during idling as well as during full load.

Vibration on the Rear Handle

Vibration were measured also on the rear handle at idling (at the lowest number of revolutions) and at racing (at the highest number of revolutions). The measurement results were analyzed in the same way as for the front handle. Fig. 6 provides a graphic presentation of the weighted acceleration sum (*WAS* values) of vibration on the rear handle at idling for all examined saws. Fig. 7 shows the *WAS* values on the rear handles at full load (at racing) for all examined saws. On Fig. 8 the mean values of *WAS* accelerations values during idling and during full load on front and rear handles are shown.

The vibration level also on the rear handle of the examined chain saws at idling did not indicate dependence on the working life of the saws, either. Examinations were repeated on the rear handle for all saws at racing, too. The measurement results were analyzed as previously.

As in previous cases it was established that the working life of the saw did not influence the vibration level on the rear handle.

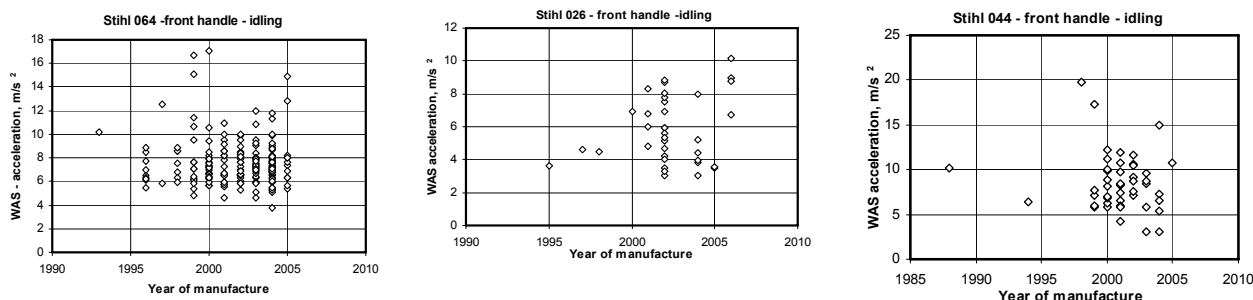


Fig. 4. Dependence between the weighted acceleration sum values on the front handle at idling and the working life of three types of the tested chain saws

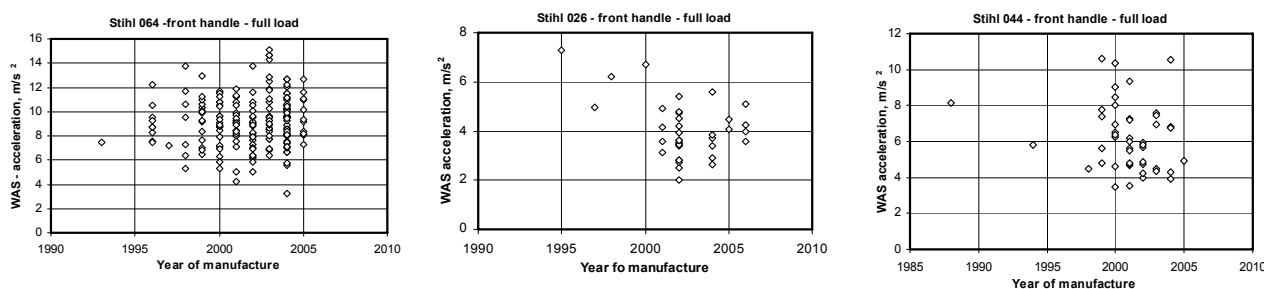


Fig. 5. Dependence between the weighted acceleration sum values on the front handle at full load and the working life of three types of the tested chain saws

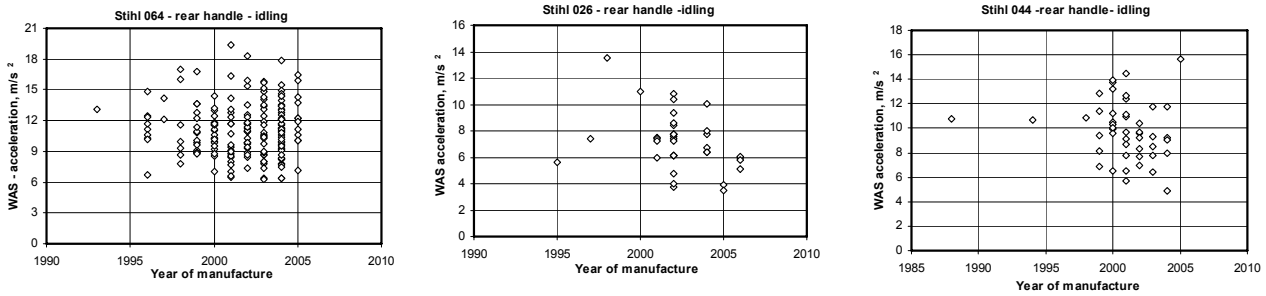


Fig. 6. Dependence between the weighted acceleration sum values on the rear handles at idling and the working life of three types of the tested chain saws

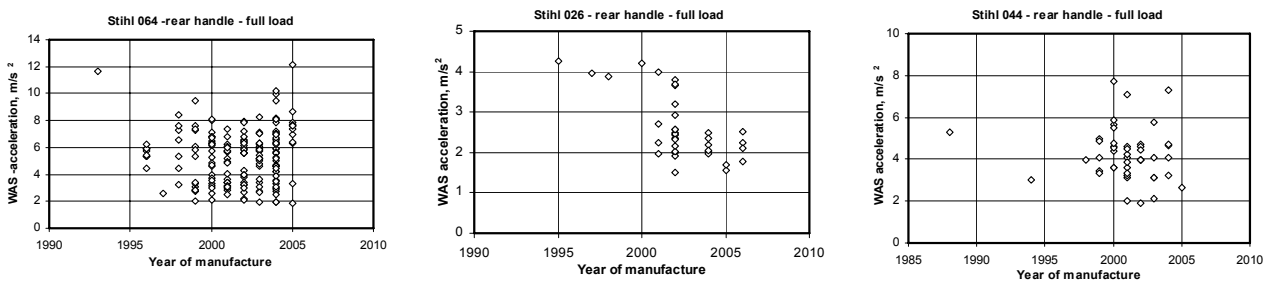


Fig. 7. Dependence between the weighted acceleration sum values on the rear handle at full load and the working life of three types of the tested chain saws

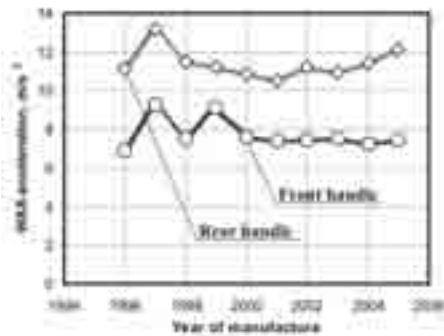


Figure 8: Dependence between the mean values of weighted acceleration sum values on the front and rear handle at idling and the working life of the chain saws type *STIHL 064*

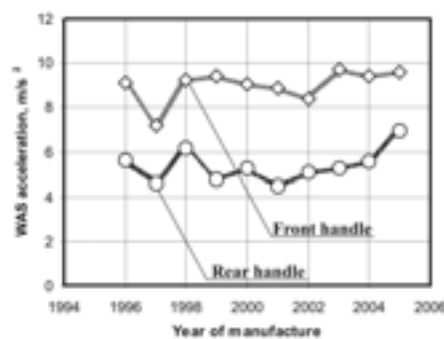


Figure 7: Dependence between the mean values of weighted acceleration sum values on the front and rear handle at full load and the working life of the chain saws type *STIHL 064*

Comparison of Weighted Acceleration Sum Mean Values with Permissible Daily Exposure Values

Comparison of weighted acceleration sum mean values with permissible daily exposure values according to the *Annex C* of the ISO 5349-1-2001 international standard results in an average danger assessment for the chain saw operator. The mean values of weighted acceleration sum for both handles and both working regimes were calculated.

Table 1

WAS mean values for both working conditions at front and rear handles, m/s^2

Working conditions	Handle	WAS mean values, m/s^2
Idling	Front	7,75
	Rear	11,42
Racing	Front	8,99
	Rear	5,36

The values from Table 1 were drawn into a danger assessment diagram for the operator according to the above mentioned standard. The results are shown in Fig. 8.

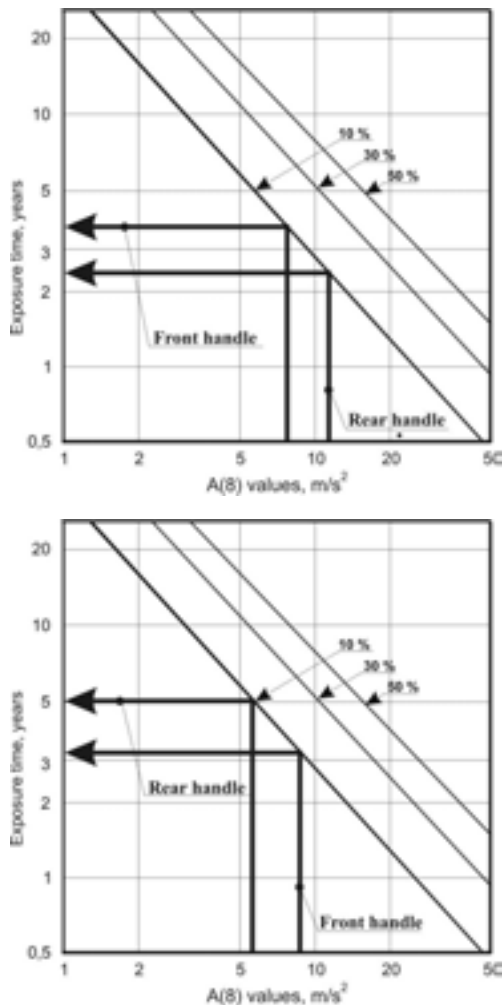


Fig. 8. Risk for the operator when operating with the STIHL 064 motor chain saw

From the diagram in Fig. 8 it can clearly be seen that even after very short time of exposure within 8-hour working time permanent health problems for chain saw operators would arise. Besides, it needs to be pointed out that mean values were entered into the diagram in Fig. 8. The previous diagram shows that single values in some saws considerably exceed mean values, and consequently, problems for operators would arise also at shorter daily exposure. For the purpose of actual danger assessment a study into work and working movements would define the frequency and duration of single operations during workday, on the basis of which the energy equivalent of the weighted vibration acceleration would be calculated. Based on this value actual danger for chain saw operators would be defined by means of the diagram in Fig. 8.

CONCLUSION

Measurements of the vibration levels at idling and at racing were conducted on 276 chain saws of the **STIHL 064**, **STIHL 026** **STIHL 064** models. Vibration were measured both on the front and rear handle

in all three coordinate system axes simultaneously. The measurement results were analyzed with the aim of establishing dependence of vibration levels on the working life of the saws. The dependence between the vibration level and the WAS values means and the working life of the saws was also investigated. All dependences were graphically presented both for the front and rear handle at idling and at racing. The assumption that the working life of the chain saws influenced the vibration level was not confirmed. In this respect this examination conducted on a random sample confirmed the previous conclusions from the examination of a group of saws of two manufacturers that were in use from 1 to 4 years (Goglia *et al.* 2002).

Finally, it can be concluded that the vibration level on the chain saw handles over their working life is primarily influenced by the quality of their maintenance. In other words, early identification of a defect and exchange of defective parts is of crucial importance.

Comparison of average weighted vector-sum vibration acceleration with limitations as defined by the ISO 5349-1-2001 shows that the average vibration level on chain saw handles causes problems for the operator at 8-hour daily exposure very soon.

REFERENCES

- Goglia, V., Gospodarić, Z.: Vibracije prenesene s volana traktora *LPKT40* na ruke vozača, Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede. – Opatija, 2002., pp. 163-169.
- Goglia, V., Lipoglavšek, M., Puljak, S.: A research into changes of ergonomic characteristics of some chain saws during their usually expected service life. – Kuala Lumpur: IUFRO World Congress, 2000.
- Hansson, J. E.: An Ergonomic Check List for Forestry Machinery. – Skogsarbeten, 1990.
- Rehschuh, D.: Checkliste fuer die ergonomische Beurteilung von Forstmaschinen. – Mitteilungen des KWF Band XIX, 1997.
- Goglia, V., Žgela, J.: Changes in the vibration level on the chain saw handles – Work and Safety, Vol. 6, 2003, pp.77-90
- Goglia, V., Gospodarić, Z., Košutić, S., Filipović, D.: Hand-transmitted vibration from the steering wheel to drivers of a small four wheel drive tractor, Applied Ergonomics, Vol. 34, 2003, pp. 45-49

Regulations

- ISO 5349-1- (2001): Mechanical vibration – Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration – Part I: General requirements.
- ISO 5349-2- (2001): Mechanical vibration – Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration – Part I: Practical guidance for measurement at the workplace

ОБЗОР ВЪРХУ ИЗСЛЕДВАНИЯ НА ПРОМЕНЛИВОСТТА НА НАТОВАРВАНИЯТА В МАШИНИТЕ И СЪОРЪЖЕНИЯТА В ГОРСКАТА ПРОМИШЛЕНОСТ С ОГЛЕД ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА УМОРА

Павлин Вичев¹, Даниел Койнов²

¹Лесотехнически университет – София, e-mail: p_vitchev@abv.bg

²Лесотехнически университет – София, e-mail: daniel_iv@abv.bg

РЕЗЮМЕ

Умората на материалите при променливи напрежения в инженерните конструкции често води до разрушения с катастрофални последици. Затова изчисляването на умора по правило е задължително. Умората на материалите, поради нейната сложност и многообразие, не намира място в учебните програми за бакалаври и магистри, и се счита за научно-изследователски проблем.

В работата се излагат основни понятия за умората на материалите и се прави литературен обзор. Той се разпростира както върху съвременното общо състояние на науката за умората, така и върху търсене на специфични изследвания на променливостта на натоварванията в машините и съоръженията в горската промишленост, с оглед изчисляване на умора. Стига се до извода, че има дефицит на такива изследвания и че в тази област трябва да се насочат научно-изследователски ресурси.

Ключови думи: умора на материалите, изчисляване на умора, машини и съоръжения в горската промишленост

УВОД

Умората на материалите е явлението внезапно разрушаване на метални машинни и конструкционни елементи под действие на циклично или нециклично променливи напрежения без те да са надвишавали граница на провлачане или граница на якост. С други думи, макар конструкцията да се проектира и експлоатира така, че променливите напрежения да не достигат разрушаващи стойности, то разрушение може все пак да настъпи. Причината за него е променливостта на напреженията: ако достигнатите от тях стойности се задържат константни, т.е. ако натоварването е статично, умората няма да се прояви.

Явлението умора е забелязано и осъзнато за първи път около 1830 г. Първоначално погрешно се е предполагало, че кристалографската структура на материала се променя така, че той загубва предишната си якост. В последствие се установя-

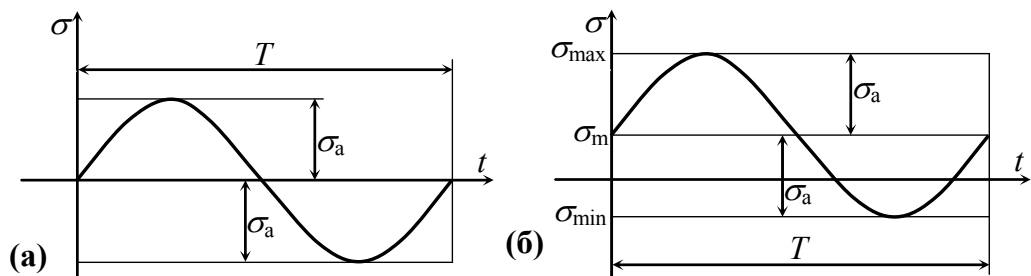
ва, че дадена микропукнатина, която при статични напрежения няма как да започне да се разраства, при променливи и обръщащи посоките си напрежения започва да се разширява. Стените на пукнатината постоянно се разместват, трият се една в друга, заглаждат се и се разширяват. Носещото сечение намалява дотолкова, че настъпва внезапно разрушение, често с катастрофални последици.

Елементарен пример за умората, илюстриран в популярни четива е, когато с ръце се огъва парче тел: еднократно огъване не довежда до разрушение, но многократни противоположни огъвания водят до умора и пречупване на телта.

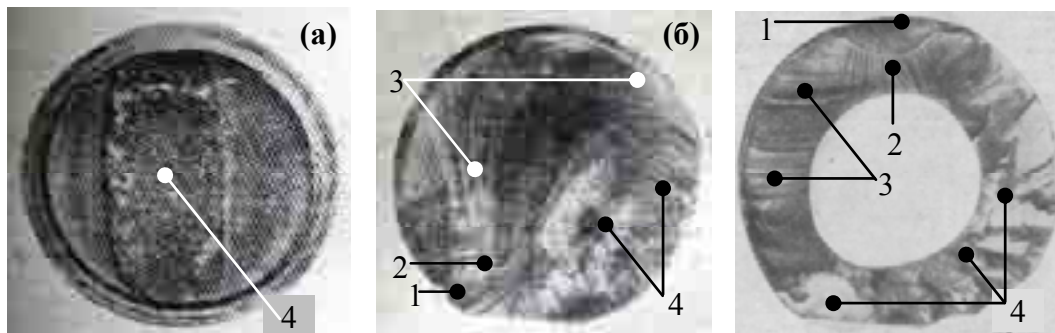
В разширени курсове по съпротивление на материалите, с включена глава за умората (Кисъв 1978), като характерен пример се посочва умора на вагонна ос. Дадено нейно кръгово сечение е подложено на напрежение от огъване $\sigma_{ог} = |M_y|/W_y$ (Стефанов 2007), където M_y е огъващият момент, а W_y е съпротивителният момент на сечението. Напрежението $\sigma_{ог}$ е опъново, например в най-долна контурна точка на сечението и натисково в най-горна. Но при въртенето на оста коя да е контурна точка минава през най-горното и най-долното положение, при което нейното напрежение σ се изменя циклично от $+\sigma_{ог}$ до $-\sigma_{ог}$ по синусоида с амплитуда $\sigma_a \equiv \sigma_{ог}$. Този пример с вагонната ос е свързан исторически със системно изследване на умората, което е започнал пръв германският железопътен инженер Вьолер (August Wöhler, 1819 – 1914). Това, че якостта на материала отслабва под влияние на продължително действащите циклични напрежения в сравнение със статични напрежения, е довело по асоциация с представа за „уморяване“ и се е утвърдил терминът умора.

ПРОСТО ЦИКЛИЧНО-ПРОМЕНЛИВО НАТОВАРВАНЕ И ГРАНИЦА НА УМОРА

Фиг. 1(а) представя възможно най-простата променливост само на едно напрежение (едномерно напрегнато състояние). Следващата стъпка в усложняване на променливостта е, когато синусоида е отместена така, че варира около едно ненулево



Фиг. 1. Изменение на напрежение σ по симетричен цикъл (а) и по несиметричен цикъл (б)



Фиг. 2. Уморни ломове (1 – фокус на пукнатината; 2 – зона на избирателно развитие; 3 – линии на нарастване на пукнатината; зона на ускорено и окончателно разрушаване)

средно напрежение σ_m между σ_{max} и σ_{min} (Фиг. 1(б)). Тогава $\sigma_m = (\sigma_{max} + \sigma_{min})/2$ и $\sigma_a = (\sigma_{max} - \sigma_{min})/2$. Цикълът на изменение на напрежението се нарича несиметричен (или асиметричен) за разлика от Фиг. 1(а), където цикълът е симетричен: $\sigma_{min} = -\sigma_{max}$, $|\sigma_{min}| = \sigma_{max} = \sigma_a$, $\sigma_m = 0$. Въвежда се отношението $R = \sigma_{min}/\sigma_{max}$, наричано коефициент на асиметрия на цикъла. При симетричен цикъл $R = -1$, а при несиметричен $R \neq -1$. Несиметричният цикъл може да е с $R < 0$ (знакопроменлив), $R = 0$ (пулсиращ) и $R > 0$ (знакопостоянен).

На Фиг. 2 (а) и (б) са показани ломове на разрушени от умора валове (Кисъв 1987). На Фиг. 2(а) най-ясно се вижда зоната на окончателното разрушаване 4: повърхнината е зърнеста, докато останалата зона на развивалата се пукнатина е гладка. Освен при въртеливото огъване на вал, уморно разрушаване може да настъпи и при всякакво друго променливо налягане на всякакъв конструктивен елемент. На Фиг. 2(в) е показан лом на сечение кръгов пръстен (Стойчев 2007), където най-ясно се различават указаните още три зони (1, 2 и 3) освен зоната 4.

Умора на практика не настъпва, когато максималното напрежение на цикъла σ_{max} не надвишава една стойност, наричана граница на умора. Тя се бележи със σ_R . При симетричен цикъл това означение става σ_{-1} и се подразбира повече като гранична амплитуда вместо (равната на нея) гранична стойност на σ_{max} . Границата на умора σ_{-1} е базисна

характеристика за умората на материалите. Грубо ориентировъчно за повечето метални материали важи $\sigma_{-1} = 0,4\sigma_B$, където σ_B е стандартната граница на якост при статичен опън. При това става дума за $\sigma_{-1} \equiv \sigma_{-1,ог}$, т.е. за въртеливо огъване (или циклично огъване на кинематично неподвижна греда). А когато Фиг. 1(а) представя напрежение от синусоидално променлив опън-натиск на прът, тогава ориентировъчно важи $\sigma_{-1} = 0,3\sigma_B$.

Така границата на умора σ_{-1} е значително по-малка от границата на статична якост σ_B . При жилявопластични материали, където се проявява граница на провлачване σ_S , в повечето случаи се оказва, че σ_{-1} е по-малка и от σ_S . При това положение опасното разрушаващо напрежение е не σ_B на крехки материали, респ. σ_S на жилявопластични материали, а σ_{-1} .

Границата на умора σ_{-1} важи за стандартни гладки метални образци (епруветки), при които се изключват редица фактори, влияещи при реалните конструктивни елементи и снижаващи границата на умора. По-долу се изброяват само някои най-важни фактори (Кисъв 1984, Кузмов и др. 1979).

- Концентрация на напреженията при резки (стъпаловидни и др.) геометрични преходи, отвори, канали, жлебове, места с големи контактни налягания и др.

В такива концентратори се получават местни напрежения. Въвеждат се коефициенти за отчитане на концентрацията на напреженията, които зна-

чително снижават границата на умора. Селекционирването на тези коефициенти при всевъзможните по форма концентратори изисква познаване на голям обем литература, формули, графици и др. В последните десетилетия, благодарение на компютрите, става възможно определянето на самите концентрирани напрежения по т.нар. метод на крайните елементи (МКМ).

- Състояние на повърхността на конструкционния елемент.

Уморната пукнатина най-лесно се образува на повърхността. Ако тя е по-малко гладка и/или е увредена механично, термично, химично и др., това е предпоставка за по-лесно уморно пукнатинообразуване. И тук се намесват коефициенти, снижаващи границата на умора, и тяхното селектиране пак изисква широка компетентност.

- Размерите на конструкционния елемент (въввежда се т.нар. мащабен фактор);
- градиентът на напреженията (с отдалечаване от изследвана точка от материала);
- честотата (Hz) на цикличността на натоварването;
- температурата;
- корозия; и др.

Изброените влияещи фактори са достатъчни да правят умората трудна за обхващане от учебен курс. Но темата се усложнява още повече, когато започнат да се изследват всевъзможните видове променливи натоварвания и сложно напрегнато състояние. Защото случаят с простата синусоида на Фиг. 1, когато единствено трябва да се осигури якостното условие $\sigma_a \leq \sigma_{-1}/\nu$ (ν е коефициентът на

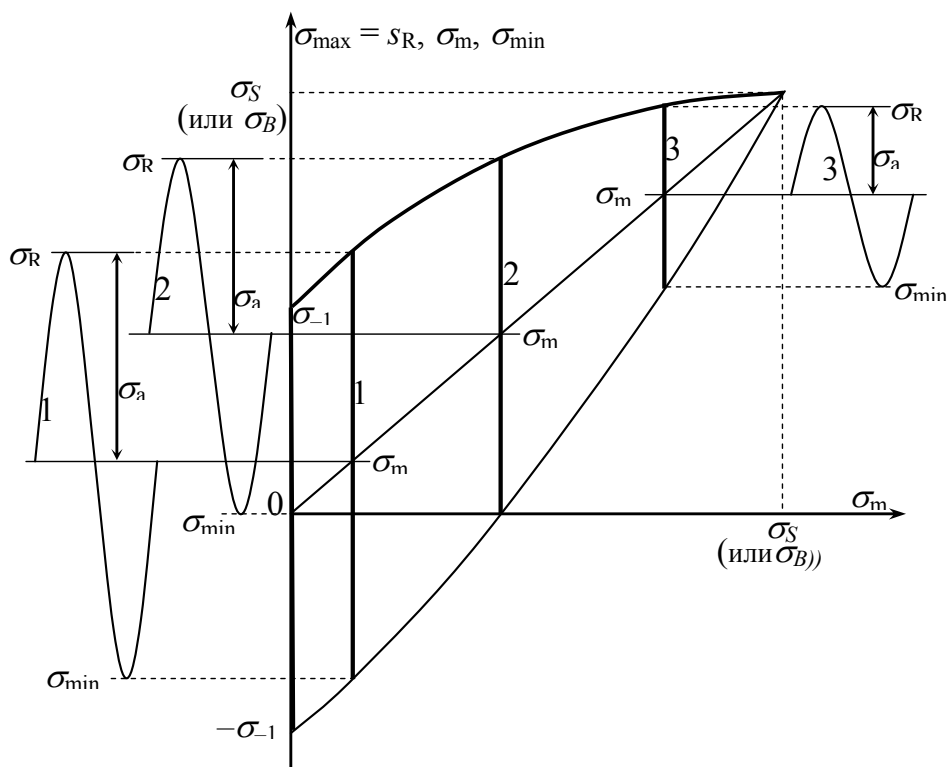
сигурност срещу умора) се среща изключително рядко. По-долу се навлиза във въпросите за умората при реалните сложни променливи натоварвания и напрегнати състояния (в частност в машините и съоръженията в горската промишленост).

РЕАЛНИТЕ СЛОЖНИ ПРОМЕНЛИВИ НАТОВАРВАНИЯ И НАПРЕГНАТИ СЪСТОЯНИЯ, В ЧАСТНОСТ В МАШИНИТЕ И СЪОРЪЖЕНИЯТА В ГОРСКАТА ПРОМИШЛЕНОСТ

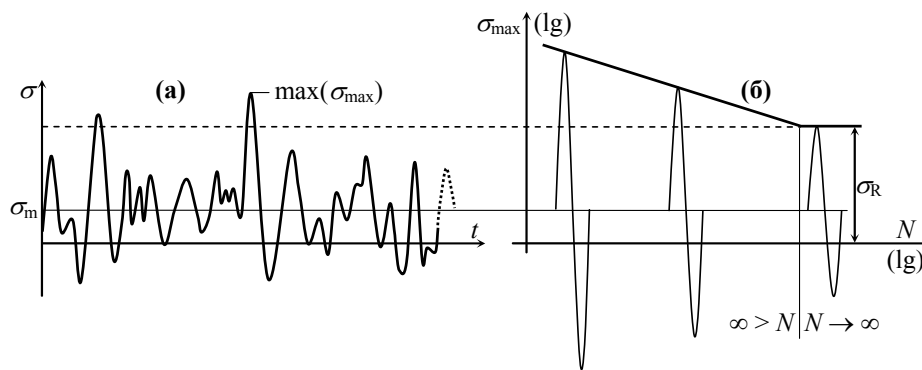
Фиг. 1(б) представя първо усложнение на простата синусоида от Фиг. 1(а): поява на ненулево средно напрежение σ_m . Тогава якостното условие срещу умора ще бъде $\sigma_{max} \leq \sigma_R/\nu$, където σ_R е границата на умора като гранична стойност на σ_{max} при асиметричен цикъл. Възниква въпросът за формиране на σ_R в сравнение със σ_{-1} . Във връзка с това е широко изследвана т.нар. диаграма на Смит (Фиг. 3).

На диаграмата се вижда, че с увеличаване на σ_m нараства и σ_R над σ_{-1} , но граничната амплитуда σ_a намалява.

Всички трудове в областта на горската промишленост, в които се разглеждат сили, вътрешни усилия и напрежения, могат да послужат за определяне на средни (статични) напрежения (а също и вариациите около тях) в осцилограми както показаната на Фиг. 4(а).



Фиг. 3. Диаграма на Смит
1 - знакопроменлив цикъл; 2 - пулсиращ цикъл; 3 - знакопостоянен цикъл



Фиг. 4. (а) Осцилограма на случайно променливо напрежение с ненулево статично напрежение σ_m и (б) крива на умора

Такива трудове са: за банциги (Филипов и др. 1988, Стефанов и Гергинова 1990, Михайлов, Тричков и Георгиева 2008), за гатерна рамка (Обрешков и Стефанов 1999), за горскостопански кранове (Константинов и др. 1989, Аспарухов и др. 1992), за автоклави и вакуумни камери за обработване на дървесина (Соколовски 2009), общо за изчислителни схеми в горската промишленост (Стефанов 1992), и др.

Изследвания върху вариации на осцилограми около статични нива не бяха намерени. Това се отнася и за проучените литературни източници на английски език (Duginske 1989, 1992). В тях само се обръща внимание на опасността от умора на материалите. Например, че прекалено опъване на лентови триони, което ще доведе до твърде високо σ_m способства за случаите на разрушения от умора (което е по логиката на диаграмата на Смит: вече са достатъчни сравнително малки вариации около σ_m , за да се стигне до умора).

Осцилограмите на напреженията в машините и съоръженията в горската промишленост се очакват сложни, от вида на Фиг. 4(а), и твърде разнообразни, заради голямото многообразие от качества и характеристики на обработвания продукт – дървесината. Така например в сравнение с металорежещите машини, дървообработващите машини са подложени на по-голяма променливост на натоварванията и на по-голямо разнообразие от спектри на тази променливост.

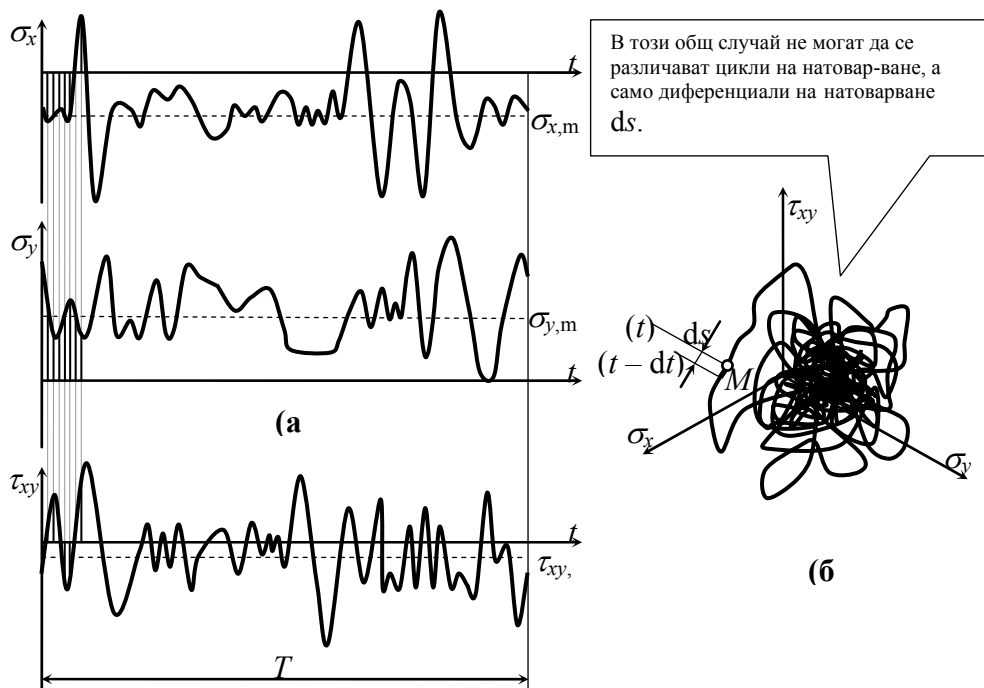
В България последната дисертация за умората, посветена на валове, е на д-р Стойчев от ТУ – Габрово (Стойчев 2007). Тя е разработена с първи ръководител преподавателя по съпротивление на материалите във ФГП на ЛТУ-София доц. Стефанов. Изследвана е уморната дълготрайност при комбинацията на въртеливото огъване с постоянно усукване. Резултатите представляват добра основа за разширяване на изследванията (Stoychev & Stefanov 2009, 2010) върху въртеливо огъване с променлив огъващ момент, комбиниран с променлив усукващ момент, какъвто е масовият случай при валове в горската промишленост.

Доц. Стефанов е автор на т.нар. метод ИДУ (Интегриране на Диференциалите на Умората) за компютърно пресмятане на уморната дълготрайност. Направени са много публикации, включително една монография (Stefanov et al. 2009). Тя е разработена и написана (на електронен носител) в института LBF-Дармщадт, Германия, с участието на директора на LBF проф. Ханзелка и известния в международната общност по умората проф. Зонзино. Методът и създаденият софтуер се излагат на български на следния сайт: <http://metodnaintegrala.hit.bg/> („метод на интеграла” е първоначално, работно име). Съдържанието на този сайт се излага и на английски на друг сайт: <http://www.freewebs.com/fatigue-life-integral/>, където методът е с абревиатурата IDD (Integration of Damage Differentials).

Методът ИДУ е напълно подходящ за сложните променливи натоварвания и напрегнати състояния в конструкциите в горската промишленост, защото постановката му е най-обща: три произволни (случайни) и непропорционални осцилограми $\sigma_x(t)$, $\sigma_y(t)$ и $\tau_{xy}(t)$ на двете нормални и на тангенциалното напрежения-компоненти на сложно повърхнинно напрегнато състояние (Фиг. 5). Тази постановка предизвиква широк международен отзвук и докладване на конференцията ICMFF9 (Stefanov 2010).

3. ОТНОСНО БЪДЕЩИ ИЗЧИСЛЕНИЯ НА УМОРНА ДЪЛГОТРАЙНОСТ В ГОРСКАТА ПРОМИШЛЕНОСТ

При едномерно напрегнато състояние (например в лентови триони), в коя да е очаквана осцилограма от вида на Фиг. 4(а) ще има отделни пикове, които значително ще надвишават останалите (напр. при среща на режещата част на инструмента с чеп). Тогава налагането на якостно условие от вида най-високият пик $\max(\sigma_{\max})$ (Фиг. 4(а)) да не надминава границата на умора σ_R (Фиг. 4(б)) не е целесъобразно: то ще доведе до преоразмеряване. Затова при съвременното състояние на науката за умората се счита за допустимо една част от пиковете да надвишават границата на умора.



Фиг. 5. Трикомпонентно, непропорционално и нециклично натоварване (общият случай); (а) три произволни осцилограми $\sigma_x(t)$, $\sigma_y(t)$ и $\tau_{xy}(t)$; (б) „траектория“ на натоварването

Тогаваш изчисляването на умора има друга цел вместо осигуряване на якостно условие: да се определи ограничена, а не безкрайна дълготрайност. Изискването е пресметнатата ограничена дълготрайност да е достатъчно по-голяма от желаните експлоатационен ресурс на конструкцията. Използва се вече не само границата на умора σ_R , а цялата т.нар. крива на умора (крива на Вюлер) (Фиг. 4(б)). Тя дава ограничения брой цикли N до настъпване на умора под действието на циклично натоварване с максимално напрежение на цикъла $\sigma_{max} > \sigma_R$.

При една осцилограма на нециклично, случайно натоварване, за да се използва крива на умора, валидна за цикли, трябва да се открояват и броя такива в осцилограмата. Това е възлов проблем, решаван през десетилетията на XX век. Наложил се е т.нар. метод на „дъждовното стичане“ за различаване на цикли. Дискусия по него може да се види в (Стефанов 2009). Всеки открит цикъл, отнесен към кривата на умора (Фиг. 4(б)), се счита, че внася уморно „повреждане“ $1/N$, където N се отчита от кривата на умора. Дълготрайността се изчерпва, когато сумата от всички събиращеми $1/N$, наричана натрупано повреждане (като част от единицата), достигне единица. Това е т.нар. правило на Палмгрен-Майнер.

Но в общия случай на трикомпонентно натоварване, когато в „траекторията“ му не могат да се различават цикли (Фиг. 5(б)), „дъждовното стичане“ и правилото на Палмгрен-Майнер стават прак-

тически невалидни. Методът ИДУ е този, който предлага и развива, и осъществява чрез оригинален софтуер, една коренно различна идея: отказ от понятието цикъл на натоварването, въвеждане на понятието диференциал на натоварването ds , пресмятане на диференциал на умората dD върху ds , и универсално интегриране (сумиране) на диференциали dD (вместо сумиране на повреждания за цикли $1/N$) до достигане на единица. Отново се използват криви на умора, но по съвсем друг начин, на основата на диференциалното и интегралното смятане. Всичко това представлява интерес за бъдещо приложение в горската промишленост, още повече, че средището на развитие на ИДУ е тъкмо ФГП.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Направеният обзор установи дефицит на изследвания на променливостта на натоварванията в машините и съоръженията в горската промишленост, и на изчисления на умора. В тази област трябва да се насочат научно-изследователски ресурси.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. Аспарухов К., Кратунков Т., Стефанов С. 1992 г. Силов и якостен анализ на хидравлични стрелови манипулатори, използвани в дърводобива. Научни трудове на ВЛТИ, том XXXV, 169 – 180
2. Кисъв И. Д. 1978 г. Съпротивление на материалите. Изд. Техника, София, 650 стр.
3. Константинов К., Кратунков Т., Стефанов

С., Радославов И. 1989 г. Тензометрично изследване на кран "Шипка - 5900". Сп. Горско стопанство, кн. 10, 20 – 22

4. Кузмов Д., Недев Т., Арнаудов А. 1979 г. Изчисляване и изпитване на умора в машиностроенето. Изд. Техника, София, 284 стр.

5. Михайлов Х., Тричков Н., Георгиева Е. 2008 г. Методика за изследване на динамичната система на банцигова машина. Осма международна конференция „Авангардни машиностроителни обработки – Кранево’08”, 109 – 113

6. Обрешков П., Стефанов С. 1999 г. Метод за оразмеряване на гатерна рамка. Научни трудове на ВЛТИ, том XXXVIII, 225 – 231

7. Соколовски С. 2009 г. Якостно оразмеряване на автоклави и вакуумни камери за обработване на дървесина. Хабилитационен труд за „Професор”, ЛТУ – София, 260 стр.

8. Стефанов С. 2009 г. Върху метода на интеграла за прогнозиране на дълготрайността при умора на материалите в частното му приложение при една нециклична осцилограма. Сп. Машиностроене и машинознание, IV, 39 – 42

9. Стефанов С. Х. 2007 г. Съпротивление на материалите. Изд. къща на ЛТУ – София, 242 стр.

10. Стефанов С., Гергинова Е. 1990 г. Якостни и деформационни изчисления на тяло на банциг с три лентоводни колела. Научни трудове на ВЛТИ, том XXXIV, 149 – 152

11. Стефанов, С. 1992 г. Анализ на реални конструкционни схеми и привеждането им към изчислителни схеми в обучението по съпротивление на материалите. *Научни трудове на ВЛТИ*, том. XXXVI, 221 – 232

12. Стойчев Б. И. 2007 г. Теоретично-експериментално изследване на дълготрайността при комбинирано натоварване от въртливо огъване и постоянно усукване. Дисертация за степента д-р, ТУ – Габрово, 150 стр.

13. Филипов Г., Генчев Г., Стефанов С., Йорданов Н. 1988 г. Използване на метода на крайните елементи за изчисляване на лентоводни колела на банциги. Научно-техническа конференция с международно участие "Механизация и автоматизация на процесите в горската промишленост", Бургас – Слънчев Бряг, 6 стр.

14. Duginske M. 1989. Band Saw Handbook. Sterling Publishing, New York, NY, p. 163

15. Duginske M. 1992. Mastering Woodworking Machines. Taunton Press, Newtown, CT, p. 90

16. Stefanov S. 2010. IDD (Integration of Damage Differentials): General Representation. Proc. 9th International Conference on Multiaxial Fatigue & Fracture (ICMFF9), Parma, Italy, 7 – 9 June 2010, 143 – 154

17. Stefanov S., Hanselka H., Sonsino C.M. 2009. Application of IDD (Integration of Damage Differentials) for Fatigue Life Assessment. Report No. FB-236, Fraunhofer Institute LBF, Darmstadt, Germany, 70 p.

18. Stoychev B., Stefanov S. 2009. An Additional Mechanism for Torsion to the New Device for Fatigue Testing under Rotated Bending Combined with Torsion. Proc. 9th International Conference „Research and Development in Mechanical Industry” (RaDMI 2009), Vrnjačka Banja, Serbia, 16 - 19 September 2009, 390 – 394

19. Stoychev B., Stefanov S. 2010. Rotating Bending with Constant Torsion and Rotated Bending with Constant or Variable Torsion. Proc. 9th International Conference on Multiaxial Fatigue & Fracture (ICMFF9), Parma, Italy, 7 – 9 June 2010, 349 – 356

REVIEW ON STUDIES OF LOADING VARIATION IN MACHINES AND TECHNOLOGICAL EQUIPMENT IN FOREST INDUSTRY WITH REGARD TO FATIGUE CALCULATION

Pavlin Vitchev¹, Daniel Koynov²

¹University of Forestry – Sofia,

e-mail: p_vitchev@abv.bg

²University of Forestry – Sofia,

e-mail: daniel_iv@abv.bg

SUMMARY

Fatigue of materials under varying stresses in the engineering structures often leads to fracture with disastrous consequences. That is why the fatigue calculation is obligatory, as a rule. However, also as a rule, the fatigue does not find any place in syllabuses of undergraduate and graduate students due to its high complexity and variety, and it is considered as a scientific problem.

In the paper, the basic fatigue notions are introduced and a review is done. The review stretches on both the contemporary general fatigue science state and looking for specific studies of loading variation in machines and technological equipment in forest industry with regard to fatigue calculation. It is concluded that there is deficiency of such studies and therefore research resources should be directed into that area.

Key words: fatigue of materials, fatigue calculation, machines and technological equipment in forest industry

НАЧАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПРОМЕНЛИВОСТТА НА НАПРЕЖЕНИЯТА В ЦИРКУЛЯРЕН ВАЛ С ОГЛЕД ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА УМОРА

Стефан Стефанов¹, Живко Гочев², Нено Тричков³, Павлин Вичев⁴, Даниел Койнов⁵

Лесотехнически университет – София,

¹e-mail: stefanst@ltu.bg, ²e-mail: zhivkog@yahoo.com, ³e-mail: nenotr@abv.bg,

⁴e-mail: p_vitchev@abv.bg, ⁵e-mail: daniel_iv@abv.bg

РЕЗЮМЕ

Работата е първа стъпка от насочването на научноизследователски ресурси за покриване на дефицита на специфични изследвания на променливостта на натоварванията в машините и съоръженията в горската промишленост с оглед изчисляване на умора. Започна се с изследване на променливостта на напреженията в циркулярен вал като един от характерните машинни елементи на дървообработващите машини. Същият е изследван якостно в редица трудове, но не и относно якост на умора при променливи с времето напрежения от огъване и усукване, и др.

Тъй като огъването става в процес на въртене и е т.нар. въртеливо огъване, то напрежението от огъване не е статично: изменя се циклично по проста синусоида, ако огъващият момент е постоянен. Но в реални експлоатационни условия огъващият момент е променлив заради вариациите на силите на рязане. Тогава споменатата синусоида също не се запазва, а се изменя с всеки оборот. Заедно с огъващия момент варира и усукващият момент (с пикове когато циркулярният трион среща чепове), при което се изменя и напрежението от усукване. Въобще получават се трудни за теоретично изследване закони на изменение на напреженията: доста сложни, твърде специфични (несрещани в други машинни валове), нециклични, случайни и непропорционални. Но при такова положение с успех може да се прилага разработваният в Лесотехническия университет т.нар. метод ИДУ (Интегриране на Диференциалите на Умората) за оценка на уморната дълготрайност. В работата са показани възможни осцилограми на изменение на напрежения от огъване, усукване и др., и се предвижда на следващ етап те да се сравняват с експериментално получени чрез тензометрия.

Ключови думи: умора на материалите, променливи сили на рязане, променливи напрежения в циркулярен вал

УВОД

В обзора (Вичев и Койнов 2010) бе установен дефицит на изследвания на променливостта на напреженията в машините и съоръженията в горската промишленост с оглед изчисляване на умора. Настоящата работа е първа малка стъпка по един дълъг път в посока покриване на този дефицит. Започна се с изследване на променливостта на напреженията в циркулярен вал. Във (Филипов 1977) се излагат формули за изчисления на напреженията от огъване и усукване на вала, но разглеждани традиционно като статични. Циркулярни валове са изследвани якостно и в редица други трудове. Но и там не се намесват променливи с времето напрежения и изчисляване на умора.

Настоящата работа има още една цел: сътрудничество, съгласуване и взаимното обогатяване на знанията и преподаването по теоретична механика и съпротивление на материалите от една страна, и от друга страна по дървообработващи машини и рязане на дървесината. Създадените тук илюстрации и редица моменти в изложението могат директно да намерят място в преподаването и в бъдещите нови учебни помагала.

Изложението по-долу е с конкретизиране за вала на циркулярна машина Altendorf модел F-45. Тя е на разположение в ЛТУ-София, което е улесняващо обстоятелство за организиране и провеждане на тензометрични изследвания, предвиждани на следващ етап. Общият вид на машината е показан на фиг. 1. В търсене на максимално натоварване с най-голяма променливост, конкретизирането в настоящата работа се насочи към: напречно насрещно рязане с твърдосплавни зъби; допустим (по каталога на машината) най-голям диаметър $D = 500 \text{ mm}$ на циркулярния трион ($R = 250 \text{ mm}$), при който допустимата максимална височина h на прореза е 160 mm ; рязане на детайл с квадратно напречно сечение $160 \times 160 \text{ mm}$; видът на дървесината и нейната плътност се считат такива, че да се използва пълната мощност на двигателя: $N = 5,5 \text{ kW}$.

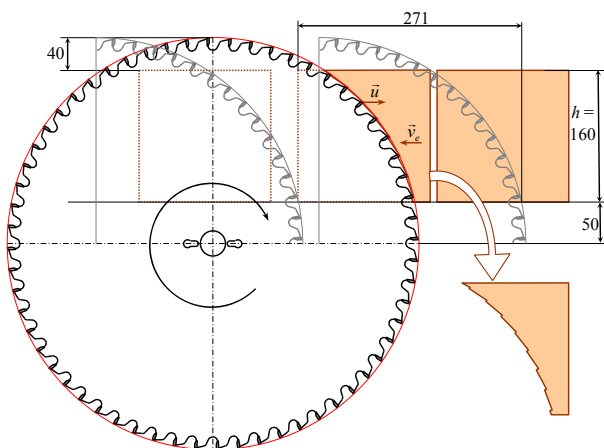


Фиг. 1. Общ вид на циркулярната машина Altendorf F-45

При $D = 500$ mm каталогът предвижда брой зъби $z = 60$ (стъпката t от връх до връх на зъбите е $t = \pi 500/60 = 26,18$ mm) и интервал за честотата n на въртене на вала между минимум $1\ 900\ \text{min}^{-1}$ и максимум $3\ 300\ \text{min}^{-1}$.

КИНЕМАТИКАТА НА РЯЗАНЕТО

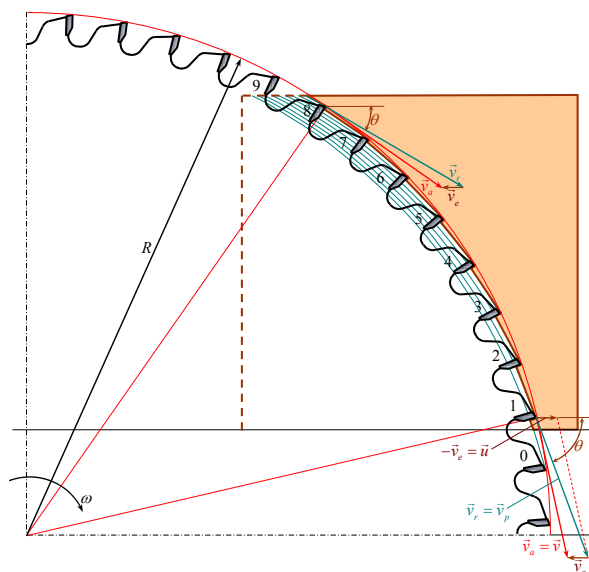
На фиг. 2 са илюстрирани (отдясно наляво) едно моментно положение на квадратното сечение, подадено близо до циркулярния трион, второ положение с прорез по цялата височина $h = 160$ mm и още едно положение („празен“ квадрат) след приключване на рязането. Големината на скоростта на детайла, т.е. скоростта на подаване, е означена първоначално с v_e . Това означение е от теоретичната механика, като в специализираната литература (Филипов 1977) то се замества с u . В теорията на рязането се намесва всъщност темата „Кинематика на релативно движение на точка“ от теоретичната механика. В тази тема абсолютното движение на една материална точка – спрямо неподвижна координатна система – се разглежда като съставено от релативно (относително) и преносно. Релативното движение на точката е спрямо едно подвижно тяло. Преносното движение на точката се получава, когато във всеки отделен



Фиг. 2. Рязане на квадратно сечение 160×160 mm с трион с $D = 500$ mm и 60 зъба

момент тя се разглежда като принадлежаща на подвижното тяло. Тогава абсолютната скорост \vec{v}_a на точката е $\vec{v}_a = \vec{v}_r + \vec{v}_e$.

В случая една точка – зъбен връх прониква и се движи релативно из обема на подвижния детайл. Съответно описваната траектория на точката спрямо детайла, наричана траектория на рязането, е релативна. На фиг. 3, където в прореза са осем зъба, са показани тъкмо релативните траектории на осемте зъбни върха от моментите на влизанията им в прореза. Тези траектории са циклоиди.



Фиг. 3. Кинематиката на рязането по цялата височина на прореза

Известно е, че циклоида се получава от наслагването на траектория-окръжност с праволинейна траектория. Класическият пример е: циклоида се описва от точка на колело, което се търкаля (без приплъзване) по права линия. Втори пример: циклоида се описва от точка на трион на шарнирен махален циркуляр, супортен циркуляр и др., където режещият орган, носещ триона, се движи праволинейно. В този пример циклоидата е траекторията на абсолютното движение на точката със скорост \vec{v}_a , окръжността е траекторията на релативното движение (спрямо режещия орган) със скорост \vec{v}_r , а преносното движение със скорост \vec{v}_e е праволинейното на органа. По циклоидата точката се движи с абсолютна скорост $\vec{v}_a = \vec{v}_r + \vec{v}_e$.

Но в случая на фиг. 3 циклоида е траекторията не на абсолютното движение, както в горния втори пример, а е на релативното движение на зъбен връх. Съответно във формулата $\vec{v}_a = \vec{v}_r + \vec{v}_e$ релативната скорост \vec{v}_r (скоростта на рязане), е не резултат, а събираемо (вж. илюстрацията при зъба

8 на фиг. 3). Разбира се, \vec{v}_r може да се представи и като резултат: $\vec{v}_r = \vec{v}_a - \vec{v}_e$.

По всичко изглежда, че когато се е създавала теорията на рязането на дървесината, се е сметнало за по-удобно винаги да се мисли, че обработваният детайл е неподвижен, а резецът се мести срещу детайла – както в горния втори пример. Така, означавайки $-\vec{v}_e$ с \vec{u} , \vec{v}_a с \vec{v} и \vec{v}_r с \vec{v}_p , формулата $\vec{v}_r = \vec{v}_a - \vec{v}_e$ се превръща във $\vec{v}_p = \vec{v} + \vec{u}$ (вж. илюстрацията при зъба 1 на фиг. 3). Наблюдателят се свързва с обработвания детайл и е подвижен заедно с него. Той наблюдава релативно движение в ролята на абсолютно. Така за него детайлът е неподвижен. Като илюстрация на казаното, на фиг. 2 прорязаното сечение се разглежда като неподвижно, а към него отляво се е приближил и допира циркулярният трион (в бледо изображение). Същият след това се е преместил в положение на рязане из целия квадрат, и после следва положение, когато трионът докрай „отрязва квадрата“.

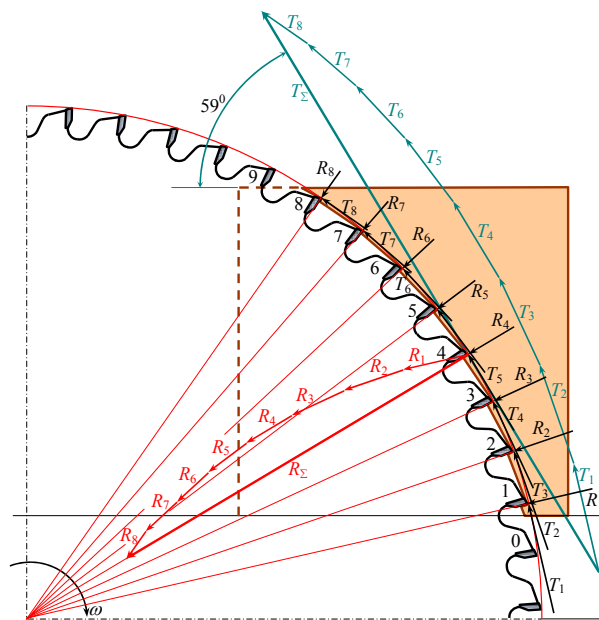
Ето защо в литературата (Гочев 2005, Санёв 1980) веднъж с една стрелка се указва посоката на подаване на детайла (посоката на \vec{v}_e), а втори път в обратна посока се изобразява векторът \vec{u} (фиг. 2). На фиг. 3 при зъбния връх 1 е илюстриран както векторният резултат $\vec{v}_r = \vec{v}_a - \vec{v}_e$, така и същият резултат $\vec{v}_p = \vec{v} + \vec{u}$, където $\vec{u} = -\vec{v}_e$.

Във всеки един момент всеки режещ зъбен ръб е пред стъпало между циклодата на предходния зъбен връх и циклодата на неговия зъбен връх. Тези стъпала се виждат на фиг. 3, а също и на изнесената подфигура на фиг. 2. Те, както и т.нар. кинематичен ъгъл на срещане θ , намаляват от зъба 1 до зъба 8.

В действителност $u \ll v$: на фиг. 3 векторът \vec{u} , за да се вижда ясно, е изобразен пресилено голям в сравнение с вектора \vec{v} . В действителност отношението u/v е много малко. Например една реална средна скорост на подаване е $u = 0,045 \text{ m/s} = 45 \text{ mm/s}$, с която разглежданият детайл ще се отреже приблизително за 6 секунди ($6 \approx 271/45$, където разстоянието 271 mm се вижда на фиг. 2). При $n = 1900 \text{ min}^{-1}$ важи $\omega = \pi n/30 = 199 \text{ s}^{-1}$, $v = \omega R = 199.0,25 \approx 50 \text{ m/s}$ и отношението u/v се получава $1/1111$. При $n = 3300 \text{ min}^{-1}$, $v \approx 84 \text{ m/s}$ и $u/v = 1/1867$.

Тези данни потвърждават, че практически $v_p = v$ и ъгълът θ е всъщност между векторите \vec{u} и \vec{v} . Съответно всяка от циклодите на фиг. 3 практически съвпада с (изместена) дъга от окръжност с радиус R . Оттам и стъпалата пред зъбите са съвсем пресилени на фиг. 3 и фиг. 2. Най-голямото

стъпало (при зъба 1) е съизмеримо с подаването на един зъб $u_z = tu/v$ (Гочев 2002), т.е. е приблизително 0,024 mm и 0,014 mm при горните две стойности на u/v . При това положение, за целите на силовото и якостно изчисляване на циркулярния вал, силите върху зъбите могат да се разглеждат като съсредоточени в зъбните върхове (фиг. 4).



Фиг. 4. Силите на рязане при върховете на зъбите и тяхното сумиране

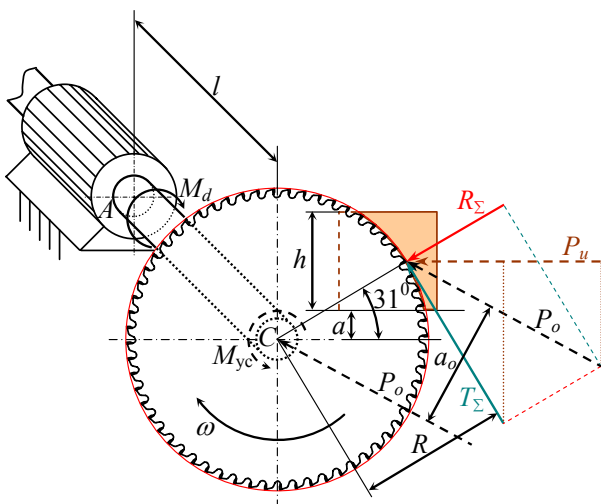
СИЛИТЕ НА РЯЗАНЕ ВЪРХУ ЗЪБИТЕ

Според (Санёв 1982) тангенциалните сили (\vec{T}_i на фиг. 4) намаляват, в случая от зъба 1 към зъба 8, по дълги и тежки формули. В първо приближение тези сили са в пропорции, сходни с пропорциите между графично въведените в настоящата работа стъпала пред зъбите. Тъй като фигурите тук са изпълнени точно в мащаб с помощта на компютърната графика и с увеличаване до 500%, то от пропорциите между стъпалата големините T_i излизат в пропорции такива, каквито се виждат на фиг. 4. Според (Санёв 1982) може да се заложи отношение $R_i/T_i = 0,6$ – в първо приближение едно и също при всеки зъб. Това отношение се диктува основно от степента на затъпяване на зъбите, като за конкретните твърдосплавни зъби 0,6 е реална стойност.

Векторното сумиране $\Sigma \vec{T}_i$ (фиг. 4) дава \vec{T}_Σ – сумарна тангенциална сила. Тя, с рамо радиуса R , се оказва под показания ъгъл 59° . Същият отговаря на среден ъгъл на срещане θ_{cp} при средата на височината h (Гочев 2005). Векторното сумиране $\Sigma \vec{R}_i$ дава \vec{R}_Σ – сумарна радиална сила. Отношението R_Σ/T_Σ е отново 0,6.

ОРИЕНТИРОВЪЧНИ ОЧАКВАНИЯ ЗА ОСЦИЛОГРАМИТЕ НА НОРМАЛНО И ТАНГЕНЦИАЛНО НАПРЕЖЕНИЯ

Циркулярният вал е на два лагера и има две конзолни части. На едната е закрепен трионът, а на другата – ремъчна шайба. На фиг. 5 е показана схематично само частта с триона. Сечението A при излиза от лагерния кожух се очаква да е най-напрегнато. По отношение на огъването фиг. 5 представлява конзолна греда с дължина l , натоварена в края си с една напречна сила $\vec{P}_o = \vec{T}_\Sigma + \vec{R}_\Sigma$. В запънатото сечение A е най-големият огъващ момент: $M_{ог} = P_o l$. Напрежението от огъване е (Стефанов 2007) $\sigma_{ог} = M_{ог}/W_y = P_o l/W_y$, където W_y е съпротивителният момент на сечението. Понеже огъването е въртливо, $\sigma_{ог}$ се превръща в амплитуда на синусоида за всяка точка от контура на сечението. При всеки оборот такава синусоида се включва в осцилограма на променливо нормално напрежение $\sigma(t) \equiv \sigma_x(t)$, където x е надлъжната ос на вала.



