



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І
НАУКИ УКРАЇНИ**

**ВІСНИК
ХАРКІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
імені ПЕТРА ВАСИЛЕНКА**

Випуск 184

**«ДЕРЕВООБРОБЛЮВАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА
СИСТЕМОТЕХНІКА ЛІСОВОГО КОМПЛЕКСУ»
«ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ»**

Харків - 2017

УДК 630*656*001.6

Друкується за рішенням Вченої ради від 30.03.2017 р., Пр. № 9.

У збірнику представлені наукові статті, в яких наведені результати теоретичних та експериментальних досліджень з інноваційних технологій, методів та матеріалів деревообробки, розробки, експлуатації, підвищення ефективності використання машин і технологічних процесів у лісовому комплексі.

Збірник призначений для фахівців, викладачів, аспірантів і студентів, що спеціалізуються в галузі деревообробки та машинобудування лісового комплексу.

В сборнике опубликованы научные статьи, в которых представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований инновационных технологий, методов и материалов деревообработки, разработки, эксплуатации, повышения эффективности использования машин и технологических процессов в лесном комплексе.

Сборник предназначен для специалистов, преподавателей, аспирантов и студентов, специализирующихся в отраслях деревообработки и машиностроения лесного комплекса.

In the collection of published scientific articles, which presents the results of theoretical and experimental studies of innovative technologies, methods and materials of wood, development, operation, efficiency of machines and processes in the forest complex.

The collection is intended for professionals, educators and students specializing in the fields of woodworking and forestry engineering complex.

Редакційна колегія:

Академік УНАНЕТ, **Нанка О.В.**

Член-кореспондент ІАУ, професор к.т.н. **Наumenко О.А.**

Професор, д.т.н. **Войтов В.А.**

Професор, д.т.н. **Кухтов В.Г.**

Професор, д.т.н. **Трішевський О.І.**

Професор, д.т.н. **Козаченко О.В.**

Професор, д.т.н. **Власовець В.М.**

Доцент, к.е.н. **Суска А.А.** (відповідальний редактор)

Наукове видання
**ВІСНИК ХАРКІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені ПЕТРА ВАСИЛЕНКА**
Випуск 184

«Деревооброблювальні технології та системотехніка лісового комплексу»
«Транспортні технології»

(Свідectво про державну реєстрацію – Серія КВ, №15983-4455 ПР)

Збірник входить до Переліку наукових фахових видань України. Галузь наук – технічні. (затверджено наказом Міністерства освіти і науки України від 09.03.2016 р. № 241).

Відповідний за випуск: **Суска А.А.**

Комп'ютерний набір та верстка: **Градиський Ю.О.**

Підписано до друку 30.03.2017. Папір тип № 2
Формат 60×84 1/16. Умов. друк. аркуш. 13,38. Тираж 100 прим.

ХНТУСГ, 61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44

Надруковано ФОП Томенко Ю.І.
м. Харків, м. Героїв Небесної сотні, 4

ISBN 5-7987-0176X

© Харківський національний технічний
університет сільського господарства
імені Петра Василенка, 2017

РОЗДІЛ 1
ТЕХНОЛОГІЇ ДЕРЕВООБРОБКИ

УДК 674.053:621.93.024.74

ДОСЛІДЖУВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ У ПРОЦЕСІ
ЗАГОСТРЮВАННЯ ДЕРЕВОРІЗАЛЬНИХ ПИЛОК
КРУГАМИ З ПЕРЕРВНОЮ РОБОЧОЮ ПОВЕРХНЕЮ

Пилипчук М.І., к.т.н., доц., Павлюк Р.В., асист.
(Національний лісотехнічний університет України)

Розроблено методику експериментальних досліджень температури, що виникає у процесі загострювання сталевих пилок абразивними кругами з перервною робочою поверхнею. На основі проведених досліджень встановлено закономірність впливу кількості перерв круга, подачі на врізання та швидкості різання на температуру, що виникає в зоні контакту круга з поверхнею зубця пилки. Визначено раціональні режими загострювання сталевих пилок абразивними кругами з перервною робочою поверхнею

Ключові слова: загострення, пилка, перервний абразивний круг, зона контакту, температура, рівняння регресії.

Актуальність теми дослідження.

Одним із способів зниження температури в зоні шліфування є застосування перервного шліфування [1]. Сутність процесу перервного шліфування полягає в тому, що коли шліфування робити з певними інтервалами і тривалість різання між цими інтервалами зробити меншою від часу теплового насичення металу, то можна за час розриву процесу шліфування понизити температуру поверхні оброблюваної деталі. За рахунок перервної конструкції круга вдається помітно знизити температуру в зоні різання й уникнути появи дефектів шліфування. Такий процес здійснюють перервними кругами, що мають на робочій поверхні ряд виступів і западин, що чергуються.

Враховуючи ці переваги, прийнято рішення про застосування способу перервного шліфування для загострювання сталевих рамних та круглих пилок. Спосіб загострення зубців сталевих дереворізальних пилок абразивними кругами з перервною робочою поверхнею [2] відрізняється від загострення суцільними кругами тим, що застосовується круг з перервною робочою поверхнею з відповідними параметрами (кількістю перерв і співвідношенням довжин ріжучої поверхні та западини) та характеристикою (електрокорунд 25А, твердість СТ2...Т, структура № 4...7, робоча швидкість круга 30...50 м/с).

Процес загострювання сталевих пилок супроводжується виділенням тепла, яке утворюється під час зрізання металу абразивним зерном і впливає на

зміну властивостей поверхневого шару зубця [3]. У зв'язку з цим важливим є встановлення залежності температури в зоні контакту круга з поверхнею зубця пилки від кількості перерв круга та режимів різання.

Розроблення плану експериментальних досліджень

Відомо [3], що на температуру під час загострювання мають вплив: кількість перерв абразивного круга (n); подача на врізання (S_n), швидкість різання (V_p), вид зв'язки, структура, твердість, матеріал зерна та інші чинники. Перші три чинники є визначальними для подальших досліджень.

В даному випадку ставиться інтерполяційне завдання — встановити зв'язок між величиною температури і змінними чинниками. Вибрати модель — означає вибрати вид цього зв'язку, записати її рівняння. За результатами попередніх досліджень [1, 3] встановлено, що залежність температури від змінних чинників можна представити лінійною залежністю. Поліноміальна модель неповного квадратного рівняння із трьома чинниками [4] має вигляд

$$Y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + B_{12}X_1X_2 + B_{13}X_1X_3 + B_{23}X_2X_3 + B_{11}X_1^2 + B_{12}X_2^2 + B_{13}X_3^2$$

Всі взяті чинники, що впливають на величину температури під час загострювання є кількісними, контрольованими і керованими. Області інтересу цих чинників (табл. 1) забезпечувались технічними характеристиками експериментальної установки та абразивних кругів.

Таблиця 1 – Області визначення та інтересу чинників впливу на температуру під час загострювання

№ ч/ч	Назва чинника	Позначення	Один. вимір.	Область визначення	Область інтересу
1	Кількість перерв круга	n	шт	0...12	0...12
2	Подача на врізання	S_n	мм	0,05...0,5	0,3...0,5
3	Швидкість різання	V_p	м/с	30...60	38...50

У табл.2 наведено кодові та натуральні значення змінних чинників на трьох рівнях їх варіювання.

Таблиця 2 – Кодування чинників та рівні їх варіювання

Рівень	Код	Кількість перерв круга, X_1 , шт.	Подача на врізання, X_2 , мм	Швидкість різання, X_3 , м/с
Верхній	+1	12	0,5	50
Середній	0	6	0,4	44
Нижній	-1	0	0,3	38
Інтервал варіювання	-	6	0,1	6

Для реалізації експерименту розроблено матрицю В-плану другого порядку з трьома чинниками, що містить $N = 2^3 + 2K + 1 = 15$ дослідів [4].

Методика вимірювання температури під час загострювання пилок

Аналіз літературних джерел [1, 3] показав, що ефективним методом вимірювання температури під час шліфування є метод термопар, який характеризується стабільністю параметрів та відтворенням залежності термоелектрорушійної сили від температури. За допомогою термопар можливо фіксувати температуру в діапазоні від (-180°C) до 1300°C . Похибка вимірювань знаходиться в межах $0,1 \dots 1\%$. Вибір конструкції й схеми закладення термопари в абразивному крузі або в деталі обумовлений метою дослідження.

Для вимірювання температури під час експериментальних досліджень загострювання рамних пилок термопару було розміщено на задній поверхні зубця рамної пилки у спеціально вирізаному рівчаку розміром 1×1 мм (рис. 1).

У зв'язку з тим, що спай термопари знаходився на глибині 1 мм від поверхні, яка загострюється, експеримент проводився шляхом послідовного зрізання шарів товщиною $0,3 \dots 0,5$ мм і вимірювання температури під час кожного проходу. Під час останнього проходу, коли зрізається термопара, фіксується дійсна температура, що виникає в момент контакту круга із поверхнею зубця.

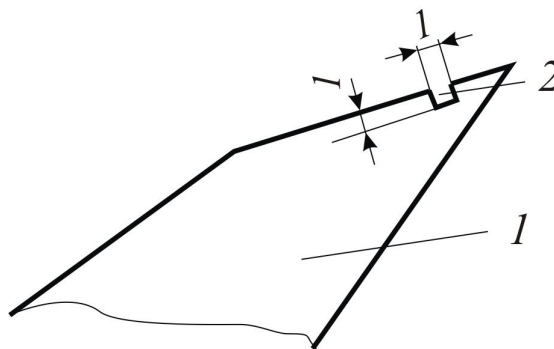


Рисунок 1 – Рівчак на зубці рамної пилки для розміщення спаю термопари: 1 – тіло зубця; 2 – рівчак

Для проведення експериментальних досліджень виготовлення експериментальних взірців абразивних кругів з перервною робочою поверхнею виконувалось шляхом вибирання частини абразиву з робочої поверхні стандартних суцільних абразивних кругів для загострювання сталевих дереворізальних пилок (рис. 2 а). Таким чином, для забезпечення виконання дослідів експерименту, виготовлено круги, в кожному з яких сформовано задана кількість впадин та виступів на торці круга ($n = 0, 6, 12$). Використано круги розміром $300 \times 10 \times 72$, матеріал абразивного зерна 25А - електрокорунд нормальний, зернистістю 40, твердістю СМ2, структурою №7, керамічною зв'язкою К15.

Експериментальна установка створена на базі загострювального верстата моделі ЗБ64А (рис. 2 б). Рамна пилка базувалась на магнітній плиті, що закріплена на рухомому столі верстата. Стіл забезпечував повздовжнє переміщення пилки відносно абразивного круга зі швидкістю $S_{nd} = 5$ м/хв. Налагоджування на врізання відбувалося шляхом поперечного переміщення стола з пилкою відносно круга.