Фиг. 5. Изчислителна схема за напреженият от огъване и усукване в сечението A

Наред с $M_{ог}$ в сечението A действа и усукващият момент $M_{yc} = T_\Sigma R = P_o a_o$. Напрежението от усукване в коя да е точка от контура на сечението е $\tau_{yc} = M_{yc}/W_C = P_o a_o/W_C$, където W_C е съпротивителният момент на сечението при усукване. Важи $W_C = 2W_y$. Тогава $\sigma_{ог}/\tau_{yc} = 2l/a_o$. Това отношение в действителност е малко (на фиг. 6 дължината l е изобразена пресилено голяма). За вала на конкретната разглеждана циркулярна машина се получава $\sigma_{ог}/\tau_{yc}$ приблизително 1/5.

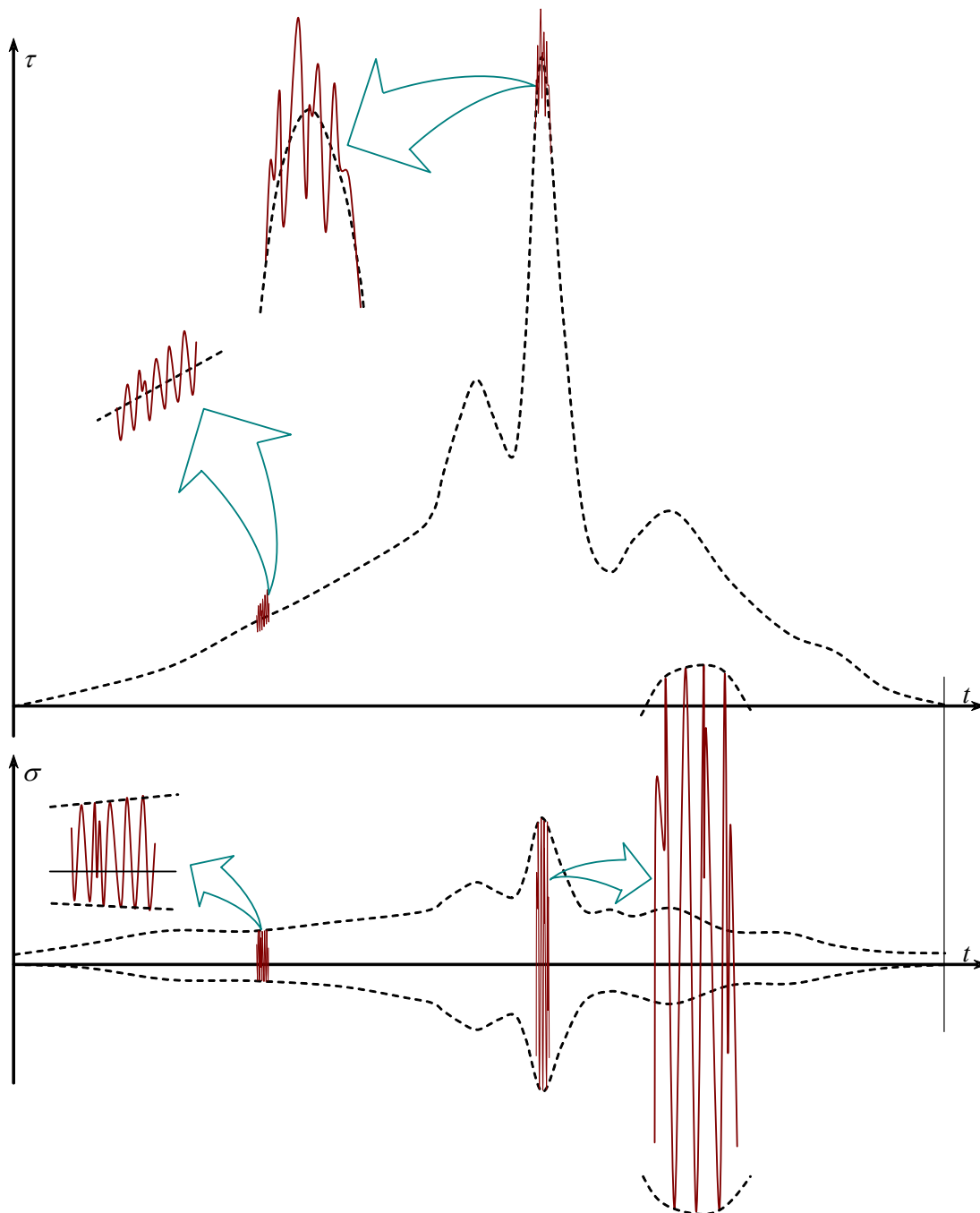
От центробежни сили от небалансирани маси, както и от затыгането на притискателните фланци на триона, се очакват статични компоненти към

синусоидите в осцилограмата $\sigma(t)$. Очакват се и допълнителни вълни заради огъващите трептения на еластичната система.

Напрежението τ_{yc} , за разлика от $\sigma_{ог}$, не се превръща в амплитуда на синусоида: τ_{yc} не зависи от въртенето на вала. От друга страна, понеже дължината l е сравнително малка – от порядъка на диаметъра на вала, то в сечението A следва да се отчита и тангенциалното напрежение от P_o в ролята на срязващо усилие. Това напрежение в коя да е точка от контура на сечението зависи от въртенето и също се променя по синусоида. Така че следва да се говори за тангенциално напрежение $\tau(t)$, формирано основно от τ_{yc} с наслагване на (сравнително малка) синусоида при всеки оборот. Освен това се наслагват и (сравнително малки) вълни от усукващи трептения. Но основната причина за получаване на променливо напрежение $\tau(t)$ по време на рязането е изменението на M_{yc} , т.е. на T_Σ , според следващите съображения.

Честотата на въртене n варира, в случая основно в интервала между 1 900 и 3 300 min^{-1} . Двигателният момент върху вала е $M_d = 9549N/n$ при N в [kW] и M_d в [N.m]. От друга страна $M_d = M_{yc} = T_\Sigma R$. Така, при $N = 5,5$ kW, съответно на 1 900 и 3 300 min^{-1} се получава: $M_{yc} = 27,64$ N.m и $M_{yc} = 15,92$ N.m, $T_\Sigma = 110,6$ N и $T_\Sigma = 63,68$ N. Излиза, че щом всичките осем зъба са в прореза, $\tau(t)$ може да варира между максимум и минимум: максимумът е от порядъка на $110,6/63,68 = 1,737$ пъти по-голям от минимума. Разбира се, тук играе роля и доколко операторът на машината варира своята физическа сила на подаване, за да се получи интервалът на n между 1 900 и 3 300 min^{-1} . Във връзка с това се намесва следното: на фиг. 5 трионът получава от детайла сила от подаване $P_u = T_\Sigma \sin 31^\circ + R_\Sigma \cos 31^\circ = T_\Sigma (\sin 31^\circ + 0,6 \cos 31^\circ) = 1,029 T_\Sigma$. Така при 1 900 и 3 300 min^{-1} се получава $P_u = 114$ N и $P_u = 66$ N. Между другото, операторът трябва да прилага своя сила по-голяма от P_u , за да преодолява дисипативни сили при придвижване на каретката с детайла. При изчисленията тук очевидно се удовлетворява условието да не се изисква сила от оператора над 150 N (Филипов 1977). Следва да се отчита още, че в началото на рязането M_{yc} се появява и расте при формиране на прореза от един, два, ..., осем зъба, а в края на рязането M_{yc} намалява до нула в обратен ред. Тези фази в случая са доста по-дълги (фиг. 6) от фазата на основното рязане с осемте зъба.

Дотук се подразбираше еднаква плътност на дървесината при осемте зъба. Но в действителност тя е различна. Това означава, че пропорциите между силите T_i варират и би трябвало да се предвидят съответни вариационни редове. Не би се запозвало и постоянно отношение R_i/T_i . В (Санѐв 1980) са приведени (дълги) емпирични формули за



Фиг. 6. Възможни осцилограми $\tau(t)$ и $\sigma(t)$ при пълно прорязване на квадратното сечение 160x160 mm за около 6 секунди

силите на рязане, които съдържат само множители със степенни показатели. Тези множители са u_z , v , $D = 2R$, геометричните и технологични параметри на зъбите, размерите и разположението на срязаното сечение, влажността на дървесината и нейната плътност, и др. Специално плътността на дървесината фигурира със степенен показател 2. Това означава, че пропорциите между силите T_i могат да варират по време на рязането доста съществено и да се насложат съответни отчетливи вълни в $\tau(t)$. А при срещи на зъбите с чеп, група от чепове или

несвойствени включения, ще възникне голям пик в осцилограмата $\tau(t)$ – един или повече от един (фиг. 6). Ако например плътността нарасне двойно, то T_{Σ} и R_{Σ} следва да нараснат четворно.

Но доколко ще се осъществи такъв пик зависи от сложен комплекс от фактори, който включва: динамиката на цялата машина с намесата на масата на каретката и масата на поставения върху нея обработван детайл, и масовите инерционни моменти на въртящите се части; появяващите се силови инерционни моменти в помощ на двигател-

ния момент при тенденцията за внезапно намаляване на честотата на въртене; характеристиката на двигателя – доколко мощността му се запазва при краткотраен голям спад на честотата на въртене; появяващата се инерционна сила в помощ на силата на оператора при внезапно намаляване на скоростта на подаване; реакцията на оператора за увеличаване на неговата сила; и др.

Показаните на фиг. 6 възможни осцилограми $\sigma(t)$ и $\tau(t)$ са съставени в опит да се отчетат гореописаните изводи и примерните числени данни. Конкретни скали на напреженията в МРа не са дадени, а само съотношения на вариации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ясно е, че в ограничения обем на настоящата работа въпросът за теоретичните вариации в осцилограмите $\sigma(t)$ и $\tau(t)$ не може да се счита за решен докрай. Той само се осветли и се оформи една рамка, вътре в която на следващ етап биха се провели по-задълбочени изследвания. А ако се намерят и другите режими на работа на машината освен напречното рязане, също всевъзможните размери на обработвания детайл и видове дървесина, ще се получи един твърде многообразен спектър от осцилограми $\sigma(t)$ и $\tau(t)$. Последната дума биха имали експериментално получени осцилограми чрез тензометриране. Настоящата работа провокира интереса да се направят такива експерименти.

Така или иначе ще става дума за изчисляване на умора при осцилограми $\sigma(t)$ и $\tau(t)$ твърде сложни, доста специфични (несрещани в други машинни валове), нециклични, случайни и непропорционални. Но тъкмо при тези условия е валиден разработваният в Лесотехническия университет универсален, т.нар. метод ИДУ (Интегриране на Диференциалите на Умората) за оценка на уморната дълготрайност. Бележки по този метод има в обзора (Вичев и Койнов 2010).

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

Вичев П., Койнов Д. 2010 г. Обзор върху изследвания на променливостта на натоварванията в машините и съоръженията в горската промишленост с оглед изчисляване на умора. Трета научно-техническа конференция „Иновации в горската промишленост и инженерния дизайн“, София 05 – 07.11.2010 г.

Гочев Ж. 2005 г. Ръководство за упражнения по рязане на дървесината и дърворежещи инструменти. Изд. къща на ЛТУ – София.

Санёв В. 1980 г. Обработка дървесини кръглими пилами. Лесная промышленность, Москва.

Стефанов С. 2007 г. Съпротивление на материалите. Изд. къща на ЛТУ – София.

Филипов Г. 1977 г. Дървообработващи машини. Земиздат, София.

INITIAL STUDY OF STRESS VARIATIONS OF A SAW SHAFT WITH REGARD TO FATIGUE CALCULATION

Stefan Stefanov¹, Zhivko Gochev²,
Neno Trichkov³, Pavlin Vichev⁴,
Daniel Koynov⁵

University of Forestry – Sofia,

¹e-mail: stefanst@ltu.bg,

²e-mail: zhivkog@yahoo.com,

³e-mail: nenotr@abv.bg,

⁴e-mail: p_vitchev@abv.bg,

⁵e-mail: daniel_iv@abv.bg

SUMMARY

The paper is the first step of directing research resources to covering the deficiency of specific studies of loading variation in machines and technological equipment in forest industry with regard to fatigue calculation. A beginning was set with a study of the stress variations in a saw shaft as one of the popular components of woodworking machines. That shaft had been studied in terms of strength in a series of papers, however not in terms of fatigue strength under time varying stresses of bending and torsion.

As the bending appears during rotation i.e. it is so-called rotating bending, the stress of bending is not static: it is cyclic and follows a simple sinusoid in case the bending moment is constant. However, under actual operational conditions, the bending moment varies: the possible variations of the cutting forces are studied in the paper. Then, the mentioned sinusoid is not kept the same but changes upon every revolution. Together with the bending moment, the torsional moment also varies (with peaks when the saw meets knars) and thus the stress of torsion also changes. Hence, the two stress-time functions are difficult to study: they are too complicated, too specific (not met in other machine shafts), non-cyclic, random and non-proportional. In this situation, the so-called IDD (Integration of Damage Differentials) method can be applied for fatigue life evaluation as developed at the University of Forestry. In the paper, possible oscillograms of the stresses of bending, torsion etc. are shown and in next study they are envisaged to be compared with experimental ones obtained by strain gauges.

Key words: fatigue of materials, variable cutting forces, variable stresses in saw shaft

ЧЕСТОТЕН АНАЛИЗ НА ЦИРКУЛЯРЕН ВАЛ С COSMOSWORKS®

Нели Станева

Лесотехнически университет - София, e-mail: nelly_staneva@yahoo.com

РЕЗЮМЕ

От особено практическо значение още в процеса на конструиране на валове е определянето на честотите на собствените трептения, за да се предотврати явлението резонанс на трептенията и последващи евентуални аварии. Проведен е честотен анализ на геометричен модел на системата „циркулярен вал - закрепени маси“ с програмата CosmosWorks® по метода на крайните елементи (МКЕ). Тримерният модел на системата е създаден с програмата SolidWorks®. Определени са честотите на собствените трептения и съответните модални форми на системата. Установено е, че системата е в устойчиво (кораво) състояние. Честотният компютърен анализ позволява да се намалят разходите от скъпите експериментални тестове, да се съкрати времето на цикъла „конструиране-прототип-тестване-производство-пазар“, да се подобри дизайна чрез бързи компютърни тествания на различни варианти.

Ключови думи: циркулярен вал, собствени трептения, МКЕ, CosmosWorks®

УВОД

При оразмеряване на валове освен напреженията на огъване и на усукване, предизвикани от приложените външни сили и от въртящия момент, трябва да се вземе под внимание и действието на масовите сили от ротиращите заедно с вала и свързаните с него елементи [1, 2]. Тези сили действат съвместно с външните сили върху вала и предизвикват напречни трептения. При съвпадане или кратност на честотата на действието на тези сили, която е еднаква с оборотите на вала, с честотата на собствените трептения на вала се получава резонанс. При достигане на така наречената „критична честота“ провисването на вала нараства неограничено, което може да доведе до механично разрушаване на системата. Затова от основно практическо значение за валове има изчисляването на честотата на собствените трептения за предотвратяване на резонансни явления.

Известно е, че при реални валове с променливо напречно сечение и закрепени върху него повече от една маси определянето на критичните ъглови скорости на системата става с приблизителни

изчислителни методи - метод на Дънкерли, метод на Кул, метод на Стодола и др. [1, 2]. Използването на съвременни CAD/CAE системи за инженерни изчисления и анализи по метода на крайните елементи (МКЕ) позволява определянето на честотите на собствените трептения да се автоматизира. Използването на такива системи позволява намаляването на разходите и времето за създаване на прототип, позволява на инженерите да открият проблемите в модела много по-рано, отколкото това става при изработването на прототип, а също и съкращаване на цикъла „проектиране-пазар“.

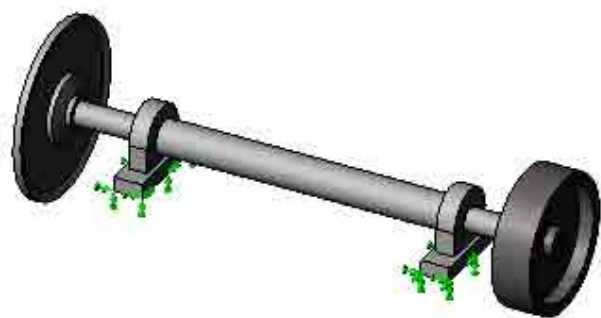
Досега не са правени такива изследвания на валове за циркулярни дървообработващи машини по метода на крайните елементи, а те са важни от гледна точка на надеждността, стабилността и дълготрайността на тези машини, още повече, че те работят в тежки и екстремални условия.

Цел на настоящата разработка е изследване на честотите на собствените трептения на тримерен модел на системата „циркулярен вал-закрепени маси“ по метода на крайните елементи за инженерен анализ с CAD/CAE системата Cosmos Works®.

ИЗЧИСЛИТЕЛНА СХЕМА И МЕТОДИ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

Създаден е опростен тримерен (3D) модел на системата от циркулярен вал и закрепените върху него дискове с програмата Solid Works®. Използван е тримерният (3D) модел на циркулярен вал, създаден в среда на Solid Works® и подробно описан в [3]. Този модел на вала е надграден, като са добавени лагерни тела, ремъчна шайба, циркулярен диск с притискащи фланци (фиг.1). В така създадената сглобена единица са въведени контактни условия между елементите – свързани (Bonded). Моделът е изграден по предварително изчислен механизъм на вал с единичен циркулярен диск с диаметър 180 mm за подрязване на плочи от дървесни материали с фолио или пластмасово покритие [4]. Ъгловата скорост на вала е $w_2=260,3$ rad/s.

Честотният анализ на геометричния модел на вала е проведен в софтуерната среда на надграждащия SolidWorks® продукт CosmosWorks® Profesional, прилагащ метода на крайните елементи, в резултат на който се изчисляват честотите на



Фиг. 1. 3D модел на системата „циркулярен вал-закрепени маси“.

собствените трептения и се визуализират модалните форми на системата [6]. За всяка собствена честота, системата приема определена собствена - модална форма („mode shape“), към която се стреми, когато трепти с тази честота. Модел от крайни елементи има краен брой собствени честоти, като само първите няколко, обикновено първите пет, са необходими в повечето случаи.

Честотният анализ започва с избор на *материал* за елементите. Валът, циркулярния диск и притискащите фланци се изработват от въглеродна качествена стомана 45 по БДС 5785-75. От библиотеката за Cosmos материали е избрана „AISI 1035 Steel“ с характеристики най-близки до тези на посочената стомана: якост на опън 585,0 MN/m²; граница на провлачане 283,0 MN/m²; модул на еластичност 2,05.10¹¹ N/m², модул на ъглови деформации 7,9.10¹⁰ N/m²; коефициент на Поансон 0,29.

Граничните условия са зададени с помощта на Restraint Property Manager. Съгласно схемата на натоварване (фиг.1) е зададено фиксирано закрепване (ограничава 3 трансляции) в двете места на опорите. Честотният анализ с Cosmos Works® не изисква задаване на натоварването на вала.

Типът на *мрежата от крайни елементи* е из-

бран Solid, което определя използването на тримерни (тетраедрични) крайни елементи. Задават се следните основни характеристики на мрежата: тип - стандартна, качество – високо (всеки елемент има 10 възела), включени функции за начин на генериране на мрежата – по плавна повърхност (Smooth Surface), брой итерационни точки за проверка на нивото на изкривяването на тетраедричните елементи (проверка на Якобианата) - 4. Броят на създадените възли в мрежата от крайни елемента е 21137, а броя на крайните елементи – 12092. Честотният числен анализ е направен с препоръчаните от приложението големина на крайния елемент – 10,158 mm. Използван е FFPlus итерационен изчислителен метод [6].

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

Данните от получените резултати от честотния анализ на системата „циркулярен вал-закрепени маси“, извършен със системата Cosmos Works® са представени в Таблица 1 и графично на фиг.2 до фиг.5.

В Таблица 1 за първите пет модални форми на системата са дадени стойностите на съответните собствени честоти, периода на тези честоти, както и изчислените от програмата максимални резултатни деформационни премествания и номера на мрежовия възел, в който се получават. Дадени са и съответните стойности за още една модална форма на системата – десетата.

От таблица 1 се вижда, че работната ъглова скорост на вала е по-малка от всички изчислени собствени ъглови скорости. Например отношението на ъгловата скорост на вала към ъгловата скорост, съответстваща на първата собствена честота е $w/w_{кр} = 260.3/1892.2 = 0.14 < 0.7$, следователно съгласно Ангелов [1] системата е корава, т.е. системата „циркулярен вал-закрепени маси“ се намира в устойчиво (кораво) състояние.

Таблица 1

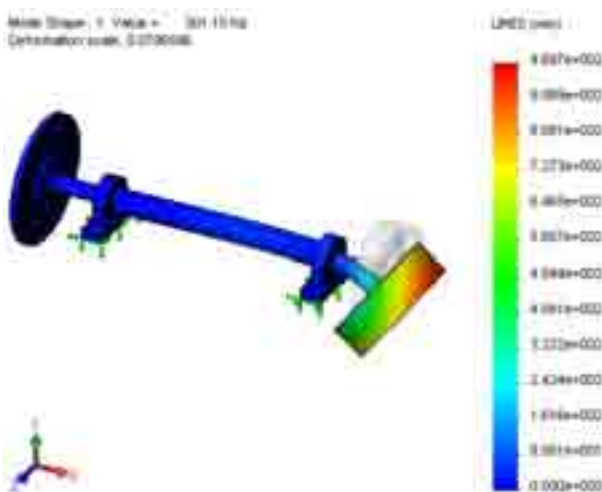
Стойности на собствените честоти, периода и максималните резултатни премествания

№ модална форма	Честота, [Hz]	Честота, [rad/s]	Обороти [min ⁻¹]	Период [s]	Преместване, [мм]	№ възел
1	301.15	1892.2	18078.08	0.0033206	969.73	8731
2	307,12	1929.7	18436.35	0.0032256	962.87	5758
3	331.71	2084.2	19904.11	0.0030147	803.80	8380
4	351.48	2208.4	19912.45	0.0028451	1420.28	10145
5	357.94	2249	21486.95	0.0027938	1399.6	10950
10	977.09	6139.2	58653.92	0.0010234	1066.43	8255

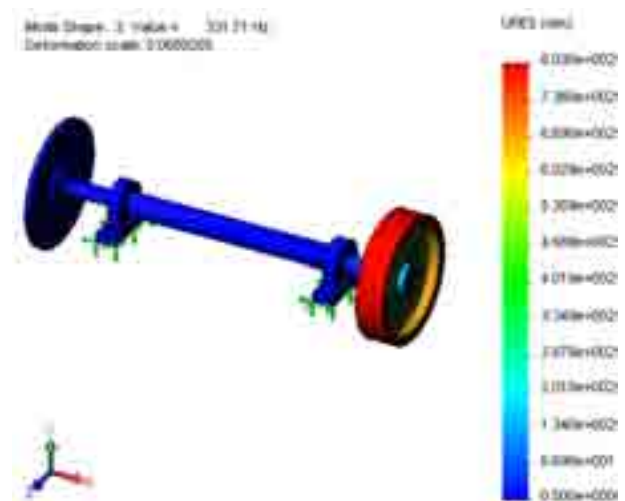
За сравнение бяха изчислени и едни критични обороти на вала по приблизителната формула, съгласно Ангелов [1] - $n_{кр} \cong 300 \sqrt{1/f_o}$, където f_o в см е статичното провисване на вала. Статичното провисване на вала беше изчислено бързо по метод, предложен в Стефанов [5], като бе направен опростен двумасов модел на разглежданата еластична система. В резултат се получи критични обороти на вала $n_{кр} = 81649 \text{ min}^{-1}$, което показва, че резултатите са сравними, като програмата предлага много повече изчислени стойности на собствените честоти на системата.

На фиг.2 до фиг.5 са показани първата, третата и петата от първите пет модални форми на вала,

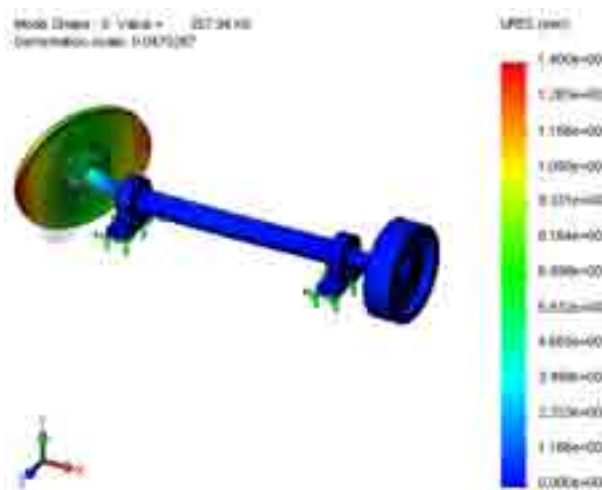
предложени от програмата, а в цвят са показани резултантните деформационни премествания. Деформациите на системата са показани в мащаб, посочен на фигурите. На фиг.6 е показана и десетата модална форма на системата, предложена от програмата. Вижда се, че максималните резултантни премествания на системата при първа, втора (не е показана) и трета модални форми, съответстващи на най-ниските собствени честоти са локализирани около ремъчната шайба, при 4-тата (непоказана) и 5-та модални форми около циркулярния диск, а при по-големи собствени честоти (модална форма №10) се деформират и двата края на системата – и ремъчната шайба, и циркулярния диск с фланците.



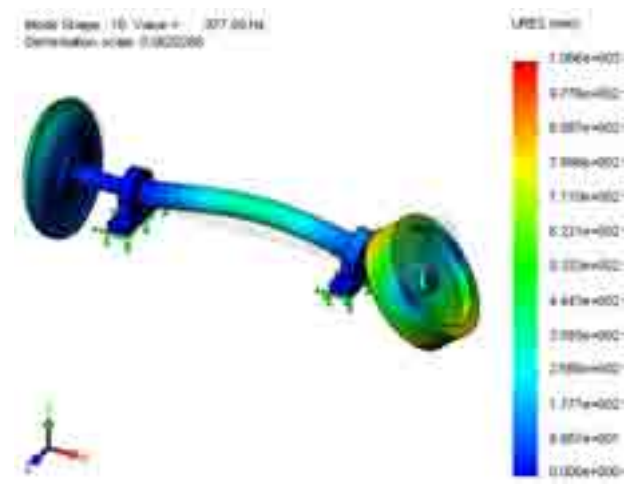
Фигура 2. Модална форма №1 – резултантни премествания



Фиг.3. Модална форма №3 – резултантни премествания



Фигура 4. Модална форма №5 – резултантни премествания



Фигура 5. Модална форма №10 – резултантни премествания

ИЗВОДИ

Определени са честотите на собствените трептения на опростен примерен модел на системата „циркулярен вал - закрепени маси”, които трябва да се избягват за предотвратяване на резонансни явления и аварии.

Получените резултати показват, че изследваната система „циркулярен вал-закрепени маси” се намира в устойчиво (кораво) състояние ($w/w_{кр}=0.14<0.7$).

Честотният анализ на системата „циркулярен вал-закрепени маси” помага да се избегнат аварии, дължащи се на екстремни премествания и напрежения, причинени от резонанс и дава информация за решаване на проблеми, свързани с динамичния отклик на системата.

Получените резултати могат да бъдат използвани и при конструирането на съвременни дървообработващи машини с ЦПУ, където е необходимо да се въвеждат данни, удобни за компютърна обработка.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

Ангелов, Г. 1978 г. Машинни елементи, Техника, София

Соколовски, Сл. 2007 г. Машинни елементи, ИК – ЛТУ, София

Станева, Н. 2008 г. Параметрично моделиране на вал за циркуляр в среда на SolidWorks®, Сб. доклади от Научно-техн. конфер. „Иновации в горската промишленост и инженерния дизайн”: 173-177.

Станева, Н. 2009 г. Анализ на напрегнатото и деформационно състояние на циркулярен вал с Cosmos Works®, сп. Дървообработване и производство на мебели, бр.1: 31-36.

Стефанов, Ст. 2009 г. Иновации в обучението по съпротивление на материалите: греди с начални параметри на деформирането, Сб. научни доклади от II научно-техн. конфер. „Иновации в горската промишленост и инженерния дизайн”: 132-136.

CosmosWorks® '2007 Online User's Guide & Help Files.

FREQUENCY ANALYSIS OF A SHAFT FOR CIRCULAR SAW WITH COSMOSWORKS®

Nelly Staneva
University of Forestry - Sofia,
e-mail: nelly_staneva@yahoo.com

SUMMARY

In the process of designing of the shafts it is very important for the practice the calculation of the natural frequencies for prevention of the phenomena resonance and the followed failures. A frequency analysis of the geometrical model of the system „saw shaft – fixed masses” is carried out with CosmosWorks® by FEA. The system 3D model is created with SolidWorks®. The natural frequencies and the corresponding mode shapes are calculated. It is established that the system is in a stable (rigid) state. The frequency analysis of the saw shaft allows to reduce cost by simulating the testing of the model on the computer instead of expensive field tests, to reduce time to market, to improve the design by quickly testing of different variants.

Key words: shaft, circular saw, natural oscillations, FEA, CosmosWorks®

ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА ВАЛА НА РЕЖЕЩИЯ МЕХАНИЗЪМ НА ЦИРКУЛЯРНО УСТРОЙСТВО ЗА ХОРИЗОНТАЛЕН БАНЦИГ¹

Славчо Соколовски¹, Ненчо Делийски², Кирил Панчев³

Лесотехнически университет – София

¹slav_sokolovski@yahoo.com, ²deliiski@netbg.com, ³panchevks@gmail.com

РЕЗЮМЕ

В работата се дава методологията на изчисляване на якост на циркулярния вал на механизъм за рязане на циркулярно устройство за хоризонтален банциг.

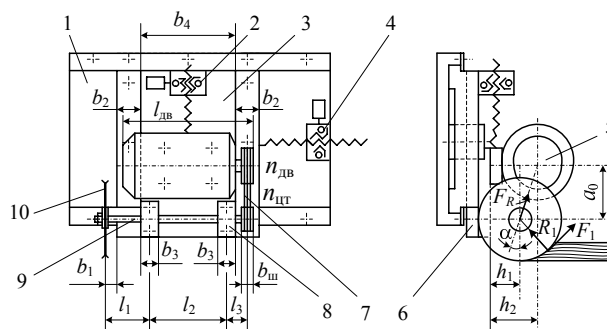
Определени са силите, натоварващи вала и разстоянията между опорите и извън тях на конзолните части, където се намират циркулярният трион и ремъчната шайба. Съставена е изчислителната схема на вала, като са определени опорните реакции, огъващите, усукващите и еквивалентните моменти. Изчислени са диаметрите на вала в характерните му сечения. Дадена е конструкцията на вала.

По разработената методика са направени проектни изчисления на якост на циркулярни валове от механизми за рязане за три мощности на електродвигателите на циркулярни устройства за хоризонтални банцизи.

Ключови думи: хоризонтален банциг, механизъм за рязане, циркулярен вал, якостно изчисляване

1. УВОД

При биченето на хоризонтален банциг в повечето случаи се получават двустранно незаръбени дъски с големи размери и доста тежки. За да се улеснат операциите по пренасяне и последващо обработване на получените дъски се предлага да се използва допълнително циркулярно устройство (фиг.1), което се монтира пред банциговата лента и разполовява дъските. При тази операция се получават две едностранно незаръбени дъски с по една базова повърхнина във вертикалната равнина. Благодарение на това деформациите и напукванията на дъските са по-малки.



Фиг. 1. Циркулярно устройство за хоризонтален банциг

Циркулярното устройство се състои от основа 1, механизъм за хоризонтално преместване 3 и 4, механизъм за вертикално преместване 6 и 2 и режещ механизъм 5, 7, 8, 9 и 10. С помощта на двата механизма циркулярният трион и режещият механизъм се преместват във вертикално и хоризонтално направление. По направляващите на основната плоча 1 механизъмът за рязане се придвижва хоризонтално с помощта на червячния редуктор и винтогаечната предавка 4, докато по направляващите на плочата на механизма за хоризонтално преместване 3 режещият механизъм се придвижва вертикално с помощта на червячния редуктор и винтогаечната предавка 2. Двете премествания се осъществяват автоматично от оператора.

Механизъмът за рязане на циркулярното устройство може да бъде изпълнен по две схеми. Първата схема се изпълнява със специален електродвигател с удължен вал на ротора, на който в края му с два фланеца се закрепва циркулярният трион (Соколовски, Делийски, Брезин 2010). В този случай честотата на въртене на циркулярния трион е постоянна и е равна на тази на електродвигателя. Втората схема, показана на фиг. 1, е изпълнена с обикновен асинхронен електродвигател 5, ремъчна предавка 7 и циркулярен вал 9, върху който с два фланеца се захваща циркулярният трион 10. При този случай чрез ремъчната предавка 7 могат да се получават различни честоти на въртене на циркулярния вал.

¹ Тази работа е реализирана в рамките на разработките по проект 46 / 2009, който се подпомага финансово от Научно-изследователския сектор при ЛТУ- София

За рязане на твърда дървесина се предвижда изпълнението на режещия механизъм на циркулярните да бъде с удължен вал на ротора, докато за рязане на мека дървесина се предвижда изпълнението на режещия механизъм да бъде с ремъчна предавка, при което могат да се получават високи скорости на рязане.

Цел на настоящата работа е да се предложи методика за якостно изчисляване на циркулярния вал на режещия механизъм на разглежданото циркулярно устройство.

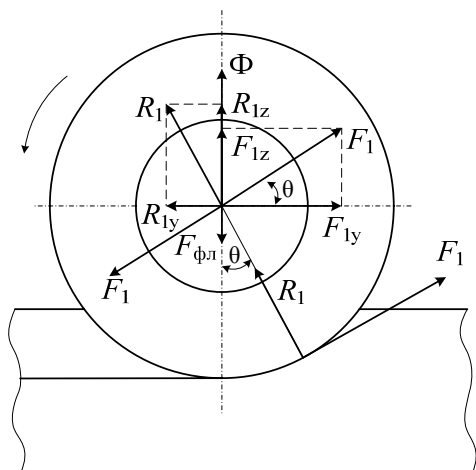
ЯКОСТНО ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА ЦИРКУЛЯРНИЯ ВАЛ

Натоварване на вала

Според показаната на фиг.1 схема, циркулярният вал е лагеруван извън електродвигателя, като в единият му край извън опорите е разположено фланцовото закрепване на циркулярния трион, а в другия - задвижваната ремъчна шайба. На така създадената конструктивна схема на режещия механизъм се прави якостно оразмеряване на циркулярния вал. Върху вала са монтирани фланците за захващане на циркулярния трион. Валът е натоварен с тангенциалната F_1 и нормалната компонента на силата на рязане R_1 , силата на тежестта на фланците и циркулярния трион $F_{\text{фл}}$ и центробежната сила от неуравновесените маси Φ , показани на фиг. 2.

Тангенциалната компонента на силата на рязане F_1 , сключваща ъгъл θ с хоризонталната равнина (Sokolovski, Deliiski 2009), се разлага на:

$$\begin{aligned} \text{вертикална } F_{1z} &= F_1 \sin \theta \\ \text{и хоризонтална } F_{1y} &= F_1 \cos \theta. \end{aligned} \quad (1)$$



Фиг. 2. Схема на действащите сили от циркулярния трион върху вала

Нормалната компонента на силата на рязане R_1 , сключваща ъгъл θ с вертикалната равнина (Sokolovski, Deliiski 2009) се разлага на:

$$\begin{aligned} \text{вертикална } R_{1z} &= R_1 \cos \theta \\ \text{и хоризонтална } R_{1y} &= R_1 \sin \theta. \end{aligned} \quad (2)$$

За общата сила F_z , която действа във вертикалната равнина, се получава

$$F_z = F_{1z} + R_{1z} + \Phi - F_{\text{фл}} \quad (3)$$

а силата в хоризонтална равнина F_y е равна на

$$F_y = F_{1y} - R_{1y}, \quad (4)$$

където $F_{\text{фл}}$ е силата на тежестта на фланците и циркулярния трион, [N];

Φ - центробежната сила от неуравновесените маси, [N]. Приема се, че тази сила е от същия порядък, както силата на рязане, [N], т.е.

$$\Phi = \sqrt{F_1 + R_1}. \quad (5)$$

Силите, натоварващи вала от страната на ремъчната предавка, са:

- силата, необходима за опъване на ремъците

$$F_R = 3F_{\text{рш}}, \quad (6)$$

- силата от теглото на задвижваната шайба $G_{\text{ш}}$, [N],

където $F_{\text{рш}}$ е периферната сила, предавана от ремъчната предавка, [N], равна на

$$F_{\text{рш}} = \frac{2M_{\text{ус2}}}{d_{\text{рш2}}}, \quad (7)$$

$d_{\text{рш2}}$ - диаметърът на задвижваната ремъчна шайба, m (фиг. 1),

$M_{\text{ус2}}$ - предаваният въртящ момент от циркулярния вал, [N.m], равен на

$$M_{\text{ус2}} = 0,16 \frac{P_{\text{дв}} \eta_{\text{рп}}}{n_2}, \quad (8)$$

където $P_{\text{дв}}$ - мощността на електродвигателя, [W];
 $\eta_{\text{рп}}$ - к.п.д. на ремъчната предавка. Приема се $\eta_{\text{рп}} = 0,95$;

n_2 - честотата на въртене на циркулярния вал, [s⁻¹]. Определя се по уравнението

$$n_2 = \frac{n_1}{i}, \quad (9)$$

n_1 - честотата на въртене на електродвигателя, [s⁻¹];

i - предавателното число на ремъчната предавка.

За общата сила F_{Rz} , която действа във вертикалната равнина, се получава

$$F_{Rz} = F_{Rz}^I - G_{ш}, [N] \quad (10)$$

и силата в хоризонтална равнина е

$$F_{Ry} = F_{Ry}^I, [N] \quad (11)$$

където $F_{Rz}^I = F_R \cos \alpha$ е вертикалната съставляваща на силата F_R [N];

$F_{Ry}^I = F_R \sin \alpha$ - хоризонталната съставляваща на силата F_R [N].

α - ъгълът на наклона на междуосевата права на ремъчната предавка спрямо вертикалната равнина, градуси;

$$\alpha = \arctg \frac{h_2 - h_1}{a_0} \quad (\text{фиг. 1}); \quad (12)$$

h_1 - височината на лагерните тела на лагерите на циркулярния вал, m (фиг. 1);

h_2 - разстоянието от плочата за вертикалното преместване до оста на вала на електродвигателя, [m] (фиг. 1);

a_0 - междуосевото разстояние на ремъчната предавка, [m] (фиг. 1);

$G_{ш}$ - теглото на шайбата, [N].

Съставяне на изчислителната схема

Последователността на изчисляване на вала на якост е показана на фиг. 3. Въз основа на конструкцията и размерите, дадени на фиг. 3а, се съставя изчислителната схема, която е приведена на фиг. 3б. На фигурата в т. C действат силите F_z , и F_y (определени по уравнения (3) и (4)), а в т. D действат силите F_{Rz} и F_{Ry} (определени по уравнения (10) и (11)). Опорите са в точките A и B . Тъй като силите върху вала действат в различни равнини, същите се разлагат на по две съставляващи, действащи във взаимно перпендикулярните равнини: хоризонтална xy и вертикална xz .

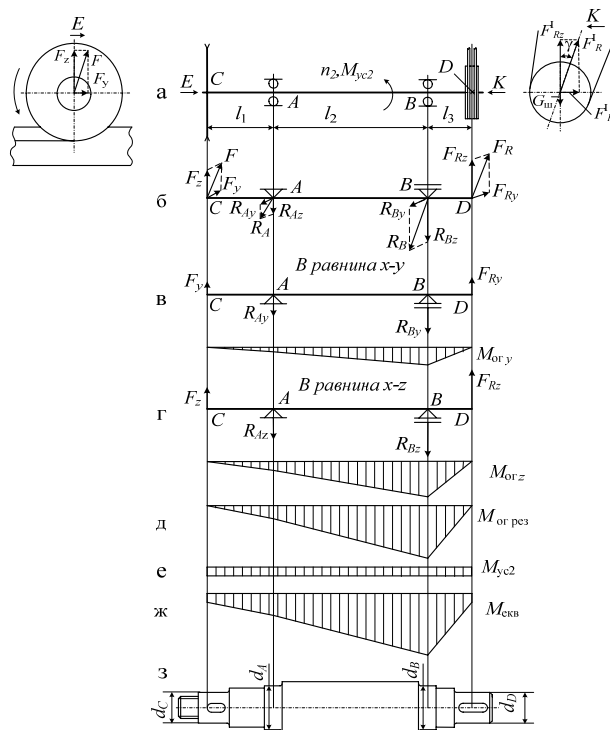
Размерите на циркулярния вал 9 се определят конструктивно (фиг. 1). Те зависят от широчината b_2 на направляващите на механизма за вертикално преместване 6, от ширината на плочата b_4 , върху която се монтира електродвигателят 5, широчината на ремъчните шайби $b_{ш}$ на ремъчната предавка 7. Необходимо е циркулярният трион да бъде извън направляващите на механизма за вертикално преместване и извън габаритния размер $l_{дв}$ на електродвигателя. Асинхронният електродвигател е с кафезен ротор с максимална честота на въртене $n_{дв} = 2900 \text{ min}^{-1}$. Дължината $l_{цв}$ на циркулярния вал

9 е сбор от дължините l_1 , l_2 и l_3 , т.е.,

$$l_{цв} = l_1 + l_2 + l_3. \quad (13)$$

Дължината l_1 трябва да бъде по-голяма от половината широчина $0,5b_3$ на лагерните тела 8, плюс широчината b_2 на направляващите на механизма за вертикално преместване и разстояние b_1 , необходимо за разполагане на предпазителя на триона, т.е.,

$$l_1 = b_1 + b_2 + 0,5b_3. \quad (14)$$



Фиг. 3. Схема за якостна проверка на циркулярен вал

Дължината l_2 е равна на разликата от широчината b_4 на плочата на механизма за вертикално преместване и широчината b_3 на лагерните тела, т.е.,

$$l_2 = b_4 - b_3. \quad (15)$$

Дължината l_3 е равна на сбора от половината широчина $0,5b_3$ на лагерните тела, плюс дебелината h_k на капачките и височината h_6 на болтовете за капачките на лагерите, плюс половината широчина $0,5b_{ш}$ на ремъчните шайби, плюс хлабина от 20 mm, т.е.,

$$l_3 = 0,5b_3 + 0,5b_{ш} + h_k + h_6 + 20. \quad (16)$$

Определяне на опорните реакции и огъващите моменти

Опорни реакции и огъващи моменти в равнината xy (фиг. 3в)

Определяне на опорните реакции:

$$\begin{aligned} \text{в опората } A \quad R_{Ay} &= \frac{F_y(l_1 + l_2) - F_{By}l_3}{l_2}; \\ \text{в опората } B \quad R_{By} &= \frac{F_{By}(l_2 + l_3) + F_y l_1}{l_2}. \end{aligned} \quad (17)$$

Определяне на огъващите моменти:

$$\begin{aligned} \text{в сечение } A \quad M_{yA} &= F_y l_1; \\ \text{в сечение } B \quad M_{yB} &= F_{By} l_3 \end{aligned} \quad (18)$$

Опорни реакции и огъващи моменти в равнината xz (фиг. 3г)

Определяне на опорните реакции:

$$\begin{aligned} \text{в опората } A \quad R_{Az} &= \frac{F_z(l_1 + l_2) - F_{Rz}l_3}{l_2}; \\ \text{в опората } B \quad R_{Bz} &= \frac{F_{Rz}(l_2 + l_3) + F_z l_1}{l_2} \end{aligned} \quad (19)$$

Определяне на огъващите моменти:

$$\begin{aligned} \text{в сечение } A \quad M_{zA} &= F_z l_1; \\ \text{в сечение } B \quad M_{zB} &= F_{Rz} l_3 \end{aligned} \quad (20)$$

Резултантни опорни реакции (фиг. 3б)

Резултантните опорни реакции са:

$$\begin{aligned} \text{в опората } A \quad R_A &= \sqrt{R_{Ay}^2 + R_{Az}^2}, \\ \text{в опората } B \quad R_B &= \sqrt{R_{By}^2 + R_{Bz}^2}. \end{aligned} \quad (21)$$

Резултантен огъващ момент (фиг. 3д)

Резултантният огъващ момент $M_{\text{огрез}}$ се определя като геометрически сбор от огъващите моменти $M_{\text{ог}y}$ и $M_{\text{ог}z}$, действащи в двете взаимно перпендикулярни равнини (фиг. 3д):

$$\begin{aligned} \text{за сечение } A \quad M_{\text{огрез}A} &= \sqrt{M_{yA}^2 + M_{zA}^2}; \\ \text{за сечение } B \quad M_{\text{огрез}B} &= \sqrt{M_{yB}^2 + M_{zB}^2}. \end{aligned} \quad (22)$$

Усукващ момент (фиг. 3е)

Валът по цялата си дължина е подложен на усукване от предавания въртящ момент $M_{\text{yc}2}$ (фиг. 3е). Определя се по уравнение (8).

Еквивалентен момент (фиг. 3ж)

Определя се за всяко сечение като геометричен сбор от резултантния огъващ момент $M_{\text{огрез}}$ и усукващия $M_{\text{yc}2}$ (фиг. 3ж):

$$\text{в сечения } C \text{ и } D \quad M_{\text{екв}C} = M_{\text{екв}D} = M_{\text{yc}2}, \quad (23)$$

$$\text{в сечение } A \quad M_{\text{екв}A} = \sqrt{M_{\text{огрез}A}^2 + M_{\text{yc}2}^2}, \quad (24)$$

$$\text{в сечение } B \quad M_{\text{екв}B} = \sqrt{M_{\text{огрез}B}^2 + M_{\text{yc}2}^2}. \quad (25)$$

Построяват се диаграмите на моментите в подходящ мащаб.

Определяне на диаметрите на вала в характерните сечения

Диаметри на вала в крайните шийки т. С и т. D (фиг. 3з)

Диаметрите на вала в крайните шийки т. С, където се закрепва циркулярният трион, и т. D, където се закрепва задвижваната шайба, са подложени само на усукване от въртящия момент $M_{\text{yc}2}$ (Соколовски 2007)

$$d_C = d_D \geq 1,1,3 \sqrt[3]{\frac{M_{\text{yc}2}}{0,2[\tau_{\text{yc}}^1]}}, \quad (22)$$

където d_C е диаметърът на вала в т. С, където се закрепва циркулярния трион, [m];
 d_D - диаметърът на вала в т. D, където се закрепва задвижваната шайба, [m];
 $M_{\text{yc}2}$ - предаваният въртящ момент от циркулярния вал, [N.m];
 $[\tau_{\text{yc}}^1]$ - намалено допустимото напрежение на усукване, [N.m⁻²]. За стомана 45 $[\tau_{\text{yc}}^1] = 15 \cdot 10^6$ [N.m⁻²].

Получената стойност за диаметъра на вала се закръглява към по-голяма стандартна стойност, съобразена с отворите на циркулярния трион и за ремъчната шайба.

Диаметри на вала в опорите т. А и т. В (фиг. 3з)

Диаметрите на вала в опорите А и В, където се поставят търкалящите лагери, са подложени съответно на еквивалентните моменти $M_{\text{екв}A}$ и $M_{\text{екв}B}$ (Соколовски 2007)

$$\begin{aligned} \text{за шийка } A \quad d_A &\geq \sqrt[3]{\frac{M_{\text{екв}A}}{0,1[\sigma_{\text{ог}}]}}; \\ \text{за шийка } B \quad d_B &\geq \sqrt[3]{\frac{M_{\text{екв}B}}{0,1[\sigma_{\text{ог}}]}}, \end{aligned} \quad (23)$$

където $[\sigma_{\text{ог}}]$ е допустимото напрежение на огъване, [N.m⁻²]. За стомана 45 $[\sigma_{\text{ог}}] = 40 \cdot 10^6$ [N.m⁻²].

Таблица 1

Резултати от направените якостни изчисления на циркулярния вал

P_1 , [W]	F_1 , [N]	R_1 , [N]	$G_{фл}$, [N]	Φ , [N]	F_y , [N]	F_z , [N]	F_{Ry} , [N]	F_{Rz} , [N]	l_1 , [m]	l_2 , [m]	l_3 , [m]
4000	90	90	40	120	133	173	200	770	0,180	0,250	0,100
5500	105	105	50	150	148	208	270	1040	0,230	0,280	0,120
7500	125	125	60	170	176	246	400	1400	0,260	0,300	0,140

Продължение табл. 1.

M_{yA} , [N.m]	M_{yB} , [N.m]	M_{zA} , [N.m]	M_{zB} , [N.m]	$M_{ог\text{рез}A}$, [N.m]	$M_{ог\text{рез}B}$, [N.m]	M_{yc2} , [N.m]	$M_{еквA}$, [N.m]	$M_{еквB}$, [N.m]	d_C, d_D , [m]	d_A, d_B , [m]
24,2	20	33	77	40,7	79	13	41	80	0,025	0,030
34	33	48	120	59	123,7	18	60	124	0,030	0,035
46	56	64	196	79	203	25	83	204	0,030	0,040

По конструктивни съображения шийките се изработват с еднакви размери и то с размерите на по-голямата, като се съобразява със стандартните вътрешни диаметри на търкалящите лагери, т.е. $d_A = d_B$.

Конструктивно оформяне на вала (фиг.3з)

Конструкцията на вала (фиг.3з) има стъпаловидна форма, като се започне с изобразяване на крайните шийки в сечения *C* и *D*. Диаметърът на шийката в сечение *C* трябва да се съобрази с диаметъра на отвора на циркулярния трион. Дължините на отделните шийки на вала се определят като се вземат предвид широчината на лагерите, размерите на елементите на фланцовото захващане на циркулярния трион и дължината на главината на задвижваната ремъчна шайба.

С помощта на разработената по-горе методика са направени якостни изчисления на циркулярния вал режещия механизъм на устройство за хоризонтален банциг при три мощности на електродвигателя: 4000, 5500 и 7500 W. Получените резултати са приведени в табл. 1.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработената методика за якостни изчисления на циркулярния вал на режещия механизъм на циркулярна машина позволява да се направи конструктивен чертеж за неговото изработване и след това да му се извършат проверочни изчисления на умора, деформация и вибрации, с което ще се повиши сигурността и надеждността на механизмите за рязане на циркулярните устройства.

ЛИТЕРАТУРА

Соколовски С. 2007: Машинни елементи. Издателска къща ЛТУ-София, 318 с.

Соколовски С., Н. Делийски, В. Брезин, 2010: Расчет удлиненного вала ротора электродвигателя для режущего механизма круглопильного станка. Часть 1. Прочностной расчет вала. VII. Medzinarodna vedecka konferencia „Trieskove a beztrieskove obrabanie dreva'2010", Terchova, Slovakia: 157-162.

Sokolovski S., N. Deliiski, 2009: Circular saw device installed on a horizontal band saw. Forest, Wildlife and Wood Sciences for Society Development. Czech University of Life Sciences, Prague: 507-512.

CALCULATION OF THE SHAFT OF CUTTING MECHANISM OF CIRCULAR SAW DEVICE FOR HORIZONTAL BAND SAW

**Slavcho Sokolovski¹, Nencho Deliiski²,
Kiril Panchev³**

University of Forestry - Sofia

¹slav_sokolovski@yahoo.com,

²deliiski@netbg.com,

³panchevks@gmail.com

SUMMARY

The methodology of strength calculations of the circular shaft of circular device for horizontal band

saw is presented in this work.

The forces exercising pressure on the shaft and the distances between the supports and out of them on the cantilever parts, where are fixed the circular saw and the belt pulley, are determined. The calculation scheme of the shaft is elaborated determining the support reactions, bending, twisting and the equivalent moments. The diameters of the shaft in its characteristic

sections are calculated. The construction of the shaft is developed.

Project strength calculations of circular shafts from cutting mechanisms for three different powers of the electro-motors of circular devices for horizontal band saws are made using the developed methodology.

Key words: horizontal band saw, cutting mechanism, circular shaft, strength calculation

ИЗСЛЕДВАНЕ ХИДРАВЛИЧНИТЕ ЗАГУБИ НА РЪКАВНИ ТЪКАННИ ФИЛТРИ

Петър Николов

Лесотехнически университет – София

РЕЗЮМЕ

Натрупването на прах по повърхността на ръкавите води до увеличаване загубите на филтъра. Това от своя страна води до промяна режима на работа на ръкавните тъканни филтри. Изследванията ще установяват промяната на хидравличните загуби при различни филтърни тъкани в зависимост от скоростта на филтрация, началното прахосъдържание и времето на непрекъснато филтриране.

Ключови думи: тъканни филтри, хидравличните загуби

Очистването на отработения въздух става с различни почистващи устройства (инерционни, центробежни, механични, контактни филтри), но най-добро почистване отговарящо на завишените санитарно хигиенни условия се постига с помощта на ръкавните тъканни филтри. Степента на почистване на въздуха в тях зависи от вида на избраната филтърна тъкан. При подходящ избор степента на почистване може да достигне 99.9%[4]. Като филтриращ елемент се използват различни памучни, синтетични, вълнени, комбинирани и други тъкани.

Независимо от избора на тъкан, увеличението на хидравличните загуби по време на работа не може да се избегне.

При чисти филтърни тъкани в началният период на пречистване на въздуха, съпротивленията са предизвикани от механичната преграда на тъканта. По време на работа в зависимост от размера на дървесните частици те се наслояват върху тъканта под действието на дифузни сили (когато частиците са с изключително малки размери), от ефекта на зацепване върху отделни влакна и задържане в отворите или пък под действие на инерционни сили се утаяват върху тъканта. Степента на почистване се увеличава, но заедно с това се увеличава и хидравличното съпротивление, което определя разхода на енергия за преминаване на очистения въздух през тъканта.

Освен това с нарастване на хидравличното съпротивление на филтърната тъкан се променя количеството въздух и скоростта на въздушния поток. Това води до промяна на аеродинамичните параметри на цялата инсталация за която е пред-

назначен филтъра.

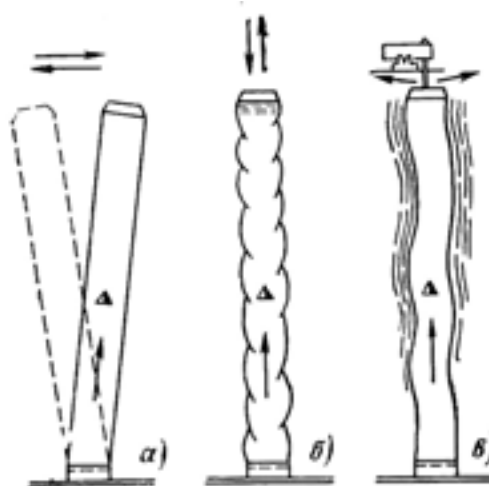
Това налага периодично почистване на утаяния материал върху ръкавите. Съществуват много начини за регенерация (възстановяване пропускливостта на филтърната тъкан) на замърсената филтърна тъкан, но с най-добър ефект са:

– стръскване на ръкавите (механически, чрез пулсации и др.)

– обратно продухване на ръкавите с въздух .

В много случаи са съчетани и двата начина.

При механичното стръскване най-голям ефект се наблюдава при направление по дължина на ръкава, но по този начин се износва ръкава особено в ниската част. Стръскването трябва да бъде кратко и рязко, но не толкова силно, че да се получат големи механически усилия в тъканта. Колебателни премествания в горната част на ръкава в хоризонтално направление пораждат значително по-малко износване на ръкава, но и по-ниска ефективност на регенерация, тъй като колебанията се разпространяват лошо по дължина на ръкава (фиг.1).



Фиг.1/Начини на стръскване
а) в хоризонтално направление; б) вертикално направление; в) вибрация

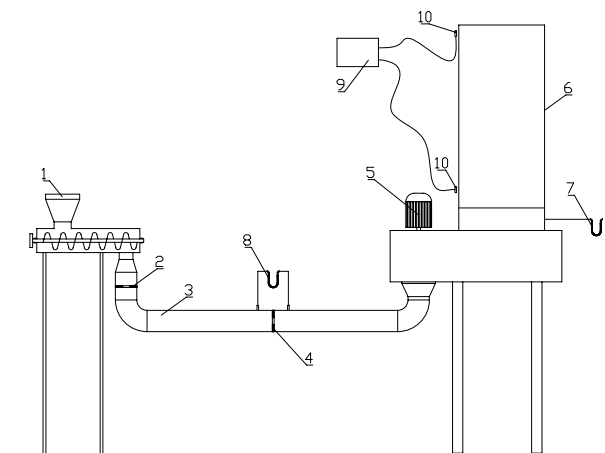
При останалите два начина се наблюдава висока ефективност на регенерация [1].

Цикъла на регенерация се определя от степента на нарастване на хидравличните загуби на фил-

търната материя.

С предложената методика ще се установява хидравличното съпротивление на чиста филтърна тъкан и промяната му по време на работа, а от там и оптималните режими за работа на филтъра при използваната филтърна материя.

За провеждане на тези изследвания в лабораторията по пневматичен транспорт към ЛТУ е монтирана лабораторна установка (фиг.2) състояща се от:



Фиг.2

- | | |
|---------------------------|---------------------------------|
| 1. Шнек | 6. Филтърна тъкан |
| 2. Диафрагма | 7. Микроманометър |
| 3. Тръбопровод | 8. Микроманометър |
| 4. Измерителна диафрагма | 9. Двуканален аспиратор за прах |
| 5. Центробежен вентилатор | 10. Филтърни касети |

Като подаващо устройство се използва дозиращ шнек с регулируеми обороти (1). Основната му част е вал с навита около него винтова повърхнинна. Той е поместен в коритото долната част на сечението на което има формата на полуцилиндър. Коритото е затворено с капак. В единия край на капака има отвор за подаване на шлайфпрах. На срещуположния край на дъното на коритото е направен отвор за подаване на шлайфпраха в системата. С регулиране оборотите на шнека се променя и количеството шлайф прах постъпващо в инс-

талацията. От там през тръбопровода (3) чрез центробежен вентилатора (5) шлайфпрахта достига до филтърната тъкан (6). Диафрагмите са предназначени за регулиране и измерване на дебита. Това са пластини в централната част, на които има кръгъл отвор с остри краища. С помощта на диафрагма (2) се поддържа постоянна скорост на въздушния поток. С втората диафрагма (4) се измерва дебита на въздуха преминаващ през системата. С микроманометър (7) се измерва наляганто което с помощта на диафрагма (2) определяме дебита Q . С микроманометър (8) се измерва налягането определящо хидравличното съпротивление на филтърната тъкан. При експерименталната работа за измерване на наляганята ще се използват микроманометри с наклонена подвижна тръба-тип ZPM. Те имат област на измерване от 0 до $2 \cdot 10^3$ Pa, като областта на измерване се променя чрез изменение наклона на капилярната тръба. Възможни са 7 положения на измерване, при които преводното отношение се колебае в границите от 0,2 до 0,827. Като измервателна течност се използва етилов спирт.

Степента на почистване на филтърната материя ще се определя със стандартна методика за вземане на прахова проба от открито пространство.

Обработването на получените резултати от изследванията ще се извършват чрез прилагане на оптимален композиционен план от тип **B₃**.

При провеждане на активен експеримент, могат да се предявят различни критерий за оптималност на плана на експеримента.

Критерий D-оптималност. Даден план се нарича D-оптимален, ако максимизира детерминантата на информационната матрица. Това условие е равносилно на изискването за минимизиране на ковариационната матрица.

Доказано е, че детерминантата на информационната матрица е обратно пропорционална на обема на доверителния елипсоид. Следователно, D-оптималния план минимизира обема доверителен елипсоид.

Данни за факторите, включени в експерименталната матрица

No	Наименование на фактора	Дименсия	Означение		Стойност на фактора					
			явен вид	код. вид	явен	код.	явен	код.	явен	код.
1.	Скорост на филтрация	$m \cdot min^{-1}$	g	X_1	min	-1	$\frac{min+max}{2}$	0	max	+1
2.	Праховсъдържание	$g \cdot m^{-3}$	q	X_2	min	-1	$\frac{min+max}{2}$	0	max	+1
3.	Време на работа на филтъра	h	t	X_3	min	-1	$\frac{min+max}{2}$	0	max	+1

**План В₃ за извършване
на експерименталната работа**

No	X ₁	X ₂	X ₃	Y
1.	+	+	+	Y ₁
2.	+	+	-	Y ₂
3.	+	-	+	Y ₃
4.	+	-	-	Y ₄
5.	-	+	+	Y ₅
6.	-	+	-	Y ₆
7.	-	-	+	Y ₇
8.	-	-	-	Y ₈
9.	-	0	0	Y ₉
10.	+	0	0	Y ₁₀
11.	0	-	0	Y ₁₁
12.	0	+	0	Y ₁₂
13.	0	0	-	Y ₁₃
14.	0	0	+	Y ₁₄
15.	0	0	0	Y ₁₅

В горната таблица в качеството на изходна величина Y е измервано съпротивлението на филтърната тъкан по време на работа на съоръжението P [Pa].

При регресионните модели от втора степен, съставени по оптимален композиционен план от тип В_k общият вид на уравнението е :

$$Y = B_0 + \sum_{i=1}^k B_i \cdot X_i + \sum_{i=1}^k \sum_{q=i+1}^k B_{iq} X_i X_q + \sum_{i=1}^k B_{ii} X_i^2 \quad (1)$$

където: Y е предсказаната по уравнението стойност на изходната величина;

B₀, B_i, B_{i q}, B_{ii} -коэффициентите на регресия;
X_i, X_q-стойностите на управляемите фактори в кодиран вид;

i, q –поредният номер на факторите (i=1,2,...,k ;q =2,3,...,k).

За извършване на регресионния анализ (изчисляване на регресионните коефициенти, проверката за значимост и проверката за статистическа значимост на моделите) е приложена методиката, посочена в [2].

При получаване на адекватен регресионен модел може да бъде използван за предсказване на стойности, а така също и за последващо оптимизиране на технологичния обект.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биргер М ., Вальдберг А., Мягков Б., и др. Справочник по пыле- и золоулавливаю . М. Энергоатомиздат, 1983
2. Вучков Ив ., Ст . Стоянов. Математическо моделиране и оптимизация на технологични обекти. С., Техника, 1980
3. Динков Б ., П. Мърваков . Ръководство за лабораторни упражнения по пневматичен транспорт. С ., Земиздат, 1995
4. Илиев Т., Б. Динков. Вътрешнозаводски транспорт. С.,Земиздат, 1992

A STUDY ON HYDRAULIC LOSSES OF FABRIC SLEEVE FILTERS

Petar Nikolov
University of Forestry - Sofia

SUMMARY

The accumulation of dust on the surface of sleeves results in an increase of filter losses. This leads to a change of the working specifications of fabric sleeve filters. The study has found out the losses of various filter fabrics depending on the speed of filtration, initial dust content and time of continuous filtration.

Key words: fabric filters, hydraulic losses

РЕГУЛИРАНЕ НА ПНЕВМОТРАНСПОРТНИ ИНСТАЛАЦИИ

Божидар Динков¹, Николина Илкова²
Лесотехнически университет – София
¹e-mail: bobidi@abv.bg, ²e-mail: niki.ilkova@abv.bg

РЕЗЮМЕ

Конструирана е диафрагма за регулиране на пневмотранспортни инсталации, която позволява безстепенна промяна на диаметъра на тръбата посредством подвижни ламели. Изследвани са аеродинамичните параметри на диафрагмата, резултатите от които дават възможност да се регулира дебита и скоростта на въздушния поток в тръбната система

Ключови думи: пневмотранспортни инсталации, диафрагма, аеродинамични параметри.

Регулирането на пневмотранспортните инсталации решава две основни задачи:

- достигане на общата производителност на инсталацията в съответствие с проектната;
- гарантиране на правилно разпределение на въздуха по различните участъци на инсталацията.

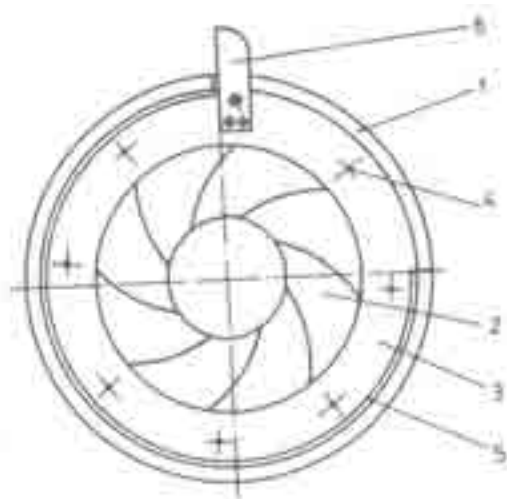
Най-лесно и бързо регулирането на тръбната система по дебита и скорости се постига, когато във всяко отклонение е монтиран регулиращ елемент (диафрагма или шибър).

За регулиране на тръбната система на пневмотранспортните инсталации се прилагат следните видове диафрагми: с удебелени крайща; със скосени по направление на потока крайща; със закръглени крайща; с остри крайща, разширяващи се по посоката на потока; със срязани по направление на потока крайща.

Регулирането чрез диафрагми има следните недостатъци:

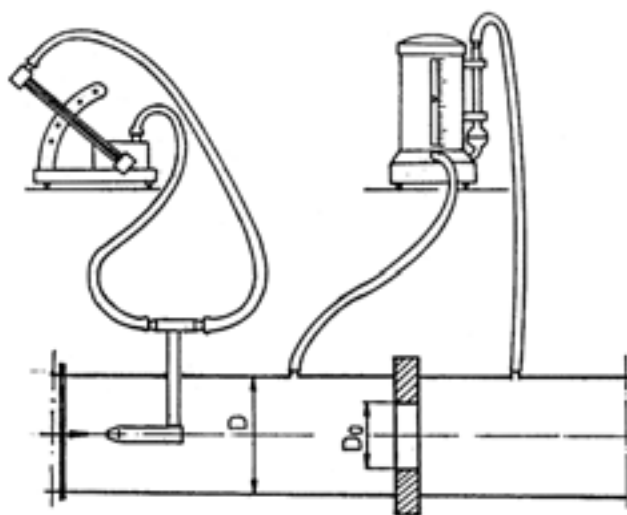
- монтирането на диафрагмата е свързано с допълнителни монтажни работи;
- при промяна в параметрите на инсталацията, за регулиране на същата е необходима подмяна на съществуващите диафрагми.

За избягване на тези недостатъци в лабораторията по пневматичен транспорт при ЛТУ е конструирана диафрагма за регулиране на пневмотранспортните инсталации, която дава възможност за безстепенна промяна на диаметъра на тръбата посредством подвижни ламели (фиг.2). Тя се състои от следните елементи: тяло 1, подвижен диск 2, ламели подвижни 3, щифтове 4, пружинен пръстен 5 и ръкохватка 6.



Фиг.1. Диафрагма с подвижни ламели

Изработената диафрагма е изследвана при различни режими на работа. Схемата на включване и разположение на измервателната апаратура са показани на фиг.2



Фиг. 2. Схема за изследване на диафрагмата

Коефициентът на съпротивление на диафрагмата (ξ_0) се определя по формулата за намиране на местни съпротивления, а именно:

$$\xi_o = \frac{\Delta P}{P_{дин}}$$

където $\Delta P = \Delta P_{ст1} - \Delta P_{ст2}$;
 $\Delta P_{ст1}$ – статично налягане пред диафрагмата, Pa;
 $\Delta P_{ст2}$ – статично налягане след диафрагмата, Pa.

Изследванията са проведени при скорост на въздушния поток от 10 до 22 m/s и диаметър на вътрешния отвор на диафрагмата (D_o) от 100 до 180 mm.

Данните от проведените изпитвания са представени в табл. 1

Таблица 1

Стойности на ξ_o при различни скорости на въздушния поток и различни отвори на диафрагмата

Диаметър на диафр. D_o , mm	Скорост на въздушния поток, m/s						
	10	12	14	16	18	20	22
180	0,145	0,100	0,067	0,052	0,036	0,030	0,026
170	0,240	0,216	0,169	0,156	0,156	0,149	0,145
160	0,387	0,377	0,318	0,316	0,315	0,314	0,312
150	0,524	0,519	0,494	0,485	0,484	0,478	0,469
140	0,710	0,708	0,702	0,688	0,674	0,669	0,668
130	0,947	0,921	0,910	0,902	0,900	0,884	0,872
120	1,108	1,067	1,015	1,015	1,012	1,012	1,010
110	1,283	1,273	1,261	-	-	-	-
100	1,416	1,402	-	-	-	-	-

Изчисляването на диаметъра на отвора на диафрагмата D_o се извършва по следната методика:

1. От измерените стойности на хидравличните загуби на магистралния тръбопровод и свързаното към него отклонение се определя разликата в хидравличните загуби

$$\Delta P = \Delta P_m - \Delta P_{от}$$

където ΔP_m са хидравличните загуби в магистралата в точката на присъединяването;

$\Delta P_{от}$ – хидравличните загуби в отклонението в същата точка.

2. По оптималната транспортираща скорост на въздушния поток ($v_{тр}$) и диаметъра на тръбопровода на отклонението (D) се определя необходимия дебит на въздуха (Q) в отклонението по зависимостта

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} \cdot v_{тр}$$

3. Преизчислява се разликата в хидравличните загуби по измерения и оптималния дебит по зави-

симостта

$$\frac{\Delta P}{\Delta P_o} = \frac{Q^2}{Q_o^2},$$

$$\Delta P_o = \Delta P \frac{Q_o^2}{Q^2},$$

където Q_o е оптималният дебит;
 Q – измереният дебит;
 ΔP – измерената разлика в хидравличните загуби;
 ΔP_o – хидравличните загуби при оптимален дебит.

4. Определя се диаметъра на диафрагмата по зависимостта

$$D_o = 1,1D \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{\Delta P_o}{P_o}}},$$

където D_o е необходимия отвор на диафрагмата за постигане на равенство в хидравличните съпротивления, в mm;
 D – диаметъра на тръбопровода в мястото на монтиране на диафрагмата, mm;
 P_d – динамично налягане на въздушния поток при оптимална транспортираща скорост на въздуха, Pa.

5. Определят се хидравличните загуби в диафрагмата

$$\Delta P_o = \xi_{оф} \frac{\rho v_o^2}{2},$$

където $\xi_{оф}$ е коефициент на хидравличните загуби в диафрагмата (табл. 1);
 v_o – скорост на въздушния поток в диафрагмата.

След завършване на регулирането на пневмотранспортната система се правят контролни измервания, за да се провери условието за равенство между хидравличните загуби в магистралата и отклонението.

Конструираната и изследвана диафрагма с подвижни ламели дава възможност за плавно регулиране на дебита и скоростта на въздушния поток в тръбната система.

ЛИТЕРАТУРА

1. Динков, Б., П.Мърваков. Ръководство за лабораторни упражнения по пневматичен транспорт, Земиздат, 1995

2. Илиев, Т., Б.Динков. Вътрешнозаводски транспорт, Земиздат, 1992 г

REGULATION OF PNEUMOTRANSPORT INSTALLATIONS

Bojidar Dinkov, Nikolina Ilkova
University of Forestry – Sofia

changing the pipe diameter through movable plates. The aerodynamic parameters of the diaphragm have been studied and the obtained results can be applied in regulating the flow and speed of air in the system of pipes.

SUMMARY

A diaphragm for regulation of pneumotransport installations has been constructed that allows

Key words: pneumotransport installations, diaphragm, aerodynamic parameters

УСУКВАЩИ ТРЕПТЕНИЯ В РЕЖЕЩИЯ МЕХАНИЗЪМ НА КЛАС ЦИРКУЛЯРНИ МАШИНИ. МЕХАНО-МАТЕМАТИЧЕН МОДЕЛ

Георги Вуков¹, Живко Гочев², Валентин Славов³

¹Лесотехнически университет – София,

¹givukov@ltu.bg, ²zhivkog@yahoo.com, ³ХТМУ – София, valslav@abv.bg

РЕЗЮМЕ

В предлаганата работа се представя оригинален механо-математичен модел за изследване на усукващите трептения в режещия механизъм на клас циркулярни машини. На основата на разработения модел може да се изследват протичащите динамични процеси в циркулярните машини при специфичните за тях режими на работа. Моделът дава възможност да се открият и анализират причините за възникването на вибрациите и шума. По този начин могат да се изготвят препоръки за снижаване на вибрациите и шума, съпътстващи работата на тези машини, а това в голяма степен е свързано с постигането на необходимата точност и качество на обработваните детайли.

Ключови думи: циркулярни машини, моделиране, ефективност.

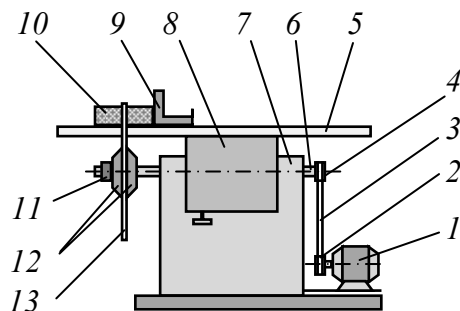
УВОД

Работата на циркулярните машини по правило се съпътства от вибрации и шум, при това с доста високо ниво. Удовлетворяването на все по-високите изисквания, наложени към нивото на шума и вибрациите в мебелното и дървообработващо производство в последно време, изисква въвеждане на адекватни мерки за ограничаване и снижаване на техните нива. За тази цел е необходимо да се определят и изследват възбудителите на трептенията в машините и да се изучат динамичните сили и динамичните процеси, протичащи в тях (Amigouche, 2006, Вейц, 1971). Известно е, че вибрациите и шумът са свързани освен с технологичните процеси, и с пораждаването на дефекти в машините. При възникването и развитието на дефект, свойствата и характеристиките на динамичните сили се изменят, а това води до изменение в характеристиките на генерираните шум и вибрации. Така възниква идеята да се използва информацията, която се съдържа в изменението на характеристиките на шума и вибрациите за откриване на възникнали дефекти и анализ на динамичните процеси в машината. След това се проследява изменението на характеристиките им и се прогно-

зират тенденциите в развитието на възникналите дефекти. Своевременната идентификация, проследяването и прогнозирането на тенденциите в развитието на възникналите дефекти и отклонения в параметрите на машината води до повишаване на нейната надеждност, ефективност и икономичност. Това е така, защото идентификацията, проследяването и прогнозирането на тенденциите в развитието на възникналите дефекти и отклонения дават възможност: първо – да се сведат до минимум разходите за обслужване и за ремонт; второ – технологичният цикъл да се оптимизира. Оптимизирането на технологичния цикъл гарантира минимизиране на неизползваемия престой на машините, както и повишаване на точността и качеството на готовата продукция. В резултат на това се намаляват разходите от брак на негодни и неотговарящи на стандартите изделия. Задълбоченият анализ на данните от провежданата диагностика може да се използва и като основа при изграждането на нови машини, както и при реконструкцията и модернизацията на съществуващи машини, понеже показва техните слаби и лесно уязвими елементи (Вуков, 2009, Минчев и др. 1988).

Съвременните циркулярни машини представляват сложни трептящи механични системи. За изследване на динамичните процеси и генерирането на вибрации и шум в тях е необходимо изграждането на адекватен механо-математичен модел. На основата на този модел се провеждат вибрационните изследвания, като се прилагат съвременните средства за компютърно моделиране и анализ на процесите в динамичните системи (Ангелов, 2010, Coutinho 2001).

Целта на настоящата работа е да се изгради оригинален механо-математичен модел за изследване на усукващите трептения на клас циркулярни машини, като се отчетат геометричните параметри и инерционните, еластичните, демпфращите и силовите характеристики на механичната система. Характерните особености в конструкцията и начина на работата им. На тази основа могат да се проведат допълнителни изследвания, свързани с ограничаване и снижаване на нивата на вибрациите и шума в този клас циркулярни машини.



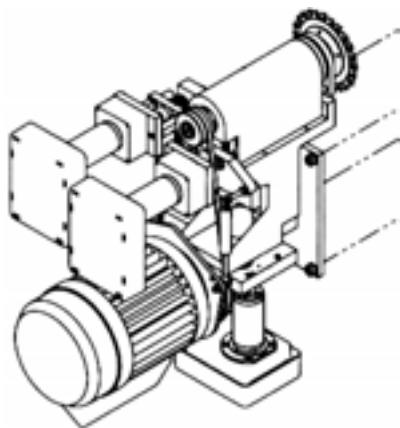
Фиг. 1

1 - електродвигател, 2 - ремъчна шайба на вала на електродвигателя, 3 – ремъчна предавка, 4 - ремъчна шайба, 5 – работна маса, 6 – основен вал, 7 – тяло, 8- супорт, 9 – направляващ линейал, 10 – детайл, 11 – гайка, 12 – фланци, 13 – циркулярен трион

МЕХАНО-МАТЕМАТИЧЕН МОДЕЛ

На фиг. 1 са показани общият вид и схемата на циркулярна машина за надлъжно рязане (Обрешков, 1996, Филипков, 1977). С 1 е означен електродвигателят, 2 е ремъчната шайба на вала на електродвигателя. 3 е ремъкът, а 4 е втората ремъчна шайба на предавката, закрепена върху основния вал. 5 е работната маса, 6 – основният вал, а 7 е тялото на машината. С 8 е показан супортът, с 9 – направляващият линейал, с 10 – обработваният детайл. 11 е гайката на основния вал, 12 са фланци, 13 – циркулярният трион.

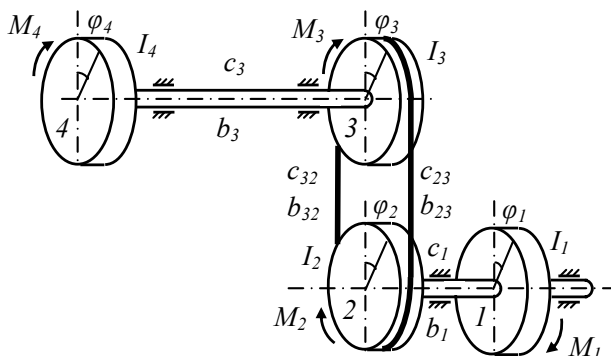
На фиг. 2 е показана схема на режещия механизъм на циркулярната машина:



Фиг. 2. Схема на режещия механизъм на циркулярна машина

За изследване на динамичните процеси в режещия механизъм на циркулярната машина за надлъжно рязане е изграден оригинален динамичен модел. Той е показан на фиг. 3. Този модел включва четири дискретни маси, свързани с три безмасови, еластични елементи. С φ_i , $i = 1, 2, 3, 4$ са отбелязани ъглите на завъртане на съответните ротори. Отчитат се коефициентите на еластичност

на вала на електродвигателя, на ремъчната предавка и на основния вал. Коефициентите на ъглова еластичност на вала на електродвигателя и на основния вал са означени съответно с c_1 и c_3 ($N.m/rad$). С c_{23} и c_{32} са означени коефициентите на линейна еластичност (N/m) на двете части на ремъка между ремъчните шайби. Коефициентите на демпфиране са означени с b и съответния индекс. Означени са и действащите моменти M_i .



Фиг. 3. Динамичен модел

Приведените масови инерционни моменти отчитат:

I_1 – масовите инерционни моменти на ротора на електродвигателя;

I_2 – масовият инерционен момент на ремъчната шайба, закрепена към вала на електродвигателя;

I_3 – масовият инерционен момент на ремъчната шайба, закрепена към основния вал;

I_4 – масовият инерционен момент на циркулярния трион.

Изследванията се правят, като се използва стандартен програмен продукт (Mathematica). Разработва се алгоритъм за съставяне на матриците на инерционните, еластичните и демпфиращите свойства и се извеждат диференциалните уравнения.

Поведението на изследваната система се описва от уравненията на Лагранж от II-ри род

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}} \right) - \frac{\partial T}{\partial q} = - \frac{\partial L}{\partial q} - \frac{\partial F}{\partial \dot{q}} + Q, \quad (1)$$

където q_i са обобщените координати, T и L съответно са кинетичната и потенциалната енергия на многомасовата система, F е диссипативната функция, Q е векторът на обобщените сили.

Векторът на обобщените координати се дефинира с

$$\mathbf{q} = [\varphi_1 \quad \varphi_2 \quad \varphi_3 \quad \varphi_4]^T. \quad (2)$$

Кинетичната енергия на механичната система се получава като сума от кинетичните енергии на четирите основни тела (ротора на електродвигателя, ремъчната шайба на вала на електродвигателя, ремъчната шайба, закрепена върху основния вал и циркулярния трион)

$$T = \frac{1}{2} I_1 \cdot \dot{\varphi}_1^2 + \frac{1}{2} I_2 \cdot \dot{\varphi}_2^2 + \frac{1}{2} I_3 \cdot \dot{\varphi}_3^2 + \frac{1}{2} I_4 \cdot \dot{\varphi}_4^2. \quad (3)$$

Потенциалната енергия на механичната система се получава като сума от потенциалните енергии, получени от деформациите на вала на електродвигателя, ремъка и основния вал

$$L = \frac{1}{2} c_1 \cdot (\varphi_1 - \varphi_2)^2 + \frac{1}{2} c_{23} \cdot (r_2 \cdot \varphi_2 - r_3 \cdot \varphi_3)^2 + \frac{1}{2} c_{32} \cdot (r_3 \cdot \varphi_3 - r_2 \cdot \varphi_2)^2 + \frac{1}{2} c_3 \cdot (\varphi_3 - \varphi_4)^2, \quad (4)$$

където r_2 и r_3 са радиусите на ремъчните шайби.

Диссипативната функция има вида

$$F = \frac{1}{2} b_1 \cdot (\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2)^2 + \frac{1}{2} b_{23} \cdot (r_2 \cdot \dot{\varphi}_2 - r_3 \cdot \dot{\varphi}_3)^2 + \frac{1}{2} b_{32} \cdot (r_3 \cdot \dot{\varphi}_3 - r_2 \cdot \dot{\varphi}_2)^2 + \frac{1}{2} b_3 \cdot (\dot{\varphi}_3 - \dot{\varphi}_4)^2, \quad (5)$$

където b_i са коефициентите на демпфиране.

Векторът на обобщените товари включва приложените върху роторите моменти и има вида

$$\mathbf{Q} = [M_1 \quad -M_2 \quad -M_3 \quad -M_4]^T. \quad (6)$$

С помощта на описания метод се получава система от параметрични диференциални уравнения, описващи усукващите принудени трептения на механичната система

$$\mathbf{M} \cdot \ddot{\mathbf{q}} + \mathbf{B} \cdot \dot{\mathbf{q}} + \mathbf{C} \cdot \mathbf{q} = \mathbf{Q}, \quad (7)$$

където матрицата на масовите и инерционните свойства е

$$\mathbf{M} = [a_{ij}] \quad a_{ij} = \frac{\partial^2 T}{\partial \dot{q}_i \cdot \partial \dot{q}_j} \quad \mathbf{M} = \begin{bmatrix} I_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & I_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & I_4 \end{bmatrix} \quad (8)$$

матрицата на демпфиращите свойства е

$$\mathbf{B} = [b_{ij}] \quad b_{ij} = \frac{\partial^2 F}{\partial \dot{q}_i \cdot \partial \dot{q}_j} \quad \mathbf{B} = \begin{bmatrix} b_1 & -b_1 & 0 & 0 \\ -b_1 & b_1 + b_{23} \cdot r_2^2 + b_{32} \cdot r_2^2 & -b_{23} \cdot r_2 \cdot r_3 - b_{32} \cdot r_2 \cdot r_3 & 0 \\ 0 & -b_{23} \cdot r_2 \cdot r_3 - b_{32} \cdot r_2 \cdot r_3 & b_3 + b_{23} \cdot r_3^2 + b_{32} \cdot r_3^2 & -b_3 \\ 0 & 0 & -b_3 & b_3 \end{bmatrix} \quad (9)$$

матрицата на еластичните свойства е

$$\mathbf{C} = [c_{ij}] \quad c_{ij} = \frac{\partial^2 L}{\partial q_i \cdot \partial q_j} \quad \mathbf{C} = \begin{bmatrix} c_1 & -c_1 & 0 & 0 \\ -c_1 & c_1 + c_{23} \cdot r_2^2 + c_{32} \cdot r_2^2 & -c_{23} \cdot r_2 \cdot r_3 - c_{32} \cdot r_2 \cdot r_3 & 0 \\ 0 & -c_{23} \cdot r_2 \cdot r_3 - c_{32} \cdot r_2 \cdot r_3 & c_3 + c_{23} \cdot r_3^2 + c_{32} \cdot r_3^2 & -c_3 \\ 0 & 0 & -c_3 & c_3 \end{bmatrix} \quad (10)$$

При хармоничен вид на смущаващите сили и начални условия $t = 0, q(0) = q_0, \dot{q}(0) = \dot{q}_0$, общите решения на системата диференциални уравнения (7), записани в матричен вид, са

$$q(t) = \sum_{r=1}^4 \frac{2}{g_r^2 + h_r^2} [\mathbf{G}_r \cdot \mathbf{M} \dot{q}(0) + (-\alpha_r \mathbf{G}_r \cdot \mathbf{M} + \beta_r \mathbf{H}_r \cdot \mathbf{M} + \mathbf{G}_r \cdot \mathbf{B}) q(0)] \cdot e^{-\alpha_r t} \cdot \cos \beta_r t + \sum_{r=1}^4 \frac{2}{g_r^2 + h_r^2} [\mathbf{H}_r \cdot \mathbf{M} \dot{q}(0) + (-\alpha_r \cdot \mathbf{H}_r \cdot \mathbf{M} - \beta_r \cdot \mathbf{G}_r \cdot \mathbf{M} + \mathbf{H}_r \cdot \mathbf{B}) q(0)] \cdot e^{-\alpha_r t} \cdot \sin \beta_r t + Re \{ \sum_{k=0}^n \sum_{r=1}^4 \frac{2}{g_r^2 + h_r^2} \frac{\alpha_r \cdot \mathbf{G}_r + \beta_r \cdot \mathbf{H}_r + i \cdot k \cdot \Omega \cdot \mathbf{G}_r}{\omega_r^2 - k^2 \cdot \Omega^2 + i \cdot 2 \cdot k \cdot \sigma_r \cdot \omega_r \cdot \Omega} \mathbf{Q} \cdot e^{i k \Omega t} \} \quad (11)$$

където \mathbf{M} , \mathbf{B} и \mathbf{C} са съответно матриците на масово-инерционните, демпфиращите и еластичните свойства,

\mathbf{Q} е векторът на обобщените сили,

$$g_r = -2\alpha_r (\mathbf{V}_r^T \cdot \mathbf{M} \cdot \mathbf{V}_r - \mathbf{W}_r^T \cdot \mathbf{M} \cdot \mathbf{W}_r) - 4\beta_r \mathbf{V}_r^T \cdot \mathbf{M} \cdot \mathbf{W}_r + \mathbf{V}_r^T \cdot \mathbf{B} \cdot \mathbf{V}_r - \mathbf{W}_r^T \cdot \mathbf{B} \cdot \mathbf{W}_r;$$

$$h_r = 2\beta_r (\mathbf{V}_r^T \cdot \mathbf{M} \cdot \mathbf{V}_r - \mathbf{W}_r^T \cdot \mathbf{M} \cdot \mathbf{W}_r) - 4\alpha_r \mathbf{V}_r^T \cdot \mathbf{M} \cdot \mathbf{W}_r + 2\mathbf{V}_r^T \cdot \mathbf{B} \cdot \mathbf{W}_r;$$

$$\mathbf{G}_r = g_r \mathbf{L}_r + h_r \mathbf{R}_r; \quad \mathbf{L}_r = \mathbf{V}_r \cdot \mathbf{V}_r^T - \mathbf{W}_r \cdot \mathbf{W}_r^T;$$

$$\mathbf{H}_r = h_r \mathbf{L}_r - g_r \mathbf{R}_r; \quad \mathbf{R}_r = \mathbf{V}_r \cdot \mathbf{W}_r^T + \mathbf{W}_r \cdot \mathbf{V}_r^T.$$

\mathbf{V} е модалната матрица,

\mathbf{W} е матрица на имагинерната част на собствените вектори на демпфираната система

$$p_r = -\alpha_r \pm i\beta_r - \text{собствени стойности};$$

$$u_r = v_r \pm iw_r - \text{собствени вектори};$$

$$\alpha_r = \sigma_r \cdot \omega_r \quad ; \quad \beta_r = \omega_r \sqrt{1 - \sigma_r^2}$$

σ_r - относителен коефициент на демпфиране;

α_r - коефициент на демпфиране;

β_r - честота на свободно затихващите трептения;

ω_r - имагинерна част на собствения вектор, породена от демпфиране на системата;

V_r , ω_r - собствените форми и собствените честоти на недемпфираната система.

Така с помощта на предложения метод е получена системата диференциални уравнения, описващи усукващите трептения на изследваната механичната система.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработен е оригинален механо-математичен модел на клас циркулярни машини за изследване на вибрационното поведение на този вид машини. С помощта на модела става възможно провеждането на редица симулационни изследвания, с които се моделира и анализира работата на машината при различни експлоатационни режими. Моделът позволява да се изследват протичащите динамични процеси, да се търсят и анализират причините за възникването на вибрации и шум с високо ниво, като по този начин става фактор в борбата за снижаването им.

Благодарности

Авторите благодарят на НИС на ЛТУ-София (дог.№40/13.04.2009) за оказаната финансова подкрепа.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

Ангелов, И. В., Матрична механика - Динамика, Авангард Прима, София, 2010.

Ангелов, И. В., Славов, В.Р., Сборник задачи. Матрична механика. Динамика, Авангард Прима, София, 2010.

Вейц В.Л., Кочура А.Е., Мартыненко А.М. Динамические расчеты приводов машин - Москва: Машиностроение, 1971.

Вуков, Г. Й. Върху оразмеряването на основния вал на гатер. Машиностроене, кн. 1, София, 2001, стр. 12 – 14.

Вуков, Г. Й., Д. Георгиева. Приложение на системите за мониторинг и диагностика за повишаване на ефективността, икономичността и надеждността на оборудването в дървообработващо-

то и мебелното производство. Управление и устойчиво развитие, кн. 1, год. 11, V 22, ЛТУ, София, 2009, стр. 196 – 201.

Маринов. Б., Г. Й. Вуков. Възникване на импулсни натоварвания в някои класове циркулярни машини. Механика на машините, кн. 2 (51), Варна, 2004, стр. 54 – 59.

Маринов. Б., Г. Й. Вуков. Максимални провисвания в циркулярни валове, задвижващи големи циркулярни триони. „Дървообработване и производство на мебели” кн. 1, София, 2009, стр. 29 – 30.

Минчев Н., Григоров В., Вибродиагностика на ротационни и бутални машини, София: ДИ-Техника, 1998.

Обрешков П. Д., Дърворежещи машини, София: ИК – БМ, 1996.

Филипов Г., Дървообработващи машини, София: Земиздат, 1977.

Amirouche F., Fundamentals of Multibody Dynamics – Theory and Applications, Birkhäuser, Boston, 2006.

Brandlein J., et all, Ball and Roller Bearings; Theory, Design and Application, John Willey&Sons, Ckichester, 1999.

Coutinho M., Dynamic Simulations of Multibody Systems, Springer-Verlag, New-York, 2001.

Litak G., Friswell M. Dynamics of a Gear System with Faults in Meshing Stiffness – Kluwer Academic Publishers, 2004.

TORSIONAL VIBRATIONS IN THE SAW UNIT OF A KIND OF CIRCULAR SAWS. MECHANICAL-MATHEMATICAL MODEL

**Georgi Vukov¹, Jivko Gochev²,
Valentin Slavov³**

¹University of Forestry – Sofia,

¹givukov@ltu.bg, ²zhivkog@yahoo.com

³UCTM – Sofia, valslav@abv.bg

SUMMARY

This study focuses on an original mechanical-mathematical model for investigation of torsional vibrations in the saw unit of a kind of circular saws. This model allows investigating of dynamical processes in circular saws in specific work regimes. The model also gives an opportunity to find out and analyze reasons for appearance of vibrations and noise. As a result, it becomes possible to make some recommendations about decrease of vibrations and noise during the work of these machines and it leads to achievement of necessary accuracy and quality of treated pieces.

Key words: Circular saws, modeling, effectiveness

ГРАФОАНАЛИТИЧНИ ЗАВИСИМОСТИ ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА СКОРОСТТА ЗА ТРАНСПОРТИРАНЕ НА НАСИПНИ МАТЕРИАЛИ С ВИНТОВИ МЕХАНИЗМИ, СНАБДЕНИ СЪС ЗАТВАРЯЩИ КЛАПИ ИЛИ СЪПРОТИВИТЕЛНИ УСТРОЙСТВА НА ИЗХОДНИЯ ОТВОР

Константин Маринов¹, Георги Вуков²

¹Лесотехнически университет - София, e-mail: kmarinov_ltu@abv.bg

²Лесотехнически университет - София, e-mail: georgiv@abv.bg

Резюме

Винтовите механизми със затварящи клапи на изходния отвор се използват в редица транспортни и технологични процеси за придвижване или преработка на насипни материали. Процесът на придвижване на дисперсни материали по винтова повърхнина с приложено съпротивление на изходния отвор на транспортиращите механизми се характеризира с известна сложност и в днешно време е все още недостатъчно изучен. Поради тази причина за решаването на конкретни практически задачи се използват основно емпирични зависимости. В настоящата работа е проведено теоретично изследване, целящо построяването на графоаналитични модели за определянето на основен параметър на движението в зависимост от приложеното съпротивление. С помощта на тези зависимости става възможно теоретично да се определи средната транспортна скорост на насипни материали във винтовите механизми с приложено съпротивление на изходния отвор. Получените зависимости са предназначени за аналитично определяне на производителността на винтови и шнекови механизми с приложено съпротивление на изходния отвор.

Ключови думи: винтов механизъм, съпротивителна клапа, транспортна скорост

УВОД

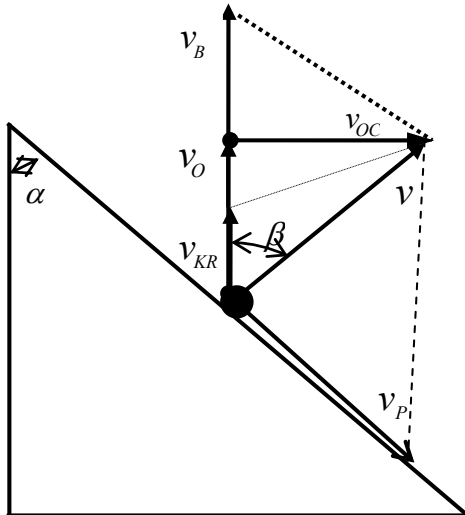
В редица транспортни и технологични операции за преместване или обработка на дисперсни материали в насипно или уплътнено състояние се използват технически съоръжения, снабдени с винтови механизми. За някои операции в преработвателната (дървообработваща, горска, хранително-вкусова и др.) промишленост се използват винтови механизми, работещи с повишено налягане. За целта, те са снабдени със специални устройства на изхода на машините, създаващи допълнително съпротивление срещу движещия се

материален поток. Най-общо тези машини се разделят на такива, работещи с ниско налягане до 100 *kPa* и на такива – с високо налягане над 1 *Mpa*. Машините, работещи с ниско налягане се използват при палцевите обезкрилителни за добив на семена от иглолистни дървесни видове, в инсталации за транспортиране на дървесни частици, зърно и др. Машините за високо налягане, известни като шнекови преси или екструдери се използват за производство на пелети, брикети и др.

Движението на материални частици по винтова повърхнина е сложен процес, който се изучава от дълги години. Използването на различни устройства, оказващи съпротивление срещу движещия се поток създава ограничения в движението на частиците. Това води и до допълнителни затруднения при теоретичното описание на процеса [Груздеев, Мирзоев и Янков 1978, Малис, 1979, Zhong 1992.]. Аналитичното определяне на скоростта на транспортиране на насипни материали при използване на съпротивителни устройства във вид на затварящи клапи или други устройства е описано в някои наши предишни изследвания [Маринов и Любенов 2006, Маринов 2008]. Получените уравнения за определяне на средната транспортна скорост на движещия се поток, а отгук и производителността на процеса се отличават с известна сложност и потрудна приложимост в практиката. За улесняване на тези пресмятания, в настоящата работа се предлагат по-рационални аналитични зависимости и графоаналитични модели за определяне на основни параметри на движението.

ТЕОРЕТИЧНА ПОСТАНОВКА

Движението на материални частици по винтовата линия на транспортиращи винтови и шнекови устройства може да се представи чрез векторния план на скоростите, представен на фиг. 1.



Фиг. 1. Схема на векторния план на скоростите

На схемата и в текстовата част са въведени следните символи с техните означения:

$a = \arctg S/2\pi r$ е ъгълът на винтовата линия на шнека;

S – стъпката на шнека, m ;

r – радиусът, на който се намира частицата от оста на шнека, m ;

$v_B = \omega \cdot r$ – периферната скорост на шнека, m/s ;

ω – ъгловата скорост на шнека, rad/s ;

v – абсолютна скорост на частиците, m/s ;

v_o – периферната скорост на частиците, m/s ;

v_{KR} – критичната скорост на частиците, m/s ;

v_{oc} – осевата скорост на частиците, m/s ;

v_p – скоростта на движение на частиците, при тяхното плъзгане по винтовата повърхнина на шнека.

β – ъгловият параметър на движението, представляващ ъгълът затворен между направлението на движение на частиците и равнина, напречна на оста на шнека.

Осевата скорост на частиците v_{oc} , съгласно векторния план на скоростите (фиг. 1) може да се представи като проекция от геометричната сума на v_o и v_{KR} , както следва:

$$v_{oc} = (v_o - v_{KR}) \cdot \text{tg} \beta, \quad m/s. \quad (1)$$

За определяне на периферната v_o и критичната скорост v_{KR} на частиците, както и ъгловия параметър на движението β по винтова повърхнина при приложено съпротивление върху изходния отвор се използват известните ни зависимости [Маринов 2008, Вуков 2004]:

$$v_o = \sqrt{gr \left[1 + \frac{\left[\frac{R}{G} \sin(\alpha + \varphi) - \cos(\alpha + \varphi) \right]}{\mu \cdot \cos(\alpha + \beta - \varphi)} \right]}, \quad m/s, \quad (2)$$

$$v_{KR} = \sqrt{g \cdot r \left[1 + \frac{\frac{R}{G} \sin(\alpha + \varphi) - \cos(\alpha + \varphi)}{\mu \cdot \cos(\alpha - \varphi)} \right]}, \quad m/s, \quad (3)$$

$$\text{tg} \beta = \frac{\omega \sqrt{\frac{r}{g}} - \sqrt{1 + \frac{\frac{R}{G} \sin(\alpha + \varphi) - \cos(\alpha + \varphi)}{\mu \cdot \cos(\alpha + \beta - \varphi)}}}{\sqrt{1 + \frac{\frac{R}{G} \sin(\alpha + \varphi) - \cos(\alpha + \varphi)}{\mu \cdot \cos(\alpha + \beta - \varphi)}} - \sqrt{1 + \frac{\frac{R}{G} \sin(\alpha + \varphi) - \cos(\alpha + \varphi)}{\mu \cdot \cos(\alpha - \varphi)}}} \text{tg} \alpha. \quad (4)$$

където G е силата от собственото тегло, N ;

R – приложената на изхода съпротивителна сила, N ;

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$ – земното ускорение.

За определяне на средната транспортна скорост на потока от дисперсни материали могат да се използват разработените и публикувани в предишни наши изследвания теоретични зависимости [Маринов и Любенов, 2006]. Предложените интегрални уравнения се характеризират с известна

сложност при извършване на съответните пресмятания. За облекчаване на изчисленията, след извършване на съответните пресмятания, за определяне на средната транспортна скорост на шнеков механизъм v_{cp} , в настоящето изследване се предлага следното рационализирано уравнение:

$$v_{cp} = \omega \cdot r_{cp} \frac{\sin \alpha_{cp} \cdot \sin \beta}{\sin(\alpha_{cp} + \beta)}, \text{ m/s}, \quad (5)$$

където $r_{cp} = \frac{r_1 + r_2}{2}$ е условният среден радиус на

шнека, m ;

r_1 и r_2 са съответно вътрешният и външният радиус на шнека;

$\alpha_{cp} = \arctg \frac{S}{2\pi \cdot r_{cp}}$ – средният ъгъл на

винтовата линия на шнека, ; m

S – стъпката на шнека, m ;

β_{cp} – ъгловият параметър на движението, определен в съответствие с формула (4), при среден ъгъл на винтовата линия $a = a_{cp}$.

На основа на така предложената формула в уравнение (5) за определяне на средната транспортна скорост v_{cp} , може да се изчисли и операционната производителност на шнековите механизми с приложено съпротивление на изходния отвор. За определяне на часовата производителност W_h се предлага следното уравнение.

$$W_h = 3600 \cdot \pi \cdot (r_2^2 - r_1^2) \omega \cdot r_{cp} \frac{\sin \alpha_{cp} \cdot \sin \beta}{\sin(\alpha_{cp} + \beta)}, \text{ m}^3/\text{h}. \quad (6)$$

Така предложените аналитични зависимости дават възможност по теоретичен път да се определи скоростта и производителността на транспортиране на дисперсни материали в шнековите механизми.

МЕТОДИКА НА РАБОТА

Основният проблем при аналитичния метод за определяне на средната транспортна скорост се явява изчисляването на основния ъглов параметър на движението – β , представен в съответствие с уравнение (4). Този параметър на движението, реално е алтернатива на изведените и ползваните в практиката емпирични коефициенти за определяне на скорост и производителност за конкретни машини и технологични процеси, описани в техническата литература. Предложеният в предишни изследвания начин за неговото определяне се основава на метода на последователните приближения [Маринов 2008, Груздеев и др., 1988]:. За съжаление този метод се явява доста тромав и не винаги ефективен. Параметърът на движението е променлива величина и зависи от коефициентите на триене на материала по работните органи на машините, коефициента на вътрешно триене, от геометричните параметри на шнека и честотата му на въртене и от приложеното съпротивление на изходния отвор.

В настоящата работа се предлага една нова методика за определяне на параметъра на движението β , основаваща се на построяването и ползването на графични зависимости, получени по аналитичен път. За тази цел се разработват геометрични криви на изменението на параметъра β , в зависимост от ъгловата скорост на шнека ω и от приложеното съпротивление на изходния отвор R и по-конкретно от от т.нар. съпротивително отношение R/G . Останалите параметри, като фрикционни коефициенти, геометрични параметри на шнека и др. се запазват относително постоянни.

Построяването на графоаналитични зависимости е свързано с извършването на голям обем предварителни изчисления. Те се правят на базата на конкретно избран насипен материал за транспортиране, характеризиращ се със съответните фрикционни коефициенти. Предварително се задават и основните параметри на транспортиращия шнек, като стъпка, среден радиус и среден ъгъл на винтовата му линия. За извършване на пресмятанията, първоначално се задават стойностите на параметъра на движението β с определена стъпка от минималната до максималната му гранични стойности. Тези стойности трябва да се намират в ограничителния интервал:

$$0 < \beta < 90^\circ - (\alpha - \varphi) \quad (7)$$

За да се намали общият брой на изчисленията се препоръчва в началото да се започне със стъпка от 5° , като в края на ограничителния интервал при по-високите стойности на параметъра, тя се намалява съответно до 2° и до 1° . При задаване на съпротивителното отношение R/G за конкретната стойност на параметъра на движението β по формула (4) се изчислява ъгловата скорост на шнека. По такъв начин при зададени фрикционни и геометрични параметри на шнека се построяват серия от криви на параметъра β в двуизмерна координатна система, по абсцисата на която се означава съпротивителното отношение R/G , а по ординатата – ъгловата скорост на шнека ω .

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

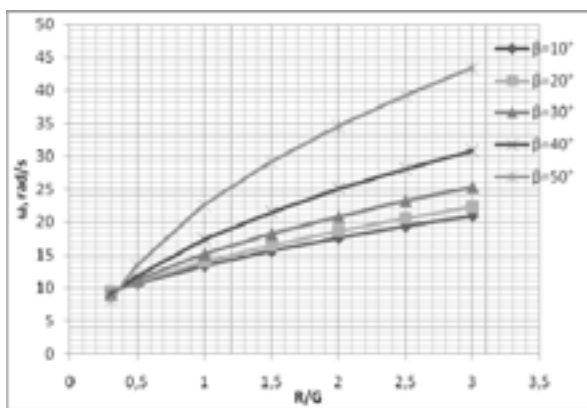
Въз основа на проведените изследвания са разработени няколко графични модели за определяне на ъгловия параметър на движението β за конкретни материали. Графоаналитичния метод за определяне на параметъра се провежда при предварително зададени ъглова скорост на шнека ω и съпротивително отношение R/G . Точката на пресичане по зададените координати на R/G и ω в двуизмерната координатна система служи за графичното определяне на параметъра на движението. Когато тази точка не лежи върху някоя от построените криви, за нейното определяне се използва метода на графичната интерполация.

На фигури 1 и 2 са представени графики за определяне на параметъра на движението при работа със зърнести материали в палцевите обезкрителители за производство на семена от горски дървесни видове при използване на шнекове със среден радиус $r_{cp} = 100 \text{ mm}$. На фигура 3 и 4 са представени кривите на изменение на параметъра за същия материал при използване на шнекове със среден радиус $r_{cp} = 150 \text{ mm}$. И в четирите графики средният ъгъл на винтовата линия на шнека е $\alpha_{cp} = 45^\circ$, а ъглите на триене на материала по стоманената повърхност на работните органи и коефициента на вътрешно триене са съответно $\varphi = 25^\circ$ и $\mu = 0,7$.

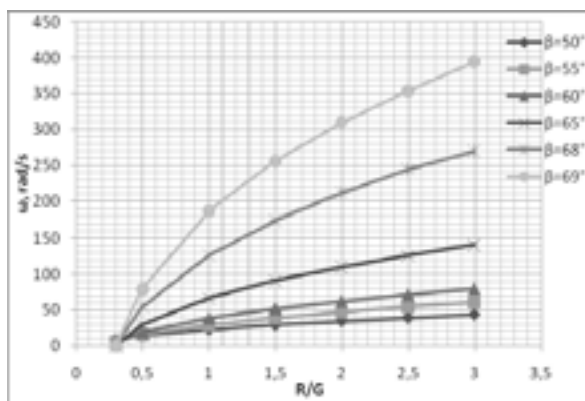
В настоящето изследване са построени и графични зависимости за определяне на стойностите на параметъра β за транспортиране на дървесни частици, характеризиращи се с ъгъл на триене по стоманена повърхност $\varphi = 35^\circ$ и коефициент на вътрешно триене $\mu = 1,7$. За случая са използвани

подобни геометрични параметри за шнековия механизъм, при среден ъгъл на винтовата му линия $\alpha_{cp} = 45^\circ$. На фигури 5 и 6 са представени резултатите за шнек с радиус $r_{cp} = 100 \text{ mm}$, а на фигури 7 и 8 – за шнек с радиус $r_{cp} = 150 \text{ mm}$.

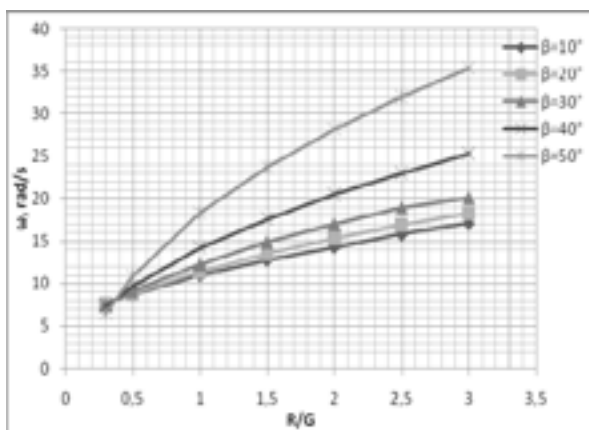
Шнековите механизми, в днешно време се използват широко в инсталациите за производство на брикети и пелети от дървесни частици. Тези механизми работят при значително по-високо налягане. Характерно за тях е, че съпротивлението върху потока на транспортирания материал се реализира в пресова камера на изхода на шнека. По такъв начин съпротивлението на изхода на шнека е във функция от налягането и сечението на отвора на тази камера. Тези механизми се характеризират със значително по-високо съпротивление, а оттук и съпротивително отношение R/G в сравнение с механизмите със затварящи клапи. Ако се допусне, че тези механизми работят с дисперсни



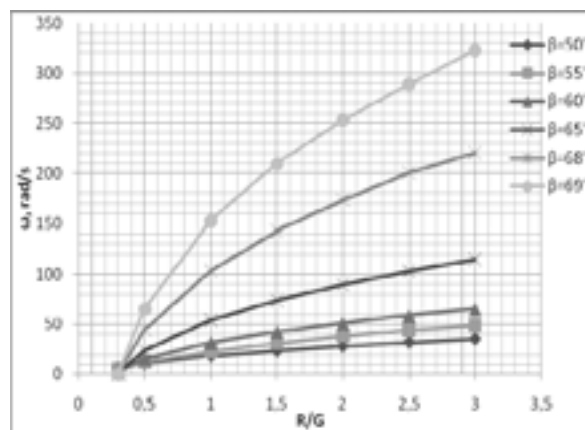
Фиг. 1. Криви на изменение на параметъра β от 0 до 50° , при транспортиране на зърнести семенни материали при среден радиус на шнека $r=100 \text{ mm}$



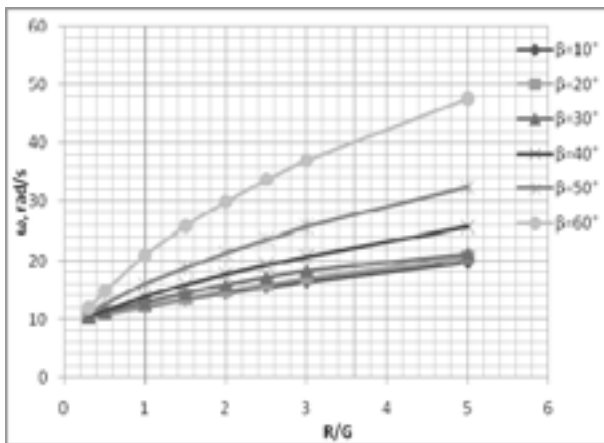
Фиг. 2. Криви на изменение на параметъра β от 50° до 70° , при транспортиране на зърнести семенни материали при среден радиус на шнека $r=100 \text{ mm}$



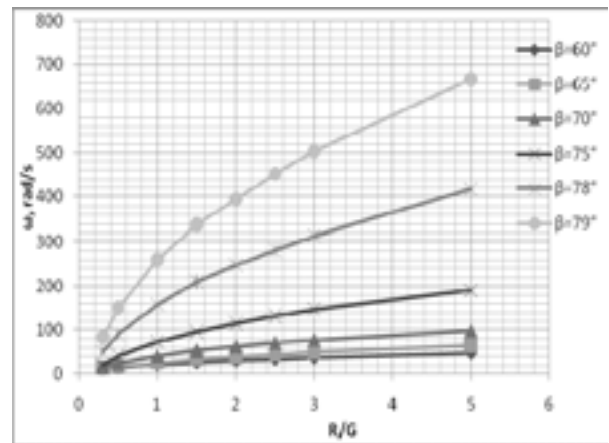
Фиг. 3: Криви на изменение на параметъра β от 0 до 50° , при транспортиране на зърнести семенни материали при среден радиус на шнека $r=150 \text{ mm}$



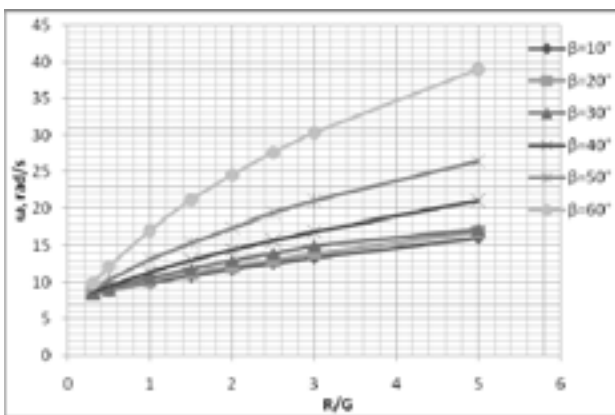
Фиг. 4: Криви на изменение на параметъра β от 50° до 70° , при транспортиране на зърнести семенни материали при среден радиус на шнека $r=150 \text{ mm}$



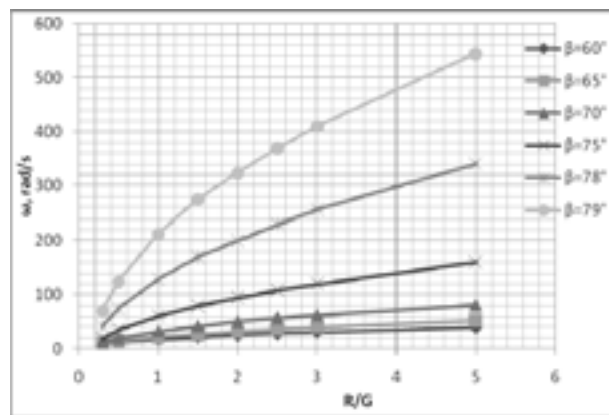
Фиг. 5. Криви на изменение на параметъра β от 0 до 60°, при транспортиране на дървесни частици и трици при среден радиус на шнека $r=100\text{ mm}$



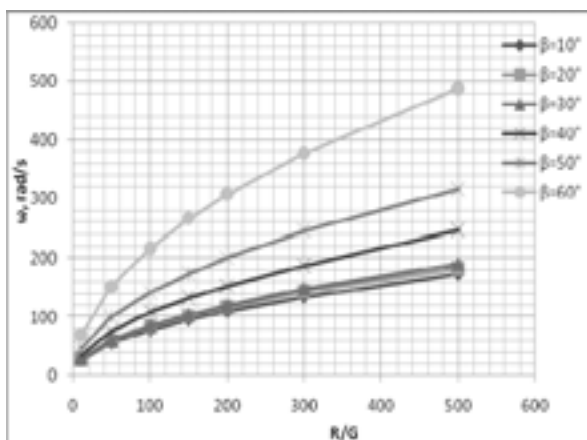
Фиг. 6. Криви на изменение на параметъра β от 60° до 79°, при транспортиране на дървесни частици и трици при среден радиус на шнека $r=100\text{ mm}$



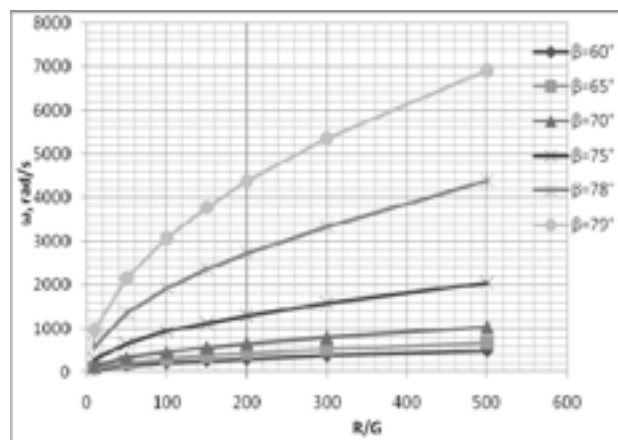
Фиг. 7. Криви на изменение на параметъра β от 0 до 60°, при транспортиране на дървесни частици и трици при среден радиус на шнека $r=150\text{ mm}$



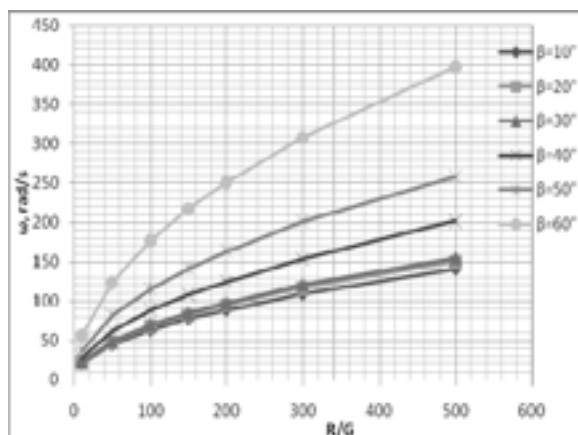
Фиг. 8. Криви на изменение на параметъра β от 60° до 79°, при транспортиране на дървесни частици и трици при среден радиус на шнека $r=150\text{ mm}$



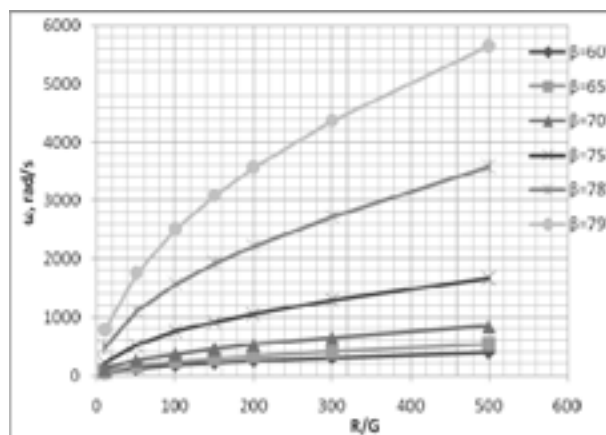
Фиг. 9. Криви на изменение на параметъра β от 0 до 60°, при пресоване на дървесни частици със шнеков механизъм със среден радиус $r=100\text{ mm}$



Фиг. 10. Криви на изменение на параметъра β от 60° до 79°, при пресоване на дървесни частици със шнеков механизъм със среден радиус $r=100\text{ mm}$



Фиг. 11: Криви на изменение на параметъра β от 0 до 60°, при пресоване на дървесни частици със шнеков механизъм със среден радиус $r=100\text{ mm}$



Фиг. 12: Криви на изменение на параметъра β от 60° до 79°, при пресоване на дървесни частици със шнеков механизъм със среден радиус $r=150\text{ mm}$

материали, които остават в твърдо състояние и трифрикционните им коефициенти не се променят по време на работа, може да се приеме, че и за тях важат същите модели и теоретични зависимости, определени съгласно т. 2.

Въз основа на проведенния анализ и отбелязаните предпоставки са построени съответните криви на изменение на параметъра на движението β , при придвижване на дървесни частици, имащи коефициент на вътрешно триене $\mu = 1,7$ и ъгъл на триене по метална повърхност $\varphi = 35^\circ$. За целта на изследването са използвани същите типоразмери шнекове с ъгъл на винтовата линия $\alpha_{cp} = 45^\circ$. На фигури 9 и 10 са представени резултатите за шнекове с радиус $r_{cp} = 100\text{ mm}$, а на фигури 11 и 12 – за шнекове с радиус $r_{cp} = 150\text{ mm}$.

ИЗВОДИ

От така проведеното теоретично изследване могат да се направят следните по-важни изводи:

1. Теорията за движение на материални частици по винтовата повърхнина на шнековите механизми е допълнена и доразвита.