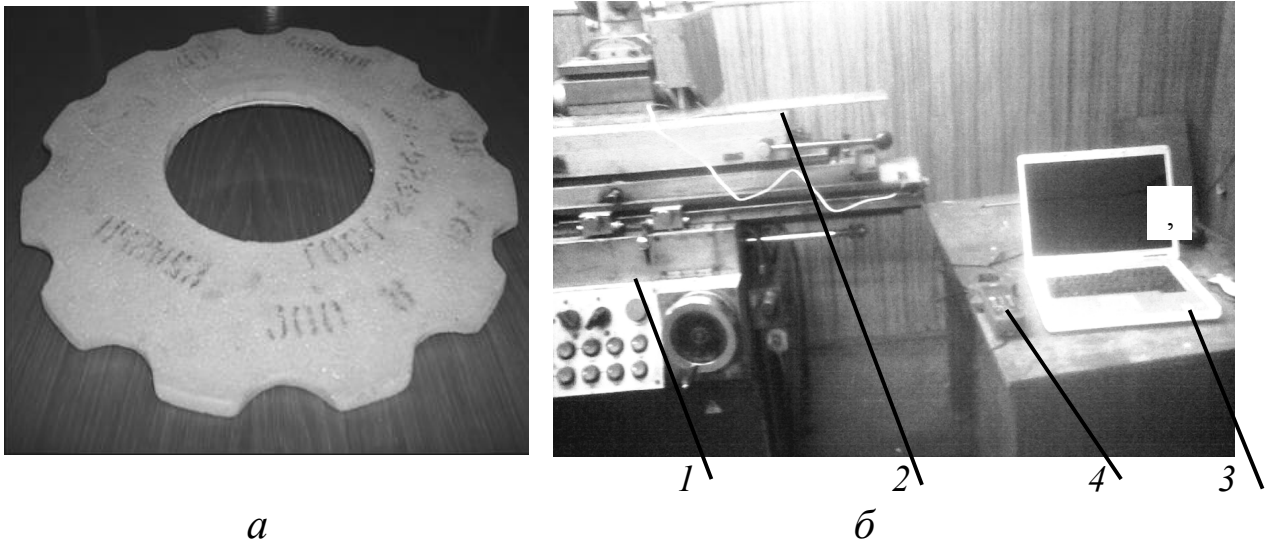


Рисунок 2 – Експериментальна установка для досліджування температури у зоні загострювання: *а* – абразивний круг з перервною робочою поверхнею ($n = 12$); *б* – загострювальний верстат та вимірювальна апаратура: 1 – верстат моделі ЗБ64А; 2 – рамна пилка; 3 – ноутбук; 4 – мультиметр UT231

На рис. 3 показано встановлення рамної пилки на столі верстата та монтаж термопари на зубці рамної пилки. Фіксування термопари на задній поверхні зубця пилки (див. рис. 1) здійснювалось шляхом приварювання спаю термопари до поверхонь рівчака.

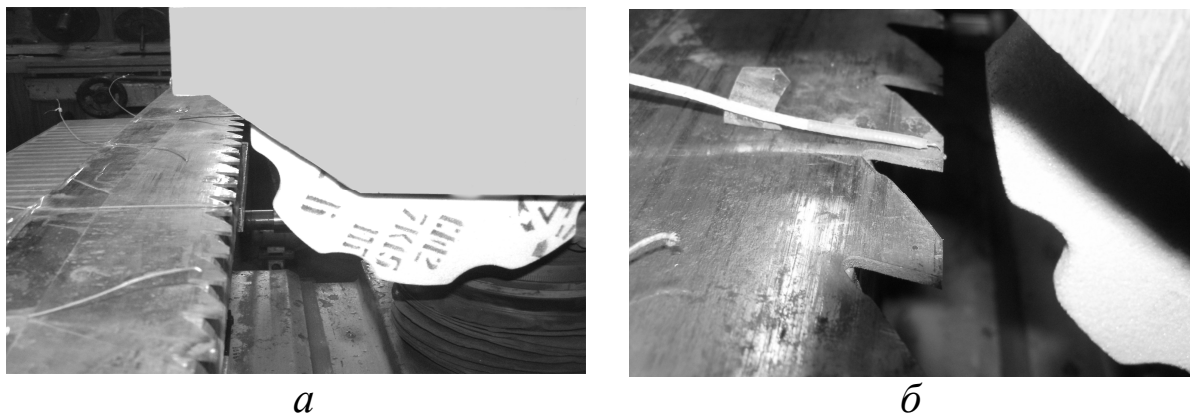
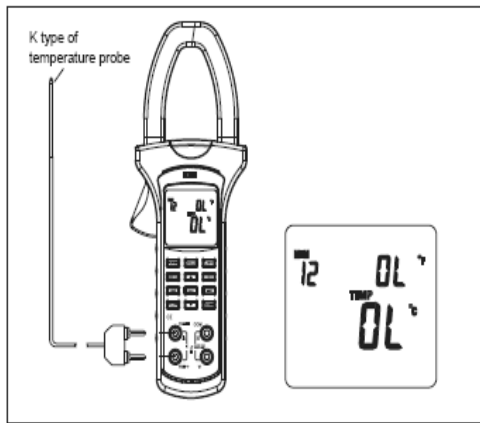


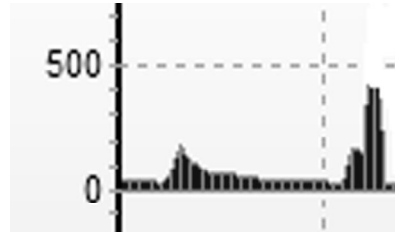
Рисунок 3 – Встановлення термопари на зубці рамної пилки: *а* – положення рамної пилки з термопарою на столі верстата; *б* – розміщення термопари на зубці рамної пилки

Для вимірювання температури застосовувався мультиметр UT231 (рис. 4 а). Діапазон вимірювання температури становить від (-40°C) до 1000°C , похибка вимірювання в межах: $0,75\%\dots 1,5\%$. Результати вимірювань температури передавались до ПК і фіксувались в табличних і графічних файлах (рис. 4 б).



а

No	Time	Value
1	12:26:44	12
2	12:26:45	190
3	12:26:46	221
4	12:26:46	125
5	12:26:47	92
6	12:26:48	75
7	12:26:49	63
8	12:26:50	55
9	12:26:51	48
10	12:26:51	43
11	12:26:52	39
12	12:26:53	36
13	12:26:54	33
14	12:26:55	31
15	12:26:56	29
16	12:26:56	27
17	12:26:57	33
18	12:26:58	397
19	12:26:59	217
20	12:27:00	147
21	12:27:00	110
22	12:27:01	94
23	12:27:02	80
24	12:27:03	70



б

Рисунок 4 – Вимірювання температури на поверхні зубця пилки:
а – мультиметр UT231 для вимірювання температури; б - результати вимірювання температури під час загострювання

Аналіз результатів експериментальних досліджень

Оброблення результатів багатofакторного експерименту виконувалось за допомогою програми KoeRR6.0 [5]. Отримане рівняння регресії в кодових значеннях чинників впливу має вигляд:

$$T = 465,27 - 33,36X_1 + 23,82X_2 + 89,18X_3 + 5,30X_2X_3 + 79,90X_1^2 - 14,80X_2^2 + 60,00X_3^2$$

На основі аналізу рівняння регресії у нормалізованому вигляді слід відмітити наступне:

якщо значення трьох чинників знаходяться на середніх рівнях, величина температури становить 465°C , що відповідає значенню вільного члена одержаного рівняння;

коефіцієнт лінійного члену першого чинника рівняння регресії має від'ємне значення, отже при збільшенні величини кількості перерв круга температура зменшується, тобто між параметром оцінки і першим чинником впливу існує обернена залежність;

коефіцієнти лінійних членів другого і третього чинників впливу мають додатне значення, отже при збільшенні величини подачі на врізання круга та швидкості різання температура збільшується, тобто між параметром оцінки і цими чинниками існує пряма залежність;

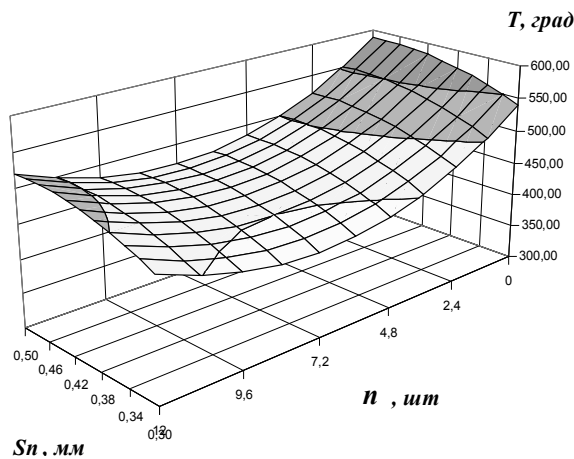
наявність членів рівняння другого степеню всіх трьох чинників підтверджує параболічну залежність температури від кількості перерв круга, подачі на врізання та швидкості різання;

парний ефект чинників X_2X_3 не має великого впливу, так як коефіцієнт рівняння регресії при ньому (5, 30) порівняно незначної величини.

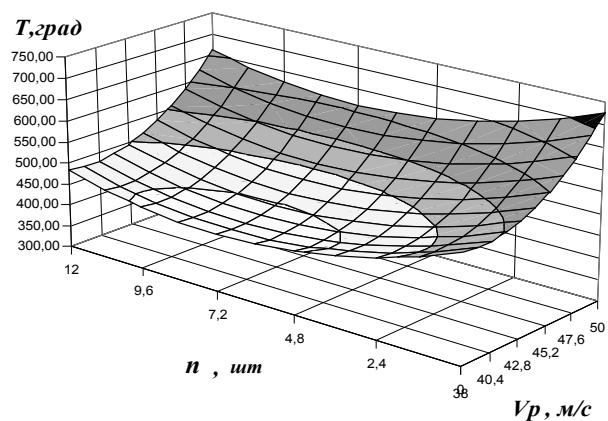
На основі рівняння регресії у кодових значеннях чинників отримано рівняння регресії в явному вигляді:

$$T = 2974,78 - 32,19 n + 1033,32 S_n - 135,34 V_p + 8,83 S_n V_p + 2,22 n^2 - 1479,74 S_n^2 + 1,67 V_p^2.$$

Рівняння регресії в явному вигляді дає можливість побудувати графічні залежності температури від змінних чинників у натуральних значеннях (рис. 5 а, б), за якими можна провести більш детальний аналіз встановленої залежності.



а



б

Рисунок 5 – Залежності температури поверхні зубців сталевих пилок у процесі загострення кругами різної конструкції: а – від кількості перерв круга та величини подачі круга на врізання; б – від кількості перерв круга та швидкості різання

Найбільший вплив на зниження температури у процесі загострення сталевих пилок має кількість перерв круга. Коли число перерв круга знаходиться у межах 6...8, а значення двох інших чинників відповідають нижньому рівню ($S_n = 0,3\text{мм}$, $V_p = 38\text{ м/с}$), температура має найменші значення ($423...427^\circ\text{C}$), тобто у порівнянні із суцільним кругом зменшується у 1,23 рази (на 126°C). Із збільшенням подачі круга на врізання у межах $0,3...0,5\text{ мм}$ температура підвищується і при швидкості різання $V_p = 44\text{ м/с}$ для суцільного круга сягає $540...588^\circ\text{C}$, а для круга з числом перерв 6...8 – значно нижча ($470...474^\circ\text{C}$).

Збільшення швидкості різання також призводить до підвищення температури, особливо інтенсивне зростання температури відбувається у межах швидкостей 44...50 м/с, при значенні подачі круга на врізання 0,4 мм для суцільного круга температура сягає 728°C, а для круга з числом перерв 6...8 зменшується на 117°C (в межах 611°C...614°C).

Такий характер впливу чинників пояснюється значним ефектом насичення тепловою енергією зубців пилки внаслідок кращої теплопровідності сталі, а також клиноподібна форма зубця за малої товщини полотна пилки обмежує проникнення тепла на значну глибину тіла. Наявність перерв круга забезпечує переривання процесу теплового насичення і за рахунок вентиляційного ефекту охолодження поверхні зубця. Під час загострювання суцільним кругом зростання подачі круга на врізання та швидкості різання призводить до підвищення температури. В основному переривання робочої поверхні круга та зменшення подачі на врізання ведуть до значного пониження температури на поверхні зубця пилки.

Висновки

1. На основі проведених експериментальних досліджень встановлено закономірність впливу кількості перерв круга, подачі на врізання та швидкості різання на температуру в зоні контакту круга з поверхнею зубця пилки у вигляді рівняння регресії другого порядку, що дозволяє визначати раціональні режими загострювання сталевих пилок абразивними кругами з перервною робочою поверхнею.

2. Аналіз отриманого рівняння регресії показав, що зі збільшенням подачі на врізання і швидкості різання для суцільних кругів температура в зоні контакту зростає до 728°C, а для кругів із кількістю перерв у межах 6...9 і мінімальних значеннях подачі на врізання і швидкості різання температура знижується до 470°C, тобто майже у 1.65 рази є меншою порівняно із суцільним кругом.