2. Рационализирани са теоретичните зависимости за определяне на средната скорост на транспортиране на дисперсни материали с помощта на винтови механизми при използване на съпротивителни устройства на изхода.

3. Предложена и разработена е нова методика за определяне на основен параметър на движението, използван в аналитичните методи за изчисляване на транспортната скорост на насипни материали в шнекови механизми.

4. Построени са графоаналитични зависимости, с които да се определи основния параметър на движението и средната транспортна скорост на някои зърнести материали и дървесни частици в

шнековите механизми със затварящи клапи.

5. Предложени са графични зависимости, които биха могли да се използват и за изчисляване на операционната производителност на шнековите преси за производство на брикети и пелети.

Така построените графоаналитични зависимости могат да се използват при изчисляване на средната транспортна скорост и на други насипни материали с подобни свойства.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

Груздеев, И., Р. Мирзоев, В. Янков. 1978. Теория шнековых устройств. Л., 142с.

Малис, А. 1979. Пневматический транспорт сыпучих материалов при высоких концентрациях. М., 183 с.

Маринов, К., К. Любенов. 2006. Аналитично определяне на производителността на обезкрилители с непрекъснато действие. Лесовъдска мисъл, №1-2, с. 54 – 59.

Маринов, К. 2008. Анализ на движението на зърнести частици в шнековите механизми. Дървообработване и производство на мебели, № 1, с. 21 – 26.

Вуков, Г. 2004. Теоретична механика. С., ЛТУ, 160 с.

Zhong, Z.; J. O'Callahan. 1992. A theoretical analysis of the extrusion pressure in a tapered screw conveyor. Journal of Agricultural Engineering Research, № 52, p. 81-94.

**GRAPHANALYTICAL DEPENDENCES FOR
DEFINITION OF THE SPEED
TRANSPORTATION OF BULK MATERIALS
WITH SCREW MECHANISMS, EQUIPED
WITH RESISTANCE VALVES OR
OPPOSITION DEVICES AT THE OUTLET**

Konstantin Marinov¹, Georgi Vukov²

**¹University of Forestry - Sofia,
e-mail: kmarinov_ltu@abv.bg**

**²University of Forestry - Sofia,
e-mail: georgiv@abv.bg**

Summary

Screw mechanisms with outlet resistance valves are used in a lot of transport and technological processes for movement or processing of bulk materials.

The process of movement of dispersive materials on the screw surface with an opposition of the outlet of transporting mechanisms is complicated and it is not known enough nowadays. Therefore, empirical dependences are mainly used for solution of practical tasks. This paper focuses on an investigation whose aim is the construction of graph-analytical models for definition of the basic movement parameter which depends on the applied resistance. These dependences allow theoretical definition of average speed transportation of bulk materials in screw mechanisms with applied resistance at the outlet opposition. The obtaining dependences are used for analytical definition of the productivity of screw and auger mechanisms with applied resistance at the outlet opposition.

Key words: screw mechanism, resistance valve, speed transportation.

DETERMINATION OF THE THERMAL TRANSMITTANCE OF WINDOWS BY USING FINITE ELEMENT ANALYSIS – AN EVALUATION OF THE STANDARD CALCULATION METHOD

László ELEK¹, Zsolt KOVÁCS²

¹Institute of Product Design and Manufacturing, University of West Hungary, Faculty of Wood Sciences, HUNGARY, e-mail: eleklaszlo@fmk.nyme.hu

²Institute of Product Design and Manufacturing, University of West Hungary, Faculty of Wood Sciences, HUNGARY, e-mail: zskovacs@fmk.nyme.hu

ABSTRACT

As a consequence of an increasing need for energy-efficiency, there is a growing interest on buildings with reduced energy consumption all over the world. In these buildings glazed facade units are critical, because their thermal insulation properties are inferior to the rest of the building. Therefore, more attention is to be paid to the enhancement of the thermal insulation of doors and windows through thorough design, manufacture and installation. In the case of windows the standards EN ISO 10077-1:2000 and EN ISO 10077-2:2004 give instructions how to determine the thermal transmittance (U -value) of the whole of the product by calculation, facilitating thereby the design for thermal properties. The calculation method stipulated in these standards, due to the simplifications, mostly yields conservative results. This paper illustrates through a worked example the differences that may arise between the U -values derived according to the standards and those calculated by using Therm© software package, as well as explains the sources of differences.

Key words: energy efficiency, thermal insulation, finite element analysis

INTRODUCTION

The energy-efficiency of the existing stock of buildings in Hungary is rather low (the consumption index being twice as high as the average of the EU countries). Today the upper limit of the overall thermal transmittance (U -value or U -factor) for a wood-frame or PVC-frame window is $U_w=1.60 \text{ W/m}^2\text{K}$. Apart from the more and more severe stipulations the users of a building are interested in consuming the less possible energy while sustaining the occupants' comfort. Out-of-date types of windows still in use generally occupy a relatively low percentage of a façade; nevertheless, they are responsible for a majority of heat-loss through the envelope of a building. Even the thermally insulated windows lag behind the rest of the wall (Thomas 2006). The ideal solution would be

to improve the windows' thermal insulation to be equal with that of the wall.

The primary objective of our research is to clarify if the commonly used windows with 68 mm deep profile are suitable to meet the ever-increasing requirements of thermal insulation. As a tool of assessment, we studied the calculation methods stipulated in the relevant standards. A comparison was made with the results obtained by a finite element software package. In both cases we tried to make suggestions for increasing the precision of predictions by calculations.

BASICS OF BUILDING PHYSICS OF WINDOWS

The heat flow directed outwards through a window is composed of the heat flow by transmission, and the convective flow due to the air permeability of the window. As far as the heat flow by transmission is concerned, an important part of it happens by radiation due to the differences in temperature of the glass surfaces facing each other. Therefore it is largely influenced by the emissivity (ε) of those surfaces. Purposefully designed coatings on the glass surfaces result in the reduction of the emissivity in the near-infrared range of wavelength lowering thereby the heat transfer by radiation substantially (Kovács 2000).

Heating energy consumption of a household is increased by thermal bridging. Inside surface temperature is lower at locations of higher thermal conductance, causing not only increased heat loss but impairs comfort and may give place to mould growth (Zöld 1999).

MATERIALS AND METHODS

U -factor calculations were performed on a 1.23 m by 1.48 m single casement tilt-and-turn window with double thermal glazing. The 68 mm deep frame and casement profiles were made of laminated larch (*Larix decidua*). The glazing unit with Argon filling was manufactured with steel spacers, the inside face of the inner pane having Low-E coating.

Thermal calculations were performed in two

ways. First we followed the procedure specified in the standard EN ISO 10077:1. Then we used software to analyse the assembly of the glazing and the frame, the calculation model for which was graphically defined. The software *Therm* developed at the Berkeley University, capable of two-dimensional thermal modelling was used. The material properties could be assigned either by using library materials or defining custom materials.

In the case of the standard method the U -value for the frame and casement profile was determined as it is given in the standard EN ISO 10077-1:2000. The locations of the linear heat transfer were defined along the inner edges of the casement as shown in Figure 1.

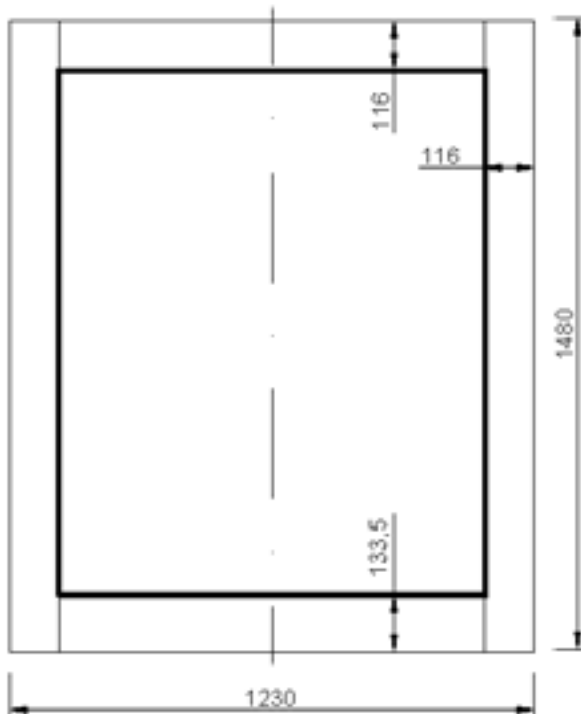


Fig. 1. locations of linear thermal transmittance according to EN ISO 10077-1

The U -factor for the whole of a window can be calculated by using the expression below:

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + l_g \cdot \psi_g}{A_g + A_f} \quad (1)$$

where: U_w - U -factor of the window [$W/m^2 \cdot K$]
 A_g - glazing area [m^2]
 U_g - glazing U -factor [$W/m^2 \cdot K$]
 A_f - projected area of the frame and sashes [m^2]
 U_f - frame U -factor [$W/m^2 \cdot K$]
 l_g - perimeter length of the glazed area [m]
 ψ_g - linear heat transfer coefficient of the perimeter of the glazed area [$W/m \cdot K$] (according to EN ISO 10077)

Using the expression [1] we calculated the U -

value for the window with both a glazing U -value given in the standard for the type of glazing in question, and the glazing U -value of $U_g = 1,1 W/m^2 \cdot K$ given by the manufacturer. The results in both cases are as below:

$$U_w = \frac{1,2280 \cdot 1,2 + 0,5924 \cdot 1,8 + 4,457 \cdot 0,06}{1,2280 + 0,5924} = 1,54 W/m^2 \cdot K,$$

and

$$U_w' = \frac{1,2280 \cdot 1,1 + 0,5924 \cdot 1,8 + 4,457 \cdot 0,06}{1,2280 + 0,5924} = 1,47 W/m^2 \cdot K$$

The calculation method stipulated in the standard EN ISO 10077 ignores the changed conditions of heat flow (two-way effect) in the areas close to the corners shown hatched in figure 2. In order to compensate for these effects we defined the length of the linear heat transfer with the outer edges of the frame rather than the perimeter length of glazed area. As a result, the above values changed to $U_w = 1,57 W/m^2 \cdot K$ and to $U_w' = 1,51 W/m^2 \cdot K$ respectively.

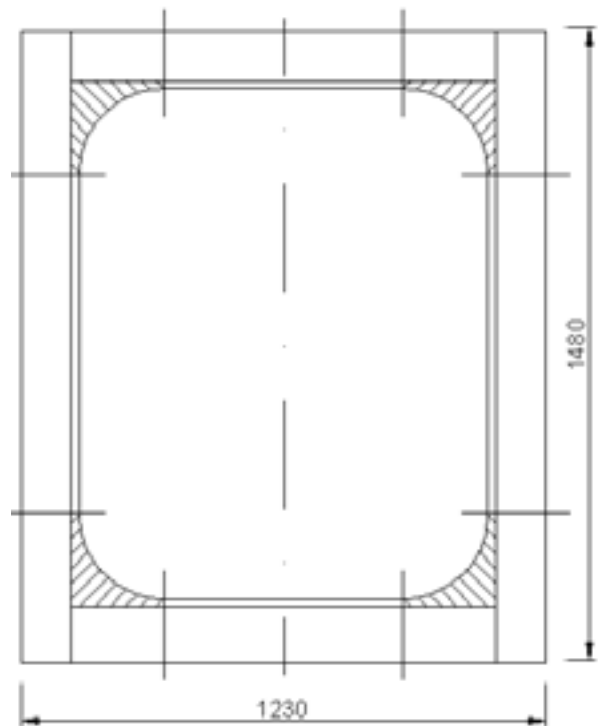


Fig. 2: assumed disturbance areas in the corners

As a second method, we made the thermal calculations by using the finite element based *Therm* and its complementing *Window* software. The geometrical model was made in AutoCad with a few minor simplifications in order to comply with thermal analysis requirements. In the detail shown in Figure 3 by circle the unventilated cavity had to be divided according to EN ISO 10077-2:2004. The values of equivalent thermal conductivity and thermal resistance for these parts were calculated by using the expressions below:

$$\lambda_{eq} = \frac{d}{R_S} \quad (2)$$

$$R_S = \frac{1}{h_a + h_r} \quad (3)$$

$$h_a = \max\left\{\frac{C_1}{d}; C_3\right\} \quad (4)$$

$$h_r = C_4 \cdot \left(1 + \sqrt{1 + \left(\frac{d}{b}\right)^2} - \frac{d}{b}\right) \quad (5)$$

where: λ_{eq} - equivalent thermal conductivity of the cavity
 d - dimension of the cavity parallel with the direction of heat flow
 R_S - thermal resistance of the cavity
 h_a - convective heat transfer coefficient
 h_r - radiation heat transfer coefficient
 C_1 - coefficient ($C_1 = 0,025 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ according to EN ISO 10077-2)

C_3 - coefficient ($C_3 = 1,57 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ according to EN ISO 10077-2)
 C_4 - coefficient ($C_4 = 2,11 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ according to EN ISO 10077-2)
 b - dimension of the cavity perpendicular to the direction of heat flow

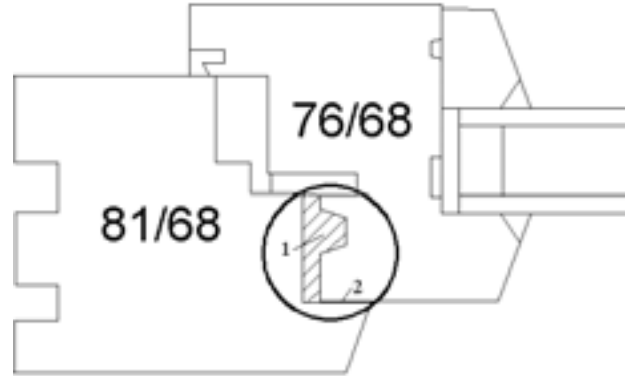


Fig. 3. division of the unventilated air cavity between frame and casement profile

In the case of cavity 1 in Figure 3 the results as shown below were obtained:

$$h_a = 1,57 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

$$h_r = C_4 \cdot \left(1 + \sqrt{1 + \left(\frac{d}{b}\right)^2} - \frac{d}{b}\right) = 2,11 \cdot \left(1 + \sqrt{1 + \left(\frac{0,025}{0,01}\right)^2} - \frac{0,025}{0,01}\right) = 2,52 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

$$R_S = \frac{1}{h_a + h_r} = \frac{1}{1,57 + 2,52} = 0,244 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$$

$$\lambda_{eq} = \frac{d}{R_S} = \frac{0,025}{0,244} = 0,102 \text{ W/m}\cdot\text{K}$$

For cavity 2 these values exhibited themselves as follows:

$$h_a = \frac{C_1}{d} = \frac{0,025}{0,0005} = 50 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

$$h_r = C_4 \cdot \left(1 + \sqrt{1 + \left(\frac{d}{b}\right)^2} - \frac{d}{b}\right) = 2,11 \cdot \left(1 + \sqrt{1 + \left(\frac{0,0005}{0,012}\right)^2} - \frac{0,0005}{0,012}\right) = 4,134 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

$$R_S = \frac{1}{h_a + h_r} = \frac{1}{50 + 4,134} = 0,018 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$$

$$\lambda_{eq} = \frac{d}{R_S} = \frac{0,0005}{0,01847} = 0,027 \text{ W/m}\cdot\text{K}$$

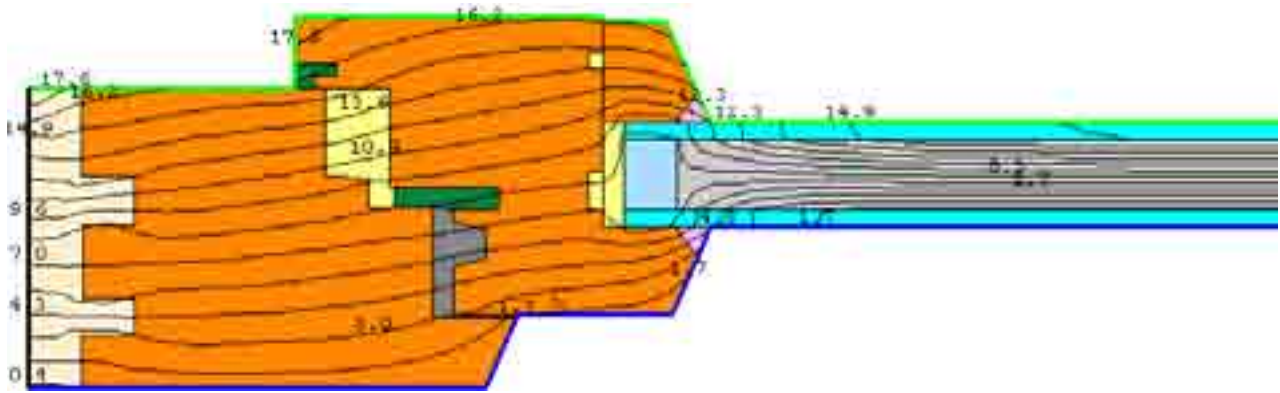


Figure 4: Isotherms in a window section (values in °C)

After assigning material properties we inserted the symmetrical half of glazing unit prepared in *Window*. Having imposed the proper inside and outside boundary conditions on our model (see Table 1.) the programme made the calculations.

Table 1

Boundary conditions according to EN ISO 10077:1 and EN ISO 10077:2

Inside air temperature: Θ_i	20°C
Outside air temperature: Θ_e	0°C
Inside heat transfer resistance: (R_{si})	0,13 m ² ·K/W
Outside heat transfer resistance: (R_{se})	0,04 m ² ·K/W
Linear thermal transmittance: (ψ_g)	0,06 W/m·K

The temperature distribution within the depth and on the surfaces of the window section is shown by the isotherms in Figure 4. The average value of thermal transmittance for the model analysed was defined by *Therm* as $U_T=1,30$ W/m²·K.

However, one should not forget that the average thermal transmittance obtained this way is only valid for a window of infinite height. That is, this model does not take into consideration the disturbing effects along the horizontal frame members. For that reason we used the value of average thermal transmittance U_T calculated by the programme to determine the heat loss beyond that attributable to an undisturbed one-dimensional heat flow that could be calculated through the width of glazing comprised in the model. We did that by expressing the value of $U_{T,f+g}$ from equation [6] relating to a 1 m high portion of a window.

$$U_T = \frac{A_f \cdot U_{T,f+g} + A_g \cdot U_{gw}}{A_f + A_g} \quad (6)$$

where: U_T - value of thermal transmittance calculated by *Therm* [W/m²·K]
 A_f - projected frame area (window frame and casement frame) [m²]
 $U_{T,f+g}$ - thermal transmittance not including one-dimensional heat flow through glazing, [W/m²·K]
 A_g - glazing area [m²]
 U_{gw} - thermal transmittance of the central part of glazing calculated by *Window* [W/m²·K]

According to equation [6] the value of thermal transmittance not including one-dimensional heat flow through glazing:

$$U_{T,f+g} = \frac{U_T \cdot (A_f + A_g) - A_g \cdot U_{gw}}{A_f} = \frac{1,30 \cdot (0,116 + 0,500) - 0,500 \cdot 1,1}{0,116} = 2,16 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K}$$

The value of $U_{T,f+g}$ interpreted as the thermal transmittance of frame (U_f) including edge effects, the average thermal transmittance of the window can be calculated according to EN ISO 10077-1 from equation [1] as follows:

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + l_g \cdot \psi_g}{A_g + A_f} = \frac{1,2280 \cdot 1,1 + 0,5924 \cdot 2,16}{1,2280 + 0,5924} = 1,44 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K}$$

(With this calculation the disturbing effect of the spacer $l_g \cdot \psi_g$ has already been taken into consideration in the value $U_{T,f+g}$.)

As a correction for the two-way effects around corners, we calculate the resultant thermal transmittance with areas of the frame members overlapping at corners (see Figure 5.):

$$U_{W.T. \acute{a}tl.} = \frac{A_g \cdot U_{gw} + U_f \cdot [2 \cdot (x \cdot a) + x \cdot b + y \cdot b]}{a \cdot b} \quad (7)$$

where: A_g - glazing area [m²]
 U_{gw} - thermal transmittance of the central part of glazing calculated by *Window* [W/m²·K]
 $U_{W.T. \acute{a}tl.}$ - resultant thermal transmittance of the window [W/m²·K]
 a - height of window [m]
 b - width of window [m]
 x - projected width of upright and top frame (window frame and casement frame) [m]
 y - projected width of bottom frame (window frame and casement frame) [m]

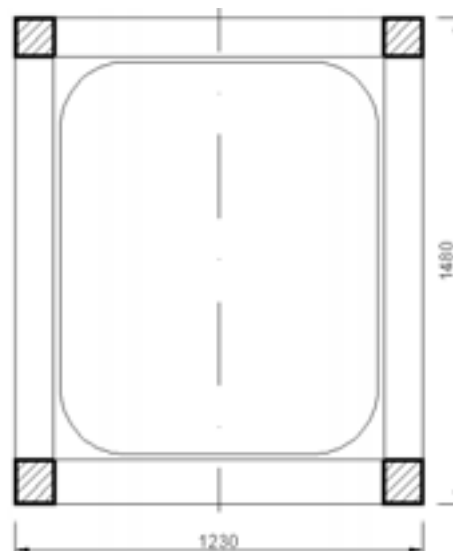


Fig. 5. Double accounted projected areas of the frame for the compensation of the two-way disturbing effects in the corners

From equation [7] the thermal transmittance of the window results as below:

$$U_{T. \acute{a}tl.} = \frac{1,2280 \cdot 1,1 + 2,16 \cdot [2 \cdot (0,116 \cdot 1,48) + 0,116 \cdot 1,23 + 0,1335 \cdot 1,23]}{1,23 \cdot 1,48}$$

$$U_{T. \acute{a}tl.} = 1,51 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{K]}$$

Table 2

Summary of results of calculations

Calculation method:	U _w [W/m ² ·K]
EN ISO 10077-1	1,54
EN ISO 10077-1 with corner effect compensation	1,57
EN ISO 10077-1 with manufacturers U_w data	1,47
EN ISO 10077-1 with manufacturers U_w data and corner effect comp.	1,51
Using <i>Therm</i> and <i>Window</i> results for EN ISO 10077-1	1,44
Using <i>Therm</i> and <i>Window</i> results for EN ISO 10077-1, with corner effect compensation by overlapping areas	1,51

Informative:	
<i>Therm</i> and <i>Window</i> results for the model of Figure 4.	1,30
<i>Therm</i> and <i>Window</i> results for thermal transmittance not including one-dimensional heat flow through glazing in the model of Figure 4.	2,16

RESULTS AND DISCUSSION

The results of analyses are summarised in table 2. Comparing the two methods of calculation we obtained the result as expected: calculating the values of the components of a window according to the standard EN ISO 10077-1 we obtained higher resultant thermal transmittance. Looking at the results it can be established that the software computing two-dimensional heat flows determined 5% less overall heat loss (1,44 W/m²K instead of 1,51 W/m²K) that may in certain situations influence the thermal rating of a window. In both cases we tried to increase precision and reliability by accounting for the two-way effect at the corners. The measures we took did not result in important changes of resultant values. Laboratory measurements may validate the necessity and proper way of such improvements to the calculation models/methods.

CONCLUSIONS

Calculating a window's *U*-value with the use of the *Therm* and *Window* programmes in a way described in the paper gives results identical or very close to those obtainable by following the recommendations of EN ISO 10077-2 Numerical methods for frames. The method described in this paper seems somewhat simpler than the numerical method described in the standard.

On the basis of the calculations performed by both methods it can be generally stated that wooden frame windows with Low-E coating, Argon filling and steel spacers of the glazing unit are capable of complying the current upper limit ($U=1,60$ W/m²K) for windows.

SUMMARY

In our study we calculated the thermal transmittance value of a double-glazed window of 68 mm deep wood profile current in Hungary by using two methods. In both cases we made suggestion how to enhance the reliability of model calculations, however these improvements did not result in important differences.

To attain higher thermal insulation value in our model we applied Argon instead of air for filling. In order to moderate the edge effect of the glazing unit steel rather than aluminium spacers were applied. It should be noted, however, that in the case of triple glazing these edge effects diminish to a negligible degree. It has been established that by using the *Therm 5.0* finite element programme somewhat (in our case 5%) lower values are obtained for the resultant thermal transmittance of a window than when following the simplified method based on EN ISO 10077-1:2000. This finding is in line with the tendency observed in comparing the calculation results of the simplified method of EN ISO 10077-1:2000 and the use of numerical methods for frames according to EN ISO 10077-2:2003 elsewhere (Kovács 2008).

REFERENCES

EN ISO 10077-1:2000: Thermal performance of windows, doors and shutters - Calculation of thermal transmittance - Part 1: Simplified method

EN ISO 10077-2:2004: Thermal performance of windows, doors and shutters - Calculation of thermal transmittance - Part 2: Numerical method for frames

Kovács Zs. 2000. Épületfizikai alapfogalmak és követelmények. in: Mérnöki faszervezetek I. (Basics of building physics, requirements. In: Engineered wood structures I. in Hungarian). edit.:Dr. Wittmann Gyula, Mezőgazdasági szaktudás Kiadó, Budapest. Pp.160-197.

Kovács Zs. 2008: ECWINS project Deliverable 4.1. [Ftp://ftp.bouw.tno.nl/](ftp://ftp.bouw.tno.nl/)

Thomas, K. 2006. Az energiatakarékos építkezés kézikönyve. Z-Press Kiadó Kft, Miskolc.

Zöld A. 1999. Energiatudatos építészet. (Energy-conscious architecture, in Hungarian) Műszaki Könyvkiadó, Budapest.

WINDOW 6 / THERM 6, 2006. Research Version User Manual For Analyzing Window Thermal Performance, Windows & Daylighting Group, Building Technologies Program, Environmental Energy Technologies Department Lawrence Berkeley National Laboratory Berkeley, CA 94720 USA

THE ROLE OF DIMENSIONING IN FURNITURE AND INDOOR DESIGN

Péter György Horváth¹, Dr. Zsolt Kovács²

University of West Hungary Faculty of Wood Sciences, Institute of Product Design and Manufacturing – Hungary, 9400 Sopron Bajcsy-Zs. u. 4.

¹e-mail: hpg@fmk.nyme.hu, ²e-mail: zskovacs@fmk.nyme.hu

ABSTRACT

Fulfilling the users need is the most important task in product development. In order to comply with this requirement we need to determine the exact dimensions of the products which is essential both from aesthetical and functional points of view. Determination of dimensions is influenced by many factors such as user capability, product functions, the product usage mode, the environment product placed in, internal and external standards, etc.

This paper's objective is to determine and analyze the product dimensions influencing factors, the effect of size on product and the product design process. The analysis reviews the different design principles, their influence on dimensioning and draw recommendations for their use. Furthermore, the study concerns about the role of anthropometry, functionality and aesthetics as principal control factors on product sizing.

Key words: product design, dimensioning, anthropometry

INTRODUCTION

We may often find in our environment that the objects are pleasing and practical; however something is still not satisfactory. The harmony is not complete and we are searching what we may miss. The answer is sometimes straightforward, in other cases needs time to find and most often lies in the fact that the piece of furniture that we use or some elements of our built physical environment have unsuitable dimensions. The statement „unsuitable” may be arrived at in different ways. In the following points we give and overview of the relationships having hold upon the sizes of a product.

RESULTS AND DISCUSSION

The first and perhaps the most important aspect is the requirement set by the *anthropological dimensions* of the user. The dimensions of the human body are defined by a number of factors. Geometry of the body, sex, age, ethnic and social status, life style all have a bearing. In order to be able to comply with the requirements we have to have knowl-

edge on the population of users, special users and last but not least the way of proper use of the product. We have to decide whether the product is for use by a single person or serves to be used by many. Within this infinite field of information one can rely on anthropology. In Figure 1 we illustrate the use of anthropological data in two examples. The task of the world of products is to fulfil the needs of customers. These needs comprise fitting the human body. The two examples in the figure are height of sitting and vertical view angle of the eye.

Height of sitting is given by the length of the lower part of the limb. Commonly this is the measure used for designing seats. Of course, in certain situations we may proceed differently. For example, in seats for relaxation the height of sitting is lower. The vertical view angle is used in the design of tables with computer, for the positioning of monitors. Anthropometry is a field of science studying the static and dynamic dimensions of the human body. They are helpful for grouping users according to their dimensions and other features of their body. Through this grouping the data becomes useful for engineering purposes. With available data and concrete design problem at hand we may decide what design principle we apply. Next we will have an overview of those principles:

- objects custom made for one person, one user, unique sizing; cases when special situation (or luxurious needs) of a single customer makes the individual design necessary. E.g. a disabled person.
- „goods taken from shelf” made according to the principle of average; in this case customers are not paying for individual needs. E.g. outdoor furniture, dining table.
- size ranges; the overall range of respective sizes of human body are divided into smaller domains (percentile-domains) defining the actual size of a product. E.g. ready-made clothes, shoes.
- principle of adjustability; some sizes of the product are designed to be adjustable, adjustment may be stepwise or continuous. E.g. piano chair.
- principle of extremes; design based on ranges of sizes corresponding to lower or upper percentiles.

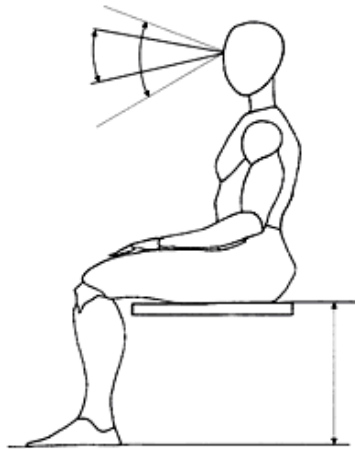


Fig. 1. Examples for the illustration of anthropometrical characteristics used to form our environment
Source: author

The point of view that defines dimensioning is *statics and structural properties* (see Figure 2.) A piece of furniture has to be designed for strength, deformations and stability. Office furniture is designed for everyday use, that is why it must have due strength in order to be able to support the loads that may be imposed on them. Loads may be either static or dynamic. Static loads include the weight of objects placed on the table tops and other storing surfaces. Dynamic loads can be induced by moving elements of the furniture such as by opening its door. In those cases durability is another aspect because loads e.g. acting on fixtures may occur in a high number of cycles in the course of the planned life-time. Problems of deformation due to loads are typical in the case of storing surfaces of large span. The extent of deformation is mainly an aesthetic problem (excess deflection of a bookshelf under sustained loading due to creep) on the one hand and may lead to technical problems (functional imperfectness due to permanent deformation).



Fig. 2. Deflection of an overloaded structural part (bookshelf)

Deflection shown in the figure is the result of creep. The designer assessed the load incorrectly or applied a span too large for the load. *Source: author*

From the aspect of the systematic product design products appear as *function carriers*. These functions satisfy the user needs. It is an important question at what level, i.e. by which values of the relevant parameters a product satisfies a given need. Product functions can be divided in two major groups: functions related to usability and aesthetical functions. The number of individual functions belonging to those two groups along with their level is specific for given products. Let us see the example of a classroom blackboard. The function of the blackboard is to provide a surface for exhibiting the lecturer's thoughts to be communicated. It can be assured if the sizes of the blackboard are such so that the text and drawings placed on it can be large enough to be seen from the back side of the classroom. We can see that functions related to usability and sizes of the product are in relation with each other.

The relationship between aesthetical functions and sizes can be illustrated through another example. The furniture in the manager's office at a company is of too large size; especially the chair and office table is unproportional to the room. However, in this case the furniture also have the function of showing the status of the user, that is why the aesthetical function influences the sizes of pieces of furniture and the internal proportions of the furnishing of room. Figure 3 illustrates the design of a workplace with computer. This is a complex design task. The designer has to adapt himself to the user's physical conditions as well as to the functions required. The monitor has to be positioned in a way that allows continuous use. It is equally important to assure the optimal distance to the eye. As supplementary function we may consider the providing of placement to the different objects and tools necessary for office work within a comfortable reach of the person at table without compromising the main functions.



Fig. 3. Workplace for monitor
Source: thisnext.com (downloaded: 22. august 2010.)

Certain criteria relating sizes are also raised by *objects in relation* with the piece of furniture in question (see figure 4.). For example in an office storing of office equipment, hardcopy files and eventually of personal belongings is a basic requirement. The piece of furniture should be adjusted to these objects in size and form, it has to be capable of giving room to them in the required quantities depending on the function; in other words, we have to take into consideration their sizes in the course of designing. This aspect of dimensioning has a dual nature. Some objects need room to store (pens, employees' clothes), while others necessitate exact sizes of the storing place. Electrical and other installed equipment generally have their related size ranges that should be observed by the designer of office furniture. Furthermore it is important to see that when installing equipment we have to provide room for the same and to the user, as well as functionally necessary room has to be assured. By doing this we have not only defined the sizes of the pieces of furniture but the dimensions, proportions and division of the room itself.



Figure 4: Bicycle storing device

The size of a bicycle store depends on the size and shape of vehicles to be fixed. These latter are indirectly related to the dimensions of the user. *Source: belvarosuffoutcaja.hu (downloaded: 25. august 2010.)*

Given that we are speaking of office furniture that serves and surrounds us, one should never forget the look, *form design* (figure 5.). When visiting exhibitions, or studying catalogues one may often meet pieces of furniture at which some dimensions can not be verified by any functional requirement. This is the category that we may call subjective dimensioning. Tradition or aesthetics can be the explanation of such dimensions. In the case of an office the eventual exaggerations may give extra visual information (A good example is a big general manager chair that suggests respectfulness).



Fig. 5. Structure of a Coffee Table

The level of mechanical loading expected by use does not explain the cross-sections applied for the legs. The dimensions can only be attributed to intentions related to appearance. *Source: author*

When designing furniture and interiors, one should not forget about the relevant *standards and recommendations* (figure 6.). There exist a number of standards regarding the dimensions of furniture. Standard requirements relate to overall dimensions, as well as strength requirements that may affect safety of use.



Fig. 6. Kitchen

Dimensions of furniture of an interior may depend on several standards and recommendations. For example, standard sizes of kitchen equipment define the sizes of furniture units. The modular system may also determine the spacing of room boundaries. *Source: matusiak.org (downloaded: 21. august 2010.)*

To complete do not forget a last possible aspect. We may find examples when certain *circumstances that can not be influenced* by human force us to ac-

cept conditions of dimensioning. If we want to build a bridge over a canyon, the distance to be spanned over is given; we can not influence the positions of the two rims. The construction and dimensions of the bridge will be basically defined by that fact.

CONCLUSIONS

As a summary we may say that the dimensions of elements of a furnished environment are influenced by a number of factors. These are related to the user, the function, conditions of use and sometimes to not readily explainable external reasons. However one thing that we have to see is, that size is important and decisive.

REFERENCES

- Becker G. – Kaucsek G. 1996. Termérgonómia és termékpszichológia (Product Ergonomics and Product Psychology, in Hungarian), Tölgyfa Publishing, Budapest
- Christopher J. 1992. Design Methods, John Wiley & Sons Ltd., London
- Klein S. 2004: Munkapszichológia (Labour Psychology, in Hungarian), EDGE 2000, Budapest
- Orbay Pné. 2003. Konyhatervezés (Kitchen Design, in Hungarian), Invest-Marketing Ltd.
- Orbay Pné. 1994. Methods used in ergonomics design and adaption to furniture planning. Lecture notes
- Pheasant S. 1986. Bodyspace: anthropometry, ergonomics, and design, Taylor & Francis. London

СРАВНИТЕЛНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ ВЪРХУ РАЗРУШАВАЩИТЕ ОГЪВАЩИ МОМЕНТИ НА КРАЙНИ ЪГЛОВИ СЪЕДИНЕНИЯ НА ДЕТАЙЛИ ОТ МАСИВНА КЕСТЕНОВА ДЪРВЕСИНА С НАПРЕЧНО СЕЧЕНИЕ 50 X 25 MM.

Георги Кючуков¹, Георги Груевски², Борислав Кючуков¹

¹Лесотехнически университет-София;

² Факултет за интериор, технология и дизайн за мебели-Скопие, Македония

РЕЗЮМЕ

Дадени са резултатите от изследванията върху якостната характеристика на крайните ъглови съединения на детайли от масивна кестенова дървесина с напречно сечение 50 x 25 mm, използвани в конструкцията на мебелите за седене.

Установено е, че според стойността на разрушаващия огъващ момент неразглобяемите крайни ъглови съединения се подреждат в следния низходящ ред: чрез шлиц и чеп; чрез полускрит шлиц и чеп; чрез длаб и чеп с чепче; чрез длаб и чеп; чрез дибли; чрез овален вставен чеп;

Според стойността на разрушаващия огъващ момент разглобяемите крайни ъглови съединения се подреждат в следния низходящ ред: чрез две едноелементни разглобки тип „конфирмат“; чрез два винта за дървесина; чрез две разглобки с болт и гайка тип „шведска“.

Препоръчва се резултатите от изследванията да се използват при оразмеряването на мебелите за седене.

Ключови думи: крайни ъглови съединения, детайли от масивна кестенова дървесина, якостната характеристика.

ВЪВЕДЕНИЕ

От специалната литература е известно [4, 5, 8, 9], че якостта на съединенията на детайлите от масивна дървесина зависи от голям комплекс фактори – размерите на напречните сечения на съединяваните детайли; вида, параметрите и характера на съединенията; дървесиния вид и физико-механичните свойства на дървесината, от която са изработени детайлите; грапавостта на повърхнината на контактуващите повърхнини на съединяваните детайли; вида и свойствата на използваните лепила; количеството лепило, нанесено на единица контактуваща площ на слепване на съединяваните детайли и така нататък.

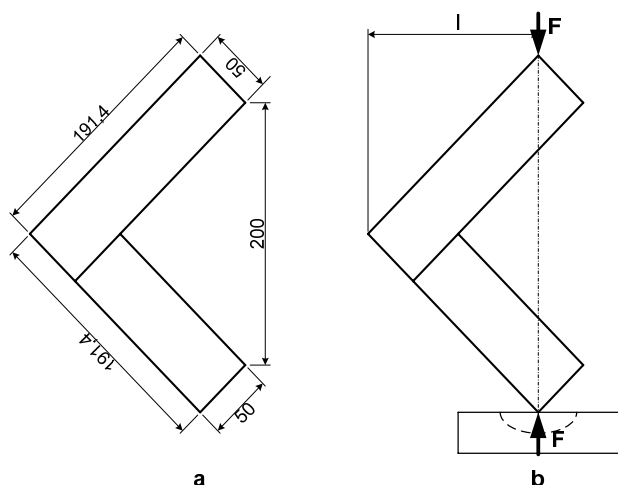
В литературата липсват публикации за комплексни изследвания, обхващащи влиянието на всички фактори върху якостната характеристика на съединенията. Почти няма публикации и за якостната характеристика на съединения на детайли от масивна кестенова дървесина, макар че тя притежава изключително благоприятни свойства за използването ѝ за производство на луксозна мебел и в оформлението на интериора на сгради с национално значение. Сравнително оскъдни са и сведенията за якостната характеристика на разглобяемите ъглови съединения на детайлите със съвременен мебелен обков.

Ето защо, целта на настоящата публикация е да се установят разрушаващите огъващи моменти на основните видове ъглови съединения на детайли от масивна кестенова дървесина при натоварването им на огъване със събиране на рамената, с оглед рационалното ѝ приложение в конструкцията на столовете и другите мебели с решетъчна конструкция.

Мотивите за използването на дървесината на питомния кестен като конструкционен материал за производството на мебели се основава на обстоятелството, че тя е превъзходен материал за производство на обикновена и луксозна мебел [7]. Отличава се с много хубав от жълтеникавобял до светлокафяв цвят, притежава много красива, фина и изразителна текстура и има изключително благоприятни физико-механични и технологични свойства за използване в конструкцията на мебели и декоративно художествени продукти. При значително по-малка плътност тя се доближава по механични свойства до дървесината на дъба, подава се на лесна механична обработка, притежава голяма трайност в условията на експлоатация на мебелите и други продукти от дървесина [7]. Използването ѝ без селективен добив и преработка заедно с дървесината на бука и дъба не оползотворява качествените ѝ предимства.

МЕТОД НА РАБОТА

Пробните тела за изпитване на крайни ъгливи съединения при натоварването им на огъване със събиране на рамената са изработени от масивна дървесина на обикновен кестен (*Castanea sativa Mill.*) при съдържание на вода $10 \pm 2\%$. Избрано е едно от най-често използваните напречни сечения на детайлите в скелета на столовете – правоъгълно с размери 50×25 mm. Видът и размерите на пробните тела са съгласно методиката, разработена в Лабораторията по конструиране на мебели в ЛТУ, която е стандартизирана като БДС 9165-90. (фиг. 1, а). Прието е пробните тела да се натоварват на огъване със събиране на рамената по схемата на фиг. 1, b.

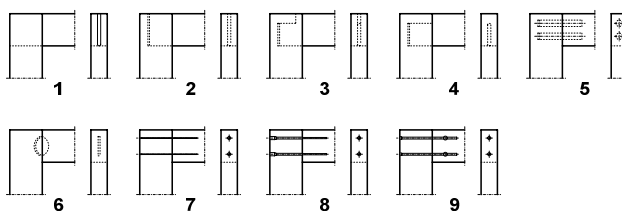


Фиг. 1. Пробни тела за изпитване при натоварване на огъване на крайни ъгливи съединения на детайли от масивна дървесина:
а – Вид, форма и размери на пробните тела;
б – Схема за изпитване на пробните тела при натоварване на огъване със събиране на рамената

Изпитани са следните видове крайни ъгливи съединения:

- А. Неразглобяеми крайни ъгливи съединения (фиг.2): 1 – чрез шлиц и чеп; 2 – чрез полускрит шлиц и чеп; 3 – чрез длаб и чеп с чепче; 4 – чрез длаб и чеп; 5 – чрез дибли; 6 – чрез овален вставен чеп.
- В. Разглобяеми крайни ъгливи съединения (фиг. 2): 7 – чрез 2 винта за дървесина със скрита

глава; 8 – чрез 2 едноелементни разглобки тип „Confirmat“; 9 – чрез 2 разглобки с болт и гайка тип „шведска“.



Фиг. 2. Крайни ъгливи съединения на детайли от масивна кестенова дървесина:
1 – чрез шлиц и чеп; 2 – чрез полускрит шлиц и чеп;
3 – чрез длаб и чеп с чепче; 4 – чрез длаб и чеп;
5 – чрез дибли; 6 – чрез вставен овален чеп;
7 – чрез винтове за дървесина;
8 – чрез едноелементна разглобка тип „Confirmat“;
9 – чрез разглобка с болт и гайка

Параметрите на неразглобяемите съединения са съобразени с BDS 5527-73. Винтовете със скрита глава са с размери 6×90 mm (фиг. 3,а), едноелементните разглобки са с размери 7×70 mm (фиг. 3,б), болтът на разглобката с гайка е с размери 6×90 mm, с резба М6, а гайката е с диаметър 12 mm и резба М6 (фиг. 3,с).

Броят на изпитаните пробни тела за всеки вид съединение е от 15 до 16. Преди изпитването им те са кондиционирани 5 денонощия при температура 15 до 30 °C и относителна влажност на въздуха от $(55 \pm 10)\%$.

Изпитването е осъществено на универсална изпитвателна машина при равномерна скорост на натоварване в продължение на 60 ± 30 s от началото на натоварването и точност на отчитане 1 % от разрушаващата сила на натоварване.

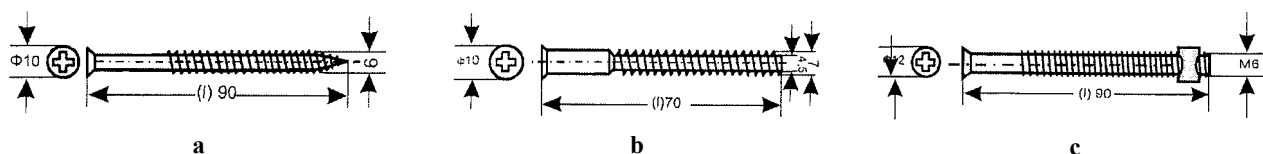
Разрушаващият огъващ момент $M_{ог.р.}$ при натоварване на съединението на огъване със събиране на рамената е изчислен по формула (1)

$$M_{ог.р.} = F.l, \quad (1)$$

където F е разрушаващата сила при натоварване на огъване, Nm;

l - рамото на огъване, m.

Резултатите от изпитването са обработени по методите на вариационната статистика. За да има основа за сравнение стойността на разрушаващата



Фиг. 3. Съединителни елементи на разглобяемите ъгливи съединения

Таблица 1

Разрушаващи огъващи моменти при натоварване на огъване на крайни ъглови съединения на детайли от масивна кестенова дървесина с напречно сечение 50 x 25 mm.

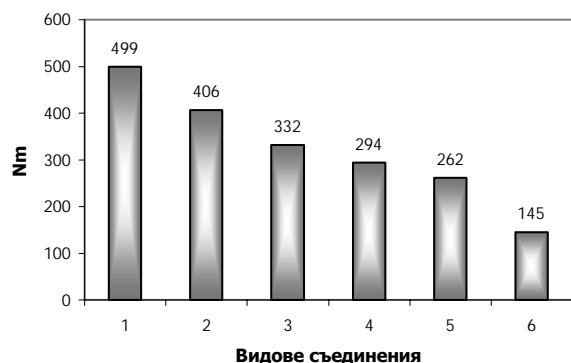
Видове ъглови съединения	Вариационно-статистически показатели за разрушаващия огъващ момент, $M_{огр.}$					
	\bar{x} , Nm	s, Nm	V, %	s_r , Nm	p, %	n, бр.
А. Неразглобяеми ъглови съединения:						
1 – чрез шлиц и чеп	499	57,4	11,5	14,3	2,9	16
1 – чрез полускрит шлиц и чеп;	406	65,4	16,1	16,9	4,2	15
3 – чрез длаб и чеп с чепче	332	38,7	11,7	10,0	3,0	15
4 – чрез длаб и чеп	294	48,9	16,6	12,6	4,3	15
5 – чрез дибли	262	19,1	7,6	5,3	2,1	13
6 – чрез овален вставен чеп	145	21,5	14,9	5,6	3,8	15
Б. Разглобяеми ъглови съединения:						
7 – чрез два винта за дървесина	208	21,9	10,5	5,9	2,8	14
8 – чрез две едноелементни разглобки тип „Confirmat”	243	35,2	14,5	9,4	3,9	14
9 – чрез две разглобка с болт и гайка	183	26,6	14,5	7,1	3,9	14

сила при съединението чрез едноелементната разглобка тип „Confirmat” е преизчислена за дължина на винта 90 mm.

СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОТ ОПИТИТЕ

Резултатите от изследванията са дадени в таблица 1, а съотношението между разрушаващите огъващи моменти на изпитаните неразглобяеми ъглови съединения е представено графично на фиг. 4

От данните в таблицата и фиг.4 се вижда, че съединението чрез шлиц и чеп се разрушава при най-голям огъващ момент (499 Nm).



Фиг. 4. Сравнителни данни за разрушаващите огъващи моменти на неразглобяемите крайни ъглови съединения на детайли от масивна кестенова дървесина с напречно сечение 50 x 25 mm:
1 – чрез шлиц и чеп; 2 – чрез полускрит шлиц и чеп;
3 – чрез длаб и чеп с чепче; 4 – чрез длаб и чеп; 5 – чрез дибли; 6 – чрез овален вставен чеп

Това се обяснява с най-голямата площ на слепените контактуващи повърхнини на съединител-

ните елементи на съединението спрямо останалите видове съединения. Трябва да се подчертае и влиянието на голямата якост на слепване на използваното поливинилацетатно лепило, в резултат на което съединението се разрушава извън лепилния шев чрез скъсване на чепа и сцепване на дървесината през челото на чепа. Особено благоприятно в това отношение се отразява осигурената точност на изработване на чепа и шлица при стегнатост на съединението в граници от 0 до 0.1 mm. Тази стегнатост е спазена и при изработването на останалите видове съединения.

На второ място по големина на разрушаващия огъващ момент е съединението чрез полускрит шлиц и чеп (406 Nm). По-малкият разрушаващ огъващ момент при него в сравнение със съединението чрез шлиц и чеп (около 80 %) се дължи на по-малката му площ на слепване (около 76 %). Високото качество на лепилния шев осигурява в преобладаващия случай разрушаване на съединението чрез сцепване през челото на детайла или скъсване на чепа.

На трета позиция според разрушаващия огъващ момент се нарежда съединението чрез длаб и чеп с чепче (332 Nm). Той е около 66 % от разрушаващия огъващ момент на съединението чрез шлиц и чеп и около 80 % спрямо разрушаващия огъващ момент на съединението чрез полускрит шлиц и чеп. Този резултат съответства на по-малката му площ на слепване спрямо тези две съединения – съответно около 66 % и около 78 %. Разрушаването на съединението е най-често поради сцепване на чепа в зоната на челото на чепчето.

На четвърто място според разрушаващия огъващ момент е съединението чрез овален вставен чеп (294 Nm). То има сравнително по-малка площ на слепване спрямо първите три вида съединения

(съответно 53, 70 и 90 %), но това не е основната причина за по-малкия огъващ момент, при който се разрушава. Високата якост на лепилния шев от една страна и от друга силно намаленият съпротивителен момент на чепа, поради намалената му ширина (35 mm спрямо 50 mm), са причина за скъсване на чепа в основата му. В резултат на това разрушаващият му огъващ момент е съответно около 60, 70 и 88 % от разрушаващите огъващи моменти на първите три вида съединения.

На пета позиция според разрушаващия огъващ момент се нарежда съединението чрез дибли с $\phi 10$ mm (252 Nm). Разрушаващият му огъващ момент е около 50 % от този на съединението чрез шлиц и чеп. Той се определя главно от съпротивителния момент на двойката дибли, от които едната е натоварена на опън, а другата на натиск. Разрушаването на съединението е в резултат на скъсване или изскубване на диблите с част от дървесината.

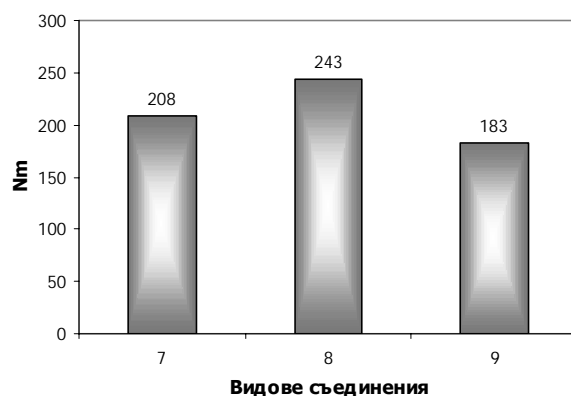
На последно място според разрушаващия огъващ момент е съединението чрез овален вставен чеп (145 Nm). Той е около 3,44 пъти по-малък от разрушаващия огъващ момент на съединението чрез шлиц и чеп. Главната причина за това е скъсването на вставния чеп..

Резултатите от изследванията за влиянието на вида на разглобяемите крайни ъглови съединения на детайлите от масивна кестенова дървесина с напречно сечение 50 x 25 mm върху якостната им характеристика са илюстрирани чрез графиките на фиг. 5. Вижда се, че при най-голям огъващ момент (243 Nm) се разрушава съединението чрез две едноелементни разглобки тип „конфирмат“. Това се дължи на по-добрите параметри на резбата на винтовете, която осигурява по-голямо съпротивление при изваждането им в сравнение с обикновените винтовете за дървесина. В резултат на това разрушаването на съединението настъпва поради изскубване на винтовете откъм главите им или откъм резбата им с част от дървесината.

На второ място според разрушаващия огъващ момент се нарежда съединението чрез два винта за дървесина (208 Nm), чиито разрушаващ огъващ момент е около 85 % от този на съединението чрез две едноелементни разглобки тип „конфирмат“. То се разрушава поради изскубване на винтовете откъм главите и откъм резбата им .

В противовес на очакванията съединението чрез две разглобки с болт и гайка тип „шведска“ се оказва на трета позиция според разрушаващия огъващ момент - 183 Nm. По стойност той е близък до разрушаващия огъващ момент на съединението чрез два винта за дървесина (около 88 %) и на съединението чрез две едноелементни разглобки тип „конфирмат“ (около 75 %). Главната причина за разрушаване на това съединение е отслабването на детайла в зоната на отворите за напреч-

ните гайки, поради което дървесината се сцепва в зоната на отворите за гайките.



Фиг. 5. Сравнителни данни за разрушаващите огъващи моменти на разглобяемите крайни ъглови съединения на детайли от масивна кестенова дървесина с напречно сечение 50 x 25 mm:
7 – чрез винтове за дървесина; 8 – чрез едноелементна разглобка тип „Конфирмат“;
9 – чрез разглобка с болт и гайка

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализът на резултатите от изследванията за влиянието на вида на съединенията на детайлите от масивна кестенова дървесина с напречно сечение 50 x 25 mm върху якостната им характеристика при натоварване на огъване със събиране на рамената дават възможност да се направят следните по-общии изводи и препоръки:

а) Видът на съединенията има определящо влияние върху якостната им характеристика.

б) Якостта на сцепване на дървесината със съвременните поливинилацетатни лепила (над 10 N/mm²) осигурява приоритет на съпротивителния момент на лепилния шев пред параметрите на съединенията, в резултат на което при натоварване на огъване всички видове ъглови съединения на детайлите от масивна кестенова дървесина с напречно сечение 50 x 25 mm се разрушават извън лепилния шев.

в) Площта на контактуващите повърхнини на съединенията на детайлите от масивна дървесина има определящо влияние върху якостната им характеристика.

г) Според стойността на разрушаващия огъващ момент неразглобяемите крайни ъглови съединения се подреждат в следния низходящ ред:

- чрез шлиц и чеп;
- чрез полускрит шлиц и чеп;
- чрез длаб и чеп с чепче;
- чрез длаб и чеп;
- чрез дибли;
- чрез овален вставен чеп;
- е) Неразглобяемите ъглови съединения на де-

тайлите от масивна кестенова дървесина се разрушават при по-голям огъващ момент от разглобяемите ълови съединения.

ж) Съединенията чрез дибли се разрушават при около 2 пъти по-малък огъващ момент от чеповите съединения.

з) Видът на съединителните елементи оказва голямо влияние върху разрушаващия огъващ момент на разглобяемите ълови съединения на детайлите от масивна кестенова дървесина с напречно сечение 50 x 25 mm.

и) Според стойността на разрушаващия огъващ момент разглобяемите крайни ълови съединения се подреждат в следния низходящ ред:

- чрез две едноелементни разглобки тип „конфирмат“;
- чрез два винта за дървесина;
- чрез две разглобки с болт и гайка тип „шведска“.

к) Установените стойности на разрушаващите огъващи моменти трябва да се имат предвид при избора на вида на съединенията в конструкцията на мебелите и при оразмеряването им по метода на крайните елементи [6].

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

Груевски, Г., 2007 г. Истражувања на съставите во конструкциите на столови, изработени од костеново дрво. – Докторска дисертација, Шумарски факултет, Скопје.

Живков, В., 2001 г. Влияние на допуските и сглобките върху якостната характеристика на основните видове неразглобяеми ълови съединения при мебелите.– Дисертационен труд, ЛТУ, София.

Караливанос, А.,1992 г. Сравнителни изследвания върху якостната характеристика на съединенията на детайлите в конструкцията на столовете от букова дървесина.–Дисертационен труд, Аристотелски университет, Солун.

Кючуков, Г., 1995 г. Конструирање на мебели. –Учебник за ЛТУ, Изд. Мартилен, София.

Кючуков, Г., 2010 г. Конструирање на мебели, врати и прозорци. –Учебник за професионалните гимназии по дървообработване и втрешна архитектура. - Изд. Матком, София.

Маринова, А., 1998 г. Деформационно и якостно изследване на конструкцията на корпусните мебели по метода на крайните елементи с отчитане на податливостта на ъгловите им съединения. – Дисертационен труд, ЛТУ, София.

Kyuchukov, G., B. Kyuchukov:, 1999. Physico-mechanical characteristic of the wood of *Castanea sativa* Mill. In Bulgaria – 13 Konferencija naukowa Wydzialu Technologii Drewna SGGW, Warszawa, 319-323.

Joščak, P. 1999 Pevnostne navrhovanié nábytku.- Tecnicka univerzita vo Zvolene.

Roland, K., L. Dietze.,1989. Bauelemente und Möbel. Konstruktion und Gestaltung. - VEB Fachbuchverlag, DDR.

Šulan, E., 1983. Konštrukcia a typologia drevarskych vyrobkov. Čast I: Konštrukcia nábytku. – VŠLD, Zvolen.

Der Große Häfele., 2000. Möbelbeschläge.- Katalog, Nagold.

COMPARATIVE STUDIES ON DESTRUCTIVE BENDING MOMENTS OF END CORNER JOINTS OF COMPONENTS OF SOLID CHESTNUT WOOD WITH A CROSS SECTION OF 50 X 25 MM

**Georgi Kyuchukov¹, Georgi Gruevski²,
Borislav Kyuchukov¹**

¹**University of Forestry-Sofia, Bulgaria**

²**Faculty of Interior, Technology and Design
of Furniture-Skopje, Macedonia**

SUMMARY

The paper shows the results of the studies on the strength characteristics of the end corner joints of the components of solid chestnut wood with a cross section of 50 x 25 mm used in the construction of seating furniture.

It has been found out that, on the basis of the values of the destructive bending moment, the non-dismountable end corner joints are arranged in the following descending order: open mortise and tenon joint; half-open mortise and tenon joint; haunched mortise and tenon joint; mortise and tenon joint; joint with two dowels; joint with wooden „Lamello plates“.

It has been found out that, on the basis of the values of the destructive bending moment, the dismountable end corner joints are arranged in the following descending order: joints with two one-piece connectors „Conformat“; joints with two countersunk screws for wood; joints with two connectors with screw and cross dowel.

It is recommended to use the studies' results in calculating the dimensions of seating furniture.

Key words: end corner joints, components of solid chestnut wood, destructive bending moment.

ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА ГРАПАВОСТТА НА ДЪРВЕСИНА ВЪРХУ ГЛАНЦА НА ЗАЩИТНО–ДЕКОРАТИВНИ ПОКРИТИЯ

Папайот Панайотов, Галина Съйкова, Живко Гочев
Лесотехнически университет – София, e-mail: galina.saykova@gmail.com

РЕЗЮМЕ

В настоящия доклад експериментално е изследвано влиянието на грапавостта на дървесната основа върху гланца на защитно–декоративни филми. Установени са и факторите, оказващи влияние върху декоративното свойство (блясък) на твърдото покритие. За целта са използвани пробни тела от дървесина на бук и смърч; еднокомпонентен водоразредим акрилатен лак и двукомпонентен полиуретанов лак. Гланцът на повърхностния филм е определен съгласно регламентите на БДС EN ISO 2813:2001 с гланцомер с ъгъл на падане на светлинния поток от 20°, 60° и 85°. Получените резултати от изследванията показват значително влияние на грапавостта на дървесната основа върху гланца на филмови покрития, формирани върху нея.

Ключови думи: гланц, грапавост, масивна дървесина, ПУ лак, акрилатен лак;

УВОД

Дървесината е най- древния материал, използван от човечеството за направа на мебели и едновременно с това е в основата на бъдещото развитие на човешката общност. Мебелите от дървесина са познати на хората от 3315 пр. н.е. в Древен Египет. Успоредно с тях са се развивали и технологиите за тяхното повърхностно облагородяване с лакови покритията, благодарение на които някои предмети са се запазили във времето и са достигнали до наши дни.

Повърхностното облагородяване е финален процес при производството на изделия от дървесина и дървесни материали, поради което еднозначно се означава с термина „финиш“ или „финиширане“,[3]. От неговото качество и правилно прилагане зависи трайността им.

При облагородяването на повърхности от дървесина или дървесни материали със защитно декоративни покрития, трябва да се вземат следните по-важни фактори: влажност, съсъхване, набъбване на дървесината, дървесен вид, наличие на недостатъци, пористост, чистота и грапавост на повърхнините подлежащи на обработване. Тези фак-

тори могат да причинят в процеса на финализиране недостатъчно сцепление между покритието и подложката (основата, върху която са формирани) и да станат причина за разрушаването му, [8].

Целта на настоящето изследване е да се установи влиянието на грапавостта на дървесната основа върху гланца на защитно – декоративни покрития, формирани върху изделия, експлоатирани в интериора (мебели, ламперии, стълби, подови настилки).

МАТЕРИАЛИ И ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ МЕТОДИ

При избора на дървесина и дървесни материали е взето предвид състоянието на мебелната индустрия и най- използваните от нея материали при производството на този вид изделия (мебели). За провеждане на експериментите е избрана дървесина от смърч (*Picea abies*) и бук (*Fagus sylvatica*). В България тези материали са с най- големи запаси и са традиционно използвани за производство на мебели и други изделия.

За изпълнението на основната задача от всеки вариант са изработени по 36 бр. пробни тела с размери 300/50/20mm. С цел установяване влиянието на грапавостта на основата върху гланца на покритията същата е обработена по четири начина: надлъжно – плоско фрезозане (рендосване); шлифоване с шкурки № 40, № 80 и № 100. Пробите, чийто повърхности са получени чрез надлъжно – плоско фрезозане са означени с индекс R. Пробите, чийто повърхности са получени чрез шлифоване с шкурки №40, № 80 и №100 са означени с индекси 40, 80 и 100. Експерименталните проби са означени както следва: проби тела от дървесина на бук с буква F (плътност 650 kg/m³; влажност 9.5±0.5%); пробни тела от дървесина на смърча с букви PA (плътност 425 kg/m³ при влажност 9,4±0.6%).

За формиране на защитно-декоративните покритията са използвани две филмообразуващи системи: AF – 5350, акрилатен лак производство на фирма Sayerlack – Италия и органично разтворим полиуретанов лак Finipur 683/50BS, производство на фирма Astravernici – Италия. Лакът AF - 5350 е на основана на акрилатни съполимери, ха-

рактеризиращи се с наличието на крайни хидроксилни групи. Именно този факт е причина лака да се разрежда с вода. Пробните тела обработени с този лак са означени с буква А. Полиуретанов двукомпонентен лак Finipur 683/50BS, който е на основата на полиуретанови смоли, разтворени в букет от разтворители (ксилол, толуол, изобутил – ацетат, n – бутил – ацетат). Подобен е и вещественият състав на грунда (primer) Finipur 30 E. Пробните тела финиширани с полиуретановата система (грунд + лак) са означени с буквите Pu. Работната смес от плууретановите продукти е получена съгласно указанията на фирмата производител, като на 100 обемни части лакова основа са прибавени 50 обемни части втвърдител В – 640 и 25 обемни части разредител № Т102, съставен от ксилол, толуол, изобутил – ацетат, n – бутил – ацетат. Характеризира се с рН = 5. Техническата характеристика на полиуретановите продукти е предствена в

таблица 1. Техническата характеристика на акрилатния лак е представена в таблица 2. Техническата характеристика на получените работни смеси е представена в таблица 3.

Грапавостта на повърхността на дървесната основа, върху която са формирани покритията е измерена с помощта електронен профилометър модел 283 П69 – Русия, показан на (Фиг. 1). Профилометрите са предназначени за измерване на параметъра на грапавост Ra. Действието им се основава на опипване на изследваната повърхнина от диамантена игла на датчика и преобразуване на линейните трептения на иглата, съответстващи на грапавините на повърхнините в електрически сигнал. С помощта на електронен блок се обработват получените от датчика електрически сигнали и резултатите от измерването се предават на регистриращ уред [2;7].

Таблица 1

Техническа характеристика на полиуретановите продукти

Показатели	Полиуретанов лак Finipur 683/50	Полиуретанов грунд Finipur 30 E	Втвърдител В-640
Веществен състав	Разтвор на PU смоли в букет от разтворители	Разтвор на PU смоли в букет от разтворители	Изоцианати
Цвят	Медно-кехлибарен	Медно-кехлибарен	Бледожълт
Външен вид	Средновискозна течност	Средновискозна течност	Нисковискозна течност
Плътност, [kg/l]	0,975 - 0,985	0,975 - 0,985	0,961 - 0,963
Нелетлива част, [%]	45	45	24
Вискозитет по ВЗ-4, [s]	100 -120	100 - 120	65
рН	6	6	5

Таблица. 2

Техническа характеристика на акрилатен лак AF-5350 – SAYERLACK

Област на приложение	Безцветен лак за мебели
Външен вид	Млечно бяла емулсия
Сухо вещество, [%]	34
Вискозитет по ВЗ-4, [s]	20-24
Степен на съхливост, при t =20°C и 65% влажност, [min]	
- до „незадържане на прах”	15–20
- до „сухо при допир”	30–40
- до „възможно нанасяне на второ покритие”	60
- до „възможно шлайфане”	240
Брой на покритията	max. 3

Техническа характеристика на използваните работни смеси (разтвори)

Показатели	Работни смеси		
	Finipur 683/50 + B – 640 + T102	Finipur 30E + B – 640 + T102	AF – 5350 + 10% H ₂ O
Съдържание на сухо вещество, [%]	38	35	24
pH	5	5	8
Вискозитет по ВЗ-4, [s]	16	18	21
Жизнеспособност, [min]	240	240	-
Разход, [g/m ²]	150	180	-
Време между две нанасяния: по метода „мокро в мокро” (wet on wet) при t = 20°C, [min]	40	35	24
Друг метод след шлайфане (after sanding), не по- малко от, [h]	24	24	24
Степен на съхливост, [min]			
- до „незадържане на прах” (dust free);	20	30	60
- до „сухо при допир” (touch free);	40	50	90
- до „възможно нанасяне на второ покритие” (recotable);	50	60	120
- до „възможно шлайфане”;	1440	1440	240
Оптическа характеристика на филма	Сатен (полумат)		
Твърдост по махален метод	0,42	0,35	0,32



Фиг. 1. Електрически профиломер, модел 283 П – 69

Грапавостта на повърхностните покрития е измерена и отчетена два пъти, съгласно регламентите на БДС 15646:1983. Първият път е веднага след изсъхването на покритието до степен „възможно шлайфане”, а второто измерване е извършено половин година след първото, непосредствено преди да бъде измерен гланца на повърхностните покрития.

Измерването на огледалното отражение на повърхнините (гланц) е извършено с гланцомер модел TRICOR, при ъгъл на измерване 60°, съгласно регламентите на БДС EN ISO 2813:1999. Уредът е калибриран в началото на всяка серия от измервания и по време на измерванията на интервали, с честота, осигуряваща постоянни показани-

ния. За целта е използвана черна стъклена плочка, към която се насочва измервателната повърхнина на уреда. Отчетените стойности от дисплея на апарата са сравнявани с еталонна за ъгъл 60°, даден от завода производител.

Формирането на течните покрития е извършено чрез въздушно разпръскване с шприц пистолет в кабина за лакиране в Лесотехнически университет – София. Тя е показана на (Фиг. 2). Нанасянето е извършено с шприц пистолет с диаметър на дюзовия отвор $d = 1,9 \text{ mm}$ и налягане на въздуха $0,3 - 0,45 \text{ N/mm}^2$.



Фиг. 2. Шприц кабина за нанасяне на течни покрития

Шприцването е извършено с пистолет Stemlin с горно разположение на казанчето. След шприцването пробните тела са кондиционирани в течение на 240 min при стаини условия ($t = 20^{\circ}\text{C}$ и $\phi = 65\%$) с цел втвърдяване на покритието. Преди повторното нанасяне, пробните тела са шлифовани с абразивна хартия № 280 ръчно с лек натиск и обезпрашавани. Преди и след всяко нанасяне пробните тела са претеглени с цел определяне на разхода, [6].

Разходът е изчислен по уравнение (1):

$$Mf = \frac{m_2 - m_1}{S}, g / m^2 \quad (1)$$

където: Mf е разход на филмообразуващата течност, $[g/m^2]$;

m_1 – начална маса на пробата, $[g]$;

m_2 – масата на пробата с нанесена филмообразуваща течност, $[g]$;

S – площ на пробата, $[m^2]$;

След окончателното втвърдяване на покритието пробните тела са претеглени и е определена сухата маса на покритието по уравнение (2):

$$Mdc = \frac{m_3 - m_1}{S}, g / m^2 \quad (2)$$

където: Mdc е сухата маса на покритието, $[g/m^2]$;

m_3 – крайна маса на пробата с покритието в сухо състояние, $[g]$;

m_1 – началната маса на пробата без покритие, $[g]$;

S – площ на пробата, $[m^2]$;

Нелетливата част на филмообразуващите течни смеси е определена съгласно регламентите на БДС EN 3251:1998 „Бои и лакове. Определяне на нелетливите вещества в бои и лакове и в свързващи вещества на бои и лакове”, [4].

Дебелината на сухото покритие е определена с микрометър с точност $0,01\text{mm}$ ($10\mu\text{m}$) по уравнение (3):

$$\delta_{dc} = \delta_f - \delta_s, \mu\text{m} \quad (3)$$

където: δ_{dc} е дебелина на сухото покритие, $[\mu\text{m}]$;

δ_f – дебелина на пробното тяло с нанесено покритие, $[\mu\text{m}]$;

δ_s – дебелина на пробното тяло без покритие, $[\mu\text{m}]$;

Данните относно гланца на формираните твърди покрития към съветната дървесна основа са обработени вариационно статистически по метода на най- малките квадрати като са определени: $Aver$ – средно аритметична величина; StD – средно квадратично отклонение; Er – средна грешка; p – показател на точност [Стоянов И.:1986].

За установяване на достоверността на разликите между отделните варианти са изчислени стойностите на коефициента (критерия) на Стюдънт по уравнение (4):

$$m_d = \frac{Aver_1 - Aver_2}{\sqrt{Er_1^2 + Er_2^2}} \quad (4)$$

Резултатите са достоверни при $m_d \geq 3,00$.

РЕЗУЛТАТИ И АНАЛИЗИ

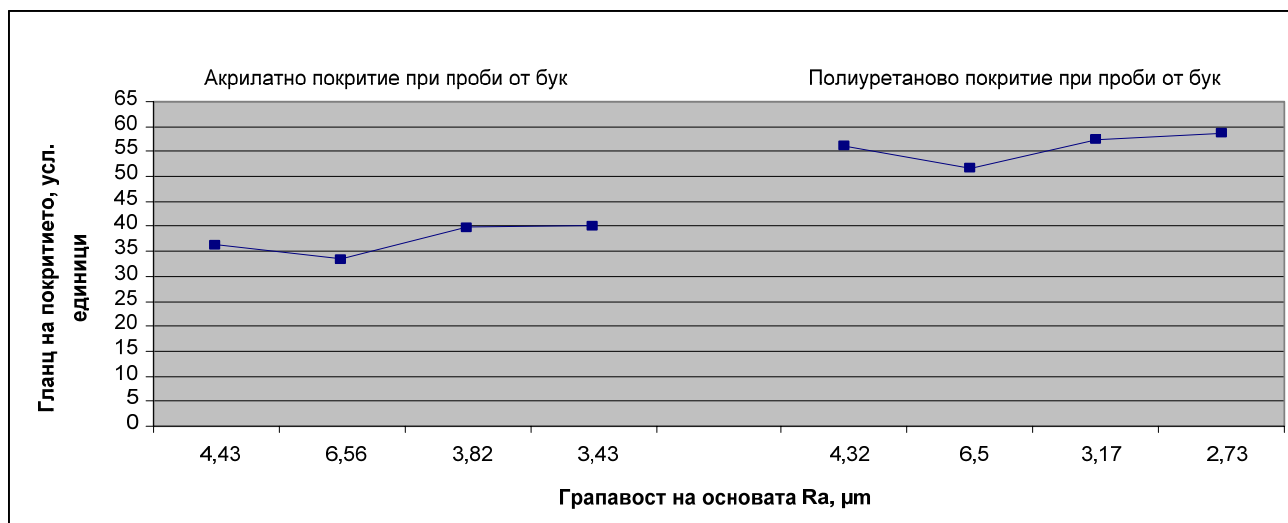
Получените резултати са предствени за всяка дървесна основа в таблици и фигури.

В таблица 4 са предствени параметрите на изменение на показателите и на гланца на повърхностните покрития, формирани с полиуретанова система и с акрилатен водоразредим лак върху основа от буква дървесина. На фиг. 3 е показана зависимостта между началната грапавост на дървесната основа и гланца на повърхностното покритие.

Таблица 4

Гланц на акрилатни и полиуретанови покрития, нанесени върху дървесина от бук

Серия	$\delta_{пок.}$, [μm]	M_{dc} , [g/m^2]	R_{a1} , [μm]	R_{a2} , [μm]	R_{a3} , [μm]	Гланц	StD	Er	V, [%]	P, [%]
FRA	68	184	4,43	2,43	1,79	36,32	6,18	1,13	17,02	3,11
F40A	90	185	6,56	2,93	2,04	33,31	4,06	0,74	12,19	2,22
F80A	66	176	3,82	3,05	2,94	39,76	6,93	1,26	17,43	3,17
F100A	64	172	3,43	2,7	1,45	40,22	7,04	1,28	17,50	3,18
FRPu	250	394	4,32	2,00	0,98	56,06	10,12	1,85	18,05	3,30
F40Pu	260	327	6,50	2,46	1,03	51,71	9,34	1,70	18,07	3,28
F80 Pu	230	352	3,17	2,98	2,26	57,34	10,58	1,93	18,45	3,37
F100Pu	220	327	2,73	1,36	0,54	58,67	11,07	2,02	18,87	3,44

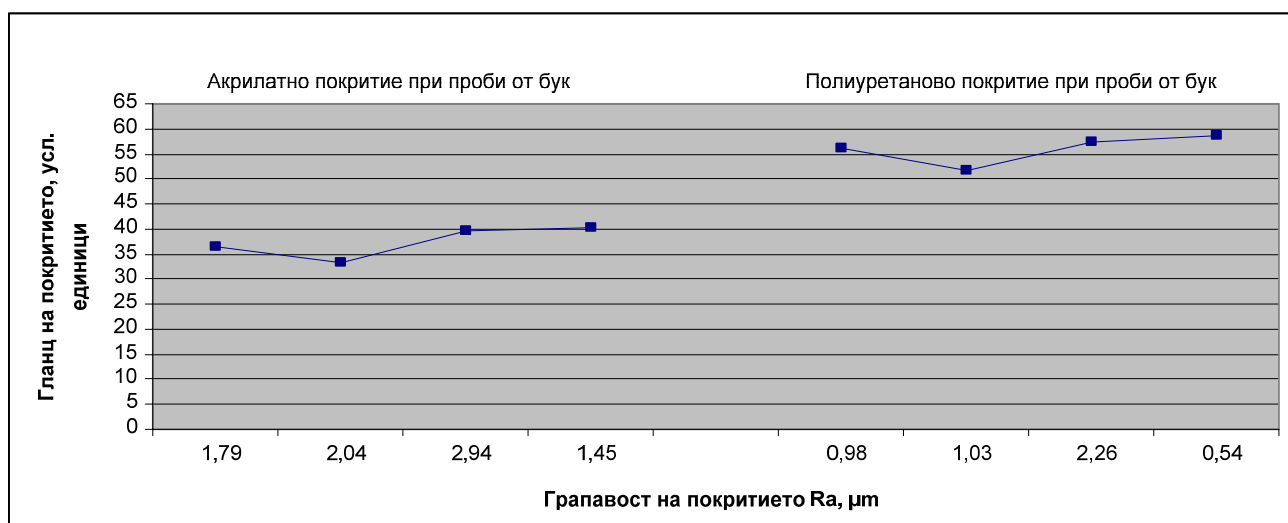


Фигура 3: Влияние на грапавостта на основата върху гланца на акрилатно и полиуретаново покритие към дървесина на бук

При сравняване на серии от дървесина на бук FRA и FRPu се установява, че серията FRA ($Ra = 4,43\mu\text{m}$) има малко по-високи стойности на грапавостта на дървесната основа в сравнение със серията FRPu ($Ra = 4,32\mu\text{m}$). Подобна тенденция се наблюдава и при останалите серии от дървесина на бук – F40A и F40 Pu, както и при F100A и F100Pu. При измерване и отчитане на гланца на покритието, се установява, че съществува зависимост между грапавостта на дървесната основа и огледалното отражение на покритието, която е обратнопропорционална. Т.е. с увеличаване на качеството на обработка на дървесната основа (с намаляването на грапавостта) се увеличава и гланца на повърхностното покритие и обратното. На фиг.3 е показано, че при употребата на полиуретанова система върху дървесина от бук се получават покрития с по- голям гланц в сравнение с тези,

формирани от акрилатни водоразредими лакове. При анализа на стойностите на коефициента на Стюdent се установява, че разликите в стойностите на огледалното отражение на покритието между сравняваните варианти са достоверни, тъй като стойностите на коефициента са по- големи от 3. Например между сериите F100A и F40Pu разликата от 11,49 единици е достоверна, тъй като коефициента на Стюdent има стойност 5,42. Това явление се обяснява с теорията, че при употребата на водоразредим акрилатен лак, разтворителят (водата) причинява набъбване на дървесните влакна, а това води до увеличаване на грапавостта на дървесната подложка.

На фиг. 4 е изобразена зависимостта между гланца и грапавостта на повърхностното покритие, формирано върху проби от дървесина на бук.



Фиг. 4. Влияние на грапавостта на покритието върху гланца на акрилатно и полиуретаново покритие към дървесина на бук

От графиката става ясно, че полиуретановите покрития имат по- високи стойности на огледално отражение в сравнение с акрилатните покрития. Зависимостта между гланца и грапавостта на покритието е обратнопропорционална, както се вижда на графиката. Т.е. с нарастване на стойностите на грапавост на покритието, гланцът на същото намалява. При анализа на стойностите на коефициента на Стюdent се установява, че разликите в стойностите на гланца на покритието между сравняваните варианти са достоверни, тъй като стойностите на коефициента са по- големи от 3. Например между сериите F100Pu и F40Pu разликата от 6,96 единици е достоверна, тъй като коефициента на Стюdent има стойност 3,01. При сравняване на стойностите на гланца между сериите F100A и F40A, също се наблюдава значителна разлика – 6,91 единици, която е достоверна, тъй

като коефициента на Стюdent има стойност – 4,67.

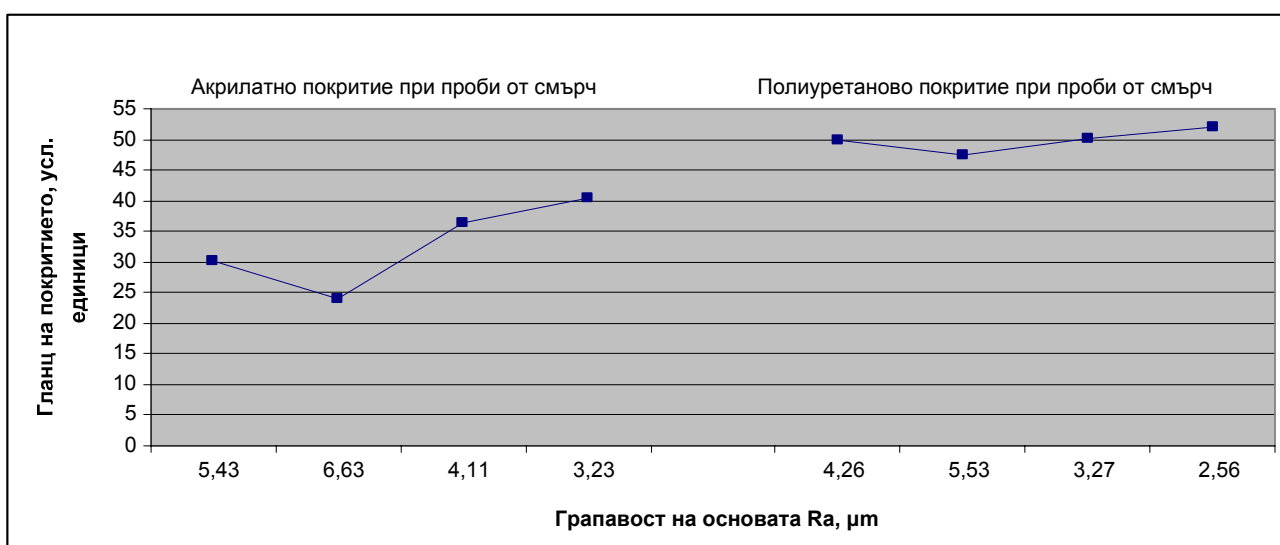
В таблица 5 са предствени стойностите на изменение на показателите и на гланца на повърхностните покрития, формирани с полиуретанова система и с акрилатен водоразредим лак върху основа от дървесина на смърч.

От фиг.5 се установява, че разликата от 19,71 между сериите PARA и PARPu е достоверна, тъй като коефициента на Стюdent има стойност 12,02. Тази стойност потвърждава тезата, че видът на покритието оказва съществено влияние върху гланца му. Съществено значение оказва и грапавостта на дървестната основа от смърч, върху гланца на формираното покритие от полиуретанова филмообразуваща система. Това се потвърждава от достоверната разлика - 4,73, получена между сериите PARPu и PA100Pu, тъй като коефициента на Стюdent е 3,07.

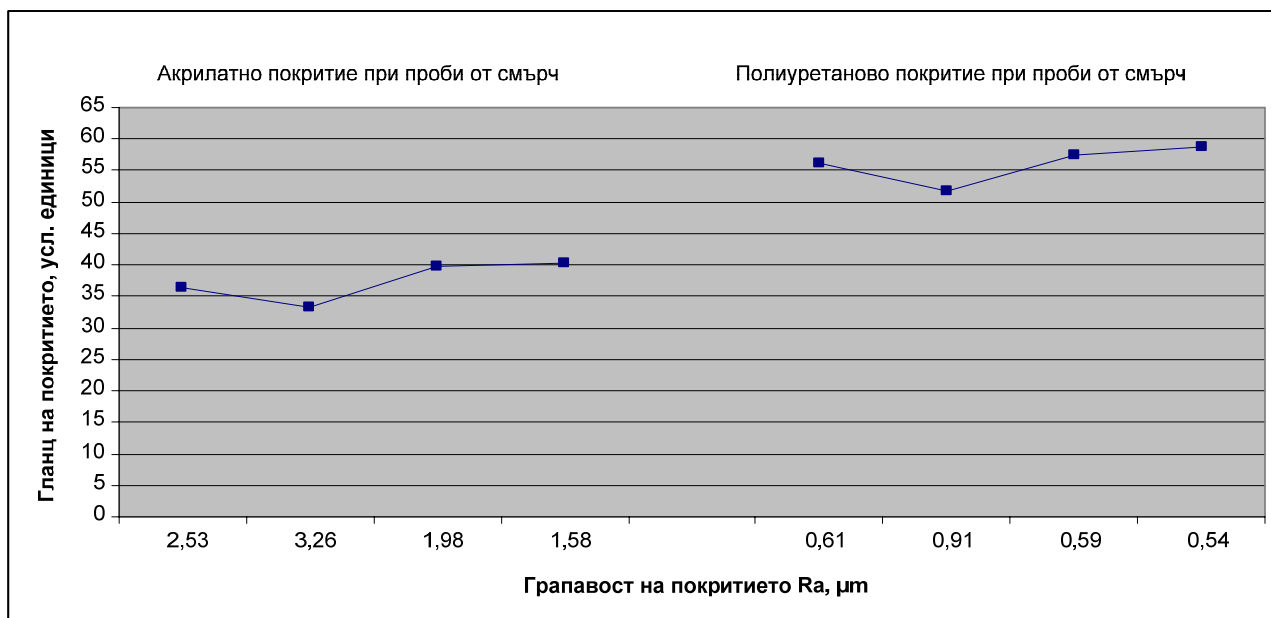
Таблица 5

Гланц на акрилатни и полиуретанови покрития, нанесени върху дървесина от смърч

Серия	δпок., [μm]	M _{dc} , [g/m ²]	R _{a1} , [μm]	R _{a2} , [μm]	R _{a3} , [μm]	Гланц	StD	E _r	V, [%]	P, [%]
PARA	60	219	5,43	3,73	2,53	30,18	3,52	0,64	11,66	2,12
PA40A	63	258	6,63	4,10	3,26	23,87	2,94	0,54	12,32	2,26
PA80A	58	223	4,11	3,86	1,98	36,42	6,15	1,22	16,89	3,35
PA100A	56	227	3,23	2,50	1,58	40,52	7,53	1,37	18,58	3,38
PARPu	220	597	4,26	1,42	0,61	49,89	8,27	1,51	16,76	3,06
PA40Pu	230	543	5,53	1,30	0,91	47,33	8,52	1,55	16,71	3,04
PA80Pu	225	572	3,27	1,33	0,59	50,18	8,75	1,60	17,44	3,19
PA100Pu	220	567	2,56	1,28	0,54	52,06	9,16	1,67	17,94	3,27



Фиг. 5. Влияние на грапавостта на основата върху гланца на акрилатно и полиуретаново покритие към дървесина на смърч



Фигура 6: Влияние на грапавостта на покритието върху огледалното отражение на акрилатно и полиуретаново покритие към дървесина на бук

От фиг.6 се вижда, че при сравняване на грапавостта и гланца на покритието при отделните серии съществува обратнопропорционална зависимост между съпоставяните параметри. При сравняване на сериите Ra100A(3,26μm) и Ra40A(1,58μm), съществува разлика от 1,68 единици, която е достоверна, тъй като коефициента на Стюдент има стойност – 3,57. Разликата в стойностите на гланца между тези две серии е 16,65 единици. За достоверността на тази разлика се твърди по стойността на коефициента на Стюдент, която е 11,33. Тези стойности показват, че грапавостта на акрилатното покритие оказва съществено влияние върху гланца му.

ИЗВОДИ И ПРЕПОРЪКИ

На основа на получените резултати относно влиянието на структурата на повърхността на основата върху гланца на защитно - декоративните покрития могат да се изведат следните по-важни изводи:

1. Грапавостта на твърдото защитно – декоративно покритие зависи съществено, както от началната грапавост на дървесната основа, върху която е формирано, така и от строежа и състава му. Върху по-грапави основи се формират по-неравни и матови покрития, т.е. зависимостта е обратно пропорционална между гланц на покритието и грапавост на дървесната основа.

2. Стойностите на гланца на полимерните защитно – декоративни покрития към основата, върху която са формирани, зависят главно от грапавостта ѝ, а също така и от дървесния вид. Стойностите на огледалното отражение на филмовите покрития, формирани върху твърда дървесина

(бук) са по-високи в сравнение с тези формираны към по-мека дървесина от иглолистни дървесни видове.

3. С двукомпонентните полиуретанови филмообразуващи системи се формират по-гладки, и с по-висок гланц защитно – декоративни покрития в сравнение с тези формираны с акрилатни водоразредими състави.

Гланцът на твърдите полиуретанови покрития, формираны върху основа, предварително механично обработена с шкурка №40 (т.е. най-грапавата дървесна повърхност) от широколистна масивна дървесина - бук е 51,71 единици, а от иглолистна дървесина - смърч съответно 47,33 единици. Формираните с акрилатен водоразредим лак повърхностни покрития, при които дървесната основа е шлайфана с шкурка №100 (т.е. най-гладката дървесна основа) е 40,22 единици за дървесина от бук и 40,52 единици при иглолистна дървесина - смърч.

Въз основа на проведените експериментални изследвания и направените изводи, могат да се предложат следните препоръки при работа с лакови материали:

Когато се иска получаване на гладко матово покритие с полиуретанов лак Finipur 683/50BS, повърхностите на мебелните детайли трябва да се шлайфат с шкурка №100, като след всяко последващо нанасяне на лаково покритие, повърхността трябва да се шлифова с шкурка №280 или №320.

Настоящата статия е изготвена на основа на резултати, получени при разработване на проект № 44/13.04.2009г, финансиран от фонд НИ при НИС – ЛТУ, София.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

БДС 15646:83. Продукция от дървесина. Грапавост на повърхнините. Параметри и числени стойности.

БДС 4622:86. Изделия от дървесина и дървесни материали. Грапавост на повърхнините. Метод за определяне на параметрите.

БДС EN ISO 4618:2006 Термини отнасящи се до филмообразуващи материали

БДС EN ISO 3251:1998 Бои и лакове. Определяне на нелетливите вещества в бои и лакове и свързващи вещества на бои и лакове

БДС EN ISO 2813:1999 „Определяне на огледалното отражение на неметални лакобояджийски покрития при 20°, 60° и 85°

БДС ISO 6504/1:2002 Бои и лакове. Определяне на покривността

Гочев, Ж.(2005), Ръководство за упражнения по рязане на дървесината и дърворежещи инструменти, София 2005,232с

Панайотов, П.; Ж, Гочев; Д, Борисов (2010), Влияние на грапавостта на повърхността върху адхезията на филмови защитно – декоративни покрития – сп.Дървообработване и производство на мебели 2010, 1, 8 – 19

Стоянов, И.(1986), Математическо моделиране и оптимизиране на технологични обекти, ИК Техника, София 1986, 246с

Продуктов каталог „Astravernici” (Италия)

Продуктов каталог „Sayerlack” (Италия)

Rothkamm, M.,(2003). Lack Handbuch Holz, DRW – Verlag 2003 Leinfelden – Echterdingen, 226с

Technical data sheet „Finipur 683/50” Astravernici (Италия)

Technical data sheet,, Finipur 30 - E” Astravernici (Италия)

Technical data sheet,, AF - 5350” Sayerlack (Италия)

<http://www.astravernici.it>

<http://www.sayerlack.it>

INVESTIGATES THE INFLUENCE OF ROUGHNESS OF THE WOOD ON THE GLOSS OF PROTECTIVE-DECORATIVE FILMS

**Panayot Panayotov, Galina Saykova,
Zhivko Gochev
University of Forestry – Sofia,
e-mail: galina.saykova@gmail.com**

SUMMARY

This report experimentally investigated the influence of roughness of the wood based on the gloss of the protective - decorative films. Established and the factors affecting the decorative feature (glow) of the solid coating. For this purpose used test fixtures wood beech and spruce, one-component water-soluble acrylic lacquer and two-component polyurethane varnish. High-gloss surface film is determined in accordance with regulations of BS EN ISO 2813:2001 with glantsomer an angle of incidence of the luminous flux of 20 °, 60 ° and 85 °. Test results obtained showed significant roughness of the wood based on the gloss of the coating film formed on it.

Key words: gloss, roughness, solid wood, polyurethane varnish, acrylic

ОПТИМИЗИРАНЕ СЪСТАВА НА АКРИЛНИ БОИ ЗА ДЪРВЕСИНА

Румяна Бонова

Катедра Производство на мебели, Лесотехнически университет – София,

e-mail: rummy_kb@abv.bg

РЕЗЮМЕ

Един от най-разпространените начини за съхраняване на дървесните повърхности е чрез нанасяне на лаково покритие. То осигурява защита на дървесината в продължение на 5 до 30 години в зависимост от вида на покритието. Вида на покритието от своя страна зависи от това къде ще бъдат прилагани изделията от дървесина и дървесни материали. Когато се цели изпъкване на красивата текстура на дървесния вид на изделие от масивна дървесина или фурнировани плоскости се полагат прозрачни покрития. Непрозрачни покрития се полагат върху изделия с декоративен характер когато целта е оцветяване в определен цвят. Прозрачни покрития се формират с лакове, а не прозрачни покрития се формират с бои.

В настоящата работа са изследвани възможностите за получаване на оптимален състав на акрилни бои за дървесина. Целта на представената работа е да бъде определено влиянието на количеството на влаганите в боите компоненти върху свойството на формираните с тях покрития: адхезия.

Ключови думи: бук, дъб, адхезия, акрилна емулсия, пигменти, покритие, лак, боя, мебели.

УВОД

Дървесината е една от най-важните суровини на земята. За това се стремим непрекъснато към създаването на нови и по-ефективни методи за нейната защита и увеличаване на нейните експлоатационни и естетически качества [5]. Усъвършенстването на покритията за дървесина и дървесни материали са част от този глобален процес [4]. Все по-широката употреба на различни по своя химичен състав лакови продукти е продиктувана от бурното развитие на мебелното производство през последните няколко години [4]. В края на 90-те използването на полиуретанови, нитроцелулозни и полиестерни лакове в България беше многократно по-голямо в сравнение с това на водоразредимите лакови системи [7]. Въвеждането на по-строги ограничения при използването на органични разтворители доведе до бързото навлизане на пазара на новите екологични продукти [7]. Наред с изискванията за екологичност не по-малко важни са и изискванията към физико-

механичните показатели на тези материали [6]. Не толкова здрави и устойчиви в началото, през последните години качеството на тези продукти се повиши многократно [6]. Строгия екологичен контрол и стремежа към усъвършенстване на свойствата, доведоха до появата на едно ново поколение материали, които се налагат не само в Европа, но и успешно навлизат на българския пазар. Тъй като продуктовата гама в областта на защитно-декоративните покрития е твърде голяма в настоящия доклад ще бъдат разгледани само водоразредими покрития на акрилна основа. Те са продукт съответстваш на съвременните изисквания за екологичност и естетика на заобикалящата ни среда.

Целта на настоящото изследване е да се оптимизира състава на акрилна боя за дървесина като се определи оптималното количество на влаганите компоненти, за да се получат най-добри показатели на свойството адхезия на формираните покрития.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОД НА РАБОТА

Компонентите, които са използвани за получаване на акрилната боя са: свързващо вещество – акрилна емулсия Primal AC 35; пигмент – железен оксид (FeO) цвят оранж и втвърдител – изоцианат MOBINEL 2K HS втвърдител 4500. Покритията са формиранни върху букова дървесина.

Техническа характеристика на емулсията Primal AC 35 производство на Kremer Pigmente GmbH & Co. KG – Германия

Форма:	течност
Цвят:	бял
Миризма:	амоняк
Точка на кипене:	100 °C., 212 F
Точка на топене:	0 °C, 32 F
Точка на възпламеняване:	незапалим
Плътност:	< 1 g/ml
Разтворимост във вода:	разтворим
pH – стойност:	8.0 – 8.6
Вискозитет:	< 600,000 mPa.s
Процент летливост:	50 – 52 %

**Техническа характеристика на пигмента
железен оксид оранж (FeO) производство на
Kremer Pigmente GmbH & Co. KG – Германия**

	48060
	Eisenoxidorange
	960 grünlich
Химическо наименование:	Synthetisches Eisenoxid α -FeOOH
Форма:	прах
Цветен индекс:	пигмент жълт 42 (77492) пигмент червен 101 (77491)
Съдържание на Fe ₂ O ₃	88 %
Съдържание на SiO ₂ + Al ₂ O ₃	3 %
Влажност:	0.5 %
Форма на частиците:	преобладаващо игловидни
Големина на частиците:	0.1 – 0.6 μ m
Насипна плътност:	0.4 – 0.8 g/ml
Плътност:	4.5 g/ml

**Техническа характеристика на втвърдителя
MOBHEL 2K HS втвърдител 4500 производство
на HELIOS – Словения**

Форма:	течност
Цвят:	прозрачен до бледо кехлибарен
Миризма:	специфична за органичните разтворители
Точка на кипене:	126 °C
Точка на запалване:	31 °C
Точка на възпламеняване:	370 °C
Гъстота:	1.01 kg./l
Разтворимост във вода:	неразтворим
pH – стойност:	N. A.
Вискозитет:	13 s.
Съдържание на сухо вещество:	55 %
Граници на експлозивност под:	1.1 % обем
Граници на експлозивност над:	6.6 % обем
Налягане на парите:	1066 Pa/20 °C

При формирането на покритията върху основата е отчетен разхода на материал и е проследен процеса на съхнене т. е. кинетиката на втвърдяване на покритията. Определена е дебелината на готовите покрития и тяхната маса в сухо състояние.

Адхезията на покритията е определена по метода на изтръгването на метален цилиндър (щемпел) регламентиран от БДС EN ISO 4624:2004.

Стойността на адхезията се определя по уравнение (1):

$$\sigma_a = 0,032.F, N / mm^2 \quad (1)$$

където: F е разрушаваща сила, N

Получените резултати са обработени вариационно статистически по метода на най-малките квадрати.

Оптимизацията на състава на боята е извършена по метода на Шефе за симплексни решетъчни планове [3]. Теоритичният модел е от трета непълна степен и има вида (2):

$$Y = b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3 \quad (2)$$

РЕЗУЛТАТИ И АНАЛИЗИ

Съгласно метода на оптимизация е определен състава на опитните образци, който е представен в таблица 3.

В таблица 1 се намират координатите на върховете в подобластта, а в таблица 2 са компонентите и съответно псевдокомпонентите на сместа.

Таблица 1

Координати на върховете в подобластта			
S ₁	0.7	0.1	0.2
S ₂	0.9	0.1	0
S ₃	0.7	0.3	0

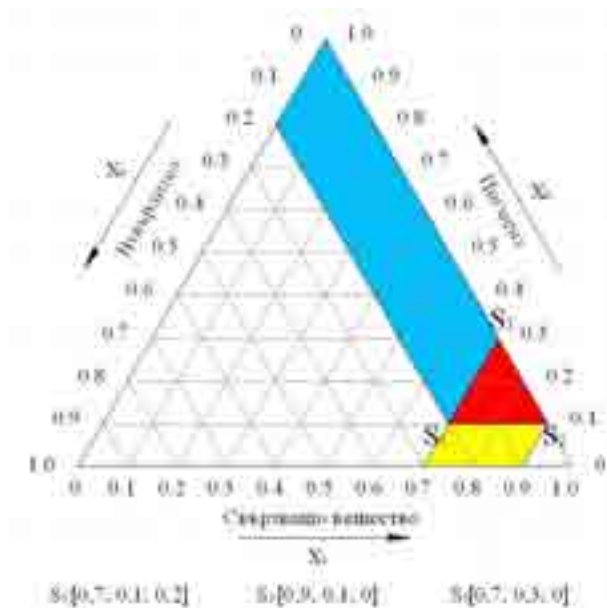
Таблица 2

X ₁ – Z ₁ - св. в-во
X ₂ – Z ₂ - пигмент
X ₃ – Z ₃ - втвърдит.

Таблица 3

№ на опита	Псевдокомпоненти			Начални компоненти			Маса на компонентите, kg/100 g		
	Z ₁	Z ₂	Z ₃	X ₁	X ₂	X ₃	св. в-во	пигмент	втвърдит.
1	1	0	0	0.70	0.10	0.20	0.070	0.010	0.020
2	0	1	0	0.90	0.10	0.00	0.090	0.010	0.000
3	0	0	1	0.70	0.30	0.00	0.070	0.030	0.000
4	0.5	0.5	0	0.80	0.20	0.00	0.080	0.020	0.000
5	0.5	0	0.5	0.80	0.10	0.10	0.080	0.010	0.010
6	0	0.5	0.5	0.70	0.20	0.10	0.070	0.020	0.010
7	0.3333	0.3333	0.3333	0.77	0.17	0.07	0.077	0.017	0.007
8	0.25	0.5	0.25	0.75	0.2	0.25	0.075	0.020	0.025
9	0.5	0.25	0.25	0.8	0.15	0.05	0.080	0.015	0.005
10	0.25	0.25	0.5	0.75	0.15	0.1	0.075	0.015	0.010

На фиг.1 е представена диаграма на състава на боята като компонентите, които са използвани за получаване са: свързващо вещество, пигмент и втвърдител. От диаграмата се виждат границите на изменене на компонентите и областта, в която те се припокриват.



Фиг.1 Диаграма на състава на сместа (боята)

Теоритичния модел на адхезията има вида (3):

$$\sigma_a = 8.69x_1 + 7.12x_2 + 6.48x_3 + 4.46x_1x_2 + 4.98x_1x_3 + 0.08x_2x_3 + 11.40x_1x_2x_3, N / mm^2 \quad (3)$$

На диаграмата състав-свойство представена на фиг.2 се вижда как влияе изменението на компонентите на боята върху адхезията на формираното покритие. С увеличаване на свързващото вещество адхезията на покритието нараства. С увеличаването на пигмента се наблюдава намаляване на стойностите на адхезията, а изменението на втвърдителя не води до съществена промяна на адхезията на покритието. Най-висока стойност на адхезията има покритие формирано от боя съставена от 82 % свързващо вещество, 14.6 % пигмент и 3.4 % втвърдител.

ИЗВОДИ:

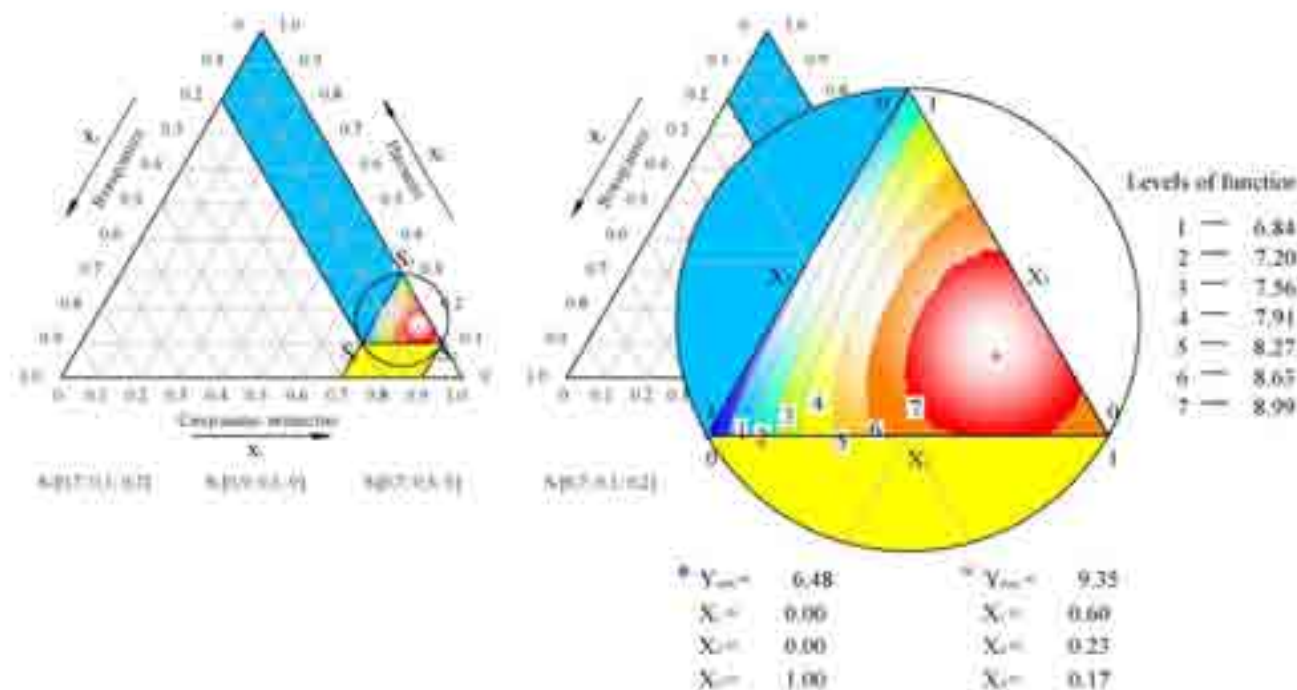
Получените резултати дават основание да се направят следните изводи:

1. Количеството на свързващото вещество оказва най-съществено влияние върху стойностите на адхезията на покритието като оптималната му стойност е 82 %.

2. Количеството на пигмента оказва влияние върху адхезията на покритието.

3. При увеличаване на количеството на пигмента FeO в състава на акрилната боя се намалява адхезията на формираното с нея покритие.

4. Количеството на втвърдителя не оказва съществено влияние върху адхезията на акрилната боя.



Фиг.2 Диаграма състав – свойство (адхезия)

ЛИТЕРАТУРА

БДС 10908:1973 Материали лаково-бояджийски. Време за престояване на покритията преди изпитванията

БДС EN ISO 4624:2004 Бои и лакове. Изпитване на опън за определяне на адхезията (ISO 4624:2002)

Вучков, И., С. Стоянов (1986). Математическо моделиране и оптимизиране на технологичните обекти. Издателство Техника 1986 г.

Панайотов, П. А. (2001). Лепила и материали за защитно-декоративни покрития; Издателска къща на ЛТУ – София, 2001, 250 с.

Панайотов, П. А. (2001). Стокознание. ИК Лотус ИС, С., 2001, 268 с.

Панайотов, П. А. (2003). Анализ на качествените показатели на лаково-бояджийските материали и на техните покрития върху дървесина – Сборник научни доклади на МНК „50-години ЛТУ”. Секция Управление и устойчиво развитие. Юндола 2003, 72-76.

Петкова, В. „Пуцоланова активност на комбинирана добавка за нов силикатен композит” – X-ти Юбилеен симпозиум „ЕКОЛОГИЯ-2001”, 07 – 09.06.2001 Бургас, 353-358.

Беленький, Е. Ф., И. В. Рискин (1974). Химия и технология пигментов. Издателство ХИМИЯ. Ленинградское отделение, 1974, 655 с.

Индейкин, Е. А., Л. Н. Лейбзон, И. А. Толмачев (1986). Пигментирование лакокрасочных материалов. Издателство ХИМИЯ. Ленинградское отделение, 1986, 159 с.

Hora, G. 2002: Improving wet adhesion of water-borne acrylic dispersion on wood by bond activation. Third international symposium on adhesion aspects of polymeric coatings. 23 – 24 May, Providence, Rhode Island (USA).

Rijckaert, V., Stevens M., Acker V. 2001: Effect of some formulation parameters on the penetration and adhesion of water-borne primers into wood. Holz als Roh – und Werkstoff. 59: 344 – 350.

<http://www.specialchem4coatings.com/>

OPTIMIZATION OF THE COMPOSITION ACRYLIC PAINTS ON WOOD

Rumiana Bonova

University of Forestry - Sofia

e-mail: rummy_kb@abv.bg

Abstract

One of the most common ways to keep the wood surfaces by applying a lacquer coating. It protects the wood for 5 to 30 years depending on the type of coverage. Type of coverage in turn depends on where the devices will be used for wood and wood materials. When the projection targets of the beautiful texture of tree species of a device made of solid wood or veneered panels shall be transparent coatings. Opaque coatings are applied on products with decorative nature where the goal is to color a certain color. Transparent coatings are formed by varnishes and not transparent coatings are formed with paints.

In this study tested the possibilities of obtaining optimal composition of acrylic paint on wood. The aim of the presented work is to determine the influence of the amount of paint put into components on the properties of coatings formed with them: adhesion.

Key words: beech; oak; adhesion; acrylic emulsion; pigments; coating; varnish; paint; furniture.

DESIGN OF LOW-COST STRUCTURAL SYSTEM FOR WOOD STRUCTURES, SUITABLE TO SATISFY PASSIVE HOUSE STANDARD

Jozef Štefko ¹, Pavol Sedlák ²

Faculty of Wood Science and Technology, Technical University in Zvolen, Slovakia,
¹e-mail: stefko@vsld.tuzvo.sk, ²e-mail: sedlak@vsld.tuzvo.sk

SUMMARY

There is a development of wood based external envelope described in this article. Together with the prototype there are the research and development steps presented, also with laboratory and in-situ testing.

Key words: wood structures, passive house standard, low-cost, modular system

INTRODUCTION

Currently the development of Low Energy and Passive Houses requires building envelopes that are highly insulating and fulfils all criteria according to national standards. There are not many of such construction systems, if any, which could be used in self-building process and have low costs material input. Almost all available structure systems consists of typical „I” shape studs and are prepared as whole size wall panels, delivered to a site and assembled while using lifting equipment. Other systems are assembled on the site from small parts, requiring very detailed plans and are labour consumable.

THE REQUIREMENTS

At the very beginning, there were goals set to achieve:

- high standard of insulation, in order to use this system for low energy and passive house standard buildings
- simple assembly on site, without use of heavy lifting machinery on site
- recycling – possibility of simple dismantling and reusing
- minimal impact to the environment
- low energy demand during production
- lower than, or at least similar final price as other structural systems
- possible use of a short-size timber

DESCRIPTION OF THE SYSTEM

The system consists of 3D modules made of OSB and short wooden battens, filled with insulation. The dimensions are 1200x410x300mm (module for the

partitions is half thick) and weight is approximately 25kg including the insulation. The infill insulation of the module is not necessary however, as it can be later blown into the structure (typically cellulose blown insulation).



Fig. 1. Base and supplementary modules (without insulation)

The parts are assembled together as a brick wall, and are stabilised by the groove-and-tongue joint and by additional nailed vertical battens. The walls are then sided with optional additional insulation. The system allows using conventional floor, ceiling and roof structures.

The system was later patented and is used under „*φ-ha*” brand now.

The main advantages are quick assembly time on site, no need for cranes (suitable for self-assembling and social housing), and use of cheap short-sized timber.



Fig. 2. Assembly on a site

DEVELOPMENT OF THE DESIGN

The shape, basic assemble dimensions, used materials etc. were determined based on experience of the development team, which considered experts from civil engineering, wood processing and carpentry.

The most important insulation properties were calculated (see the following paragraph) and later tested in a

protected thermal chamber, at steady state. Apart from U values, there were also surface temperatures and heat flows evaluated, through the insulation and thermal bridges. To do this, previous extensive analysis by 3D computer simulations needed to be performed, also taking water vapour transition into account.

There was special attention paid to analysis of characteristic details with thermal bridges, with following optimisation and alternation of the details.

The example is shown, for foundation detail (Fig.3).

There was also infrared analysis performed on a selected object built using this system (by ThermoCAM E4 apparatus). It confirmed the problematic places on the structure. The wall itself is compact enough, with minute random thermal bridges.

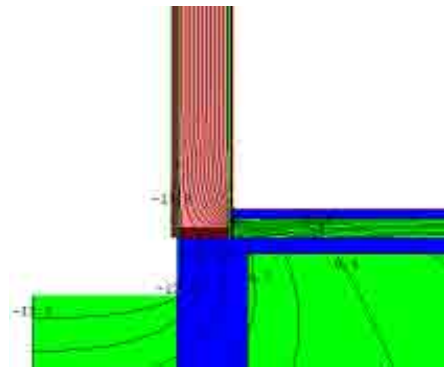


Fig. 3. The temperature distribution in the foundation detail

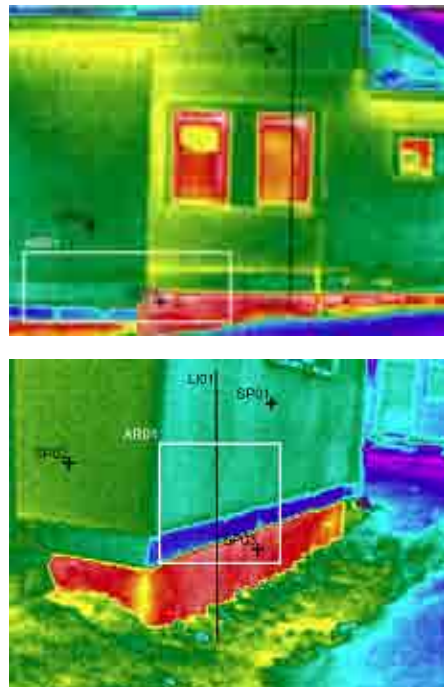


Fig. 4. Infrared images of the house

The foundation detail was reported as the weakest, due to thermal field deformation, enlarged by warm air leakage from the interior at this place. Similar situation occurred at the window jamb (but there were no windows for Passive House Standard used)

BASIC PROPERTIES

Insulation Properties

Insulation thickness was designed in order that the modules itself (without siding) achieve high thermal resistance. Based on 3D calculations and simulations, confirmed by laboratory testing in protected thermal chamber, it showed value of $6,55 \text{ m}^2\text{KW}^{-1}$, and therefore satisfied Passive House Standard (U value of $0,15 \text{ W m}^{-2}\text{K}^{-1}$). In real situation this value is enhanced by siding with additional insulation. Such a wall shows $R=7,69 \text{ m}^2\text{KW}^{-1}$ ($U=0,13 \text{ W m}^{-2}\text{K}^{-1}$), determined in accordance to Slovak standard STN 730540.

Streight Properties

The wall structure was tested for strength, according to STN 73 2030, considering compression, compression with bending and shear loading capacity. The tests were performed in accredited laboratory „Lignotesting” in Bratislava, Slovakia. The results are: partial safety factor „ γ_{exp} ” = 3,0 and service limit state „ μ ” = 0,156.



Fig. 5. Streight tests in the laboratory

CONCLUSION

After later analysis by means of computer simulation on real house, for such a house with heat recovery at ventilation (as the ventilation heat loss proved to be the highest) it should not be difficult to achieve Passive House Standard with this system, while all other components (windows, door, HVAC etc.) meet the standard.

This article was created with support of APVV Agency within LPP-0308-09 project.

УСТАНОВЯВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА ДЕБЕЛИНАТА НА ФУРНИРА И ТЕМПЕРАТУРАТА НА ПЛОТОВЕТЕ ВЪРХУ ВРЕМЕТО ЗА ДОСТИГАНЕ НА ЖЕЛАНА ТЕМПЕРАТУРА НА ГРАНИЦАТА ПЛОЧА-ФУРНИР

Васил Мерджанов¹, Димитър Ангелски²
Лесотехнически университет – София, e-mail: ¹vasilm@mail.bg, ²d.angelski@gmail.com,

РЕЗЮМЕ

Установяване на скоростта на преминаване и достигане на определено температурно ниво, спрямо зададена температура на плота и според дебелината на фурнирния лист от букова дървесина. Графично изобразяване според дебелина и температура, в зависимост от времето за пресоване.

Ключови думи: фурнироване, фурнир, карбамидформалдехидно лепило, режим за фурнироване

УВОД

Фурнироването на мебелни плочи, като добре известен процес за декоративно оформяне на плочите при производството на мебели и интериорни врати продължава да засилва своето влияние. Тези тенденции са продиктувани от стремежа за разнообразен, индивидуален дизайн и наличието на множество различни фурнири и екологични лепила, както и от засилената конкуренция в условия на намалено потребление.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ МЕТОДИ

Като продължение на наши предишни изследвания на този технологичен процес [1,2,3] и за съвременяване на публикувани изследвания в тази област [4], са планирани експериментални изследвания, целящи да се определи реалното изменение на температурата при нагряване и пресоване в хидравлична преса, на границата мебелна плоча-облицовъчен материал. Достигнатата температура на тази граница и динамиката на нейното повишаване е от съществено значение за продължителността на втвърдяване на лепилния слой. Температурните нива и характера на тяхното изменение са двата най-съществени фактори за ускоряване процеса на слепване. Втвърдяването на лепилото за фурнироване на плочи с горещи преси се осъществява чрез индиректно нагряване на лепилата през облицовъчния слой. Тази особеност определя вида на облицовъчния материал, неговата дебелина и топлотехническите му характеристики, като основните фактори влияещи на процеса.

От друга страна според наши изследвания [1,2], съвременните лепила на база КФС имат значително по дълго време на втвърдяване в сравнение с широко известните КФЛ от далечното минало. Това се дължи основно на строгите изисквания за отделянето на свободен формалдехид и отчасти на готовите сухи смеси от смола, втвърдител и добавки.

За експерименталната проверка бяха избрани широко използвани плочи – ПДЧ 18mm на фирма EGGER тип E0.5 P2 произведени по EN 13986 и буков фурнир с дебелина 0,5mm. и доставна влажност $8\pm 2\%$.

За осъществяване на заграването бе използвана хидравлична преса тип ПХФИ 20x240/3E, като всички експерименти се проведоха при постоянно специфично налягане от 0,2MPa, което съответства на реално използваното от производителите на мебели налягане в момента.

Температурата на плотовете беше настроена и поддържана на три нива, съответно 60, 100 и 140°C при изменение не по-голямо от 3%. Избора на тези температурни нива беше обусловен от желанието да бъде обхванат целия реално използван диапазон за нагряване при фурнироване, като се има предвид, че много фирми предпочитат нискотемпературно нагряване поради редица причини свързани с качеството или с използването на други типове лепила (PVAc, полиуретанови и др.). От друга страна, интензифицирането на технологичния процес и увеличение на производителността при фурнироване, изисква високи температури без опасност от визуални цветови дефекти по фурнирите от различен дървесен вид.

Избраният дървесния вид на фурнира е буков (*Fagus sylvatica* L.), който е базов вид за научни изследвания, известен с хомогенната си структура, а и поради увеличената му употреба за декоративно оформление през последните години. Предварително бяха измерени дебелината, влажността и плътността на листовите фурнир, като се получиха следните данни:

дебелина – 0,5mm $\pm 1\%$

влажност – 7% $\pm 1\%$

плътност – 634 kg/m³ $\pm 3\%$

Изпълнени бяха три серии експерименти, като

критерий за разделянето им беше настроената температура на плота на пресата и дебелината на облицовъчния лист фурнир.

При всяка зададена температура беше изследвано изменението на температурата при загряване на граничния слой, където би следвало да се намира лепилото, като се променяше дебелината на фурнира, чрез поставянето на 1, 2 или 3 листа, с което се постигнаше сумарна дебелина 0,5mm; 1,0mm и 1,5mm.

По този начин се установи промяната на температурата във времето и зависимостта на тази промяна от дебелината на нагрявания междинен фурнирен слой. От друга страна беше необходимо да се установи, как различните температурни нива на плотовете и различния температурен градиент, влияят на промяната на температурата във времето при различна дебелина на междинния фурнирен нагряваем слой.

Температурата е измервана посредством термодвойки, поставени между плочата и фурнира, както и между плота на пресата и фурнира. С първата се отчита температурата преминала през фурнира и достигнала плочата, а с втората се измерва контролно температурата на повърхността на плота на пресата в мястото на пресоване на пробата.

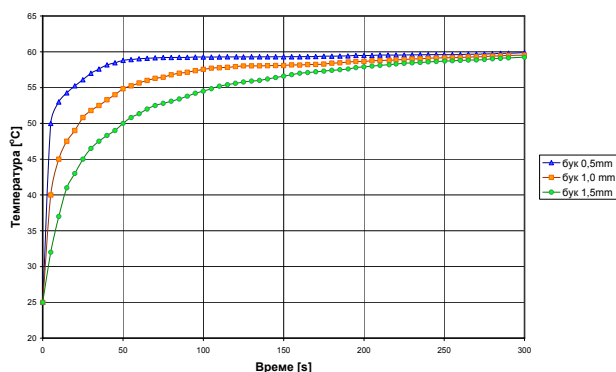
При направени предварителни опити се оказва, че отчитане на температурата на дигитален показващ уред, на всеки 5s от началото на пресоване е доста трудно и неточно през първите 30s, когато изменението е много бързо, особено за температура 140°C. Този факт наложи използването на записващ уред тип VAREG 10 за регистриране показанията на термодвойката. По този начин се получава непрекъснат запис във времето при константна скорост на лентата 14400mm/h или 4mm/s. Температурата на плота над фурнира се отчита периодично от дигиталния показващ уред DT-838 и термодвойка TP-01

РЕЗУЛТАТИ

След провеждане на измерванията и обработка на данните са получени зависимости представени графично на фигури 1, 2 и 3.

При настроена и реализирана температура на плота на пресата от 60°C, измерените температури за трите дебелини от началото до 300s показват различна скорост на промяна на температурата в зависимост от етапа на нагряване и дебелината на фурнира.