3. Результати експериментальних досліджень підтверджують ефективність застосування перервних абразивних кругів для загострення сталевих пилок, а також доводять, що досягнути зменшення температури і збільшення подачі на врізання можна тільки шляхом використання перервних абразивних кругів. Раціональна кількість перерв круга знаходиться у межах 6...9. Оптимальною кількістю перерв із врахуванням конструкційних міркувань є вісім.

Список літератури

1. Якимов, А.В. Прерывистое шлифование [Текст] / А.В. Якимов. – Киев-Одесса: «Вища школа», 1986. – 174 с.
2. Деклараційний патент на винахід, B23D63/12. Спосіб загострення зубів сталевих дереворізальних пилок абразивними кругами с перервною робочою поверхнею / М.Д. Кірик, Р.В. Павлюк - № 41613А; Заявлено 26.10.2000; Опубл. 17.09.2001, Бюл. №8. - 1 с.

3. Сипайлов, В.А. Тепловые процессы при шлифовании и управление качеством поверхностного слоя [Текст] / В.А. Сипайлов. – М.: Машиностроение, 1978. – 167 с.
4. Пилипчук, М.І. Основи наукових досліджень [Текст]: Підручник для ВНЗ / М.І. Пилипчук, А.С. Григор'єв, В.В. Шостак. – К.: Знання, 2007. – 270 с.
5. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 44106. «Оброблення результатів експерименту за В-планом» («КоефRR6.0») / М.І. Пилипчук, С.П. Степанчук; влас. НЛТУ України; зареєстровано 05.06.2012.

Аннотация

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В ПРОЦЕССЕ ЗАТОЧКИ ДЕРЕВОРЕЖУЩИХ ПИЛ АБРАЗИВНЫМИ КРУГАМИ С ПРЕРЫВИСТОЙ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

Пилипчук М.И., Павлюк Р.В.

Разработана методика экспериментальных исследований температуры в процессе заточки зубьев рамных пил абразивными кругами с прерывистой рабочей поверхностью. Представлены результаты проведенных исследований. Установлено закономерности влияния количества прерываний круга, подачи на врезание и скорости резания на температуру возникающую в зоне контакта круга с поверхностью зуба пилы. Определены рациональные режимы заточки стальных пил абразивными кругами с прерывистой рабочей поверхностью.

Ключевые слова: заточка, пила, прерывистый абразивный круг, зона контакта, температура, уравнение регрессии.

Abstract

TEMPERATURE EXPLORATION IN THE PROCESS OF SHARPENING WOOD- CUTTING SAWS BY INTERRUPTED ABRASIVE DISCS

M.I. Pylypchuk, R.V. Pavlyuk.

This article describes the method of experimental research of the process of frame saw teeth sharpening by interrupted abrasive discs with the aim to elucidate the influence of disc constructional parameters and grinding process operational factors on the temperature that occurs in the zone of contact between disc and surface of the frame saw tooth. The results of the research are presented. The regularities of the influence of the number of interruptions of the circle, the feed to the infeed and the cutting speed on the temperature appearing in the contact area of the circle with the tooth surface of the saw are established. The rational regimes of sharpening steel saws with abrasive wheels with a discontinuous working surface are determined.

Key words: sharpening, steel saw blade, interruption abrasive circle, interaction zone, temperature, regression equation.

УДК 674.048

ВПЛИВ ТЕРМООБРОБЛЕННЯ НА ВЛАСТИВОСТІ ДЕРЕВИНИ РІЗНИХ ПОРІД

Пінчевська О.О., доктор технічних наук,
Горбачова О.Ю., кандидат технічних наук, Ломага В.В., магістрант,
(НУБіП України)

Наведено методiku проведення і результати експериментальних досліджень фізико-механічних властивостей деревини берези і граба до та після термічного модифікування.

Вступ. Термічну обробку деревини застосовують з метою зміни властивостей деревини. Дослідження властивостей термообробленої деревини проводили в різних країнах протягом кількох десятиліть. Результати перших досліджень 1920 року [1] показали, що дія високої температури впливає на зменшення рівноважної вологості, тобто і на набрякання деревини у вологому середовищі. Пізніше встановлено поліпшення стабільності розмірів деревини і її стійкість до пошкодження руйнуючими грибами внаслідок термооброблення [2]. Проте на той час така деревина не набула промислового використання.

Відновлення досліджень у 80-х роках пов'язано зі значним вирубуванням лісів, попитом на вироби з деревини екзотичних порід і введенням заборони використання хімічних речовин для модифікування деревини. З 2000-х років дослідження проводяться в Нідерландах, Німеччині і Фінляндії, що сприяло розробці різних технологій. Спільним для них є рівень температури оброблення – в межах від 160 до 260°C, відрізняються лише середовищем оброблення (інертні гази, вакуум, масла, перенасичена пара). Процес проводиться без доступу кисню для уникнення загоряння деревини.

Внаслідок дії високої температури деревина стає стійкою до ураження шкідниками, набуває стабільних розмірів, зменшується вміст рівноважної вологи, забарвлення деревини стає більш темнішим. Ці покращені властивості деревини є результатом хімічних модифікацій деревних полімерів клітинних стінок, що виникають в процесі оброблення. Проте, поряд із підвищенням зносостійкості термооброблення має негативний вплив на механічні властивості матеріалу. Тобто незважаючи на те, що твердість поверхні термічно обробленої деревини поліпшується, інші механічні властивості, такі як міцність на згин і стиск, жорсткість і міцність на зсув, значно погіршуються залежно від режимних параметрів і інтенсивності оброблення [3].

В Україні існує проблема використання деревини граба, як супутньої породи для якісного формування дубових деревостанів. На сьогодні є велика кількість площ зайнятих перестійним грабом, який внаслідок особливості будови стовбура рекомендується використовувати для виготовлення деталей невеликої довжини. Крім того, залишається значна кількість незатребуваної техсировини берези. Одним з напрямів вирішення цієї проблеми є термічне модифікування.

Метою дослідження є визначення впливу термічного оброблення на зміну фізико-механічних властивостей термомодифікованої деревини берези і граба.