Така например температурата достига в петата секунда 50°C при един фурнир и само 32°C за бук 1,5mm. т.е. с 36% по-малко. В 50-тата секунда тази разлика е вече 15%, а в 150-тата секунда е само 4,6%. От друга страна при фурнир бук 0,5mm повишаването на температурата практически приключва до 50s, за бук 1,0mm това става за 100s, а за бук 1,5mm са необходими 200s.

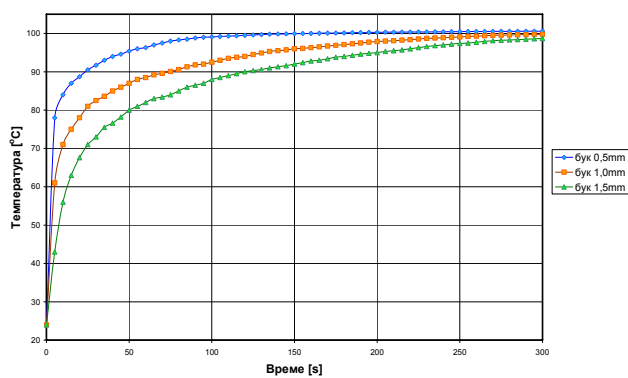


Фиг. 1. Изменение на температурата на границата ПДЧ – фурнир, във времето при $T=60^{\circ}\text{C}$ на плота на пресата

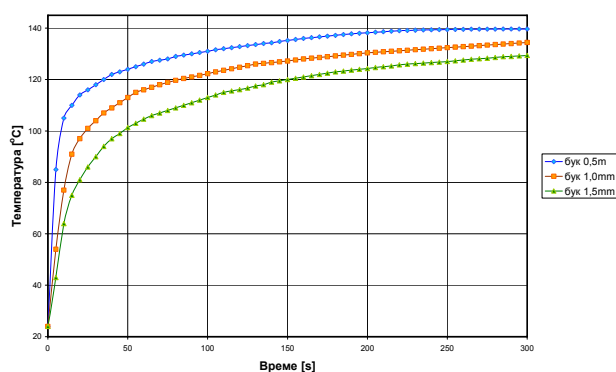
Видно е от резултатите, че след 200s и за трите дебелини температурата на границата ПДЧ – фурнир се доближава плътно до температурата на плота, а нарастването във времето практически изчезва. Въпреки посочената тенденция, не се наблюдава изравняване на температурата по дебелина, което се обяснява с продължаващото във времето загряване на ПДЧ, което няма технологична стойност за изследването. И при трите дебелини, за изследвания времеви интервал се достига максимална разлика по-малка от 1°C, което означава спиране повишението на температурата. В така получената зависимост фактически повишаването на температурата приключва за 50s за бук 0,5mm; за 100s за бук 1,0mm; и за 180s за бук 1,5mm., което представлява интерес от технологична гледна точка.

На фигура 2 е представено изменението на температурата, при нагряване на плота 100°C, което е широко използвана стойност за фурнироване с КФЛ, както за лепила втвърдяващи се при ниска температура, така и за тези, изискващи по силно нагряване. При тези изследвания се забелязва по-голяма разлика в достигнатите температури, особено за време до 50s. Така например 5 секунди след начало на нагряването (пресоването), температурата достига 78°C при бук 0,5mm и 43°C при бук 1,5mm или 45% разлика. В 50-тата секунда след началото температурите съответно са 95,4°C и 80°C, а разликата е вече 12,8%.

За 100 s от начало на пресоването, достигнатата температура е 99,1°C за един фурнир и 88°C за 3 слоя фурнир или 1,5mm като разликата е вече не повече от 11%. Видно е от фигурата, че нарастването на температурата почти спира след 100s за 1 фурнир, а за другите дебелини продължава с намалено темпо до 200, съответно 250 s и в края на измервания период разликата остава под 2°C. Това е ясен знак за преустановено повишение на температурата и установен равновесен процес на загряване и охлаждане.



Фиг. 2. Изменение на температурата на границата ПДЧ – фурнир, във времето при $T=100^{\circ}\text{C}$ на плота на пресата



Фигура 3. Изменение на температурата на границата ПДЧ – фурнир, във времето при $T=140^{\circ}\text{C}$ на плота на пресата

На фигура 3 е представено изменението на температурата на границата ПДЧ-фурнир, при 140°C настроена температура на плота. Тази относително висока температура предполага ускоряване на процеса на слепване и по този начин увеличаване на производителността, при използване на съвременни КФЛ. От друга страна ясно забележимо е влиянието на дебелината на загревания фурнир върху достиганата в даден момент температура, като тази тенденция се запазва от 5s до края на изследвания период. Високият температурен градиент и отчетените стойности не позволяват за изследвания период да се минимизира разликата в температурите, която остава 11°C за бук 1,5mm след 300s нагряване. Ако сравним тези резултати с получените от фигура 1 и фигура 2, то можем да забележим още по-големи различия, в стойностите на температурата, обусловени от различната дебелина, при еднакви времеви интервали. Крайният момент за почти приключило повишаване на температурата за бук 0,5mm е до 200s, а за другите дебелини продължава до края на изследваната област 300s. Този факт се дължи на невъзможността за изследвания период от време да се повиши тем-

пературата до близки на зададените стойности, чрез топлопренасяне през 2 или 3кратно по дебелина стена и високия температурен градиент. В този момент (300s) процеса на нагряване за фурнир бук по дебелина от 0,5mm продължава извън изследваната област. При направени допълнителни измервания в този случай се установи, че след продължаване на нагряването на бук 1,5mm с още 360s може да се достигне разлика от 4°C , което в случая може да се приеме за край на температурните изменения. Тази продължителност за нагряване от друга страна е крайно неприемлива, особено при тази температура, което изключва нейното практическо значение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

След извършената експериментална работа и анализа на получените резултати, както и направените предходни изследвания, могат да се направят следните по важни изводи:

1. Дебелината на фурнирните листа оказва значително влияние върху повишаването на температурата на границата ПДЧ-фурнир, стигащо до 50% намаление. Това се потвърждава от известните ниски коефициенти на топлопроводност на дървесината, в частност букова, като фурнирни листа, независимо от малката им дебелина.

2. Влиянието на дебелината върху повишението на температурата е силно и съществено от началото до около 50s, след което намалява, а в някои случаи става незначително.

3. Влиянието на дебелината на фурнирния слой се засилва при увеличение на настроената температура на плота от 60°C към 140°C , като в изследвания времеви интервал тя изобщо не се достига за дебелини над 1,0mm.

4. Увеличението на температурата на плота от 100 до 140°C не води до реципрочно скъсяване премето за втвърдяване на лепилото при фурнири по дебелина от 1mm, поради забавено достигане на зададената температура във времето.

5. За съставяне на оптимални режимни параметри по отношение температура и време е необходимо да се отчетат много точно момента за достигане на определена температура при съответна дебелина на фурнира, нуждата от нея за втвърдяване на лепилото и времето необходимо за нагряване и втвърдяване на самото лепило.

6. По данни на производителите на лепила, за полиуретановите еднокомпонентни системи оптимума за нагряване е 60°C , а за карбамид формалдехидните лепила според марката от 100 до 140°C . По този начин според нуждите могат да се използват данните от изследването представени на фигури от 1 до 3.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

Мерджанов, В.;Ангелски, Д., Георгиев, Ж. 2009. Измерване на реалните температурни нива и тариране показанията на датчиците за нагриване на плотовете на хидравлична преса при слепване на фурнири с плочести материали. INNO 3

Ангелски, Д., Мерджанов, В., Георгиев, Ж. 2009. Изследване влиянието на температурата върху времето за окончателно втвърдяване на различни термореактивни лепила. INNO 3

Георгиев, Ж., Мерджанов, В.;Ангелски, Д. 2009. Експериментална проверка за възможността за фурнироване на OSB плочи с естествен фурнир. INNO 3

Кючуков, Г. 1969. Влияние на някои фактори при фурнироване на плочи от дървесни частици с карбамидформалдехидно лепило върху якостта на слепване и влажностно-термичната устойчивост на лепилния шев. Дисертационна работа.

DISCOVERING THE INFLUENCES OF THE VENEER THICKNESS AND PRESS FLAT TEMPERATURE ON THE TIMING FOR REACHING THE NEEDED TEMPERATURE OF THE LAYER BETWEEN BOARD AND VENEER

Vasil Merdzhanov¹, Dimitar Angelski²
University of Forestry – Sofia,
e-mail: vasilm@mail.bg¹,
d.angelski@gmail.com²

SUMMARY

Investigation of the passing speed and timing to reach the needed temperature level in function of the flat press temperature and also depends of the thickness of beech veneer. It was made graphics depends of veneer thickness, temperature and press timing.

Key words: veneering, wood veneer, carbamide formaldehyde resin, veneering conditions

СРАВНИТЕЛНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ ЗА УСТАНОВЯВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА ДЪРВЕСНИЯ ВИД НА ОБЛИЦОВЪЧНИЯ СЛОЙ ВЪРХУ ПРОДЪЛЖИТЕЛНОСТТА НА ФУРНИРОВАНЕ

Димитър Ангелски¹, Васил Мерджанов²

Лесотехнически университет – София, e-mail: ¹d.angelski@gmail.com, ²vasilm@mail.bg

РЕЗЮМЕ

На изпитване са подложени фурнири от различни дървесни видове за установяване зависимостта на топлопренасянето за определено температурно ниво от дървесния вид, във функция от времето. Съставени са диаграми за практическо използване при управление на процеса фурнироване.

Ключови думи: фурнироване, фурнир, режим за фурнироване

УВОД

Както е известно, при фурнироване времето за слепване на фурнира към подлаганите на облицоване конструктивни елементи от плочи (ПДЧ, ПДВ, пълнежни облицовъчни плочи, еднослойни плочи от масивна дървесина) зависи преди всичко от температурата на лепилото. Тя е от съществено значение за възможността да се прилагат високопроизводителни методи за фурнироване на хидравлични преси. За да се достигне подходящата за фурнироване температура на лепилото е необходимо топлинната енергия от плотовете на пресата да премине през фурнира и да загрее лепилния слой. Това означава, че продължителността на слепването зависи от температурата на плотовете, количеството на лепилото, дървесния вид и дебелината на фурнира. В общия случай препоръчителните режими за фурнироване не са свързани с вида на употребявания фурнир. Според Кючуков 1969 [3] върху температурата в зоната на лепилния шев съществено влияние оказва видът и дебелината на облицовъчния фурнир. В днешно време при производството на висококачествени мебели се използва голям спектър от естествени и изкуствени фурнири за облицоване на конструктивните елементи. Тяхната дебелина по данни на вносителите е най-често 0,6 mm. Действителната дебелина на повечето от тези фурнири е 0,5 mm. Напоследък, с оглед икономия на топлинна енергия, все по-често се прибегва до фурнироване при сравнително ниски температури. Друга тенденция при фурнироването е замяната на карбамидформалде-

хидните с поливинилацетатни лепила. Всичко това налага да се осъвременят и прецизират режимите за фурнироване. В тази връзка целта на настоящето изследване е да установи влиянието на дървесния вид на фурнира върху продължителността на пресоване.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ МЕТОДИ

Опитите за установяване на влиянието на дървесния вид при фурнироване бяха извършени с 6 вида фурнири I-во качество – буков (*Fagus sylvatica* L.) радиален, орехов (*Juglans regia* L.) тангенциален, крушов (*Pyrus communis* L.) радиален, махагон (*Khaya grandifoliola* DC. C.) радиален, кото (*Pterygota macrocarpa* K.Schum.) радиален, анигре (*Aningeria* spp.) радиален. Фурнирите бяха кондиционирани в продължение на 12 месеца и влагосъдържанието им бе определено по тегловния метод (таблица 1). Изработиха се пробни тела с размери 91x91 mm от фурнирни листове и плочи от дървесни частици. В таблица 1 са представени някои от физичните показатели на пробните тела от фурнир.

Таблица 1

Размери и физични свойства на използваните фурнири

Фурнир	Влажност [%]	Тегло [g]	Дебелина [mm]	Плътност [kg/m ³]
круша	8,1	2,938	0,52	682
бук	8	2,676	0,51	634
орех	7,2	2,3	0,52	534
анигре	7,5	1,787	0,49	440
махагон	7,4	2,566	0,5	620
кото	7,8	2,77	0,59	567

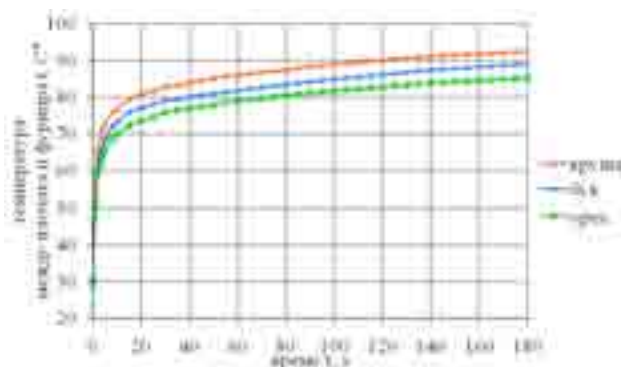
Установено е, че нанасянето на лепило при фурнироването на плочи от дървесни частици не изменя характера на взаимовръзката между температурата на плотовете на пресата, времето на пресоване и температурата между плочите и фурнира, а само понижава последната с 5,4 % до 11,6 % в зависимост от времето на пресоване [3]. По тази логика се възприе

да се измерва достигната температура под фурнира и да не се нанася лепило между плочата от дървесни частици и фурнира. За загряване и пресоване на пакета „плоча-термодвойка-фурнир“ беше използвана едноетажна преса с програмно управление на температурата. Загряването се осъществяваше единствено от горния плот на пресата при зададена температура 95°C и специфично налягане на пресоване 0,2 N/mm².

Измерването на температурата на повърхността на плота и между плочата от дървесни частици и фурнира беше извършено чрез термодвойки. В свободните си краища те се свързваха към милivolтметър (Vareg 10) със записващо устройство и обхват от 5 mV. Измерването на изменението на температурата между плочата от дървесни частици и фурнира беше за време 180 s, след затварянето на пресата. Преди и след пресоването на пакета се отчиташе температурата на плота. Температурата на помещението, в което се извършиха опитите, беше 24-25 °C.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

За по-добра прегледност и сравнение на получените данни, те бяха разделени в две групи спрямо вида на дървесината. Резултатите са представени графично на фиг.1 и фиг.2, съответно за фурнири от широколистни и от тропически дървесни видове.



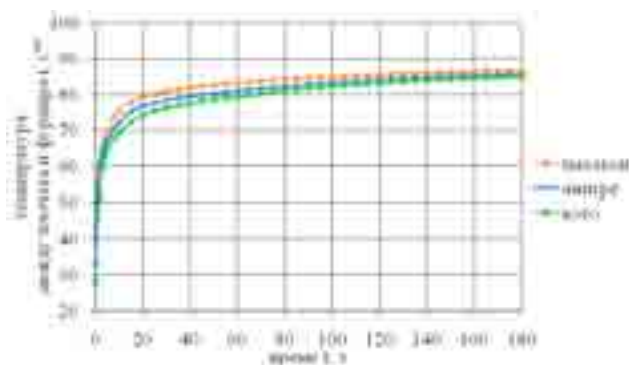
Фиг. 1. Изменение на температурата между плоча от дървесни частици и фурнири от широколистни дървесни видове във времето, при температура на плота 95°C

През първите 10-15 s температурата между плочите и фурнирите нараства изключително бързо (фиг. 1 и 2). Високата скорост на нагриване е обусловена от големия температурен градиент между плота на пресата и облицовъчния материал. Това определя и по-слабото влияние на дървесния вид на фурнира при първоначалното загряване. След 30 s температурният градиент значително намалява и преминаването на топлина през фурнирите значително се забавя. Новоустановената динамиката на процеса на загряване се запазва до

края на измерванията. Логично е да се предположи, че тя ще намалее при достигането на незначителна разлика между температурата на плота и температурата между фурнира и плочата.

Както е известно [3] и видно от фиг. 1 и 2, дървесният вид не променя характера на кривата на процеса на загряване. Влиянието на дървесния вид на фурнира се изразява в известно забавяне (или съответно укоряване) на този процес. В диапазона от 30 до 180 s ясно се виждат разликите в достигнатата температура при различните видове фурнир.

За широколистните дървесни видове подредбата им във възходящ ред спрямо температурата между плочестия детайл и съответния фурнир е орех, бук и круша (фиг.1). Най-бързото повишаване на температурата под фурнира от круша може да се обясни с по-високата плътност на тази дървесина спрямо останалите и ясно изразената ѝ пръснато-пореста структура. Както е известно, топлопроводността на дървесината е в пряка зависимост от плътността ѝ. Съответно и основната разлика между буковия фурнир и крушовия фурнир е в плътността им. Наличието на значителни клетъчни празнини запълнени с въздух при ореховия фурнир допълнително забавят топлопроводността му. Тангенциалната структура на ореховия фурнир в случая не влияе, тъй като коефициентът на топлопроводност е почти еднакъв в радиално и тангенциално направление.



Фиг. 2. Изменение на температурата между плоча от дървесни частици и фурнири от тропически дървесни видове във времето, при температура на плота 95°C

Измението на температурата между плочестите детайли и фурнирите от тропически дървесни видове за време 180 s и нагриване с 95°C е показано на фиг. 2. Аналогично на посочената по-горе подредба, по-високите температури отговарят на по-висока плътност на дървесината. Въпреки това, за фурнири изработени от тропически дървесни видове, връзката между плътност и достигнатата при нагриване температура не е така добре изразена както при широколистните дървесни видове. Тази разлика може да се обясни с наличието на

минерални вещества в структурата на тропическите дървесни видове, които допълнително променят топлопроводните свойства на дървесината.

От направеното изследване следва, че при фурнироване с тънки фурнири ($\approx 0,5$ mm) и наличие на голям температурен градиент между плота на пресата и фурнира, значителна част от топлинната енергия на плота бързо ще достигне до лепилото (≈ 1 min). Тази топлинна енергия трябва да е достатъчна за нормалното протичане на полимеризационната реакция на използваното лепило. Повишаването на температурата в лепилния слой зависи както от дървесния вид и дебелината на фурнира, така и от вида и количеството на лепилото. Намаленото съдържание на формалдехид в съвременните карбамидформалдехидни лепила е основна причина за неколкостранно по-бавното им втвърдяване спрямо тази от близкото минало. По данни от предишно наше изследване [1], при използване на лепила с ниско съдържание на формалдехид и температура на плотовете 100°C ще са необходими минимум 2-3 min за втвърдяване на лепилния шев. Това означава, че при фурнироване на мебелни плочи с тънки фурнири ($\approx 0,5$ mm), карбамидформалдехидно лепило с ниско съдържание на формалдехид и температура на плотовете 100°C , ще са необходими минимум 3-4 min за втвърдяване на лепилния шев.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въз основа на получените данни за влиянието на дървесния вид върху достигнатата при нагряване температура под фурнира може да се направи следното обобщение:

При фурнироване може да се приеме, че по-голямата плътност на фурнира позволява по-бързо нагряване на лепилния слой и съответно намаляване времето за слепване. Наличието на корелационна връзка между плътността на дървесината и достигнатата температура между плочата от дървесни частици и фурнирите се потвърди от направените изчисления. Изчислената корелационна зависимост за широколистните дървесни видове е по-ясно изразена – над 0,94. Осреднената корелация между плътността на шестте дървесни видове фурнири и измерените температури в даден момент е 0,62. Тази зависимост влияе в голяма степен на процеса на слепване и трябва да се отчита при определяне продължителността на пресоване. Използвайки доказаната зависимост, за практиката е полезно да се определят корелационни коефициенти за фурнири спрямо плътността им и дървесния им вид, което да прецизира режимите на фурнироване.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

Ангелски Д.Х., Мерджанов В.С., Георгиев Ж. „Изследване влиянието на температурата върху времето за окончателно втвърдяване на различни термореактивни лепила” - Сборник доклади – Втора научно-техническата конференция „Иновации в горската промишленост и инженерния дизайн” - Юндола, 06-08.11.2009 г.

Георгиев Ж., Ангелски Д.Х., Мерджанов В.С. „Експериментална проверка за възможността за фурнироване на OSB плочи с естествен фурнир” - Сборник доклади – Втора научно-техническата конференция „Иновации в горската промишленост и инженерния дизайн” - Юндола, 06-08.11.2009 г.

Кючуков, Г. 1969. Влияние на някои фактори при фурнироване на плочи от дървесни частици с карбамидформалдехидно лепило върху якостта на слепване и влавностно-термичната устойчивост на лепилния шев. Дисертационна работа.

Мерджанов В.С., Ангелски Д.Х., Георгиев Ж. „Измерване на реалните температурни нива и тариране показанията на датчиците за нагряване на плотовете на хидравлична преса при слепване на фурнири с плочести материали” Сборник доклади – Втора научно-техническата конференция „Иновации в горската промишленост и инженерния дизайн” - Юндола, 06-08.11.2009 г.

Kollmann F., Kuenzi W. E., Stamm J. A. 1975. Principles of Wood Science and Technology – Volume II: Wood Based Materials. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, Springer-Verlag: 312–550

COMPARATIVE RESEARCHES FOR DISCOVERING THE INFLUENCE OF THE WOOD TYPE OF TOP LAYER ON TIMING OF PROCESS OF VENEERING

Dimitar Angelski¹, Vasil Merdzhanov²
University of Forestry – Sofia,
e-mail: ¹d.angelski@gmail.com,
²vasilm@mail.bg

SUMMARY

Different veneer types have been used for reaching the correlation between heat passing processes for a certain temperature level and wood type, as a function of time. Diagrams have been made for real use and managing the processes of veneering.

Key words: veneering, wood veneer, veneering conditions

ВИДОВЕ ДЪРВЕНИ КОНСТРУКЦИИ ПРИ БЪЛГАРСКИТЕ ВЪЗРОЖДЕНСКИ КЪЩИ, КОИТО ПОДЛЕЖАТ НА РЕСТАВРАЦИЯ И КОНСЕРВАЦИЯ

Светлана Давидкова
Лесотехнически университет – София, e-mail: chomba@abv.bg

УВОД

В страната има няколко хиляди сгради от епохата на Възраждането – паметници на културата. Селищата или част от тях, като Копривщица, Велико Търново, Пловдив, Созопол и др., са обявени за резервати с цел да се запази старият им облик. Голяма част от материалите, вложени в изграждането им са на дървесна основа и са били подложени (в миналото и сега) на различни повреди от физичен, физико-механичен, физико-химичен и биологичен характер.

За лекуването и запазването на дървения материал, от който са изградени много от тях, е необходимо да се проведат различни консервационни мероприятия.

Консервацията на дървените елементи, детайли и конструкции в сградите, а също така на произведенията от дървесина, като тавани, врати, вградени долапи и др., изисква специални проучвания с оглед да се установят вредителите и степента на разрушение, както и начините за борба с тях.

Настоящият доклад е проучване на възможностите чрез различни строителни решения да се повиши стабилността и трайността на дървесината, включена при изграждането на българските възрожденски къщи. За целта на изследването са изучени съответните конструктивни решения, прилагани в миналото и настоящето. Направена е класификация на методите за защита на дървените конструкции, най-често изложени на открито.

ОБЕКТ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

Дървесината, влагана във възрожденските къщи, вили и други сгради в миналото, при добра конструктивна защита, подходящи условия и подбор на дървесния вид според приложението се е запазила повече от сто години. Това важи предимно за дървесината, поставена на закрито, предпазена от навлажняване и предварително изсушена от 8 до 15% за отоплявани помещения (относителна влажност на въздуха 42-72% при средна температура 15°C) и от 15 до 18% за неотоплявани по-

мещения, която отговаря на относителната влажност на въздуха от 76 до 88% при средна температура 10°C [9].

Голяма част от старите майстори са знаели отрицателното действие на повечето от вредните фактори, поради което са правели проветриви мазета и тавани, влагали са устойчиви срещу биологични вредители дървесина, като бяла и черна мура, дъб, бук и др. По-късно непрекъснатите преустройства, прокарване на канализация, водопровод, устройство на санитарни възли и т.н. е довело до нарушаване на условията за съхраняване на дървесината, вследствие на което разрушителните и гнилозни процеси са се увеличили и ускорили. Основна цел на конструктивната защита е била предпазване от навлажняване – директно или косвено, като необходимо условие за биологични повреди.

Видове дървени конструкции при българските възрожденски къщи, вили и сгради – повреди и конструктивни решения

Възрожденските къщи при условията на чести валежи, за запазването на външните дървени елементи и детайли са били устройвани с широка стряха (фиг.1).



Фиг. 1. Жеравненска къща с широка стреха, предпазваща стените от силно навлажняване

Стрехата се среща в няколко варианта, като неделима част от конструкцията на българската възрожденска къща:

- *Стреха*, образувана само от ребрата на

покрива. Тя представлява най-простата форма, застъпена предимно при селската къща. Този вариант на стреха е широко използван при старопланинската тетевенска къща;

- *Стреха, образувана от таванския гредоред на къщата* като гредите се спускат извън околните зидове;

- *Стреха, образувана от комбиниране на първите две*, при което има възможност да се получи най-голямата ѝ широчина.

При стрехата се появява често един нов елемент – *конзолата*, поради това, че наложилата се широка стреха (за по-висока конструктивна защита, както беше споменато по-горе) се натоварва с тежък покривен материал – обикновено каменни плочи. При сгради с паянтова конструкция на стените, на всяка вертикална греда в стената, а такава минава на всеки 800 mm разстояние между тях – се прикрепва по една конзола. Конзолите най-често опират със долния си край върху таванския гредоред, когато в постройката има тавански надзид, или в самата стена на етаж, когато такъв липсва. Обшивките на стрехите се извършват с тесни дъски, най-често букови, които се коват перпендикулярно по дължината на стрехата (фиг. 2, фиг. 3, фиг. 4) [1, 4, 5, 8].



Фиг. 2



Фиг. 3. Извита стреха с дъсчена обшивка отдолу – Копrivщeнcкa къщa



Фиг. 4. Извита стреха с дъсчена обшивка – Копrivщeнcкa къщa

Еркерите и еркерните надвесвания са друг вид конструктивни детайли, които играят съществено значение както при формирането на самия скелет на къщата, така и при защита на дървената част от навлажняване. По-високите сгради са били изпълнявани с т.нар. еркерно издаване (фиг.5, фиг.6 и фиг.7) на горните етажи, изложени от страна на постоянните ветрове. Образоването на еркера става чрез непосредствено спускане на гредите от гредоредата напред пред стената. Често пъти еркера заема дължината на цялата стена. Характерно е при възрожденската къща ъгловото срязване на еркера и преминаването между новата стена, на която се поставя прозорец, и гредоредите, с триъгълници с цилиндрична форма. Еркерите се извеждат обикновено до стрехата и не излизат над покрива, който винаги е цял и не начупен. Спирането при стрехата става с помощта на изнесения напред гредоред от таванската конструкция на горния етаж. Еркера има и декоративно функционално значение, изразяващо се в намаляване на уличния шум, като пречи за силното и пълно отразяване на звуковите вълни, от стените на сградите [1, 4, 5, 6].



Фиг. 5. Къща от Несебър. Еркерно издаване на горния етаж



Фиг. 6



Фиг. 7. Еркери на Пловдивски къщи

Корнизът при възрожденските къщи бива два вида:

- *Мазан корниз* – оформя се от дървената стреха и нейните конзоли, когато образуваната от последните плоскост се покрие и измаже. Среща се често при Пловдивските къщи (при по-богатите къщи);

- *Комбиниран мазан корниз с дървена стреха* – често се прилага при пиринската къща. При този вид корниз се постигат два резултата:

- 1) намалява се наклона на покрива при стрехата;

- 2) дава се възможност да се изнесе първият ред от покривката пред челната дъска (представляваща неделима част от корниза), така че стичащата се от покрива вода се изцежда между челната греда и пада навън от стрехата.

Конструкцията на *покрива* в старата българска къща може да се подреди в три групи:

- *Покрив без клеци* – това е най-примитивната вид конструкция, наподобяваща италианска покривна конструкция, при която биндерите, отстояващи на разстояние един от друг на 3 до 3,5 m поемат хоризонталните столици, паралелни на билото. Върху тях се кове обшивката, която ще носи покривните плочи или керемиди;

- *Конструкция, която се среща при пиринската къща* – вариант е на италианския покрив като въведени нови елементи са: изгледните греди на сградата и сложната биндерна греда;

Конструкция с клеци – при тази конструкция формата на покрива се подчертава и със самото покриване. Покриването в старата българска битова къща става със: слама, с дъски (в селищата в Централна Стара планина → Тетевен, Западните и Централни Родопи – помашките къщи), с каменни плочи, със стари едноолучни керемиди, носещи още наименованието „турски керемиди“ (фиг. 8). Тези керемиди се използват и за покриване на куполни форми, особено при фронтони и надзидвания, излизащи извън профила. Среща се често в покривната конструкция на Пловдивската къща (т.нар. градска симетрична къща) и се нарича „кобилица“. Същите керемиди се използват и в изграждане завършека на комина над покрива със кръгли куполни форми (при западностаропланинските къщи). Гореспомената т. нар. „кобилица“ или кобиличен фронтон представлява бароково развитие на ренесансовия триъгълен фронтон, от който произлиза. Той е декоративен елемент, който участва в изграждането на фасадата на къщата (фиг. 9) [4, 5, 8, 10].



Фиг. 8. Покриване със стари керемиди (Копрившица)



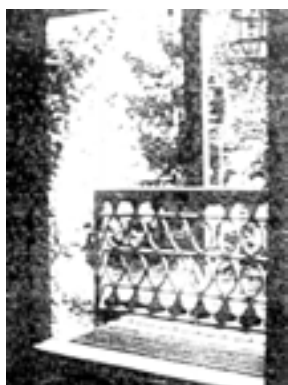
Фиг. 9. Барокова кобилица в Копривщанска къща, покрита със стари керемиди („турски керемиди“)

Парапетът като част от конструкцията на възрожденската къща, се среща в три разновидности:

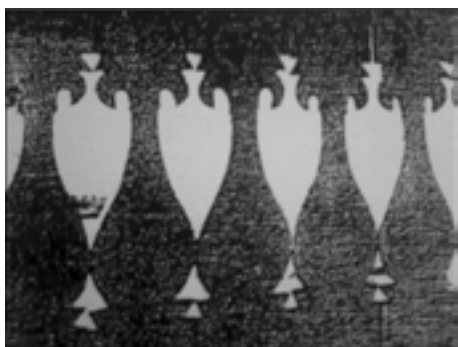
- *Зидан* (при западностаропланинската къща);
- *Дървен* (фиг. 10, фиг. 11, фиг. 12);
- *Железен* (във Велико Търново, Троян, Габрово, Казанлък, Карлово, Пловдив, Пазарджик, Панагюрище и др.), (фиг. 13);

Дървеният парапет се характеризира с два начина на изработване:

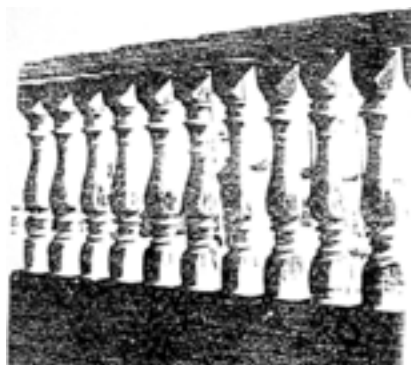
- изработване на отделните балюстри на струг или наръка (фиг. 12);
- изработване на балюстрите от дъски, при които формата се дава от празнината на силуета-изрезка (пример: дъсченият парапет на Тетевенската къща и при някои къщи от долината на р. Марица), (фиг. 10 и фиг. 11).



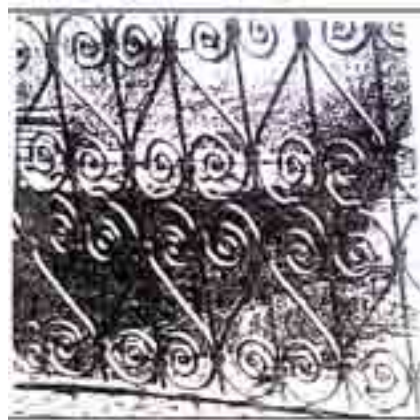
Фиг. 10



Фиг. 11



Фиг. 12. Характерен стругован парапет



Фиг. 13. Фрагмент от железен Парапет от Банско в Хаджидимитровата къща (Панагюрище)

В българска градска възрожденска къща (дори и в наши дни) се среща изключително дървената колона. В стилно отношение колоните принадлежат на две групи [5, 8, 10]:

- *Колона от дървената битова къща* → т.нар. колона на Ранно Възраждане – изработена изцяло от дървесина (фиг. 14);

Примери → къщата на Бобевски (Тетевен), къщата на Хаджигригоров (Етрополе), Райковата и Даскаловата къща (Трявна), къщата на Георги Кривошиев (с. Градец);

- *Колона от ренесансовата къща или т.нар. колона на Късно Възраждане* → представляваща дървена колона с резбарски капител или изработена от камък.

Примери → къщата на ул. Никола Пиколо № 27 във Велико Търново.



Фиг. 14

Видове стени при възрожденските къщи:

- *Дървена стена* – изработена е от дървени греди (блоков начин на строеж). Среща се при пиринската къща и при някои родопски къщи;

- *Дървена скелетна конструкция* – конструктивният скелет е от дървени греди. Варианти:

- *с открит дървен скелет* → конструкцията се оформя само от вертикални стени, минаващи вертикално на разстояние 700-800 mm една от друга;

- *със скрит дървен скелет* → при този вид конструкция скелетът не се вижда, тъй като дъските, които затварят полетата, се наковават по външната страна на скелета; дъските се полагат вертикално и по-рядко хоризонтално;

- *Каменна стена* – среща се предимно във външните стени на приземието. Бива изработена от обработен или необработен камък. Първата е характерна предимно за сгради от периода на Късното Възраждане → за църкви и обществени сгради.

По отношение на интериорните елементи от дървесина във възрожденските къщи, които задължително подлежат на консервация и комплексна защита, могат да се споменат следните: дървени стенни долапи, наречени още мусандри, вратите, дворните порти, дървените тавани, резбовани декоративни табли и пана и др. [1, 11, 12].

Строителни решения за повишаване стабилността и трайността на дървесината

За предпазване на дървесината от гниене, която е влагана във вид на конструкции и детайли от възрожденските къщи, вили и др. сгради, е необходимо да се вземат предвид обстоятелствата и извършат следните конструктивни мероприятия [9, 13]:

- 1) *Фундаментът* да се изпълнява от сравнително невлагоемък материал като камък, бетон и т.н. на височина около 200 mm над нивото на терена. Когато върху цокълната стена ляга дървена стена или опира обшивка, тя трябва да е на височина не по-малко от 500 mm от нивото на терена. По този начин се предотвратява прекия контакт на дървесината със зоната на много влажния въздух, същевременно така се предпазва от пръскащи дъждовни капки;

- 2) *Фундаментът* следва да се покрие от няколкостройна асфалтова изолация;

- 3) *Фундаментът* трябва да се изпълнява с надеждна хидроизолация първо на около 100 mm над нивото на терена и второ също така на горната плоскост на цокъла;

- 4) *Хидроизолацията* на цокълната стена по цялата ѝ дебелина трябва да се извърши със слой битум около 15 mm;

- 5) *Външната повърхност на цокъла* по въз-

можност трябва да се боядисва в тъмен цвят за създаване на подходящи микроклиматични условия в подповодното пространство. Също така е необходимо термоизолация на цокъла за предотвратяване образуването на кондензат;

- 6) За да не се навлажнява *цокъла*, външната му стена трябва да излиза около 60 mm навън от него;

- 7) *Дървените колони* и други подобни елементи да се поставят на каменна или бетонна поставка (основа) с височина не по-малко от 250 mm от нивото на терена, за да се избегне капилярната влага и дъждовните капки;

- 8) *При топло мазе*, за да не се образува кондензат, на цокъла трябва да се постави топлоизолация. В мазето следва да се постави шлаков топлоизолационен слой, с дебелина 100-200 mm. Същото след извършването на ремонт и реставрационни работи трябва да се почисти от дървените отпадъци за предотвратяване на зарази от страна на биологични вредители, а при експлоатация да се поддържа чисто.

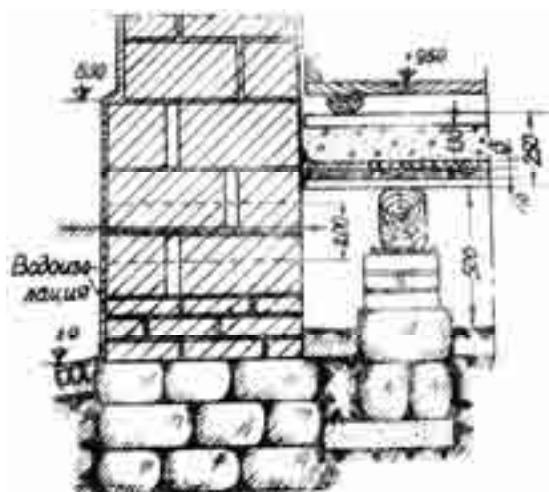
От съществено значение за новите сгради, особено за вилите, е тяхното местоположение. Сградата трябва да се разположи на терен с ниски подпочвени води или на такъв, обезпечаващ естествено или изкуствено отвеждане на водите. За оттичане на повърхностните води, около сградата задължително трябва да има плочник, както и дренаж.

Ориентирането на фасадата на юг се явява необходимо, тъй като така се достига най-добра инфилтрация и аерация на помещенията, а оттук и най-благоприятни условия за запазване на дървени елементи и детайли, вложени в сградата [13].

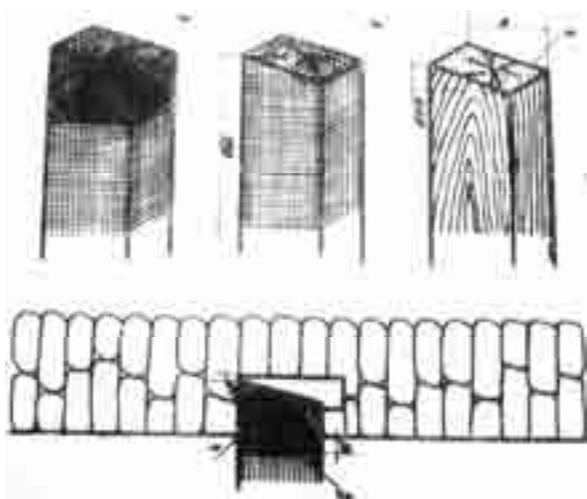
При изпълнението или ремонтни дейности на приземни етажи, сутерени и на етажи над избени помещения, при полагането на подовите настилки трябва да се вземе предвид влажността на почвата. Ако същата е голяма, конструкцията на пода в приземните етажи и сутерените трябва да се издигне на колонки с около 3 до 4 реда тухли и да се постави върху дървени греди, изолирани от колонките. Също така следва да се извърши топлоизолация на пода и той да се прилепи добре до стените. Едновременно с това трябва да се осигури аерация на подовото пространство чрез канали в цокъла (фиг. 15). При подове над избени помещения не трябва да се поставят решетки за проветряване на мазето, тъй като същите могат да станат причина за затопляне на студения въздух от мазето и кондензиране на влагата върху повърхността на дървените елементи и детайли на пода. По този начин биха се създали подходящи условия за бързо загиване на дървения материал [7, 13].

Краищата на гредите трябва да се скосят на 60°. След импрегнирането същите следва да се обвият с пароизолиращ материал и поставят върху

три слоя от същия материал, слепен с битум в глухо гнездо, оставени свободно (фиг. 16) [7].



Фиг. 15. Устройство на приземен етаж при почви с голяма влага. Подът е топлоизолиран и издигнат на колонки. Подподоовото пространство е насипано с шлака и проветрявано чрез отвор в цокъла



Фиг. 16. Монтиране на греди в стени: 1. Гредата след антисептичната обработка; 2. Гредата след обмазането ѝ с хидроимпрегнираща паста на дължина 750 mm; 3. Гредата след обмазането ѝ с пароиолиращ материал; 4. Поставяне на три слоя от пароиолиращия материя, залепен с битум; 5. Начин на монтаж на гредата

Методи за защита на покривните конструкции

От съществено значение за запазването на покривната конструкция е предотвратяването на кондензацията. Борбата срещу нея трябва да се провежда при отчитане дали сградата е отопляема или неотопляема. При отопляемите сгради съществените конструктивни мероприятия са:

1) Теплоизолация на покривното пространство от обитаемата част на сградата чрез прилагане на шлаково кече, поставено над тавана;

2) Монтиране на плътно поставена дъсчена импрегнирана обшивка с влажност не повече от 18%;

3) Хидрофобизиране на дъсчената обшивка чрез обмазване с горещ хидрофобен препарат, като местата на свързките се напояват обилно до пълното им уплътняване;

4) Допълнително влагоизолиране при този тип покривни конструкции особено с топлоизолиращ материал (обикновено топлоприготвена глинена замазка с дебелина 20-30 mm), като се поставя над дъсчената обшивка. Същият се поставя, за да предотврати кондензирането на влага в долната повърхност на обшивката, да прилепнат по-добре керемидите, а също така да се задържи водата при протичания [5].

Заклучение и препоръки

Строителните работи и антисептирането трябва да се изпълнява така, че навлажняването на конструктивните материали, включително на дървесината, да бъде по възможност незначително с последващо изсушаване. Боядисването на видимите елементи, детайли и конструкции не е препоръчително, но ако такова се извършва, то това да се осъществява след завършване на покрива.

Най-важното при извършване на ремонт или реставрация е необходимостта от отстраняването на причините, предизвикващи гниене, като се създадат експлоатационни условия, при което дървесината и елементите от нея да останат сухи.

Конструктивната защита трябва да се прилага в комбинация с антисептична защита, за да се постигне висок ефект и добър резултат.

ЛИТЕРАТУРА

Арбалиев, Г., 1959: Архитектурни елементи и детайли от българските възрожденски къщи, изд. Техника, София.

Владимиров, Г., 2006: Строително изкуство и архитектура по българските земи, изд. Тангра, София.

Голдин, М., 1961: Антисептическая защита деревянных конструкций, Госиздат архитектуры и градостроительства, Москва.

Златев, Т., 1955: Българската къща през епохата на Възраждането, изд. Наука и изкуство, София.

Златев, Т., 1958: Българската битова архитектура, изд. Техника, София.

Златев, Т., 1959: Пространството в българската възрожденска къща, том III, изд. Техника, София.

Калниниш, А. Я., 1972: Консервирование древесины, Гослесбумиздат, Москва.

Кожухаров, Г., 1958: Българските къщи от епохата на Възраждането, София.

Михайлов, А., 1969: Състояние и защита на дървените елементи, детайли и конструкции във възрожденските къщи, Музеи и паметници на културата, № 1, София.

Стамов, Ст., 2004: Дървената народна къща, печатница „Дедраск“, София.

Тулешков, Н., 2006: Архитектурното изкуство на старите българи – Средновековие, том I, академично издателство „Проф. Марин Дринов“.

Тулешков, Н., 2006: Архитектурното изкуство на старите българи – Късно Средновековие и Възраждане, том II, академично издателство „Проф. Марин Дринов“.

Фоломин, А. И., 1971: Конструктивные мероприятия по увеличению долговечности древесины в най-более уязвимых частях жилых зданий. Материалы научно-технической конференции по защите древесины, изд. Академии наук Латвийской.

DIFFERENT KINDS OF WOODEN CONSTRUCTIONS IN THE BULGARIAN HOUSES DURING THE RENAISSANCE PERIOD WHICH ARE LIABLE TO RESTORATION AND CONSERVATION ACTIVITY

**Svetlana Davidkova,
University of Forestry – Sofia,
e-mail: chomba@abv.bg**

SUMMARY

The present paper is a research of the possibilities by using different constructional solutions to increase the stability and durability of the wood used in the building of the Bulgarian national revival houses. For that purpose of this research are studied the corresponding constructive solutions applied in the past and the present. Classification of the methods for protection of the wooden constructions has been made.

Keys words: wood, durability, constructive protection, dampness, stabilization.

РАБОТНО МЯСТО ЗА ХОРА С УВРЕЖДАНЕ НА ДОЛНИТЕ КРАЙНИЦИ

Елена Писарева

Лесотехнически университет – София, e-mail: epissareva@yahoo.com

РЕЗЮМЕ

В доклада се прави анализ на изискванията към работното място на хора с увреждане на долните крайници. Посочват се примери, конкретен проект и реализация на работно място за хора с увреждания.

Ключови думи: хора с увреждания, трансформиращи се мебели, изисквания към мебелите.

УВОД

Хората с увреждания са граждани на нашето общество. Те желаят да са ангажирани в неговото изграждане и да участват активно в обществения живот, но поради спецификата на заболяванията или уврежданията си, остават извън него. Във всекидневния си живот те срещат различни затруднения и независимо от желанието на голяма част от тях да упражняват някаква трудова дейност, не могат да се реализират професионално.

Основните аспекти при проектиране на мебели за хора с увреждания са свързани с изследване на действащите законови уредби, съобразяване с ергономичните изисквания и провеждане на маркетингови проучвания.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Днес идеята за интеграция на хората с увреждания към обществения живот има силна подкрепа. В България, както в цяла Европа и в развитите страни в света, се лансират проекти и програми, с които се цели социална интеграция на хората в неравностойно положение. Една от задачите на Програмата на Правителството за европейско развитие на България 2009 – 2013 от 16.11. 2009 е „разширяване на възможностите за трудова заетост на хората с увреждания в интегрирана и в специализирана работна среда”. Към интеграция и специализиране на работната среда е насочен и конкурсът от 19. 02. 2010 за „Проект за интегриране на хора с трайни увреждания в специализирана работна среда”. Тук могат да се цитират и редица други документи, от които личи загрижеността на обществото за живота на хората с увреждания. Така например, всеки работодател е задължен да предвиди определен процент работни

места за хора с увреждания. Независимо от това все още е налице неудовлетвореност у хората в неравностойно положение от възможностите, които им се предоставят.

Анкетни проучвания, които проведохме през 2009 г. в рамките на проект по НИС показаха, че 74,47% от анкетираните имат професия, а около 35% от тях биха желали да я упражняват или да са ангажирани в друга сфера, но поради редица причини, между които и нерагламентирана работна среда, те не работят. Една немалка част посочиха, че имат познанията и при предоставена им възможност могат да работят с компютър. Предвид наболелия въпрос за интегриране на хора с увреждания в специализирана работна среда и горните проучвания ние се насочихме към разработване на работно място за хора с увреждане на долните крайници.

Изследване на специфични функционални и утилитарни параметри, удовлетворяващи изискванията на хора с увреждане на долните крайници

В рамките на цитираните проучвания бяха установени приоритетите по отношение на мебелите. Хората с увреждания ги ранжират по следния начин :

- трансформируемост и многофункционалност (47,0 1%),
- удобство на съхранение (41,17%),
- лекота на ползване (29, 41%),
- добър външен вид (29,40%).

Вследствие на посочените резултати, както и на анализ на литературни източници се очерта идея за проектиране и прототипиране на работно място, което да дава възможност за писмена работа, четене, работа с компютър. Нашата цел беше насочена към създаване на функционална среда, която да предоставя всички удобства и в която хората с увреждания да не се чувстват различни. Същевременно се стремихме да постигнем универсалност на работното място с лесно достъпни обеми за съхранение, с възможност за различни приложения, което в еднаква степен да бъде пригодено и комфортно за здрави и инвалидизирани обитатели. При проектирането му се стремихме да се съобразим с основните принципи на универсалния дизайн:

– продуктът да предоставя еднакви възможности и улеснения за всички и да бъде приложим за всяка потребителска група;

– дизайнерското решение да не се ограничава само до един единствен, а да предоставя различни начини на възприемане на услуги и информация и да задоволява широк кръг индивидуални потребности и възможности, което е предпоставка за гъвкавост и приспособимост на използването;

– дизайнерското решение да е просто и лесно разбираемо;

– да се полагат минимални физически усилия при ползване;

– да е с размери, позволяващи удобно боравене, независимо от подвижността, физическите особености или ръста на потребителя.

Възможни решения

Разработиха се три вида работни маси и многофункционален мебел за съхранение

Работни маси

Работна маса 1

При изграждане на работна маса 1 е търсена ергономична форма на плота, съобразена със спецификите на обсега на действие на хора в инвалидни колички, лесно осъществима и плавна трансформация по височина. Предлаганата носеща основа дава възможност за промяна на височината от 720 mm до 1220 mm посредством електрозадвижване. (фиг. 1) При работна маса 1.1 са добавени чекмеджета, чийто чела следват формата на плота. (фиг. 2) В най-широката част на плота на работна маса 1.2, където достъпността на хора в инвалидни колички е затруднена е монтирано вертикално чекмедже. Правата задна част на плота позволява монтиране на преграден панел с допълнителни елементи и използване на масата при боксова планировка. Възможни са комбинации с мобилни модули за съхранение и на масите помежду им. (фиг. 3 и фиг. 4)



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Работна маса 2

При маса 2 работният плот се състои от две части – стационарна и въртяща се, позволяваща достъп до всички точки в уширената част на работната повърхност. Носещата основа е както при маса 1. (фиг. 5) Освен че се трансформира по височина, масата може да се комбинира с мобилни модули за съхранение, преграден панел или с други работни маси.



Фиг. 5

Работна маса 3

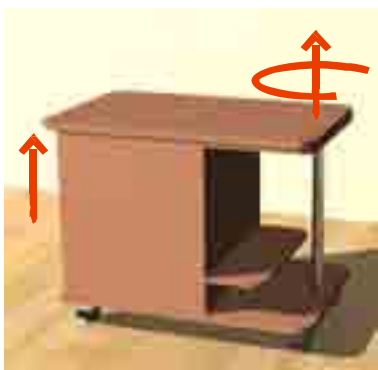
Плотът на маса 3 е с ергономична „бъбрековидна“ форма, която позволява удобен достъп по цялата работна повърхност. Допълнителен въртящ се плот с възможност за движение в хоризонтална посока улеснява хората с ограничена подвижност. Както и при останалите маси, трансформацията по височина е в границите 720 – 1220 mm. Комбинира се с мобилен модул за съхранение и панел с рафт. (фиг. 6). Възможни са различни комбинации на масите помежду им, подходящи при свободна планировка.



Фиг. 6

Корпусен мебел с многофункционално предназначение

Корпусният мебел се състои от обем за съхранение, достъпът до който се осъществява при движението му във вертикална посока посредством механизъм с електрозадвижване. Горният плот на шкафа се трансформира в три степени по височина и има възможност за завъртане на 90° и 180° . (фиг. 7) Освен като мебел за съхранение към работните маси, корпусният мебел се ползва и самостоятелно. Може да намери място в болнични стаи, хосписи, санаториуми или при домашна рехабилитация на хора с ограничена подвижност като шкаф за съхранение, маса за четене или хранене до легло или в помощ на медицинския персонал. (фиг. 8, фиг. 9)



Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9

Начините на трансформация и мобилността му позволяват също да се ползва като мебел за презентация или индивидуално работно място за здрави и хора в инвалидни колички. (фиг. 10, фиг. 11, фиг. 12)



Фиг. 10



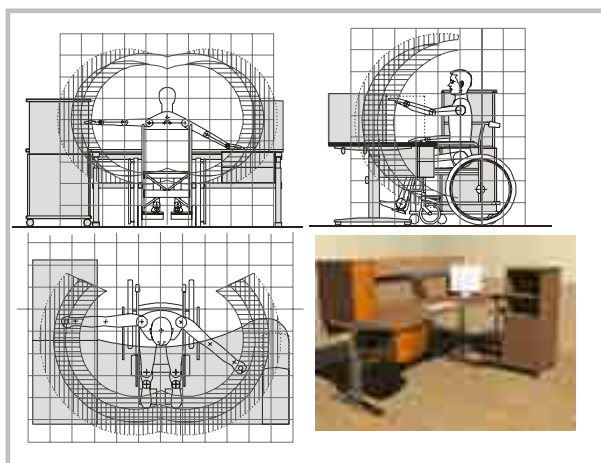
Фиг. 11



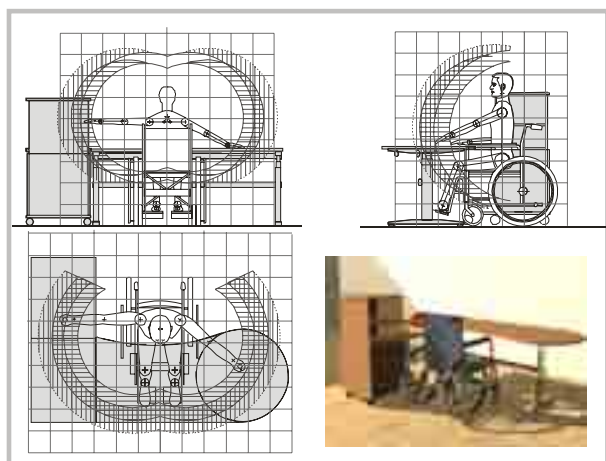
Фиг. 12

ЕРГНОМИЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

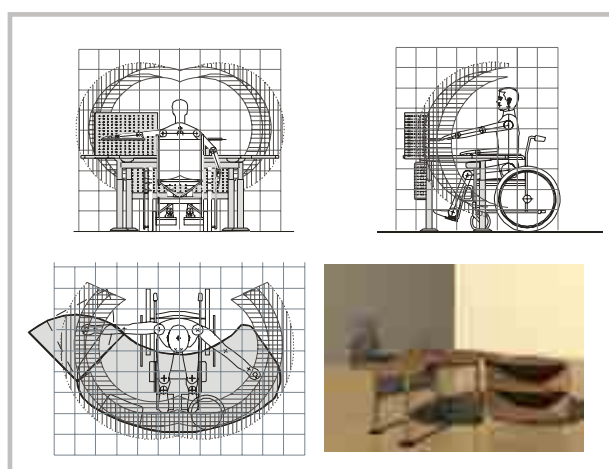
Трите вида работни маси и многофункционалният корпусен мебел са проектирани съобразно с общите изисквания и норми за достъпна среда. Изследван е обсегът на достъпност на ръцете на човек в инвалидна количка. На фигури от 13 до 16 са илюстрирани зоните, достигани с пръстите на ръцете при спокойно положение и изправен гръбначен стълб и наведено встрани или напред тяло.



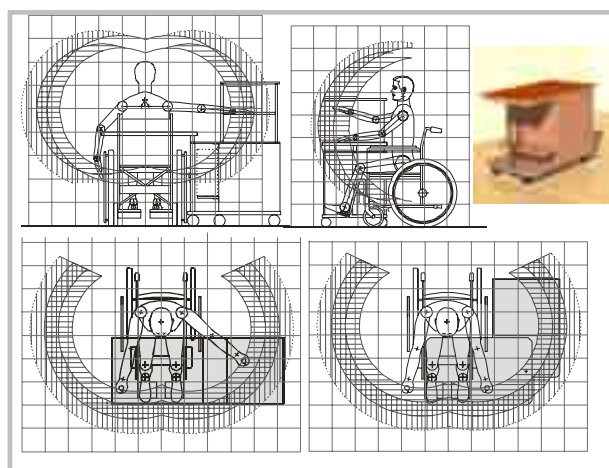
Фиг. 13



Фиг. 14.



Фиг. 15



Фиг. 16

Предвидено е защитно каучуково покритие „Noga” върху плотовете на работните маси и корпусните мебели. То е приятно на допир, екологично, електростатично, устойчиво на масла, мазнини, различни химически реактиви и се почиства лесно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ние си поставихме за цел в рамките на научния проект да разработим и реализираме пълен прототип на работно място, състоящо се от работна маса и модул за съхранение, с които да илюстрираме възможностите на програмата. В идейната фаза бяха разработени показаните изделия, а в работната фаза - маса №1 и многофункционален корпусен мебел. За съжаление, поради наложените финансови ограничения беше изработен експериментален образец само на корпусния мебел. В този проект, макар и частично реализиран, ние виждаме принос към обществото, позволяващ на хората с увреждания на опорно двигателния апарат и възрастните равностоен по качество живот.

Използвана литература:

Закон за защита, рехабилитация и социална интеграция на инвалидите, ДВ, бр. 81/2004

Закон за интеграция на хората с увреждания, ДВ бр. 108/2007 г.

Наредба № 4 за проектиране, изпълнение и поддържане в съответствие с изискванията за достъпна среда за населението, включително за хора с увреждания, ДВ бр. 54/2009 г.

Социална интеграция на инвалидите, [hpt://www.amartbg.com](http://www.amartbg.com)

Pissareva E., Public and residential environment of disabled people, Zbornik NABYTOK 2008, ISBN 978-80-228-1839-1, Зволен, Словакия

Regulation № 6 for building an accessible environment in urbanized territories, Official gazette; №109, 2003

The building regulations 1991, Access and facilities for disabled people, DETR, Environment, transport, regions, 1991

Докладът е разработен при изпълнението на проект № 38/2009, който се подпомага финансово от НИС при ЛТУ

WORKPLACE FOR PEOPLE WITH LOW LIMBS' DISABILITIES

Elena Pissareva

University of Forestry – Sofia,
e-mail: epissareva@yahoo.com

Abstract

In the paper the criteria and requirements which must suit a workplace for people with low limbs' disabilities are analyzed. Examples are given, a specific design project and implementation are shown.

Key words: disable people, adaptive furniture, requirements for furniture

ПРОЕКТИРАНЕ НА ПОДВИЖНО ОБЗАВЕЖДАНЕ ЗА РЕКРЕАЦИОННИ И КОМУНИКАЦИОННИ ПРОСТРАНСТВА В СГРАДИТЕ НА ОБРАЗОВАНИЕТО

Десислава Ангелова

Лесотехнически университет – София, e-mail: d_i_angelova@abv.bg

РЕЗЮМЕ

През последните години в световен мащаб се наблюдава един нов, нестандартен подход към архитектурното оформление на интериорните обществени пространства (фойета, стълбищни площадки, коридори) в сградите на висшите учебни заведения. Този подход е насочен към създаване на среда, която да предразполага обучаващите се и да развива в тях качества като: комуникативност, творческо мислене, целенасоченост и приспособимост.

Промяната в начина на живот, мисленето и нуждите на младите хора налага преразглеждане на функциите на пространствата за рекреация и комуникация. Изниква нужда от оформяне на зони, в които студентите да могат да свободно да разговарят помежду си, да споделят идеи, да излагат работите си и да ги обсъждат, да ползват документи и др., да ползват Интернет и т.н.

Имайки пред вид площта на тези пространства, се оказва, че наличните такива представляват голям и неизползван ресурс по отношение на потенциала им за широк кръг от дейности. Това изисква отговорно отношение към проектиране на организирано интериорно пространство, което от една страна да удовлетворява потребностите на ползвателите, и от друга, да осигурява благоприятен психологически климат.

Ключови думи: дизайн на подвижно обзавеждане, мебели за сядене

УВОД

В сградите на образованието и по конкретно в университетите освен основното пространство, свързано непосредствено с процеса на обучение, трябва да се обърне и особено внимание на допълнителните пространства като фойета и коридори. Въпреки, че тези пространства обслужват междинните етапи в процеса на обучение, те се явяват формообразуващи в общата структура на сградите. Естетическото оформяне на вътрешните им пространства е предпоставка за повишаване на нивото на комфорт на целия образователен про-

цес, както и за повишаване на доверието към институцията, на която принадлежат. Подценяването на която и да е част от тях се отразява неблагоприятно върху качествата на цялата сградата. Често, както е и в Лесотехническият университет, тези комуникационни пространства отличаващи се с голямата си по размери площ са недостатъчно оползотворени. Това налага реструктуриране на функционалното им съдържание. От друга страна в съвременните условия в нашата страна съществува значителен физически и морално амортизиран сграден фонд, който се нуждае от спешно реновиране. Комуникационните пространства са тъмни и неприветливи, мебелно обзавеждане почти липсва, а там където го има то представлява смесица от различни по характер мебели, подбрани на случаен принцип. За съжаление у нас все още не се обръща достатъчно внимание на този проблем, за разлика от другите страни, където тези пространства притежават интересно и функционално оформление като носители на общата идентичност на институцията.

Обект на изследване в настоящия доклад са мебелите предназначени за обзавеждане на рекреационните и комуникационните пространства на сградите на образованието.

Целта е да се проследят съвременните тенденции в обзавеждането на този тип пространства, да се анализират дейностите, които се извършват в тях, да се дефинират необходимите функционални зони и да се даде предложение за обзавеждането на тези зони в комуникационните и рекреационни пространства в сградите на Лесотехническият университет.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Тенденции при формоизграждането на мебелите предназначени за комуникационни и рекреационни пространства

През последните години в световен мащаб се наблюдава един нов, нестандартен подход към архитектурното оформление на интериорните обществени пространства (фойета, стълбищни площадки, коридори) в сградите на висшите учебни

заведения. Посредством различно третиране на вътрешните повърхнини, ефектно и функционално осветление и подвижно обзавеждане се цели да се създадат отличаващи се по своя характер интериорни пространства.

Този подход е насочен към създаване на среда, която да предразполага обучаващите се и да развива в тях качества като: комуникативност, творческо мислене, целенасоченост и приспособимост.

Със своя стил, материали и форма мебелите предназначени за тези пространства допринасят в голяма степен за повишаване на психологическият климат в интериора и неговото младежко звучене.

Проучванията на световните тенденции в областта на мебелите предназначени за рекреационни и комуникационни пространства в сградите на образованието показват, че значителна част от тях се проектират на програмен принцип и са обект на серийно производство. Не липсват и примери, при които мебелите са с уникален дизайн. Независимо от техния вид тези мебели имат общи черти, като: мобилност, модулност, многофункционалност, трансформируемост, ярки цветови решения и сравнително ниска цена.

По отношение на формоизграждащия принцип се оформят два типа мебели за седене: мебели с точно фиксирани размери и форма (Фиг.1 и 2) и мебели, съставени от различни по големина носещи и носени модули (Фиг.3 и 4).



Фиг. 1. От ляво на дясно: модел: Jaks, Allermuir; модел: Flower, Vitra, 2010 г.; модел: Rock elements, Sixinch, 2001 г., модел: Highway M, Segis, 2007 г.; модел: Opposite, Sixinch, 2008 г.



Фиг. 2. От ляво на дясно: модел Wave, производител: Allermuir; модел: SIDEbySIDE, производител: Karl Andersson, 2010 г.; модел: Polstergeist, производител: Blå Station, 2000 г.

Мебелите с точно фиксирани размери и форма могат да се използват както самостоятелно разположени в пространството, така и в комбинация с други, образувайки сложни пространствени композиции. При тях броят на местата е точно фиксиран – за двама, трима или четирима души.



Фиг. 3. От ляво на дясно: модел Casper, Allermuir; модел: Zeno Tandem, DAVIS; модел: Aero, DAVIS; модел: Bildu, Sellex, 2010 г.; модел: Sit-In, ALL+, 2008 г.



Фигура 4: От ляво на дясно: модел: Element Beam sofa, Materia, 2010 г.; модел: 8000, Kusch+Co, 2010 г.; модел: Loco, ALL+ ; модел: Radius Lounge, DAVIS; модел: Elevation Bench, FLORA

Мебелите съставени от различни носещи и носени модули позволяват по-големи комбинативни възможности. Броят на седалните места се формира в зависимост от конкретните нужди. Тези мебели са изградени на програмен принцип, като често освен основните модули предлагат възможност за включване на различни допълнителни елементи в общата композиция, обслужващи определени функции, като: плотове, подръчници, цветарници, вградена Wi-Fi връзка (Фиг.4). Основните им предимства са пестенето на пространство, визуално олекотяване и висока функционалност спрямо различните предназначения на помещенията. Независимо от формообразуващия принцип и двата типа мебели за седене са подходящи както за аранжиране към стената, така и за оформяне на централни композиции.

Голяма популярност напоследък имат мебелите, които са изградени от модули с малка широчина, свободно преливащи един в друг и образуващи дълги непрекъснати редици или затворени централни фигури (Фиг. 5 и 6). При тях посредством различни криви и прави повърхности се постига интересно визуално впечатление. Тези флуидни, синусоидни, модулни системи за седене са предназначени предимно за разполагане в големи

пространства. В зависимост от начина им на използване често те образуват интересни пространствени форми посредством пресичане на отделните модули.



Фиг. 5. От ляво на дясно: Серия: ZA, DAVIS, модулна система: Gate, Blå Station; модел: Eboli, Capdell; Модел: Plint Beam, Materia, 2010 г.



Фиг. 6. Модел: Highway E (2007 г.), L (2009 г.), N (2009 г.), Segis; модел: Free flow, Moroso, 2009 г.

Новост при мебелите предназначени за комуникационни и рекреационни пространства е предлагането на модули с по-голяма височина – над 65 cm, които се използват за високо седане или по-скоро полуизправено положение с подпиране на седалището. Подобни мебели са много добри за коридори, фойетата, чакални и други пространства, където пространството е ограничено и дейността изчакване е свързана с по-къс период от време (Фиг.5).

По отношение на материалите преобладават смесените конструкции, като най-честите комбинации са: метал и дървесина и метал и пластмаса. Носещата част на мебелите обикновено се изработва от метал – стомана или алуминий. Тези материали осигуряват устойчивост на натоварване, сигурни конструктивни връзки и позволяват различна, надеждна повърхностна обработка, като анодизиране, галванизирание, хромиране, прахово боядисване.

Широко приложение в конструкциите на тези мебелите намира слоестата дървесина. С този материал с лекота се постигат ергономично издържани форми, като по този начин се обезпечават комфорт и удобство на седане, без да се налага

използване на тапицерия. По-рядко се използват детайли от масивна дървесина, плочи от дървесни частици, облицовани с естествен фурнир, хартиено или поливинилхлоридно фолио, термопластичен гетинакс.

Пластмасите също заемат голям дял в производството на мебели за седане през последните няколко години. Това се дължи главно на огромните цветови и формални възможности, които те предоставят.

Основно предимство на слоестата дървесина и пластмасата е възможността за намаляване броя на конструктивните елементи, откъдето намалява и броят на съединенията, необходими за свързването им. Мебелите изработени от посочените по-горе материали са леки, устойчиви на натоварвания, удобни за поддръжка, пластични и с възможност за масово производство, което е предпоставка за по-достъпна цена.

Изследване на дейностите протичащи в комуникационните и рекреационни пространства в сградите на лесотехническия университет

Промяната в начина на живот, мисленето и нуждите на младите хора налага преразглеждане на функциите на пространствата за рекреация и комуникация в сградите на Лесотехническия университет. Ясно се забелязва, че тези пространства вече не отговарят на съвременните потребности на техните ползватели. Изниква нужда от оформяне на зони, в които студентите да могат да свободно да разговарят по между си, да споделят идеи, да излагат работите си и да ги обсъждат, да попълват документи, да ползват Интернет и т.н.

Всички сме свидетели на големите групи от студенти, чакащи пред кабинетите по време на проверки, подпиращи се на первазите на прозорците или седнали директно на пода. Коридорите, които доскоро се смятаха изцяло за комуникационни пространства вече са носители и на други функции, например изложбени зони и зони за рекреация. Това важи с пълна сила и за фойетата. Въпреки, че през краткото време между часовете студентите се събират там, за тях липсват оформени с необходимото обзавеждане зони за разговори, консумация и излагане на информация. От друга страна площта на тези пространства позволява оборудването им с различни мебелни групи, автомати за храни и напитки и други елементи повишаващи комфорта на обитаване.

От направеният анализ на дейностите се установи нуждата от оформяне на следните функционални зони в коридорите и фойетата на Лесотехническия университет: зони за изчакване и рекреация; зони за разговори; зони за попълване на документи и друга подобна писмена работа; зони за излагане на студентски разработки, документи



Фиг. 7. Илюстрация на дейностите протичащи в коридорите и фойетата на ЛТУ

и друга информация; зони за провеждане на конференции и временни изложби на студентски работи и зони със осигурена Wi-Fi връзка.

Въпреки многообразието на предлаганите мебели за комуникационни и рекреационни пространства става ясно, че те не са изцяло приспособими към условията в университетите, тъй като не обслужват някои специфични дейности извършващи се там. Ето защо е необходимо да се проектира единно по стил обзавеждане, което най-добре да отговаря на изброените по-горе дейности.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

На база на направените проучвания относно дейностите и изискванията на ползвателите бе проектирана програмата от обемно-пространствени и функционални модули с цел да се осигури функционална, размерна и стилова съвместимост. Така проектираната програма позволява голяма гъвкавост и многофункционалност.

Системата от модули е с три основни функционални височини: 450 mm, 750mm и 1100mm. По дължина модулите са четири: 400mm, 800mm, 1200mm и 1600 mm. Широчината е еднаква за всички модули – 350mm, с изключение на модулите за цветарниците – 250 mm. С височина 450 mm са модулите, които се ползват за седене. Модулите с височина 750 mm могат да се използват както като плот за писане от седящ човек и за разполагане на лаптоп, така и за подпиране на седалището в полу-изправено положение. Модулите с височини

на 1100mm служат за плотове за писане и опора в изправено положение. Модулната система се състои от носени и носещи части. Носените части се изработват от огъната слоестослепена дървесина, а носещите части се изработват от стоманени шини. Връзката между носещите и носените части се изпълнява посредством нитове, а между отделните модули посредством свързващи болтове. Така проектираната модулна система позволява различни комбинации, отговарящи на нуждите на съответната зона (плотове за подпълване на документи с място за разполагане на багаж под тях, места за седене, за подпиране, за разполагане на преносими компютри и други предмети).

В коридорите се предвижда оформяне на три или четири групи от мебели, разположени от страната на лекционните зали и лабораториите. Те представляват различни комбинации от модули, в зависимост от големината на конкретното пространство (разстоянието между вратите, което е различно при различните коридори по етажите) и необходимата функция, която обслужват. Тъй като коридорите са с неблагоприятни пропорции – малка широчина и много голяма дължина е удачно използването на модули с габаритна широчина 350 mm и изчистен дизайн, тъй като тяхното присъствие в пространството е по-дискретно и не го натоварва с ненужни обеми.

Във фойетата със северно изложение се предвижда островна композиция от модули, която да осигурява места за седене, работа с лаптоп,

НОМЕНКЛАТУРА НОСЕНИ ЧАСТИ					НОМЕНКЛАТУРА НОСЕЩИ ЧАСТИ													
H	L	НОМЕНКЛАТУРА НОСЕНИ ЧАСТИ				НОМЕНКЛАТУРА НОСЕЩИ ЧАСТИ												
		400 mm	600 mm	1200 mm	1800 mm	400 mm			600 mm			1200 mm			1800 mm			
100 mm																		
150 mm																		
200 mm																		
250 mm																		
300 mm																		
350 mm																		
400 mm																		
450 mm																		
500 mm																		
550 mm																		
600 mm																		
650 mm																		
700 mm																		
750 mm																		
800 mm																		
850 mm																		
900 mm																		

НОМЕНКЛАТУРА ЦВЕТАРИЦИ					
H	L	НОМЕНКЛАТУРА ЦВЕТАРИЦИ			
		400 mm	600 mm	1200 mm	1800 mm
400 mm					
700 mm					
		НОСЕНИ ЧАСТИ			
200 mm					

НОМЕНКЛАТУРА СТЕННИ ЕЛЕМЕНТИ				
H	L	НОМЕНКЛАТУРА СТЕННИ ЕЛЕМЕНТИ		
		400 mm	700 mm	1000 mm
700 mm				
1200 mm				

Фиг. 8. Номенклатура от модули за обзавеждане на коридорите и фойетата на ЛТУ



Фиг. 9. Примерни комбинации от модули

място за организиране на временни изложби и др. Към стената се предвижда друга комбинация от модули, които освен изброените по-горе дейности да осигурява и място, където студентите могат да поставят съобщения и друга информация.

Проектираната номенклатура може да се развие във всеки един момент, като се допълни например с модули, изпълняващи функцията на изложбени пана за дипломни и курсови проекти, както и за конференции или защиты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Естетическите и функционални качества на интериора са мерило за равнището на институция-

та, на която принадлежат. Комуникационните пространства представляват своеобразна визитна картичка за посетителите на университета и отразяват неговото общо развитие и насоченост. За останалите ползватели – студенти, преподаватели и персонал, които са в по-продължителен контакт с вътрешното пространство, неприветливото им и нефункционално устройство създава значително неудобство и затруднява протичането на учебния процес. Това изисква отговорно отношение към проектиране на интериорно пространство, което от една страна да удовлетворява потребностите на ползвателите, и от друга, да осигурява благоприятен психологически климат. Ето защо е наложи-

телно по-задълбочено проучване и детайлиране на всички компоненти, изграждащи вътрешното пространство с цел създаване на комфортен и отличаващ се по своя характер интериор, който да отразява новите функции специфични за съвременните висши учебни заведения.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

Писарева Е., 1999 г. Обзавеждане на обществени сгради. Лесотехнически университет, София

Писарева Е., Райчева Р. 2009. Принципи и критерии за дизайнерско оформление на обществени пространства. Сборник научни доклади. Втора научно-техническа конференция, 200-206

www.allermuir-usa.com

www.architonic.com

www.davisfurniture.com

Настоящият доклад е разработен при изпълнението на проект №49/2009, който се подпомага финансово от НИС при ЛТУ

DESIGN OF MOVABLE FURNISHING FOR RECREATIONAL AND COMMUNICATION SPACES IN EDUCATIONAL BUILDINGS

Desislava Angelova

University of Forestry – Sofia,

e-mail: d_i_angelova@abv.bg

SUMMARY

In the recent years, a new and unconventional approach to the architectural design of the interior public spaces (lobbies, stair landings, passageways) in the higher education buildings can be observed worldwide. This approach is aimed at creating learner-friendly environment and developing specific qualities such as communication, creativity, purposefulness and flexibility.

The change in lifestyle, thinking and needs of the young people requires a review of the functions of recreational and communication spaces. A need to organize areas where the students can talk freely, share ideas, present and discuss their works, fill in documents, use the Internet, etc., arises.

Having in mind the size of these spaces, it appears that the available ones represent a large and unutilized resource in terms of their potential for a wide range of activities. This requires a responsible attitude towards the design of organized interior space which, on the one hand, meets the users' needs and, on the other hand, provides favorable psychological climate.

Key words: design of movable furnishing, seating furniture

НЯКОИ ПРОБЛЕМИ ПРИ ПРОЕКТИРАНЕТО НА ПРОГРАМИ ОТ МЕБЕЛИ ЗА ОБЗАВЕЖДАНЕ НА ДНЕВНА

Янчо Генчев

Лесотехнически Университет – София, e-mail: genchevy@abv.bg

Промяната на организацията на интериора на жилищата, многофункционалното използване на жилищните помещения са подложени на изследване, анализ в средите на специалистите и повод за разнородни изявления в специализираната литература. Споровете първоначално се ограничават в разполагането на отделните функционални зони, организацията на пространството, а после преминава и върху терминологията.

Промените в социалния статус доведоха до промяна на желанието на обитаване от колективни към индивидуални жилищни форми. Това налага и въвеждането на нови функции в жилището, нов начин на обитаване. Проблемите при проектиране и програми от мебели за обзавеждане на съвременното жилище могат да се разделят в две основни групи – новата архитектура в резултат на социалните промени въведе нови функции в жилището, нови планови схеми и изисква нови функции и формообразуване на мебелите. Втората група се състои от въвеждането на технически средства за тяхното рационално осъществяване при производството на мебелите. В работата е направен опит за решаване на основния въпрос – обзавеждане на дневни с разнообразни планови схеми с мебели, конструирани от унифицирани елементи.

Ключови думи: програми от мебели, дневна, дизайн

Проблемите при проектиране и програми от мебели за обзавеждане на съвременното жилище могат да се разделят в две основни групи.

Първата се основава на промените в плановите схеми на жилището. Новата архитектура в резултат на социалните промени въведе нови функции в жилището и изисква нови функции и формообразуване на мебелите.

Втората група се състои от въвеждането на технически средства за тяхното рационално осъществяване. В работата е направен опит за решаване на основния въпрос – обзавеждане на дневни с разнообразни планови схеми с мебели, конструирани от унифицирани елементи.

Основен проблем при промишления начин на производство на корпусни мебели е решаването на

противоречието между изискването за типизация и унификация на производството от една страна, и стремежа на потребителите към разнообразие и индивидуалност от друга. При това често се налага да се променя или добавя една или друга допълнителна дейност в съвременното жилище.

За решаването на този проблем се търсят различни пътища. Един от тях е производството на мебели по индивидуален проект изработвани от малки производствени мощности. И в тази форма на производство, близка до занаятчийската се търси възможност за повече унифицирани конструктивни елементи, за използване на един обков, по-малко разнородни технологични операции. За този начин на производство е необходимо технологично оборудване на високо ниво – с опции за връзка на основните машини с компютъра на конструкторите, компютърно настройване на основните машини и агрегати,

Създаването на единна предметна среда на хората, съобразена с материалните и духовните им потребности и същевременно да изразява техния идеал за начин им на живот е основния проблем на дизайнерите на интериора.

Проектирането на единични изделия не може да реши тази задача – създаването на хармонична предметна среда. Проектантите на различни единични продукти проявяват стремеж към постигане на изразителни форми със специфичен характер. Дори е прието да се определя това като мерило за творческите им способности. Но често подобни „претенциозни“ изделия се оказват неподходящи за условията на тяхното потребление. Проектирането на отделно изделие може да създаде единство и хармония само в неговите рамки, но не и в изделията помежду им. Макар и насърчавано като мода в началото на века (обзавеждане на фойейето на хотел Радисън, София), това течение бързо отмина.

В края на 70^{-те} години се ражда идеята за т.нар. „системни обекти“ на дизайна. Тя се появява в резултат на търсене на по-голяма ефективност на проектите. Системните обекти се изграждат чрез един или няколко компонента варианти на предметната среда. Тези компоненти са нови, основополагащи първични елементи на системния подход на дизайна. Пример за системен подход в

интериора е решаването на обзавеждането в съвременното жилище са зоните за приготвяне на храна и хранене, които между впрочем обхващат и цялата дневна в съвременните схеми на жилището. Системните обекти на дизайна пораждаат и специфични за тях естетически проблеми. Изграждането на предметния пласт на средата от ограничен брой първични елементи е предпоставка за единство и хармония на средата. Но понякога се получава и еднообразие, което е показателно за недостатъчното овладяване на средствата на дизайна. В последствие възникнаха като краен вариант идеите за комплексно проектиране на средата стигащо до „тотален дизайн“, като краен израз на проектирането на програми от продукти, изискващи познания в различните промишлени отрасли.

За това време е характерна концепцията за оптимален, бързо обновяващ се асортимент чрез развитие на голямо серийно производство на основата на относително постоянна технология и широко използване на съвременни методи на стандартизация, като типизация и унификация.

Дълго време се спори, необходима ли е унификацията при мебелите и каква да бъде тя? Привеждат се примери и аргументи за ненужност на унификацията и се правят опити да се докаже, че унификацията се стесняват изразните възможности на проектирането.

Търсенето на разнообразие при мебелите, без да се владеят принципите на унифициране води до създаване на редица модели, с многобройни конструктивни елементи, чийто размери се различават незначително един от друг. При това различията не винаги са обосновани и в повечето случаи не довеждат до желаното разнообразие във формоизграждането и облика на мебелите. На практика вместо с еднакви конструктивни елементи да се получават различни по форма и външен вид мебелни композиции се получават с различни елементи близки по външен вид мебели.

Еднообразието се засилва и от стремежа да реализират „твърди“ набори и мебелни гарнитури. По този начин се стеснява изборът и се налага на потребителите определен начин на обзавеждане и поведение.

Идеята за системните обекти на дизайна по-късно еволюира в т.нар. дизайнпрограми. Новата архитектура и индивидуалния начин на обитаване водят до проектиране на мебелни програми с така наречената „отворена форма“ по отношение на функцията. Към програмите могат да се добавят една или друга функция чрез един или друг модул, с което да се добавя определена дейност в жилището – да се увеличават или намаляват затворените или отворените обеми за съхранение на различни вещи, да се добавят модули тв и аудио техника, за библиотека и др. Първата дизайнпрограма се

проектира на тема „Дизайнпрограма за архитектурно изграждане на кухните в жилищата“ от колектив с ръководител арх. Тодор Младенов през 1984-1985г. В резултат на дизайнерските изследвания и експериментално проектиране програмата е диференцирана по производствен признак и са дефинирани дванадесет програмни задачи, адресирани към деветте главни изпълнители и внедрители на изделията като домакински електроуреди, битова техника, мебели, керамика, фолия и осветителни тела. В условията на централизирано планоново развитие на икономиката се е предвиждало и създаване на ново предприятие за производство и монтаж на всички видове кухненски панели. За всеки производител е било съставено дизайнерско задание за конструиране на съответните изделия и предложения за усъвършенстване на съществуващите и усвояване на нови материали и технологии с изисквания към пластичност, оцветяване, графика, както и изискванията към изделията, отнасящи се до връзката им с инсталациите и кухненските пространства.

Дизайнпрограмата е отворена в проектантски, производствен, търговски и потребителски аспект. Проектантската гъвкавост се състои в това, че дизайнпрограмата може да се допълва и развива. Производствената гъвкавост се заключава в лесното и бързо сменяне на моделите, без особени затруднения в производствения процес. Търговската гъвкавост се състои във възможността мебелите да се предлагат некомплектовани в твърди набори, а поотделно самостоятелно и в композиции. При това положение потребителят сам или с помощта на консултант може да обзаведе дома си съобразно с нуждите си, предпочитания и възможности. Така той става съавтор при обзавеждането в определяне на композиционното решение, набора от модули, който е индивидуален и различен. Потребителската гъвкавост се състои в това, че потребителите имат възможност за избор при определяне на набора от мебели и в последствие да променят композиционното решение, да добавят нови модули и да разширяват първоначалния набор.

Това е и идеята за съвместен проект за разработване на мебели на програмни принцип.

Мебелите се използват с дълъг срок на годност и имат определяща роля при изграждането на жилищния интериор и това е предпоставка да се търси нова организация на производството, да се промени досегашния начин и да се премине към „отворена“ система към потребителите. Промяната се състои в предварително произведени агрегати и детайли, планирани или запълващи празноти в производствения цикъл на по-малки фирми, готови на склад и при конкретна поръчка комплектуват определените модели от потребителите. По този начин се постига намаляване на срока на изпълване на поръчката при постигане на по-високо качество.

Възниква въпросът, какъв да бъде образът на програмата от мебели – неутрален, ярък или фрапантен – в отговор бяха създадени две програми – едната в класически стил, другата в съвременен. И за двете е характерно изборът на материали да осигурява дълготрайност и надеждност на конструкцията.

Изграждането на композиции от модулите в единия случай модел „Тамая” предизвиква усещане за лекота, елегантност на формите, балансираност.

Мебелите в програмата модел „Ани” са в класическа линия, придават усещане за статичност, тържественост, престижност и стил.

По отношение на пластичността на формите – при модел „Тамая” основните профили на детайлите са със закръгления, съединяват се под герунг, като с фуга се подчертава това и се допринася за изразност на конструкцията и пластичността на мебелната композиция. Използването на канта за оформяне на дръжка със специфичен профил на челата на чекмеджетата и вратите усилва пластич-

ността на мебелите. Формоизграждането мебелите в класически стил директория също е подчинено на модулен принцип по височина и дължина, мебелите имат общ архитектуру-художествен облик. Постигната е пластичност чрез профилиране на детайлите, закръгления, фасети на стъклата и характерно патиниране.

Решаването на техническите проблеми изисква в началото при разработването на програмата по-големи усилия, но в следствие технологичните режими и процеси са уточнени и производствената програма се осъществява с по-ниски разходи на време.

В предварителната подготовка на производството се включва логистичното осигуряване не само на материалите, но и на технологични съоръжения – режещи инструменти, приспособления и др.

Унифицирането, използването на готови възли и детайли дава възможност за обновяване на асортимента, за съкращаване на времето за разработване и внедряване на нови изделия на основата на прилагане на типови технологични процеси.



Фиг.1. Част от номенклатурен лист на програма от мебели мод. Ани

Работата върху усъвършенстването на програмата и добавяне на нови функционални елементи е непрекъснат процес. Впоследствие се решават някои въпроси относно външния вид - доколко да бъде тонирането и патинирането при лицевото оформление на мебелите, големината на фасета на стъклата и др. Чрез добавяне на нови елементи в програмата – носещи рафтове, допълнителни чекмеджета се постига усъвършенстване на функционалността както на отделните мебели и набори, така и възможност за избор на нови комбинации.

Табл. 1

Основни модулни размери на мебелите от програма /mm/

L	B	H		
598	454	639	1009	1931
1024	454	639	1009	1931
1450	454	639	1009	1931
1876	454 600	639	1009	1931



Фиг. 3. Профили и пластично решение на елементи на мебелите от програма Ани



Фиг. 4. Набор мебели от програма Тамая



Фиг. 2. Шкафове от програма мод.Ани

Проектирането на програми от мебели от унифицирани елементи показва големи възможности, които дава този подход. Многофункционалните програми от мебели си остават трайна тенденция в развитието на производството на корпусните мебели. Тяхното производство може да е целесъобразно и ефективно и при програмите, предназначени за високата ценова категория със стил и качество, и при програмите от мебели с формоизграждане и пластичност подчинени на плановете схеми на съвременното строителство и функционалност. Избрани набори от програма мебели Тамая и от програма мебели Ани бяха експонирани на Международния Пловдивски панаир през май 2010 и бяха отличени със златни медали и диплом.

ЛИТЕРАТУРА

Генчев, Я. Характерни операции при синтезиране на формата на мебелите за почивка. Конференция „Иновации в горската промишленост и инженерния дизайн”, София, ЛТУ, ноември, 2009.

Делчев, С., Основи на промишления дизайн в архитектурата. С., Техника, 1993.

Захариева, Т. Професията дизайнер. www.dibla.com. 2007.

Райчева, Р., Перспективни програми от многофункционални корпусни мебели за обзавеждане на дневната в съвременното масово жилище. Автореферат на дисертационен труд. УАСГ.С., 1993.

Haipf, W. DESIGN? WARUM? WOZU? FUR WEN? UND VON WEM?.

KDNDV DF TU Zwolen, Nabytok 2006.

SOME PROBLEMS IN DESIGNING OF FURNITURE PROGRAMS FOR LIVING ROOM

Yancho Genchev

University of Forestry – Sofia,

e-mail: genchevy@abv.bg

Changing the organization of the interior of housing, and multiple use of residential premises were subjected to studies and analyses by the experts and this resulted in various statements in the literature. Disputes were initially restricted to the deployment of individual functional zones, space organization, and then went on terminology.

Changes in social status led to a change in the willingness of habitation collective to individual residential forms. This requires the introduction of new functions in the home, a new way of living. Design problems and programs of furniture for the modern home can be divided into two main groups – the new architecture as a result of social changes introduced new functions in the home, new planning schemes and require new functions and formation of the furniture. The second group of problems consists of the introduction of technical means for their rational implementation in the manufacture of furniture. The present work is an attempt to resolve the main question – equipment of living rooms with a variety of planning schemes of furniture designed by using unified items.

Key words: furniture programs, living room, design

ВЪРХУ ПРОЕКТИРАНЕТО НА СКЕЛЕТИ ЗА МЕКА МЕБЕЛ

Янчо Генчев¹, Ралица Симеонова
Лесотехнически Университет – София, e-mail: ¹genchevy@abv.bg

РЕЗЮМЕ

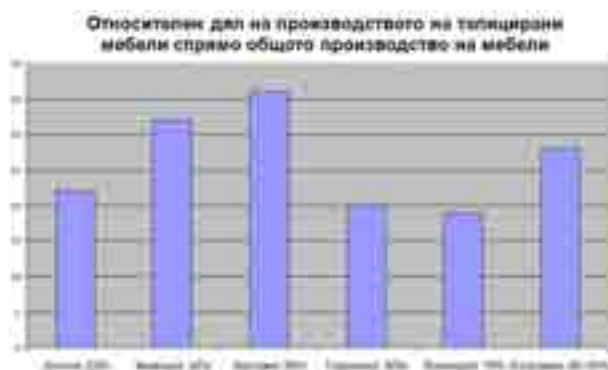
В производството на мека мебел се използват различни материали в конструкцията на скелетите, с различни конструктивни схеми. Анализът на конструктивните схеми и технологичния процес могат да доведат до промяна на производствената програма на фирмата и концепцията за формоизграждане и дизайн на мебелите.

Ключови думи: конструиране, технология, дизайн, мека мебел.

Проектирането на мека мебел е трудна и предизвикателна задача. В повечето случаи на аранжиране и организиране на пространството в дневната на съвременното жилище мебелите за почивка представляват основен композиционен център. Това означава, че тяхното формоизграждане и пластичност трябва да е подчинено не само на ергономични и функционални изисквания, но и на представителност и престижност.

СЪСТОЯНИЕ НА ПРОБЛЕМА

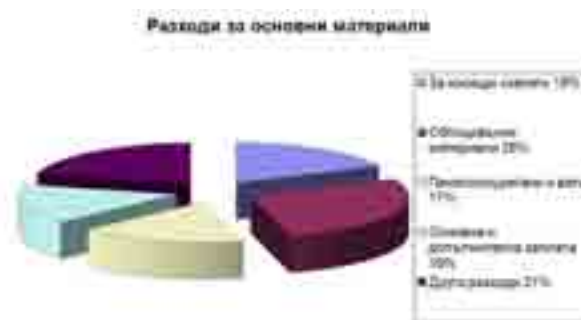
В страните с развита мебелна промишленост делът на производството на мека мебел съставлява от 20 до 35% (фиг.1) от общото производство на мебели.



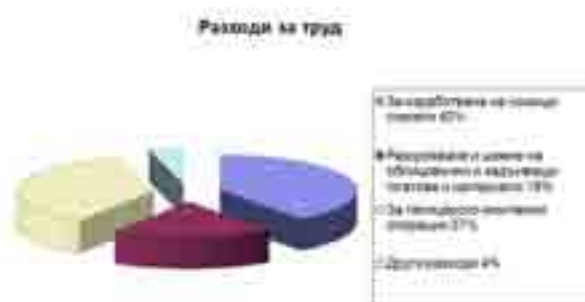
Фиг. 1. Относителен дял на производството на тапицирани мебели спрямо общото производство на мебели в страните с развита мебелна промишленост

Анализът на разходите за материали и труд (фиг.2 и фиг.3) показват, че при проектиране на нови мебели с по-ниска себестойност усилия за търсене на реални възможности за рационализи-

ране и оптимизиране могат да се насочат към конструкцията и технологията на скелетите на тапицираните мебели.



Фиг. 2. Разпределение на разходите за основни материали



Фиг. 3. Разходи на труд за основните операции при производството на мека мебел

Изборът на конструктивна схема на скелета влияе върху якостта, трайността и сигурността на мебелите. Голяма част от асортимента на мека мебел е с видим носещ скелет. Правилните пропорции и композиране както на скелета към тапицираните елементи така и между конструктивните му елементи определя визията на мебелите и е основен етап от проектантския процес.

Целта на настоящата работа е да се анализират конструктивните схеми на скелетите и технологичния процес при производството на тапицирани мебели и с това да се помогне на производителите при избора на концепция на фирмата и определяне на производствената програма от мебели за почивка.

КЛАСИФИКАЦИЯ НА СКЕЛЕТИТЕ НА ТАПИЦИРАНИТЕ МЕБЕЛИ

Могат да се приемат няколко принципни схеми на конструиране на скелетите:

- **монолитни**;
- **секционни** - обикновено от отделни окрупнени конструкции на седалната част, на облегалната част или и двете заедно и подръчници.

Характерните предимства и недостатъци са описани са описани от редица специалисти и изследователи (1,2,3,4,).

Корпусите на мебелите за почивка могат да имат много сложно формоизграждане, но целта е да се постигне максимално удобство и комфорт като се следват контурите на човешкото тяло в съответната поза при ползване. Според литературното проучване и наблюденията от десетилетията производствен опит показват, че в зависимост от използваните материали за изграждане на скелетите и съответно приетите технологии могат да се определят следните основни направления:

1. Скелети от масивна дървесина и плочести дървесни материали.
2. Скелети от масивна дървесина.
3. Скелети от слоеста дървесина..
4. Скелети от пресоформовани елементи от дървесни материали.
5. Скелети от пластмаса.
6. Скелети от метал.
7. Скелети от комбинирани материали

В настоящата работа поради ограничения обем ще бъдат подлежащи на изследване и анализ първите три групи.

Скелети от масивна дървесина и плочести дървесни материали

Този вид конструиране на корпуси е най-широко използван, понеже позволява комбиниране на плочести детайли, от които чрез изрязване на криволинейни елементи се постига форма близка до контура на човешкото тяло.



а)

б)

Фиг. 4. Скелети от масивна дървесина и плочести дървесни материали:

- а – с обем в седалната част за вграждане на механизъм за трансформиране в легло;
- б – с пространствена конструкция осигуряваща комфортно седене. Производител ВЕЛГА

Възможностите за рационализиране на конструкцията се заключават в използването на най-често прилагани материали в мебелното производство, възможността да се използват отпадъчни ивици от разкрояването на плочи от дървесни частици и други мебелни плочи. Това съществено намалява разхода на материали и намалената по този начин себестойност прави подобни корпуси конкурентноспособни. Това обаче изисква увеличаване на разходите на труд за избиране, сортиране и транспортиране на тези отпадъчни материали.

Към този вид корпуси могат да се разгледат като разновидност скелети, конструирани от детайли от масивна дървесина или мебелни плочи в комбинации с тънки плочи от дървесни материали. Този вид конструкции се изгражда от рамки със сложна конфигурация, които се задънват с тънки плочи от дървесни материали (ПДВ, тънък шперплат или МДФ). В повечето случаи тези конструктивни решения дават възможност за конструктивно решение на тапицирани мебели със сложна кривина в хоризонтална, или вертикална посока. Подобен тип мебели се произвеждат у нас и в чужбина, но поради съществени ограничения във формообразуването и недостатъчно снижение на себестойността не са намерили масово приложение у нас.

Технологичния процес по производството се характеризира с трудности при разкрояването на криволинейните детайли от мебелни плочи. Използването на машини с компютърно управление (дървообработващи центрове) не винаги е оправдано поради малката скорост на подаване при рязане по криволинейен контур, и обикновено се пристъпва към използване на традиционните в това производство банциги, при които се разкрояват по три детайла едновременно, предварително подготвени в пакет и очертан контур по шаблон.

При определянето на местоположението на отвори на детайлите за сглобяване на корпусите и монтирането на механизми и обков, конструкторът трябва да предвиди използването на многопробивна машина или център, което ще доведе до намаляване времетраенето на операцията.

Сглобяването на корпуса изисква достатъчно пространство и трябва да се осъществи точно. При допускане на грешки при последващото тапициране може да се изправят в известна степен и това зависи от квалификацията на тапицера, но трябва да се знае, че никога не могат да се заличат докрай.

Скелети от масивна дървесина

Корпусите от масивна дървесина на мебелите за почивка могат да бъдат видими, тапицирани или една част да видима, а друга тапицирана.

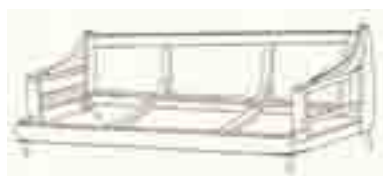
1. Тапицирани мебели със скелети от масивна дървесина.

Този тип корпуси са най-сложни като конструкция, сложна пространствена форма. Изработват се от както от праволинейни детайли, така и от криволинейни, които най-често са изрязвани по криволинеен контур, но могат да бъдат огъвани или витослепени. Според повечето специалисти по този начин могат да се изработят всякакъв вид корпуси, независимо от формата и пластичността на мебелите или оригиналното дизайнерско решение.

Като недостатък може да се изтъкнат повишения разход на труд и особено на масивна дървесина при изработване на заготовки със сложна форма.



а)



б)

Фиг. 5. Скелети на мека мебел от масивна дървесина

Съединенията между основните конструктивни елементи са чрез кламери, приковаване, дибли, а в някои случаи с по-сложни специфични съединения.

Поставянето на ъглови парчета в зоната на съединенията се прави с цел да се повиши якостта на конструкцията при намалени напречни сечения на фризовете, което в известна степен намалява разхода на масивна дървесина.

Анализът на технологичния процес в повечето предприятия в България показва, че механизацията на труда е ниска и изисква по-висока квалификация на изпълнителите.

2. Мебели с открити скелети от масивна дървесина.

Този тип мебели са характерни както за отминали епохи, така и за стилове от по-ново време и винаги са били предизвикателство за проектантите. Те се отличават с елегантност, изява на масивната дървесина придаваща топлина и уют, пластичност и тектоника на формата на мебелите. В цялостното израждане на мебелите тапицерията може да бъде подвижна, но може да бъде закрепена неподвижно.



а)



б)

Фиг. 6. Тапицирани мебели от масивна дървесина с подвижна тапицерия: а – с неразглобяем монолитен скелет, производител АСКО; б – с разглобяем скелет, дизайн Я. Генчев

Този тип мебели са характерни за минали епохи, но и сега дизайнерите търсят възможност за изява с търсене на характерен език за изява на материали, топлина и уют в съвременното жилище или обществени обекти.

През 80^{-те} години на миналия век се появи направление в мебелния дизайн стил „кит“, което се изразяваше в мебели с разглобяема конструкция, лесен монтаж и новости в реализирането на мебелите. Продажбите се извършват за първи път като в супермаркет – мебелите са опаковани в разглобен вид и е желателно опаковките да са с големина да се транспортират в багажника на лек автомобил.

В последствие се появи и течението „ортодоксален функционализъм в дизайна“, където демонстрацията на конструкцията, подчертаването на отделните елементи чрез скосяване или фуги и видимост на съединенията между тях се счита за достойнство. Това се постига чрез подбор на материалите, и технологично оборудване на високо ниво.

Особеното в този вид конструкции на корпуси са високите изисквания към качеството на масивната дървесина по отношение на вида и големината на чеповете, посиняване, оцветяване, наклон на влакната и още куп недостатъци посочени в съответните стандарти. Естествено това води и до по-голяма материалоемкост на мебелите.

В технологията трябва да се предвидят операции по преглеждане на материалите, отстраняване на недостатъци, профилиране, шлифване, повърхностна обработка (байцване, лакиране) и др. Това определе-

но води и до допълнителни изисквания като избягване на дървесина със смолни канали, гнилоти и др.

3. Тапицирани мебели с видими детайли от масивна дървесина.

При този вид се прибягва обикновено до няколко конструктивни схеми:

– Скелети на мебели от първия тип, при който в последствие се апликират декоративни от масивна дървесина;

– Скелети на тапицирани готови мебели, към които се монтират носещи рамки от масивна дървесина.

– Готови лакирани, завършени, носещи, скелетни конструкции, към които се монтират готови тапицирани функционални елементи.

Разликата между вторите и третите се изразява в степента на завършеност и изразителност на формата на готовите функционални елементи. Тези готови елементи (облегалки и седалки), могат да бъдат подвижни от възглавници, или да имат рамкова конструкция, която да е тапицирана по определен начин. При някои тапицираната част се декорира с прошиване, или с кедри с цел да се постави по-силен акцент, а при други се търси изява на масивната дървесина чрез увеличени напречни сечения на детайлите, профилиране, изработване на холкери в зависимост от избора на стил и творческо търсене на проектантите.



а)



б)

Фиг.7. Мебели за почивка с апликирани детайли от масивна дървесина:

а – с апликирани рамки, производител АСКО;
б – с апликирани декоративни детайли (шатовни)

При мебелите с видим корпуси от масивна дървесина повърхностната обработка може да се извърши в разглобен вид на части с последващо сглобяване или първоначално сглобяване с последващо нанасяне на декоративно-защитни покрития. Избора на ред зависи от сложността на конструкцията и технологичното оборудване и възможности на предприятието.

Корпуси от слоеста дървесина

Използването на слоеста дървесина в конструкцията на меката мебел има особени традиции в мебелното производство в скандинавските страни и много изтъкнати дизайнери, архитекти и художници изявяват творческия си потенциал, проектирайки пластични и едновременно с това функционални и оригинални мебели. Слоестата дървесина е благодатен за дизайнерите материал, който се отличава с еластичност и висок качествен коефициент. Конструктивните елементи са леки и притежават голяма коравина и високи якостни показатели. Освен това дава възможност за оригинални.

Използването на конструктивни елементи от слоеста дървесина е намерило приложение в няколко направления:

- като носеща конструкция;
- като черупки;
- като рамки от фурнирни листа.



а)



б)

Фиг. 8. Мебелна гарнитура от слоеста дървесина:

а – тапицирана гарнитура мод. Руми (дизайн Я. Генчев); б – мебелна гарнитура мод. Яна (дизайн Я. Генчев)



Фиг. 9. Мебели с носеща конструкция от детайли от слоеста дървесина (производител АСКО)

Проектирането на мебели от слоеста дървесина е предизвикателна задача и нейното решение си влияе от следните основни фактори – форма, функция, възприятие. Процесът на създаването на изделие със сложна пространствена тектонична форма, с подчертана изява на материала протича както „отвътре навън” така и „отвън- навътре” и е разгледан от редица изследователи.

Понятието затворена или отворена форма може да се разгледа в два аспекта. Формата може да бъде затворена или отворена по отношение на функцията, конструкцията или външното стилово изграждане.

По отношение на функцията предимство е когато формата е отворена – т.е. към прибавяне на допълнителни функции според човешките потребности. Ако формата е затворена тя е еднофункционална и строго индивидуализирана и е пригодена само за дадена дейност. Функциите при мебелите за сядене могат да се разширяват като към тях се

добавят допълнителни възможности за конструиране на канапета или да се повишава комфортът чрез люлеене или пружиниране на конструкцията.

В конструктивно отношение затворената форма не позволява промени в конструкцията. Композирането на мебелите и съставните им части е строго изградено по даден принцип.

Изборът на една или друга конструктивна схема зависи както от редица съображения с техническите възможности, така и от психологическите възприятия на човека – от особеностите на възприемане на формите от човека. Склонността на възприемане на затворената форма, на затворения контур се проявява като израз на стабилност, на психическо намаляване на степента на опасност.

Проблеми възникват при определянето на вида на съединенията между детайлите, които се съединяват в пространството под различен ъгъл, чието решаване разбира се зависи от творческия заряд на дизайнерите.

Ъгловите съединения могат да се избягнат в известен смисъл чрез огънатите детайли, но трябва да се има предвид че якостта е различна в зависимост дали се натоварват на огъване със събиране или разтваряне на рамената. Якостта на детайлите при натоварване със събиране на рамената е по-голяма отколкото при натоварване с разтваряне на рамената. Дебелината на фурнирните листове също оказва влияние върху якостните показатели – слоеста дървесина изградена от по-тънки фурнирни листове има по-високи якостни показатели.

Като се вземат предвид горните съждения относно проектирането на мебели с видими корпуси от слоеста дървесина може да се формулират следните основни принципи:

- формата на мебелите да е отворена към прибавяне на допълнителни функции;

- желателно е да се използва основното свойство на слоестата дървесина да пружинират мебелите.

- изграждането на мебелите да е подчинено на общ конструктивен принцип – да се конструират подръчниците и към тях да се закрепват рамкови конструкции на облегалки и седалки с различна дължина давайки възможност да се изградят кресла, двуместни и триместни канапета;

- подръчниците (страниците) е желателно да имат затворен контур, когато ще се разширява функцията от кресло да се изградят и канапета;

- облегалните и седалните елементи могат да бъдат изградени от общ детайл с подходящ профил, отговарящ на основните функционални изисквания за удобство и комфорт (широчина на облегалката, седалката, ъглови параметри и др.).

При определянето на формалните качества на мебелите с носеща конструкция от детайли от сло-

еста дървесина целта е да се конструират на рамки със сложна пространствена конфигурация. Решаването на тази задача изисква да се отговори на следните основни въпроси:

1. Възможности на технологичното оборудване – размери на плотовете на пресата, технологични режими, дебелини на вътрешните и външните фурнирни листове, дървесен вид и др.

2. Размери на детайлите (дължина на профила, напречно сечение, радиус на кривините и пр.)

3. Вид на натоварването на детайлите.

Тези принципи са спазвани при проектирането на мебели от слоеста дървесина мод. Руми, отличен със златен медал на МПП, показан на фиг.8.

Корпуси от пресформовани елементи от дървесни материали

Търсенето на методи и начини за намаляване на разходите за материали, труд и съкращаване на продължителността на производствения процес се проявява в прилагането на готови елементи от черупков тип. Основно те се прилагат в две направления – за основа на седалки и облегалки и за изграждане на цели корпуси. Първото направление не изисква пресово оборудване от висок клас, което е позволило да се прилага масово, докато при внедряване на второто са необходими предварително проучване и прогнозиране на пазара за да се създаде нов продукт, високи инвестиции, при които рискът е по-голям.

Като разновидност на този вид скелетни конструкции може да се посочи изработването на черупки от два или три слоя плочи от дървесни влакна слепени в преса при подходящ технологичен режим. Предимството на този тип конструкции се състои във възможностите да се изграждат сложни форми от сравнително евтини материали, съкратен технологичен процес. При използването на два или три слоя ПДВ се постигат и допълнителни ефекти монтирането на тапицирани елементи вече може да се осъществи чрез използване на кламери, винтове, гайки за вграждане и дибли.

При предварително фурнироване и шлайфане на крайните слоеве ПДВ преди да се поставят в пресформата може получените черупки да се използват и като лицеви елементи. У нас този вид конструкции на черупки е разработван в лабораторията на ИМО, а сега е усъвършенстван от колектив в ЛТУ и внедрен в производството на фирма ВЕЛГА – гр. Ловеч



Фиг. 10. Скелети изработени по традиционния начин и от пресовани елементи и готов вид на мебел, производител Велга

Третия вид рамки от слоеста дървесина представляват предварително оформяне на рамки от фурнирни листа. Пакетите се образуват чрез редене на лист по лист чрез застъпване и отстъп, така че да се получи препокриване. Това изисква и по-голяма точност и предварително определяне на надмерки за точно окрайчване, и оборудване с преси с по-големи размери на плотовете, по-висока квалификация, точно предварително разкрояване на фурнира, поради което този метод не е намерил приложение в конструкциите на скелетите.

Скелетите за мека мебел от слоеста дървесина могат да се разделят в две основни групи-рамкови и черупчести. Рамковите конструкции изградени от този материал се отличават с функционалност и естетика, с високо качество, гъвкавост и устойчивост на конструкциите, осъществени в изчистени и модерни форми. Сериозна предпоставка за все по-широкото експериментиране с тези материали е възможността за осъществяване на конструкции с по-малко на брой детайли и съответно съединения в сравнение със скелетите от масивна дървесина. Това от своя страна води до по-рационални конструкции и намаляване на себестойността на готовия продукт.

Качествата на слоестата и витослепената слоеста дървесина допринасят за големи възможности в експериментирането в областта на формоизграждането на черупчести скелети за мека мебел. Още едно предимство е възможността за получаване на ергономично издържани форми и като материал, който провокира дизайнерското мислене по отношение на авангардни и смели идеи и търсене на възможности за находчиви решения по отношение на конструкцията и формоизграждането.

В заключение анализа на представените конструктивни схеми и методи за изграждане на конструкцията на скелетите от дървесни материали показва, че избора на определен метод зависи от редица фактори и е необходима тясна специализация на отделни производствени единици за постигане на желания ефект.

ЛИТЕРАТУРА

Генчев, Я., Проектиране на тапицирани мебели. ДМТ. С., Бр.1. 2000.

Генчев, Я. Някои аспекти при проектирането на мека мебел. Конференция „Иновации в горската промишленост и инженерния дизайн”, Юндола, ЛТУ, ноември, 2008.

Генчев, Я. Характерни операции при синтезиране на формата на мебелите за почивка. Конференция „Иновации в горската промишленост и инженерния дизайн”, Юндола, ЛТУ, ноември, 2009.

Кючуков, Г. Конструирание на мебели, врати и порзори. МАТКОП,С., 2009.

Христов, Х. и кол., Разработване на оптимизирана екосъобразна технология за производство на черупков тип тапицерски корпуси и формувани елементи, чрез оползотворяване на дървесни и други отпадъци. НИФ. С., 2006.

Eckelman, C., Effective Principles of Product Engineering and Strength Design for Furniture Manufacturing. PU, WL., Indiana. 1994.

ON THE DESIGN OF UPHOLSTERED FURNITURE FRAMES

Yancho Genchev¹, Ralitsa Simeonova
University of Forestry - Sofia,
e-mail: ¹genchevy@abv.bg

SUMMARY

The manufacturing of upholstered furniture is characterized by the use of different materials and design schemes for the construction of the frames. The analysis of the construction schemes and technological process could lead to a change in the production programme of the company and the concept of form building and furniture design.

Key words: construction, technology, design, upholstered furniture

ДИЗАЙН МЕТОДИ И ОБУЧЕНИЕ ПО ДИЗАЙН

Регина Райчева¹, Десислава Ангелова²
Лесотехнически университет - София,
¹e-mail: rexi@abv.bg, ²e-mail: d_spasova@abv.bg

РЕЗЮМЕ

В статията се разглежда връзката между съвременните дизайн-методи и обучението по дизайн. Прави се анализ на съществуващата методика за обучение по дизайн, използвана у нас и в чужбина. Направеното сравнение има за цел да изяви положителните достижения на методиката у нас, както и недостатъците и неуспехите, дължащи се на нея. Статията цели да анализира значението на дизайн-методите за развитието на образованието по дизайн и да даде предложения за подобряване на работата със студентите.

Ключови думи: дизайн, дизайн-методи, обучение по дизайн

УВОД

На базата на 15-годишния опит от еволюцията на специалността „Инженерен дизайн”, ще разгледаме един специфичен компонент на дизайнерското образование: методиката. Освен компетентност и разнообразни умения, дизайнерите притежават творческо мислене. Способността към творчество се тренира, по същия начин както се тренира развитието на други качества. В детска възраст, благодарение на непредубедеността на децата, творческите способности са добре изявиени. При възрастните обаче те често се потискат в резултат от фактори като образователния процес, средата на живот, психологическите прегради, функционалното фиксиране, стереотипи и др. С помощта на различни методи и тактики съществува възможност те отново да бъдат развити.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Творчество и методи

Целта на дизайн методите е да стимулират мисленето, да елиминират психологическите блокове и подтикнат способностите, да подпомагат генерирането на идеи посредством организиране, реструктуриране и използване на наличните знания и опит в група или индивидуално. Методите са неделима част от дизайн процеса, изграден не само на базата на логични методи, а и на специфични емпирични методи.

Счита се че творчеството е функция от три

компонента: *експертно мнение, умения за творческо мислене и мотивация*. (Доралийски, 2008 г.) В обучението на студентите присъстват и трите фактора. Първият, *експертното мнение* обхваща всички знания в дадена област. В учебния план на специалността „инженерен дизайн” се съдържат широк набор от дисциплини, които позволяват натрупването на знания, необходими за професионалната работа. Голяма част от идеите се раждат като нововидност на нещо вече познато, или на базата на комбинация от познати факти. Вторият фактор, *умението да се мисли творчески*, е от първостепенна важност. Най-добрите идеи идват от добре тренираните умове. Студентите трябва да бъдат насърчавани сами да търсят различни решения, тъй като всеки проблем може да има много верни решения. Вариантният отговор на една дизайнерска задача е характерна особеност на професията. Третият фактор, *мотивацията*, е вътрешният ‘катализатор’ на творчеството. Повечето хора са способни да творят, но го осъзнават едва когато някой ги мотивира да го направят. Готовността да се положат усилия и позитивното отношение са главните действащи сили при решаването на даден проблем, понякога дори по-важни от материалните условия. Необходимо условие е разширяването на мирогледа, приемане на различни предизвикателства, вярата в намирането на решения на всеки проблем и отвореност към новите идеи.

Структуриране на работата по време

Разпределението на задачите във времето и сроковете за изпълнението им са важна техника при организиране на работата. Междинните и крайни срокове за различните етапи от работата са необходимост. След завършване на всеки етап се правят обсъждания заедно с всички членове от групата. Така участниците могат взаимно да „уловят” грешките на колегите си или да предложат нови идеи. Този подход се нарича „поглед отстрани”. Освен това, задаването на ‘идейни квоти’ на студентите е добър начин за гарантиране на креативността (например: да се намерят три нови идеи за един час) и гарантира намирането на различни решения за кратко време.

Отношението на преподавателите

Отношението на преподавателите към работата на студентите и тяхното умение да преценяват

представените от студентите решения са съществени. Важно е студентът да получи положителна реакция, когато прави самостоятелни опити за творчество. Скептични реакции като: „Това как ще го направиш; това не може да стане” и т.н., не окуражават студентите. Повечето от изобретенията са преминали през неодобрение и отхвърляне преди да се реализират. Дори привидно странните идеи могат да послужат като трамплин за развиването на други ефикасни решения. Насърчаването на творчеството и инициативността позволява студентът да изгради творческо самочувствие и да има положително отношение към професията си.

Материалните условия и ‘културата на ателието’

Необходимите условия за работа – свободното пространство, лична свобода, средства, насърчаване и подкрепа, също допринасят за творчеството. Околната среда, интериорът на помещението и времето оказват много по-голямо влияние върху атмосферата и работния процес и следователно и върху резултатите, отколкото ние мислим. Обучението на студентите по дизайн в ЛТУ на практика не се осъществява в ателие, в което всеки от тях да разполага с лично работно място, както и с общото пространство, където те да провеждат дискусии и представяния и да работят в група. Организирането на изложби и конкурси също мотивират студентите; засега те се прилагат по определени поводи. Фирмите от мебелната промишленост също са слабо ангажирани с учебния процес; те могат да станат инициатори на студентски конкурси и да подават проблеми за решаване.

Евристичните методи

За да се формират творчески личности е необходимо да се изгради нова методика на обучение, която се различава от досегашната. При нея от особена важност е насърчаването на студентите да работят в екип. Директното взаимодействие с други хора предизвиква смяна на посоката на мисленето, а разглеждането на проблема от различни ъгли води до поразителни решения. Мощен инструмент за контролиране на посоките на мислене представляват методите „мозъчна атака” и „синектика”. При тях групата съвместно ще генерира разнообразие и продуктивно ще изпълва различните индивидуалности на участниците.

Евристичните методи в обучението на студентите по дизайн стимулират мисленето и подтикват към творчество. Днес съществуват много методи, подпомагащи развитието на дизайн процеса. Например компанията Mucoted, посветена на подобряване на креативността и иновациите, предлага списък от общо 184 метода. Най-добре познатият от тях е мозъчната атака.

Мозъчна атака, видове

Съществуват много определения на понятието „мозъчна атака”, но в основата си това е групов ме-

тод за генериране на мисли и идеи, свързани със специфичен въпрос или проблем за решаване. Този метод позволява да се генерират голям брой мисли и идеи за кратък период от време, по пътя на „обединяване” на усилията на участниците в сеанса. Психологическата му обосновка е изграждане на вериги от асоциации чрез премахване на всякаква критика и ограничения на фантазията. По-важен е броят генерирани идеи, отколкото тяхната правдоподобност. Колкото повече идеи се родят, толкова по-голяма е вероятността да се намерят една-две приложими. Приемат се дори шокиращи идеи, като целта е да се отрищат затормозените участъци на мозъците. Всеки участник е длъжен и може да ползува чужди идеи и да ги доразвива асоциативно. Всякаква критика е абсолютно забранена. Методът „мозъчна атака” има и няколко разновидности като: анонимна мозъчна атака, дидактична мозъчна атака, деструктивно-конструктивна мозъчна атака, отрицателна мозъчна атака, въображаема мозъчна атака; мозъчна атака чрез писане; мозъчна атака чрез скициране и др.

Както класическият метод на мозъчна атака, така и неговите модификации се използват в образователния процес. По време на мозъчната атака значение имат всички необичайни хрумвания, а прагматичният ум намира приложение на всяко от тях. Най-добри резултати студентите постигат, когато са изправени пред реален проблем, чието решение само по себе си мотивира автора.

Освен многобройните предимства този метод има и недостатъци. Възможно е някои от участниците в групата да не се включат активно поради страх да не бъдат подигравани и отхвърлени. Някои участници може да не са мотивирани достатъчно, да не дават идеи и така да не участват в мозъчната атака, като се прикриват за активността на останалите. Проблем могат да бъдат и липсата на време и ресурси за провеждане на метода; доминиране само на един или двама души; предлагане на едни и същи идеи; малка или никаква подготовка при провеждане на метода; неблагоприятна обстановка; неправилно групирани екипи и др.

Методът 635

Един доразвит вариант на „мозъчна атака” е методът 635, който се оказва по-приложим за дизайнерски задачи. Авторът на този метод е предвидил характерното за дизайнера образно мислене и е предоставил възможност идеите да се отбелязват в патентования от него формуляр с думи и със скици. Прилагането на този метод в учебния процес показва, че той има някои преимущества пред класическата „мозъчна атака”: отпада проблемът за ръководство на групата, тъй като протичането на сеанса се управлява от техниката на метода; всеки един от участниците е ангажиран в процеса, като е възможно идентифицирането на неговите идеи.

И двата описани метода се прилагат при работа

в екип, която се характеризира с редица особености. За да се създаде добър екип, членовете му трябва да са взаимно подкрепящи се и с различно творческо мислене, така че идеите им да се съчетават и допълват. Екипите, създадени от еднородни като способности хора, също стигат бързо до решения, но не са толкова иновативни. Възниква и друг проблем – участниците се оплакват, че творчеството им е блокирано; при такива случаи е добре да се приложат техники, които да премахнат пречките, изявяващи се най-често във функционално фиксиране и блокиране на адекватността. Когато се вижда само приетата употреба на даден предмет и нищо друго, говорим за функционално фиксиране. За блокиране на адекватността говорим, когато не виждаме никакви недостатъци на даден предмет, стига той да изпълнява целта си. Щом веднъж пречките се премахнат, почти всеки може да прояви творчество.

Един от възможните начини да се премахнат тези пречки е да се избере един често срещан предмет и да се помисли върху всичките му възможни приложения, без да се съобразяваме за какво се използва предмета, какво обикновено се мисли за него и как е наричан. Задахме например следната задача на студентите: да се намерят възможните употреби на тухла или на тротоарна плочка. Единственото ограничение е да не се посочват вече известните приложения. Идеите могат да бъдат и въображаеми, но трябва да са изпълними. Резултатите от тази задача бяха впечатляващи. Идеите бяха най-различни: осветителни тела, мебели, цветарници, къщички за домашни любимци, червен тебешир, пощенска кутия, тежести за трениране и много други интересни идеи. Тази техника допадна на студентите, те бяха заинтригувани и видимо се забавляваха, което ги подтикна към находчивост. Втората задача, проиграна със студентите, беше подобна. При нея имавме друг изходен материал – гофрирани полипропиленови търби за канализация с външен диаметър 1200 mm. Целта бе да се намери друга употреба на този материал, като бе позволено той да се реже, деформира или се използва в комбинация с други материали. Студентите се разделиха на групи. Едната част търсиха приложения в интериора, а другата – в екстериора. Използваха метода 635, при който всеки студент предложи 3 различни идеи, които останалите от неговата група доразвиха. Резултатът от това упражнение бе раждането на много идеи. Освен очакваните резултати, като: различни видове маси, столове, пейки, люлки, легла; цветарници; етажерки; преградни декоративни стени, катерушки, контейнери за съхранение, пързалки и др., се стигна и до по-оригинални идеи, като: душ кабина, бар, система за разделно събиране на отпадъци, пощенска кутия, автобусна спирка, будка за хотдог и др. Тези две упражнения показаха колко ефективно е използването на тези методи в образователния процес на студентите от дизайнерските специалности.