Методика досліджень. Густина необробленої і термомодифікованої деревини визначали на зразках поперечним перерізом $20 \times 20 \times 30$ мм згідно ГОСТ 16483.1-84 [4].

Визначення всихання деревини виконували за стандартною методикою відповідно до ГОСТ 16483.37-88 [5], використовуючи попередньо вимочені в дистильованій воді зразки призмоподібної форми розмірами $20 \times 20 \times 30$ мм. Далі їх висушували за температури $103 \pm 2^\circ\text{C}$ до припинення зміни розмірів, витримували в ексикаторах з гігроскопічною рідиною до температури навколишнього середовища і знову заміряли розміри поперечного перетину і довжини.

Набрякання деревини визначали за методикою ГОСТ 16483.35-88 [6] на попередньо висушених зразках розмірами $20 \times 20 \times 30$ мм. Після охолодження в ексикаторі з гігроскопічною речовиною до температури навколишнього середовища заміряли розміри поперечного перетину і уздовж волокон зразків. Потім їх вимочували в дистильованій воді до припинення зміни розмірів і знову проводили заміри поперечного перетину і уздовж волокон.

Межу міцності при стиску уздовж [7] та поперек [8] волокон визначали на розривній машині Р-5. Зразки поперечним перерізом 20×20 мм і уздовж волокон 30 мм навантажували з швидкістю 2500 ± 500 та 1000 ± 200 Н/хв. відповідно до моменту руйнування (рис. 1 а, б). Максимальне навантаження P , яке діяло на зразок в момент руйнування, фіксувалося автоматично з похибкою не більше 1 %.



а



б



в

Рисунок 1 – Схема навантаження зразків деревини при визначенні межі міцності: а – стиск уздовж волокон; б – стиск поперек волокон; в – статичний згин.

Визначення межі міцності при статичному згині також проводили на розривній машині Р-5 згідно стандартної методики [9]. Використані зразки мали розміри $20 \times 20 \times 300$ мм. Навантажували до руйнування зразка (рис. 1 в), фіксуючи при цьому максимальне зусилля.

Результати досліджень. Для експериментальних досліджень використані зразки необробленої деревини берези і граба та термообробленої за температури 160°C відповідних розмірів.

Досліджено залежність зміни густини деревини берези і граба під дією високої температури. Визначено густину термомодифікованої і необробленої деревини в момент дослідження ρ_w , за вологості 12 % ρ_{12} , парціальну ρ'_w , базисну ρ_b і в абсолютно сухому стані $\rho_{абс.сух.}$ (рис. 2).

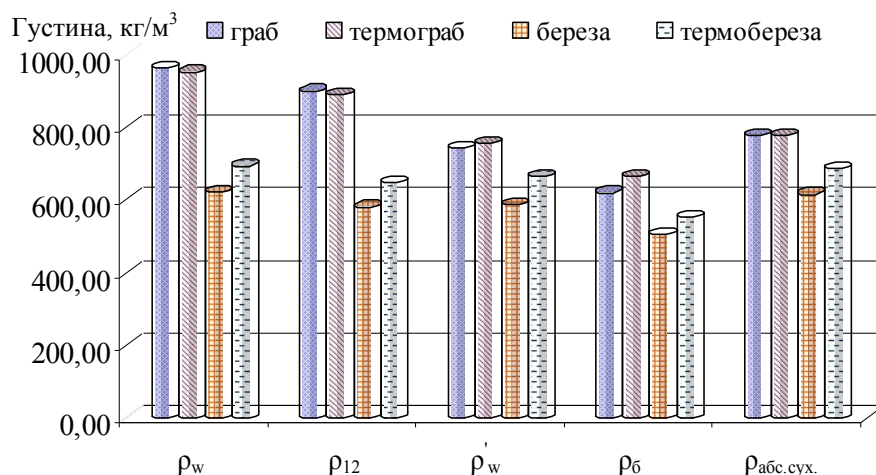


Рисунок 2 – Зміна густини деревини після термооброблення

Видно, що внаслідок термічного модифікування показники густини деревини берези зростають на 10–13 %, граба – 2–7 %. Винятком є густина термообробленої деревини граба за вологості 8 і 12 %, що зменшується приблизно на 1,5 %.

Результати визначення коефіцієнтів набрякання і всихання деревини до та після термооброблення наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Вплив термооброблення на всихання і набрякання деревини

Деревина	Зміна розмірів за вологості, %						Коефіцієнти		
	максимальної			нормалізованої					
	t	r	V	t	r	V	t	r	V
Набрякання									
граб	12,55	10,98	25,42	2,38	1,98	4,61	0,42	0,37	0,85
термограб	6,66	9,27	17,04	0,71	2,06	2,87	0,22	0,31	0,57
береза	8,86	11,70	22,02	2,24	2,38	4,67	0,30	0,39	0,73
термобереза	8,71	13,53	24,17	1,46	1,60	3,31	0,29	0,45	0,81
Всихання									
граб	11,15	9,89	20,26	9,03	8,10	16,59	0,37	0,33	0,68
термограб	6,25	8,49	14,56	5,58	6,60	12,10	0,21	0,28	0,49
береза	8,13	10,46	18,14	6,07	8,33	14,31	0,27	0,35	0,60
термобереза	7,99	11,89	19,42	6,64	10,48	16,75	0,27	0,40	0,65

Примітка. t – в тангентальному напрямку; r – в радіальному напрямку; V – об'ємна.

Видно, що термомодифікування не однаково впливає на різні породи. Так, коефіцієнти всихання і набрякання деревини граба під дією температури зменшуються, а берези – збільшуються, окрім тангентального напрямку.

Отримані результати дослідженої межі міцності при статичному згині і стиску уздовж та поперек волокон наведено на рис. 3.