Ролята на аналозите

Към методите, боравещи с визуални техники, спадат и онези, които целят да се генерират нови идеи: диаграма „рибена кост“; табла с карти; метод на галерията; движение по стълба; картините, като генератор на идеи; метод на листчетата на Кроуфърд; синектика; засилена аналогия; рисуване; скулптури; игра на провокирани асоциации; дърво на решението; преувеличение; картографиране на находката; анализ „силово поле“; анализ на измеренията; аналогии; аналогия и метафора; несъзнателно решаване на проблеми; произволни стимули; метод „подготвителни въпроси; екскурзии; писане на разкази, метод на спусъка, свободни асоциации; провокация; метод на Ладеринг и др. Тези методи са подходящи за бързо извличане на голямо количество идеи от различни по големина групи; а аналозите намират изключително широко приложение при проектирането на промишлени продукти. Конструктивното осмисляне и придаване на визуален образ на това, което е стимулирало човешкия мозък, както и с изобразяването му, както и изграждането на взаимоотношения между всякакви аспекти, води до нови идеи.

Други методи

Те се прилагат с цел усъвършенстване на даден продукт, определяне на качествата му и комбинирането им в различни съотношения. Такива са: матрица на последователните свойства; реструктурираща матрица; сравнителни таблици; метод „помощи-трудности“; анализ на противоречието, анализ на празните пространства; атрибутивно описване; анализ на компонентите; анализ на ползите; анализ на функциите; морфологичен анализ; техническа оценка; изброяване на пречки; наблюдателни гледни точки, нов поглед, фокусиране и релаксация; метод „скампер“; метод „лист за развитие“; манипулативни глаголи; метод на комбинирането и др.

Някои от изброените методи обслужват и двете цели – създаване и усъвършенстване. Такива са: игра на роли; алтернативни сценарии, обръщане на проблема и катализиращи понятия; шестте мислещи шапки; различен поглед върху проблема; направи го (DO IT), метод „TRIZ“ и др. Повечето от тях се провеждат в повечето случаи като игра с ясно установени правила. Добрият преподавател по дизайн или ръководител, трябва внимателно да направлява вниманието на участниците към нуждата да мислят новаторски за проблема, без предубеждения относно типа на решението. Те се използват като образователни инструменти не само за откриване и преценка на проблемите и вземане на решения, но също и с цел изследването им в социален контекст. Играта е вид умствена дейност и главен фактор при проектиране на предметната среда. Тя е неизбежен компонент на всяка човешка дейност в диалектичката двойка с труда. (Гуринов, 1989г.)

Изброените по-горе дизайн методи целят да

подобряват индивидуалната работа и работата в екип. Те могат да се прилагат в обучението по дизайн, като се отнасят предимно към началните фази на дизайн процеса, свързани с възникване на идеите и селектиране на проблемите. Изучаването на дизайн методите ще подобри работата на студентите, като ги научат да формулират по-добре проблемите, за които търсят решения.

Обучение и творчество

Моделът на мислене

Когато студентите по дизайн за първи път са изправени пред задачите на проектантските дисциплини, те изпитват значителна трудност да преустроят мисленето си от *възпроизвеждащ* модел към *творчески модел* на самостоятелно решаване на поставени задачи. Този момент остава типична трудност чак до дипломирането в бакалавърска степен, а това ясно се вижда при дипломните работи.

Обхват на специалността „Инженерен дизайн”

Ако сравним обучението по дизайн в ЛТУ и другите страни (Германия, Австрия, Великобритания, САЩ и др.), може да направим някои съпоставки. На първо място, дизайнерските специалности са силно диференцирани по отношение на предмета си: продуктов дизайн, интериорен дизайн, инженерен дизайн, и т.н. Под заглавието „Инженерен дизайн” (името на специалността, преподавана в ЛТУ), се крият поне два варианта на тази професия: както чисто продуктов, така и архитектурен. Интериорният дизайн може да бъде считан за свързващо звено между различни дейности за създаване на околния предметен свят, като архитектура, строителство, обзавеждане, производство на мебели, дизайн на мебели, продуктов дизайн, производство на продукти и материали за интериора. Усвояването на такъв широк кръг от теми може да стане чрез непосредствения опит (решаването на реални проблеми, или разработването на проекти), а само теоретичното излагане не е достатъчно. Т.е. философията на обучението е ‘да направя, да пробвам’ вместо само ‘да науча материала’. Такава схема изисква активното участие на студента. Освен подобряването на материалната и съдържателната част на преподаването, необходимо е да се използват активно в учебния процес описаните по-горе евристични дизайнерски методи.

Уъркшоп – експеримент в екстремни условия

Една от формите на екипната работа в етапа на генериране на идеи, в чужбина и у нас, са т.нар. ‘уъркшопи’ (студиа, работилници, пленери). Проведен под формата ‘интензивна програма’ с участници от чужбина (студенти и преподаватели), такъв уъркшоп се състоя в ЛТУ през октомври

2005 г. Групата от 20 студента от страната-домакин получи допълнителна подкрепа от още 16 студента от чужбина. Студентите се разделиха в екипи по случаен принцип, който изключи екип само от една националност. Преподаването и корекциите се осъществиха на английски, а студентите успяха да решат определената задача в рамките на 10 работни дни. Цялостното протичане на уъркшопа се ръководеше от международна група преподаватели, които правеха консултации на всички екипи, като следиха за правилното разпределение на силите и времето на участниците. На средна презентация те показаха първоначалните идеи, след брейнсторминг (мозъчна атака), проведен през първия ден; а на финалната презентация, всеки екип направи албум (sketch-book) със илюстриран процеса на еволюция на идеите им, презентационни табла с рисунки или чертежи, макет в М 1:20 или 1:10, като всеки студент от екипа представи част от проекта. Уъркшопът се характеризира с концентрирано използване на ресурса време, груповия потенциал; по-голяма мотивация поради конкурсните условия (наличието на награда), повече стрес за участниците поради езиковата бариера; необходимостта бързо да се сформира действаща група със съответния лидер, и краткото време. Темата се задава по-общо, като очакваният резултат е идейна разработка с определено интересна заложена концепция, която да може да бъде осъществена от фирмата, която предоставя финансовата помощ. Екипната работа важи със същата сила и за преподавателското тяло, така че да бъде на висота на случващото се в студентските групи. Такива уъркшопи се прилагат в редица страни (напр. в Университета по приложни науки в Щутгарт, Германия, от 1998 г. до днес). Проведеният у нас уъркшоп през октомври 2005 г. показва, че с необходимата подкрепа (по програми на ЕС и на спонсори), тази инициатива може с успех да се осъществи и тук. Изводите от пленера от 2005-та година могат да се обобщят така: работата в екип беше трудна в първите дни. Студентите не бяха свикнали да се изразяват визуално със скици, колажи, кратки анотации; те имаха трудности с презентирането на идеите си. Езиковата бариера бе повече психологическа, повече комуникационен проблем. Въпреки това, българските студенти се справиха добре със задачите и ясно показаха в анкетите за обратна връзка, че този начин на обучение им допада много и биха участвали пак в подобен експеримент (Райчева, 2005 г.).

Организация на семестъра и прилагани методи

Учебните програми на висши училища-партньори от западна Европа се оказаха значително по-отворени, т.е. те могат да променят както учебното съдържание всяка година, така и да разполо-

жат по-малките учебни модули по-свободно в семестъра. Това дава възможности за гостуване на външни преподаватели и по-голяма интензивност на работата, като приучва студентите да се справят с една задача в рамките на четири седмици, вместо на цял семестър. В Университета по приложни науки Залцбург, тези модули са по-гъвкави и следват един след друг. Студентът работи само по един модул в определеното за него време, без да се разкъсва вниманието си между още дисциплини с подобен характер. Втора особеност, която засяга силно мотивацията, е участието на фирмите от бранша в образователния процес. В Глазгоу, Школата по изкуствата (Glasgow School of Art), много се разчита на участието на студентите в т.нар. 'живи' проекти (live projects). При тях темите се задават от фирми-спонсори, които за 4 седмици получават 6-7 вариантни решения за един продукт, на практика сериозни дизайнерски проучвания (Райчева, 2000 г.). Някои от тези проекти са с награден фонд; принципът е, че награденият проект се реализира, нещо, което много мотивира студентите. Всъщност това е скрита форма на конкурс за фирмата, която се сдобива с талантиливи млади дизайнери още от студентската скамейка.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Организирането на ателиета за всеки випуск е важна задача за университета и ще създаде материалните условия за творческа атмосфера. Груповите методи могат да се прилагат успешно в бакалавърска и магистърска степен (както и уъркшопите, които са изключение) и за дипломни работи. Така проектите могат да олекнат откъм обем и да се задълбочат като проучване по-детайлно. Защитите могат да се провеждат във формат събеседване с отговори на въпроси, тясно свързани със самата разработка, без да се набляга толкова на експертните познания. Положението със скиците и работните макети може да се подобри със специална дисциплина (Райчева, 2000 г.); чрез изискването за 'скицник', или картинен дневник на развитието на идеята; или с помощта на кратък семинар с гост-преподавател (Иванова, 2000 г.). Постоянно действаща работилница за макети за семестриалните проекти ще позволи студентите да изследват задачата си чрез макетиране. Изложбите след дипломирането, когато станат традиция, могат много да мотивират студентите. При семестриалната работа, конференсите като форма на сравнение и вътрешна оценка след клаузури или на крайните проекти, са особено ефективен начин за научаване чрез коментиране работата на колегите.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

Ангелова, Д. 2007 г. Дизайн методи, Сборник доклади, Научно-техническа конференция, Русен-

ски Университет „Ангел Кънчев”, 8-10

Ангелова, Д. 2010 г. Дизайн методи стимулиращи генерирането на идеи и тяхното приложение в образованието по дизайн, Майски четения – Дни на науката 2010, Велико Търново

Гуринов, Л. 1989 г. Методика на дизайна и неговата интеграция в проектирането на мебели, тема 2.4/1989г., ТИ"МО", София,

де Боно, Е. 2009 г. Как да притежаваме красив ум, пр. В. Стоева, Локус Пъблишинг ЕООД

Доралийски, А. 2008 г. Евристични методи в управлението, Учебник за дистанционно обучение, УНСС

Иванова, Д., Захаријева, М. 2000 г. Практически курс по изобразителна техника, сп. Дизайн, материали, технологии, бр.4, 54

Райчева, Р. 2000 г. Образованието по дизайн в Глазгоу, сп. Дизайн, материали, технологии, бр.1, 60-63

Райчева, Р. 2005 г. Обобщени резултати от анкетите на студентите, участвали в уъркшопа през 2005 г., сп. Мебелен дизайн, бр.2, 83

Loewy, A. 2008. Teaching Design Innovation: Methods for Promoting Innovation in the University Industrial Design Studio". *National Collegiate Inventors and Innovators Alliance (NCIIA) 12th Annual Meeting in 2008*

Design Council, Methods and the design process, [Online], <http://www.design-council.org.uk>, 21 November 2006, Updated 17 July 2007.

DESIGN METHODS AND DESIGN EDUCATION

Regina Raycheva¹, Dessislava Angelova²
University of Forestry – Sofia
¹e-mail: rexi@abv.bg, ²e-mail:
d_spasova@abv.bg

SUMMARY

In the paper, the relation between contemporary design-methods and design education is considered. An analysis is made of the existing methodic of design education, as it is used at home and abroad. This comparison aims at outlining the positive achievements of the methodic at home, and bring out the shortcomings and failures, that are due to the methodic. The paper also aims at analyzing the significance of design methods for the development of design education and to give suggestions for improving work with students.

Key words: design, design methods, design education

ИНОВАЦИИ В МЕБЕЛНИЯ ДИЗАЙН ЧРЕЗ ПРИЛОЖЕНИЕ НА ПРЕГЪВАНЕТО КАТО МЕТОД ЗА ФОРМООБРАЗУВАНЕ

Мирослава Петрова
Лесотехнически университет – София, e-mail: mirap13@yahoo.com

РЕЗЮМЕ

В условията на високо ниво на развитие в сферата на технологиите, с напредъка на нанотехнологиите, въвеждането на нови материали и възможностите за реализиране на форми със сложни геометрични характеристики, благодарение на CAD и CAM системите, съвременните дизайнери са в непрекъснато дирене на най-подходящите методи за формообразуване, с цел получаване на новаторски и естетични форми, чрез икономично използване на материалите и постигане на максимална устойчивост и якост на конструкциите. Аналогично на древното изкуство оригами, при което двуизмерната хартия се преобразува в безкрайно разнообразие от обемни форми единствено чрез пространствено нагъване на изходния материал, в мебелния дизайн може да бъде приложена същата концепция.

Целта на доклада е да покаже как принципите при създаване на оригами могат да бъдат успешно използвани и развити при проектирането на продукти за бита. За въвеждане в проблематиката е направен обобщаващ преглед на същността на изкуството оригами, елементите и принципите на формообразуване, видовете оригами структури и историческото им развитие. От гледна точка на мебелния дизайн са разгледани различни интерпретации при формите на мебелите, получени от различни плочести материали (шперплат, метал, стъкло, хартия и др.) чрез прилагане само на операции на рязане и прегъване, без използване на мебелен обков. В заключение е направен преглед на предимствата на този тип мебелни конструкции по отношение на техните естетически, функционални, конструктивни и екологични качества.

Ключови думи: мебели, оригами, формообразуване, иновативен дизайн

ВЪВЕДЕНИЕ В СЪЩНОСТТА НА ДРЕВНОТО ИЗКУСТВО ОРИГАМИ. КРАТЪК ИСТОРИЧЕСКИ ПРЕГЛЕД. СЪВРЕМЕННО РАЗВИТИЕ

Още от зората на промишленото производство на мебели, дизайнерите търсят решения за оптимизирано използване на материалите. Един от на-

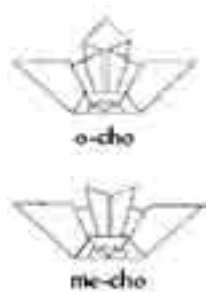
чините за осъществяване на тази цел е чрез пространствено прегъване на листови материали като шперплат, метал, пластмаса, стъкло или хартия, на база принципите на оригами. За да се изяснят методите на формообразуване чрез прегъване и възможностите за приложението им в мебелните конструкции са разгледани методите за създаване на оригами, видовете структури, историческото им развитие и съвременните перспективи.

Анализ на етимологията на „оригами“ показва японския произход на термина (от „ори“ – прегъвам и „ками“ – хартия), но се счита, че изкуството за създаване на фигури чрез сгъване на листове хартия е създадено не в Япония, а в Китай и датира отпреди близо 2000 години. Това се основава на предположението, че оригами започват да се правят веднага след изобретяването на хартията през 105 г., въпреки че категорични доказателства за това не са открити, предвид характерната нетрайност на материала. В началото на 7 в. обаче, техниката е пренесена в Япония и именно там получава своята широка популярност. По това време хартията имала висока цена, затова била използвана само за религиозни и представителни цели. Пример за първите церемониални оригами са „цуцуми“ и „ноши“, които имали семпла форма и били подарявани заедно със скъпоценни дарове, като символ на искреност и пожелание за благополучие. (фиг. 1а) Най-ранните оригами, изобразяващи реални обекти са хартиените пеперуди „очо“ и „мечо“, използвани като сватбена декорация върху бутилки саке. (фиг. 1б) Именно те са споменати за първи път в малко хайку от 1680 г. – „Rosei ga uime no choo wa orisue“ (Пеперудите от съня на Росей са хартиени). Писмени инструкции за сгъване на оригами обаче се появяват близо 100 години по-късно, през 1797 г. в книгата „Senbazuru Origami“ (Хиляда книжни жерава). (фиг. 1в) Постепенно, с разпространението на хартията и писмеността сред населението, оригами се превръща в национална традиция за Япония, чиито най-характерни примери са жерав („цуру“), самурайски шлем („кабуто“), риба („койнобори“) и др.

В Европа, техниката за сгъване на хартиени фигури е пренесена от маврите при завладяването на Испания през 8 в. Тъй като мюсюлманската



а)



б)

me-cho

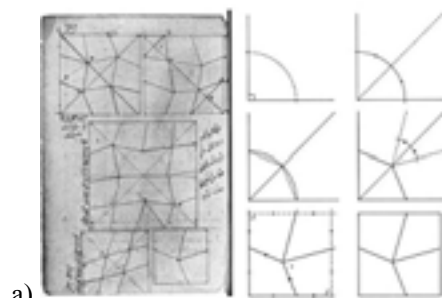
в)



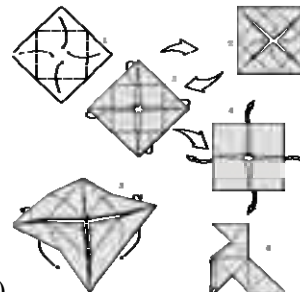
Фиг. 1. а) Оригами „ноши“- илюстрация от книгата „Чохошу“; б) Оригами „очо“ и „мечо“ (датиращи от периода Хейан (784-1185); в) Оригами „цуру“ – илюстрация от книгата „Хиляда хартиени жерава“ (Senbazuru Oriката), 1680 г.

религия забранява изобразяването на животни и хора, те се специализират в създаването на геометрични оригами, изследващи симетрията на квадрата. (фиг.2а) След оттеглянето на маврите, испанците включват изработването и на животински форми (фиг.2б), разгвайки възможностите за сгъване на хартия в т.н. papiroflexia – изкуство, което се отличава значително от японското оригами. Докато европейските оригами са базирани на сгъвки от 45° , при класическите източни модели се използват сгъвки от $22,5^\circ$. Освен това, европейците работят само с квадратни листи и точни линии на прегъване, без прорязване, а в Япония е допустимо прорязването, нагласяването на сгъвките, дори смачкване на хартията при необходимост, с цел реалистично придаване на характерния дух на изобразявания обект. Тези разлики са толкова големи, че самостоятелното развитие на двата вида оригами е очевидно. Примери за разпространение на оригами са известни и в други европейски държави, но те не добиват такава популярност както в Испания.

Отварянето на Япония към западния свят през 19 в. разпространява широко източната естетика в Европа и Америка и в същото време внася технологичните постижения на Запада – културен обмен, който от своя страна води до уникален синтез на двата типа оригами. Така се зараждат традиционните оригами, в които се преплитат принципите при сгъване на класическите японски и европейски фигури. Разцветът на това изкуство обаче е през 20 в., когато се разработват напълно нови модели, въвежда се използването на модули, а техниките



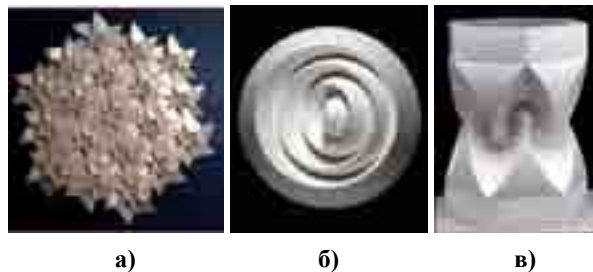
а)



б)

Фиг. 2. а) Схема за създаване на ислямска оригами мозайка – илюстрация от персийски ръкопис, 17 в. б) Типичен пример от испанското изкуство papiroflexia. Птичка (pajarita)

за сгъване се развиват до съвършенство. Безспорен доайен в това изкуство е майсторът Акира Йошизава, чийто приноси в създаването на новаторски форми, изобретяването на своеобразен код – единната система от линии и точки, описващи последователността на сгъване на модела, и не на последно място, популяризирането на изкуството оригами са огромни. (Hatori, Engel, 1994, Leonardi)



а)

б)

в)

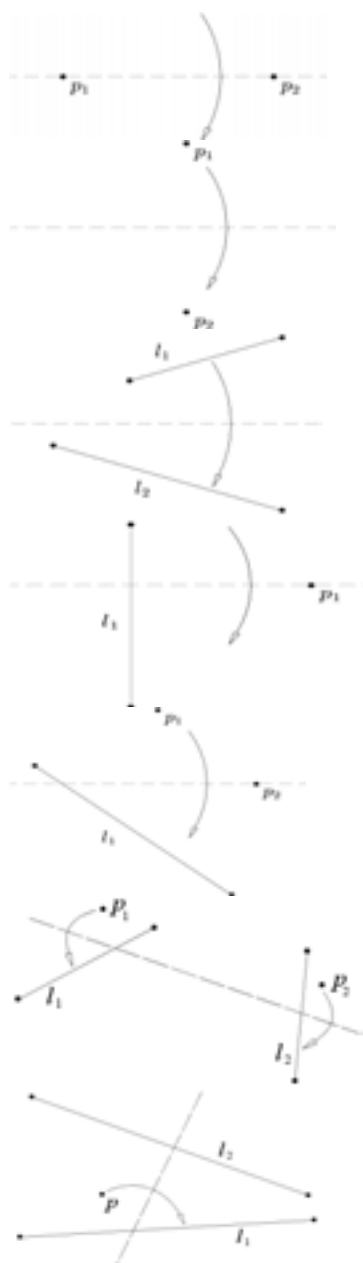
Фиг. 3. а) Оригами мозайка; б, в) Оригами с криволинейни сгъвки, дизайн на Дайвид Хъфман

Днес, чрез прилагане на математическо моделиране, потенциалът на древното изкуство е разгърнат далеч отвъд създаването на дребни фигурки от хартия. Благодарение на компютърните алгоритми е възможно получаването на изключително сложни структури, включително мозаечни оригами, чрез сгъване не само в прави, но и в криви линии. (фиг.3) Със средствата на изчислителната геометрия, теорията на числата и линейната алгебра нагънатите конструкции се анализират, за да се предотврати опасността от възникване на вътрешни напрежения, пресмятат се още ъглите между съседните повърхнини, за да се избегне опъна и евентуалното разкъс-

ване на материала. Резултатите от тези изследвания намират приложение не само при сгъването на внушителни реалистични хартиени скулптури (фиг. 4), но и при решаването на реални проблеми в областта на инженерството, биологията, дизайна, архитектурата. Един от движещите фактори за развитието на математическите оригами е търсенето на оптимални варианти за сплескване на триизмерен модел върху двумерна повърхнина без да се правят допълнителни сгъвки, както и сгъването върху минимална площ на материали с голяма повърхнина. Решаването на тези задачи се прилага при сгъването на въздушни възглавници, преноса и разполагане на космически технологии, сгъване на процесори, с цел съхраняване на максимално количество информация върху възможно най-малка площ, създаване на изкуствени протези и др. (Cipra 2001, Brewin 2004)



Фиг. 4. Хартиени скулптури, дизайн на Робърт Ланг



1 аксиома

Дадени точки p^1 и p^2 определят една единствена сгъвка, която минава през тях

2 аксиома

Дадени точки p^1 и p^2 определят една единствена сгъвка, при която p^1 съвпада с p^2

3 аксиома

Ако са дадени две линии l^1 и l^2 съществува сгъвка, при която l^1 съвпада с l^2

4 аксиома

Ако са дадени точка p^1 и линия l^1 съществува една единствена сгъвка, която е перпендикулярна на l^1 и минава през p^1

5 аксиома

Ако са дадени две точки p^1 и p^2 и линия l^1 съществува сгъвка, при която p^1 лежи върху l^1 и минава през p^2

6 аксиома

Ако са дадени две точки p^1 и p^2 и две линии l^1 и l^2 съществува сгъвка, при която p^1 лежи върху l^1 и p^2 лежи върху l^2

7 аксиома

Ако са дадени точка p и две линии l^1 и l^2 съществува сгъвка, при която p лежи върху l^1 и е перпендикулярна на l^2

КОНСТРУИРАНЕ НА ОРИГАМИ. ПРИНЦИПИ НА ПРЕГЪВАНЕ

Като типична геометрична конструкция, оригамите имат различни разновидности. Общото между тях е, че се базират единствено върху прегъването като метод на формообразуване, без прилагане на прорязване и залепване. На „Първата международна конференция за оригамите в образованието и терапията“ през 1991 г., италианският математик с японски произход Хумиаки Хузита формулира шест аксиоми за принципите на прегъване, описващи възможните операции, извършвани при сгъване на лист хартия. През 2001 г. към тях е добавена и седма аксиома, изведена по едно и също време от Коширо Хатори, Жак Жустин и Робърт Ланг. (Hatori, Takahashi 2002, Alperin 2000)

Чрез прилагане на така описаните принципи могат да бъдат изпълнени конструктивните сгъвки на абсолютно всички видове оригами. Тъй като триизмерната оригами структура се създава от двуизмерен материал, в разгънато положение върху изходния лист се наблюдава своеобразна мрежа от линии, представляващи изпъкналите и вдлъбнатите гънки – изходна база за сгъване на модела. Не всяка равнинна мрежа обаче може да бъде нагъната в пространството. За целта тя трябва да се подчинява на четири основни правила:

Всички многоъгълници, съставлящи мрежата могат да бъдат оцветени в два цвята, така че да няма два съседни многоъгълника в един и същ цвят. (фиг. 5а)

Ако M е броят на изпъкналите, а V броят на вдлъбнатите повърхнини граничещи с една точка от мрежата, то $M - V = \pm 2$ (теорема на Маекава). (фиг. 5б)

Ако номерираме последователно ъглите около всяка точка от мрежата, то сумата от ъглите с не-

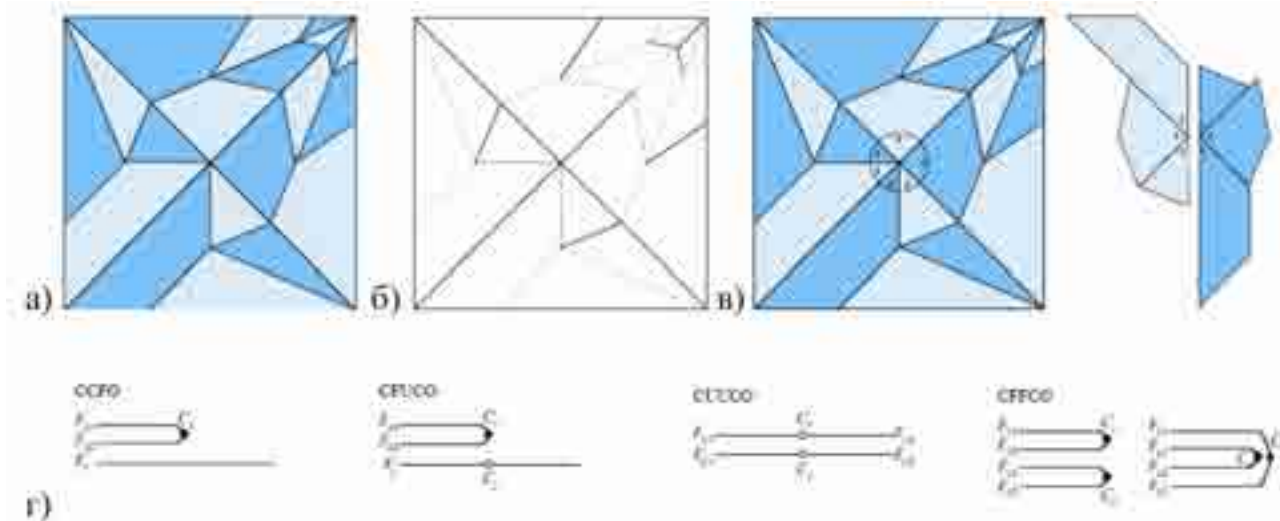
четен номер е равна на 180° , респективно сумата от ъглите с четен номер също е равна на 180° (теорема на Кавасаки). (фиг. 5в)

Последователността на подреждане на сгънатите слоеве е такава, че една повърхнина никога не преминава през гънка (правило на Жюстин). (фиг. 5г) (Hull, 2001, Lang, Demaine, 2009)

Спазването на тези математически закономерности е достатъчно условие за конструиране на оригами, независимо от тяхната сложност.

ДИЗАЙН НА ПРОМИШЛЕНИ ПРОДУКТИ ЧРЕЗ ПРИЛАГАНЕ ПРИНЦИПИТЕ НА ОРИГАМИ

Обединяването на САД дизайна, наноматериалите и компютъризираните процеси на конструиране и производство на промишлените продукти подтиква съвременните дизайнери към безкрайно експериментирание с формата и методите за формообразуване. Прегъването, макар да не е нов метод, придобива напълно нови измерения след дигиталната революция, в резултат на което се поражда една нова типологична група продукти с монолитна структура, и в същото време с отчетлив детайл. Конструкциите, изградени от един единствен нагънат в пространството лист се отличават с присъща цялостност, динамика и тектоничност. Въпреки малката дебелина на изходния материал, при нагъване в определена геометрична конфигурация се постига необходимата якост и устойчивост на крайното изделие, затова не е случайно, че принципите на оригами дизайна навлизат в производството на мебели, осветителни тела, опаковки, аксесоари и др., и вдъхновяват дизайнерите да експериментират с различни листови материали – от



Фиг. 5. Правила за нагъване в пространството на равнинни мрежи. а) двуцветност; б) зависимост между броя на изпъкналите и вдлъбнатите повърхнини; в) сума на ъглите в особена точка от мрежата; г) последователност на подреждане на слоевете и гънките

високотехнологични термопласти и метални сплави до евтими традиционни суровини като хартията.

Едни от най-популярните интерпретации на оригамите в дизайна са при проектирането на мебели за седене. Стъгаемият стол заема важно място в историята им и от древни времена е един от най-важните мебели, считан за символ на социалния статус и престиж на собственика му. В съвременните условия трансформацията може да бъде осъществена по множество различни начини, но столовете, създадени на база естетиката на оригами са образци, притежаващи добавена стойност по отношение на тяхната гъвкавост, приспособимост и удобство на ползване. Столът „Оригами” на американския дизайнер Джеймс Дитер се формира от листов поликарбонат, подсилен с полиестерна мрежа, чиято полупрозрачност позволява вътрешната нагъната конструкция да остава видима, подчертавайки метода на формообразуване. (фиг. 6) Много интересни решения са предложени и от материал, традиционно асоцииран с ниска цена и лошо качество – хартията. Преоткривайки естетическите и експлоатационните ѝ качества, хартията се превръща в предпочитан за работа материал, който стои зад успешни решения не само от гледна точка на икономичност и екологичност, но и на творческа иновация. Столът Papton на немското студио Fuchs+Funke само с няколко прегъвания на картон се трансформира в удобен мебел за седене. Целта на дизайнерския екип е да постигне максимална устойчивост при минимално тегло (столът тежи само 2 kg), както и мултифункционално приложение на скулптурната форма, в резултат на което се получава семпъл геометричен модел с прави ръбове и повърхнини. (фиг. 7а) Столът Flux, дизайн на Дау Якобс, е с аналогичен конструктивен принцип, но с коренно различна форма, доказваща, че простотата на структурата и елегантността на силуета могат да бъдат успешно комбинирани. (фиг. 7б) Стъгаеми столове от картон са проектирани и за най-малките. Концепцията на Foldschool, дизайн на Никола Енрико е базирана на идеята, че картонът е особено подходящ материал за изработка на мебели за деца, тъй като е изключително лек, има приятна на допир повърхност, върху която може да се рисува, и тъй като е много евтин – да бъде изхвърлен, когато стане ненужен.

Друг нетрадиционен материал, чиято гъвкавост не предполага използването му като носеща мебелна конструкция е филцът. Столът Bless You на датската дизайнерка Луис Кембъл е изработен изцяло от филц, чиято нагъната в пространството форма остава стабилна, тъй като гъвкавият материал е колосан с желатин. (фиг. 8а) Макар основата на Coat, дизайн на Фредрик Ферг да е от шперплат, седалката и облегалката са от филц, огънат подобно на яка на мъжка риза. Ръкавели от хромиран цинк „закопчават” оригами

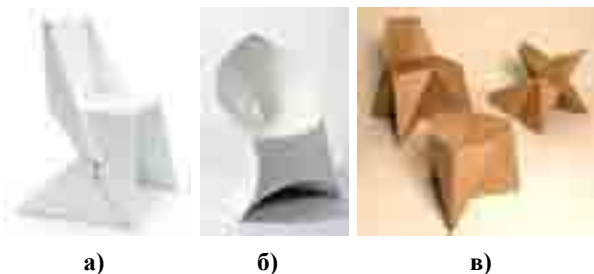
конструкцията и допълнително подчертават източника на вдъхновение – мъжката мода. (фиг. 8б) Иновативно приложение на филца в интериора въвежда текстилната компания Kvadrat. Разработката Clouds е на братя Бурулек и представлява модулна система от триъгълни текстилни елементи, които могат да бъдат съединени в безкрайно многообразие от форми в стила на оригами – от преградна стена в интериора до мебели и декоративни скулптури. (фиг. 8в)

Експериментите с огъване на хартиени модели предизвикват интереса и на технолозите, които предлагат иновационни методи за прецизно пространствено прегъване на листови метали и термопластични пластмаси по предварително зададени сложни криви, даващи пълна свобода на дизайнерите в процеса на създаване на формата. Оригамите от метал – серията маси и столове Bent на Moroso и столът на Form Us With Love, изработени от листов алуминий и стоманеният стол The Real Good Chair на Blue Dot, са направени без използване на заварки или други методи на сглобяване. Стъгаемата лампа на Томас Хик, ниските маси Vika на Сесилия Лундгрен и Sputnik на Сандер Мюлдер също демонстрират как от прегънат лист алуминий могат да бъдат получени естетични и функционални продукти. (фиг. 9)

Тези и други проекти за мебели, осветителни тела, аксесоари, дори цели къщи (фиг. 10), базирани на оригами дизайна доказват, че един отдавна познат метод на формообразуване придобива съвсем нова същност във века на дигиталните технологии и глобализацията.



Фиг. 6. Стол „Оригами”, дизайн на Джеймс Дитер



Фиг. 7. Стъгаеми столове от картон. а) Стол Papton, дизайн на студио Fuchs+Funke; б) Стол Flux, дизайн на Дау Якобс; в) Стол Foldschool, дизайн на Никола Енрико



а)

б)

в)

Фиг. 8. Продукти от филц а) Стол Bless You, дизайн на Луис Кембъл; б) Кресло Coat, дизайн на Фредрик Ферг; в) Модулна система Clouds, дизайн на братя Бурулек за Kvadrat

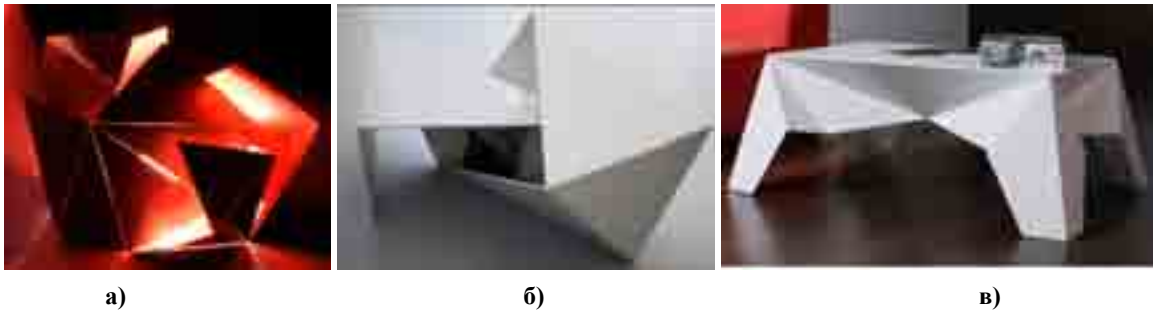


а)

б)

в)

Фиг. 9. Мебели от метал: а) Серия маси и столове Bent, дизайн на Кристоф де ла Фонтен и Стефан Диец за Moroso; б) Стол Origami, дизайн на Form Us With Love; в) Стол The Real Good Chair, дизайн на Blue Dot



а)

б)

в)

Фиг. 10. Оригами продукти от метал: а) Сгъваема лампа, дизайн на Томас Хик; б) Ниска маса Vika, дизайн на Сесилия Лундгрен; в) Маса Sputnik, дизайн на Сандер Мюлдер



а)

б)

в)

Фиг. 11. Оригами продукти: а) Купа от Corian®, дизайн на Игор Марк за Dupont™; б) Възглавници, дизайн на Urban Outfitters; в) Музей на Nestle, Мексико сити, Rojkind Architects

ПРЕДИМСТВА НА МЕБЕЛИТЕ ТИП „ОРИГАМИ”

Продуктите базирани на оригами структурите притежават редица предимства, които се отнасят както към процеса на производството им, така и към процеса на потребление. Във формата на продуктите-оригами са закодирани едновременно древните традиции на източните култури и постиженията в областта на математиката, материалознанието и технологиите на съвременното западно общество. Това безспорно ги прави носител на високи естетически достойнства, пораждащи положително психо-емоционално въздействие върху потребителите. Специфичната им геометрия и конструкция предопределят ефективността, експресивността и динамиката на формата. Правдивата форма, отразяваща пряко метода на формообразуване и типичната за него цялостност, както и използването на минимално количество материал за постигане на максимален ефект са допълнителни доказателства за естетичността на продуктите-оригами. Дизайнът им е минималистичен, не само защото се характеризира с ясен и семпъл принцип на конструиране, при който незначителните детайли липсват, а важните елементи са подчертани, но и защото използва материала пестеливо, процесът на производство е бърз, енергоефективен и не изисква инвестиции в нови технологични средства, а разходите за опаковка и транспорт са сведени до минимум. Всичко това определя респективно и минималната цена. Мебелите тип оригами са едновременно екологични и технологични. Конструкцията, реализирана чрез прегъване на листов материал води до намаляване броя на детайлите за готовия продукт в сравнение с традиционните мебели и спестява използването на специализиран мебелен обков. Така, наред с по-високата производителност, се икономисва материал, тъй като специфичната форма има по-добри носещи свойства, в резултат на което се намалява сечението на детайлите. Транспортът е изключително удобен и рентабилен, тъй като мебелите-оригами могат да бъдат доставени в разгънат вид. Това спестява излишни разходи за транспортиране на „въздух”, и въвлича активно крайния потребител в дизайнерския процес, тъй като му дава възможност сам да сглоби мебела.

Накрая може да се обобща, че оригами продуктите са иновативни. По смисъла на понятието иновативност, чийто характер е по-скоро еволюционен, а не революционен и описва намирането на нови приложения в използването на съществуващи продукти или съответно обновяване и усъвършенстване във функцията, материала или процесите на производство (McKeown, 2008), то мебелите оригами напълно отговарят на това опре-

деление. В този контекст, с прилагането на прегъването като метод за формообразуване на мебели, използването както на традиционни, така и на нови материали в съчетание със специални технологични средства се постига логична структура, произтичаща от характеристиките на материала и процеса на създаване. И въпреки, че предпочитанията са строго индивидуални за всеки, няма съмнение, че продуктите тип оригами са оригинални, обединяват минало и бъдеще, имат изразена индивидуалност и носят добавена стойност в процеса на потребление.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

Alperin, R. 2000, A Mathematical Theory of Origami Constructions and Numbers, New York Journal of Mathematics, vol. 6., 2000 <<http://nyjm.albany.edu/j/2000/6-8.pdf>>

Brewin, B. 2004. Computational Origami, in Computerworld, May 10 <http://www.computerworld.com/s/article/92956/Computational_Origami>

Cipra, B. 2001. In the Fold: Origami Meets Mathematics, in SIAM News, USA, Vol. 34 - No.8

Engel, P. 1994. Origami from Angelfish to Zen, Courier Dover Publications

Hatori, K. History of Origami <<http://origami.ousaan.com/library/historye.html>>

Hatori, K. Origami versus Straight-Edge-and-Compass <<http://origami.ousaan.com/library/conste.html>>

Hull, T. 2001 The Combinatorics of Flat Folds: A Survey, in Origami: Third International Meeting of Origami Science, Mathematics and Education, Vol.3

Leonardi, R., A Brief History of Origami <<http://www.origami-cdo.it/articoli/storigen.htm>>

Lang, R., E. Demaine, 2009 Facet Ordering and Crease Assignment in Uniaxial Base, in Origami 4

McKeown, M. 2008, The Truth about Innovation, Pearson Education

Takahashi, H. 2002 Origami Programming Environment, Tsukuba, Japan

FURNITURE DESIGN INNOVATION THROUGH FOLDING AS FORM-MAKING METHOD

Miroslava Petrova
University of Forestry – Sofia,
e-mail: mirap13@yahoo.com

SUMMARY

Under the conditions of rapid progress in the field of technologies, advance of nanotechnologies, introduction of new materials and provision for

making forms with complex geometry characteristics owing to CAD and CAM systems, contemporary designers are in constant search of the most appropriate form-making method in order to produce innovative and aesthetic forms with cost-effective material use and utmost stable and strong constructions. Analogous to ancient art of origami where two-dimensional paper is transformed into infinite variety of three-dimensional forms only through spatial folding of primary materials, the same concept can be applied in furniture design.

The aim of this paper is to present how the principles of origami can successfully be used and developed in the design of products for the living

environment. The essence of origami art, elements and principles of creation, types of origami structures and their historic development is generally introduced. In the framework of furniture design, various form interpretations made of different sheet materials (plywood, metal, glass, paper etc.) only through cutting and folding are considered. In conclusion the assets of this furniture construction type regarding its aesthetic, functional, structural and ecological qualities are considered.

Key words: furniture, origami, form-making, innovative design

ПРИЛОЖЕНИЕ НА МЕТОДА 635 ПРИ ОБУЧЕНИЕТО НА СТУДЕНТИТЕ ПО ДИЗАЙН

Мирослава Петрова
Лесотехнически университет – София, e-mail: mirap13@yahoo.com

РЕЗЮМЕ

С увеличаване сложността на задачите, които трябва да решават съвременните дизайнери, работата в екип се налага неминуемо. С оглед активизиране на творческия процес и подобряване на взаимодействието между участниците в групата, се прилагат различни подходи и методи, чрез които се търси оптимизация на резултата. Базиран на метода „мозъчна атака”, методът 635 е особено бърз и ефективен метод за генериране на творчески идеи, чрез който се създават 108 нови идеи в рамките на половин час с участието на шестима души. В доклада се представени резултатите от експеримент, проведен със студентите от специалност „Инженерен дизайн” (Интериор и дизайн за мебели) в Лесотехническия университет, София, чрез използване на метод 635.

Ключови думи: дизайн методи, метод 635, творчески процес, генериране на идеи

ВЪВЕДЕНИЕ

Творчеството – важен фактор за постигане на успех. Техники за стимулиране на творчеството

Творчеството е типична характеристика на човека, отличаваща го съществено от останалите живи същества. То е сложно явление, което не може да бъде определено еднозначно. Различните аспекти на творчеството представляват интерес за много области на науката, поради което в литературата се срещат над сто различни дефиниции. (Meusburger, 2009) Разглеждайки понятието от гледна точка на дизайна и обединявайки ключови думи, фигуриращи в определенията на водещи автори, може да обобщим, че творчеството е способността на човек да влага въображение и нестандартно мислене при решаването на различни задачи, в резултат на което се създават нови и оригинални продукти или услуги, предлагащи определени ползи за обществото. Днес творчеството не се ограничава до традиционно считаните за творчески професии дизайн, архитектура или изкуство, а навлиза във всички сфери на живота като важен фактор предопределящ успеха, развитието и конкурентно-способността. В съвременния свят, характеризиращ се с интеграция и

интензивно развитие на пазарите, културно и социално многообразие на потребителите, силна конкуренция и високи технологични постижения, креативността и иновацията, асоциирани с отделния индивид, определена компания, дори град или регион са израз на техния динамизъм и стремеж към прогрес.

Какво обаче определя една идея като творческа? Творческото мислене вроден талант ли е или има определени техники и предписания, чрез които може да се достигне до новаторски решения? Т.н. техники за креативност или техники за творческо мислене са методи, които подпомагат създаването на оригинални идеи чрез стимулиране на дивергентното и/или конвергентно мислене. Основната им цел е да се разчупят стереотипите и да преодолеят ограниченията, наложени от аналитичните подходи при решаване на задачата. Едуард де Боно, водещ учен в областта на творческото мислене, описва този процес като „творчески скок”. Той сравнява обичайното ни мислене с широка река. За да излезем от нея, ние се нуждаем от голямо усилие – да направим голям скок в алогичното, в ненормалното, в неустановеното, а когато това се случи, трябва да се върнем обратно, все едно пътуваме по страничен приток, който се влива обратно в реката на нашите идеи. Това е необходимо, тъй като креативния мисловен импулс е завършен само тогава, когато сме успели да направим този страничен приток „плавателен”, т.е. пригодили сме го към нашето обичайно мислене. (Nöllke, 2002) (фиг.1)

Повечето от техниките за стимулиране на креативното мислене са базирани на този модел на де Боно. Някои от тях могат да бъдат прилагани самостоятелно, но други са подходящи за групова работа. Интердисциплинарният характер на задачите, които трябва да бъдат решавани и повишената им сложност, в резултат на технологичното развитие, изискват комуникация между специалисти както от една и съща област на науката, така и от различни области. Сътрудничеството и споделянето на идеи води до повече на брой, по-ефективни и иновативни решения, поради което в съвременните условия работата в екип е предпочитана пред индивидуалната работа.

ПРОВЕЖДАНЕ НА ЕКСПЕРИМЕНТА

Експериментът бе проведен с участието на 25 студенти от III курс, специалност „Инженерен дизайн“. Поставената за решаване задача бе: „Как можем с минимални средства да подобрим интериора в лаборатория 17?“ Проблемът е породен от факта, че в учебната зала, в която се провеждат упражненията по творчески дисциплини като „Цветознание“, „Теория на композицията“, „Формообразуване“ и „Стилове в интериора“, повече от 15 години не е правен ремонт, обзавеждането е морално и физически остаряло и непригодно за нуждите на модерния образователен процес. (фиг.3) Основните недостатъци на съществуващото решение могат да бъдат обединени в следните групи:

– Функционалност – работните маси не са ергономични, а разположението им в интериора не е функционално, в резултат на което работата в екип и комуникацията между студентите са силно затруднени. Няма условия за модернизирание на преподаването чрез използване на съвременни технологични средства. Не са предвидени обеми за съхранение на личните вещи и учебните пособия на всеки студент, както и подходящи витрини, табла и др. за излагане на курсови проекти.

– Естетичност – интериорът не притежава никакви естетически достойнства по отношение на използваните цветове, материали и текстури и това води до отрицателни конотации (предизвиква усещане за неудовлетвореност, потиснатост, непривлекателност).

– Хигиеничност – липсва добро ниво на осветеност, съобразено с особеностите на образователния процес, освен това работните маси са ориентирани така, че студентите са обърнати с гръб към прозорците. Общият микроклимат в помещението е неблагоприятен.



Фиг. 3. Съществуващ интериор на лаборатория 17, ЛТУ

При така обобщените недостатъци на интериорното решение, необходимостта от подмяна на обзавеждането и обновяване на средата е очевидна. Предвид факта, че „творческите идеи възникват и се развиват в сложно и динамично взаимодействие между твореца и неговото обкръжение“ (Meusburger, 2009), създаването на интериорно пространство, което вдъхновява, провокира, подтиква към изява на личността и същевременно предлага оптимални условия за формиране на положително отношение към университета като институция и позитивна мотивация за учене, е предпоставка за по-добри резултати в работата на студентите. Задачата за решаване е достатъчно ясна и дава възможност за предлагане на разнообразни решения, което напълно отговаря на целите на експеримента.

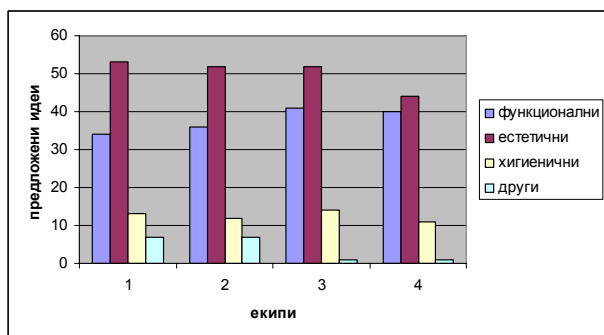
След като тези факти бяха разяснени на участниците в експеримента, бяха сформирани четири екипа, състоящи се от шест души, всеки, от които получи лист със заданието, разграфен с отделни полета за записване на идеите. Един студент работи самостоятелно върху същата задача, за същият период от време, с цел сравняване на резултатите. Изисквания по отношение на използваните материали, конструкции и технологии не бяха поставени. Единственото ограничение, с което трябва да е съобразен дизайна, бе цената за реализиране на решението да е възможно най-ниската. Времетраенето на експеримента беше 40 минути.

РЕЗУЛТАТИ. КРИТИЧЕН АНАЛИЗ И ИЗВОДИ

Ефективността на метода 635 може да бъде проверена чрез анализ на получените резултати след приложението му при решаване на поставен проблем. Съгласно спецификата на метода, общият брой на генерираните идеи за всеки екип е 108, а за всичките четири участващи екипа, съответно – 432 идеи. Предложените решения само на един от екипите обаче наброяваха 108. Два от екипите имаха с една идея по-малко (107), а четвъртият екип – едва 95.

На графиката на фиг.4 са представени резултатите по отношение решаването на проблеми от функционално, естетично и хигиенично естество. 48% от всички идеи са свързани с естетическото оформление на интериора, 36% решават функционални проблеми, 12% - хигиенични, а 4% са отделени в категория „други“, тъй като не могат да бъдат причислени към нито една от горните групи.

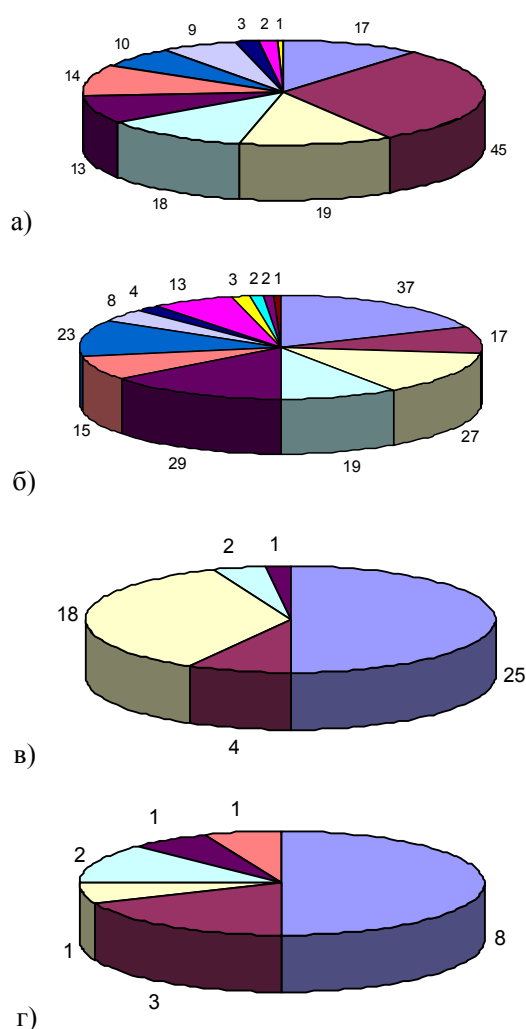
Колко от тези идеи обаче са единствени по рода си? Прегледът на литературата в областта на дизайн методиката показва, че количеството на уникалните (неповтарящи се) идеи е важен фактор за разработването на успешен продукт. (Linsey, Green, Murphy & Wood, 2005) След прегледане и



Фиг. 4. Разпределение на предложените идеи по функционален, естетичен и хигиеничен признак

дискусия върху предложените идеи се оказва, че от общо 417 идеи само 37 са уникални, т.е. останалите 380 са техни повторения или съвсем незначителни вариации. Така например 17 студенти са посочили, че е необходимо да се замени зелената дъска с бяла, 37 студенти са дали идея да се боядисат стените, като допълнително са давани уточнения за цвят или изобразяване на определен тип декоративни елементи, 17 студенти предлагат на стените да се залепят тапети, фолио или различни табла с курсови проекти, 18 студенти намират за необходимо да се поставят рафтове, витрини или специално проектирани мебели за излагане на техните разработки, 13 предлагат да се предвидят повече закачалки за връхни дрехи и лични вещи и т.н. От графиките на фиг. 5 е видно как се разпределят идеите в четирите категории (функционалност, естетичност, хигиеничност и други) по отношение на тяхната уникалност. Над 90% от идеите се повтарят, а 30% от уникалните идеи не са разработени въобще. В таблица 1 е даден пример по какъв начин са развити някои от идеите. Очевидно е, че студентите не умеят да предлагат по-задълбочени и детайлни решения, базирани на предложена от друг идея. Не са налице и комбинации между две или повече идеи, което би могло да доведе до нетипични и новаторски концептуални решения. Същевременно студентът, който работи сам за същото време, предлага 7 различни идеи, 2 от които нямат аналог в идеите, генерирани при екипната работа. Този резултат показва, че студентите нямат опит в работата в екип и не умеят да си сътрудничат. Поставени в условията на нетипична ситуация, а именно да приложат непознатата дизайн стратегия и да решат зададен проблем за ограничен период от време, студентите не успяха да покажат в пълна сила своите творчески възможности. За проучване на тяхното мнение по какъв начин възприемат екипната работа и как оценяват своя принос в нея, бе проведена анкета по метода на семантичния диференциал. Резултатите от реакциите и субективната оценка на всеки от участниците са обобщени в таблица 2. Болшинст-

вото от студентите (88%) са работили с удоволствие по време на експеримента, само 11% считат, че по-скоро им е било скучно, отколкото забавно. Всички намират поставения проблем за интересен, а над половината го определят като много интересен. 56% мислят, че задачата е била средно трудна, а 44% я определят по-скоро като лесна. 78% посочват своя принос към решаване на проблема като неутрален, по 11% са разпределени като средно голям и средно малък. Най-големи различия в мнението на студентите се наблюдават относно времето, с което са разполагали за мислене. 33% считат, че е било напълно достатъчно, същият процент считат, че е почти достатъчно, 22% го определят като недостатъчно, а 11% имат неутрално отношение. Тъй като бе поставено ограничение при представянето на идеите да се използват само словесни описания, на участниците бе зададен допълнителен въпрос какви изразни средства предпочитат. Най-много са отговорили, че предпочитат едновременно скици и словесни описания (67%), 11% - само думи, а 22% - само скици.



Фиг. 5. Уникалност на идеите: а) функционални; б) естетични; в) хигиенични; г) други

Таблица 1

Развитие на предложена идея

Студент 1	Студент 2	Студент 3	Студент 4	Студент 5
Да се осигури подходящо място за излагане на макети и курсови проекти	Работите на студентите да се изложат по стените	Работите на студентите да се изложат на специални табла по стените	Работите на студентите да се изложат във витрини	Да се направят шкафчета за съхранение
Да се боядисат стените	Да се сложат тапети	Да се боядиса и да се закачат табла на стените	Да се освежат стени-те	Да се боядиса като се изрисуват геометрични тела
Да се поставят повече закачалки	Да се направи голяма закачалка	Да се боядиса закачалката	Да се сложи голяма удобна закачалка	Да се направят изтеглящи се плотове на чиновете

Таблица 2

Резултати от проведената анкета по метода на семантичния диференциал

		1	2	3	4	5	
По време на експеримента ми беше	забавно	44%	44%	0%	11%	0%	сुकчно
Проблемът за решаване беше	интересен	56%	44%	0%	0%	0%	безинтересен
Как се справих със задачата? Беше ми	лесно	0%	44%	56%	0%	0%	трудно
Времето за мислене ми беше	достатъчно	33%	33%	11%	22%	0%	недостатъчно
Приносът ми за решаване на проблема е	голям	0%	11%	78%	11%	0%	малък
Предпочитам да изразявам идеите си с	думи	11%	0%	67%	0%	22%	скици

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Творческото мислене и иновацията са основни фактори, които отличават дизайна от другите професии. За да се стимулира генерирането на оригинални идеи е необходимо прилагане и постоянно усъвършенстване на методите за подпомагане на креативността. В доклада е разгледан един не особено популярен у нас метод, вариант на техниката за творческо мислене „мозъчна атака”. Анализът на резултатите от проведения експеримент с приложение на метод 635 при обучението на студентите по дизайн в ЛТУ показва, че те нямат опит за работа в екип, не умеят да си сътрудничат и да предлагат по-задълбочени и детайлни решения, базирани на предложена от друг идея. Същевременно, мнозинството от тях одобряват въвеждането на колективната работа в образователния процес и биха участвали с удоволствие в подобни проекти. Затова е препоръчително въвеждането на работа в екип и прилагането на дизайн методологии в по-голям брой от изучаваните дисциплини, за да може студентите да свикват с използването им, да усъвършенстват техниките, и да могат да ги внедряват при изпълнение на конкретни дизайнерски задачи в практиката. Допълнително предимство е увеличаването на социализа-

цията в работата по групи, усвояването на предвидените знания, умения и компетенции, възпитаването на инициативност и предприемчивост.

Трябва да се отбележи, че поради ограничения брой на участниците в експеримента, получените резултати не претендират за общовалидност и за допълнителното им потвърждаване е необходимо провеждането на по-нататъшни изследвания. В перспектива могат да бъдат включени изследвания и на други дизайн методи като колективно скициране (с-sketch), метод „галерия” и др. Поставянето на разнообразни по своята специфика задачи за решаване, също биха допринесли за по-задълбочен поглед върху ефективността на тези методи.

ЛИТЕРАТУРА

- Преглед на публичните разходи. Образование – състояние, проблеми и възможности, Министерство на финансите, Дирекция „Бюджет”, отдел „Микроикономически анализи”
- Lawson, B. 2006, How Designers Think: The Design Process Demystified, Elsevier
- Linsey, J., M. Green, J. Murphy, K. Wood. 2005. „Collaborating To Success”: An Experimental Study Of Group Idea Generation Techniques, in Proceedings

of ASME 2005 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference, Long Beach, California, USA

Meusburger, P. 2009. Milieus of Creativity: The Role of Places, Environments and Spatial Contexts, in Meusburger, P., Funke, J., Wunder, E., Milieus of Creativity: An Interdisciplinary Approach to Spatiality of Creativity, Springer

Nöllke, M., 2002. Kreativitätstechniken, Planegg

Pahl, G., W. Beitz, J. Feldhusen. 2007. Engineering Design: A Systematic Approach, Springer

Pritzker, S. 1999. Encyclopedia of Creativity, Vol. 1, Elsevier

Shah, J. 1998. Experimental Investigation of Progressive Idea Generation Techniques in Engineering Design in Proceedings of Design Engineering Technical Conference, Atlanta, GA

www.wikipedia.org

APPLICATION OF METHOD 635 IN DESIGN EDUCATION

Miroslava Petrova
University of Forestry – Sofia,
e-mail: mirap13@yahoo.com

SUMMARY

Team work has inevitably established itself with the complication of problems contemporary designers have to deal with. To activate the creative process and improve the interaction between group members, different approaches and methods are applied in order to optimize the results. Based on brainstorming, method 635 is particularly fast and effective method for creative ideas generation, during it 108 new ideas in half an hour are created by six participants. This paper presents the results of an experiment using method 635 made with Engineering Design (Interior and Furniture Design) students from the University of Forestry, Sofia.

Key words: design methods, method 635, creative process, ideas generation