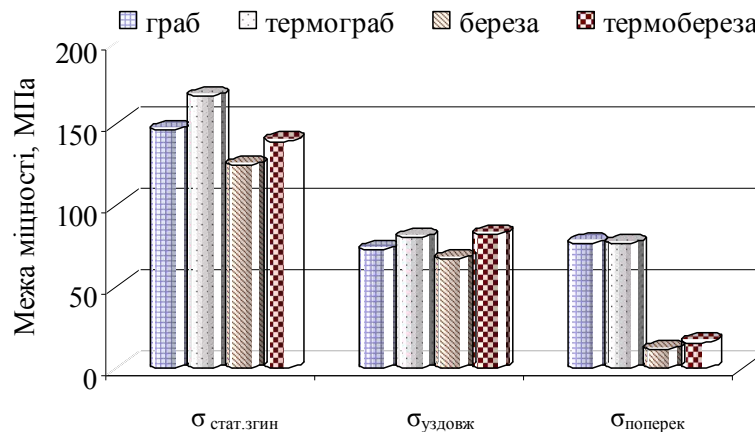


Рисунок 3 – Зміна механічних властивостей деревини після термооброблення

Термічне модифікування за температури оброблення 160°C позитивно впливає на механічні властивості деревини. Спостерігається збільшення межі міцності при статичному згині внаслідок термооброблення для берези на 12 %, для граба – на 14 %; межа міцності при стиску уздовж волокон також зростає у берези на 22,5 %, граба – 10 %. Щодо межі міцності при стиску поперек волокон, то для деревини граба цей показник практично не змінився, а у берези – збільшився на 38 %.

Висновки.

1. Аналіз літературних джерел показав позитивний вплив термомодифікування на деякі фізичні властивості деревини. Визначено необхідність дослідити залежність властивостей деревини берези і граба від дії високої температури.

2. Наведено методику визначення густини, коефіцієнтів всихання і набрякання, межі міцності при статичному згині та стиску уздовж та поперек волокон деревини.

3. Встановлено, що у досліджуваних зразків деревини, які піддавалися термічному обробленню за температури 160°C, покращуються значення міцності при статичному згині та стиску уздовж волокон. Щодо коефіцієнтів набрякання і всихання, то ці показники у граба зменшуються. Це свідчить про можливість використання даного матеріалу для виготовлення виробів, що експлуатуються у середовищі з перепадами вологості.

Список літератури

1. Tiemann H. Effects of different methods of drying on the strength and hygroscopicity of wood / H. Tiemann // Lumber world review. 1915. – № 28. – Р. 19–20.

2. Stamm A.J. Heat stabilized wood (staybwood) / A.J. Stamm, H.K. Burr, A.A. Kline // Forest Prod. Lab. – 1946. - № 1621. – P. 18.
3. Пінчевська О.О. Оптимізація режимів термічного оброблення деревини граба / О.О. Пінчевська, В.М. Головач, О.Ю. Горбачова // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво. – 2016. – Вип. 238. – С. 251-259.
4. Древесина. Метод определения плотности: ГОСТ 16483.1-84. – [Дата введения 1985-07-01]. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 1999. – 6 с. – (Межгосударственный стандарт).
5. Древесина. Метод определения усушки: ГОСТ 16483.37-88. – [Дата введения 1990-01-01]. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 1999. – 7 с. – (Межгосударственный стандарт).
6. Древесина. Метод определения разбухания: ГОСТ 16483.35-88. [Дата введения 1990-01-01]. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 1999. – 7 с. – (Межгосударственный стандарт).
7. Древесина. Методы определения прочности при сжатии вдоль волокон: ГОСТ 16483.10-73. – [Дата введения 1974-07-01]. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 1999. – 6 с. – (Межгосударственный стандарт).
8. Древесина. Метод определения условного предела прочности при сжатии поперек волокон: ГОСТ 16483.11-72. – [Дата введения 1973-01-01]. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 1999. – 5 с. – (Межгосударственный стандарт).
9. Древесина. Метод определения предела прочности при статистическом изгибе: ГОСТ 16483.3-84. – [Дата введения 1985-07-01]. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 1999. – 6 с. – (Межгосударственный стандарт).

Аннотация

ВЛИЯНИЕ ТЕРМООБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ РАЗЛИЧНЫХ ПОРОД

Пинчевская Е.А., Горбачева А.Ю. Ломага В.В.

Приведена методика выполнения и результаты экспериментальных исследований физико-механических свойств древесины березы и граба до и после термического модифицирования.

Abstract

THE HEAT TREATMENT INFLUENCE ON THE DIFFERENT WOOD SPECIES PROPERTIES

Pinchevska O.O., Horbachova O.Y., Lomaha V.V.

Methodology and results of experimental studies of the physical and mechanical properties of birch and hornbeam wood before and after thermal modification are described.

УДК 674.047

СУШІННЯ ЗАГОТОВОК ДУБА ЧЕРВОНОГО ОСЦИЛЮВАЛЬНИМИ РЕЖИМАМИ

Пінчевська О.О., докт. техн. наук, професор, Борячинський В.В., аспірант,
Іноземцев Г.Б., докт. техн. наук, професор
(Національний університет біоресурсів і природокористування України)

*Наведені криві кінетики сушіння заготовок різних товщин з деревини дуба червоного (*Quercus rubra*) осцилювальними режимами за підвищених температур. Визначено середнє значення базисної густини деревини дуба червоного, походженням з Житомирської області. Експериментальні дослідження показали можливість скорочення тривалості процесу в порівнянні з розрахунковою тривалістю традиційних режимів. При цьому брак сушіння був відсутній.*

Постановка проблеми. Україна відноситься до малолісних і лісодефіцитних держав, рослинністю вкрито 15,9 % від загальної площі країни. Найбільш затребуваною і найціннішою породою деревини є дуб, запаси якого становлять 24 % від загального обсягу всіх порід деревини [1]. Найпоширенішими видами дуба є – дуб звичайний (*Quercus robur*), насадження якого займають приблизно 95 % [2], дуб скельний (*Quercus petraea*), дуб червоний (*Quercus rubra*). У лісовому фонді Полісся дуб звичайний займає 18,8 % [3]. З усіх видів походження дуба іноземного *Quercus rubra* набув найбільшого поширення. Зокрема, частка його насаджень у різних держлісгоспах Київського Полісся коливається в межах 0,5–4 % від вкритих лісовою рослинністю земель [4]. Насадження дуба червоного за продуктивністю кращі, ніж насадження дуба звичайного, а вихід ділової деревини набагато вищий [5].

В технологічному процесі деревообробного виробництва сушіння є обов'язковою і при цьому найтривалішою і енергозатратною операцією, особливо це стосується деревини твердих листяних порід. Якісне сушіння деревини є запорукою не тільки ефективному використанню лісових ресурсів, але і довготривалої експлуатації виробів. Інтенсифікувати процес сушіння можна за рахунок використання підвищених температур, а з метою запобігання зменшенню фізико-механічних властивостей та браку сушіння, доцільно використовувати осцилювальні режими, побудовані на явищі термовологопровідності [6].

Поляковою О.Г. [4] зазначено, що різниця між показниками усихання в тангентальному та радіальному напрямках у дуба червоного більша, ніж у дуба звичайного. Це може бути причиною більшого розтріскування та жолоблення під час сушіння деревини. Можна припустити, що деревина дуба червоного вимагає більш м'яких режимів висушування. Сьогодні його висушують за

режимами, що розроблені для дуба звичайного, проте відмінність фізичних властивостей може призвести до браку сушіння. Тому, визначення властивостей дуба червоного є актуальною задачею.

Мета досліджень. Визначення тривалості процесу сушіння деревини дуба червоного за осцилювальним режимом.

Матеріали та методика досліджень. Для дослідження використано деревину дуба червоного, походженням з Житомирської області. Заготовки розмірами 30 x 85 x 370 та 50 x 85 x 370 мм висушували в лабораторних умовах. в експериментальній сушильній установці, яка дозволяє автоматично підтримувати режимні параметри – t_c , t_m і забезпечує швидкість циркуляції повітря 0,5–2 м/с, до кінцевої вологості 8 %. Процес здійснювався за режимом циклічного нагрівання (ввімкнута система опалення та вентиляції) та охолодження (система опалення та вентиляції вимкнена).

Процес нагрівання для заготовок товщиною 30 мм проводили за температури середовища 100°C до моменту, коли температура середніх шарів заготовки досягала 85°C. Після цього зразки охолоджували до температури 55°C. Заготовки товщиною 50 мм нагрівали за температури середовища 80°C до температури 65°C і охолоджували до температури 35°C.

Циклічність «нагрівання-охолодження» тривала до досягнення заготовками поточної вологості $W_{nom} = 20$ %. За $W_{nom} < 20$ % зразки досушували до кінцевої вологості без осцилювання за сталої температури 90°C для заготовок товщиною 30 мм і 80°C для заготовок товщиною 50 мм. Ступінь насичення в сушильній установці регулювалася подачею пари. Перед початком сушіння торці заготовок покривали фарбою для запобігання швидкого випаровування вологи і розтріскування. Температуру в центрі і на поверхні кожної заготовки вимірювали за допомогою термопар. Поточну і кінцеву вологість зразків визначали вологоміром ІВД-6м і ваговим методом.

Результати досліджень. Для дослідження використовували заготовки з наступними параметрами – табл. 1, де також наведено значення деяких технологічних параметрів.

Таблиця 1 – Результати досліджень

Параметри	Заготовки дуба червоного, товщиною	
	30 мм	50 мм
Середня початкова вологість, %	44,2	50,7
Середня кінцева вологість, %	9,2	8,8
Кількість циклів «нагрівання»	20	35
Кількість циклів «охолодження»	21	36
Швидкість циркуляції повітря, м/с	0,2	1,2
Тривалість сушіння, год	124,0	375,9

Середнє значення базисної густини деревини дуба червоного, що зростає на Поліссі, за результатами експериментальних досліджень становить 600 кг/м³.

Отримана густина для дуба червоного є більшою майже на 10 % за густину дуба звичайного [7].

Зміна температури в часі в циклах «нагрівання» та «охолодження» відбувалася по-різному. Ця різниця залежить від значень температури нагрівання, амплітуди осцилювання, ступеня насичення повітря, швидкості циркуляції агента сушіння та вологості матеріалу. Визначено, що час циклічного нагрівання приблизно в 3,5 рази менший за час циклічного охолодження (рис. 1).

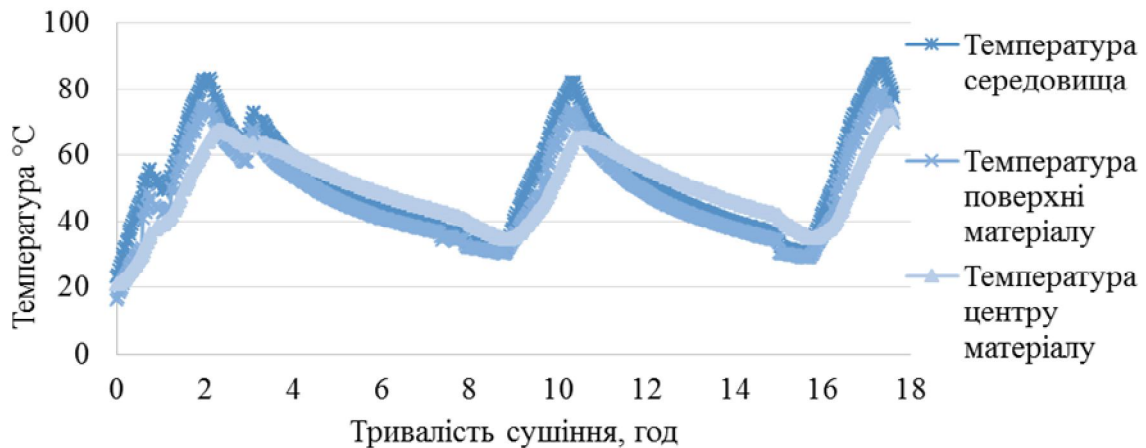


Рисунок 1 – Зміна температури під час сушіння дуба червоного товщиною 50 мм за осцилювальним режимом

Розрахунок і порівняння кривої кінетики сушіння для одиничного зразка за рівнянням [8] з експериментальними даними показав, що тривалість сушіння заготовок товщиною 50 мм зменшується в 2,25 разів, а заготовок товщиною 30 мм – в 1,21 рази (рис. 2).

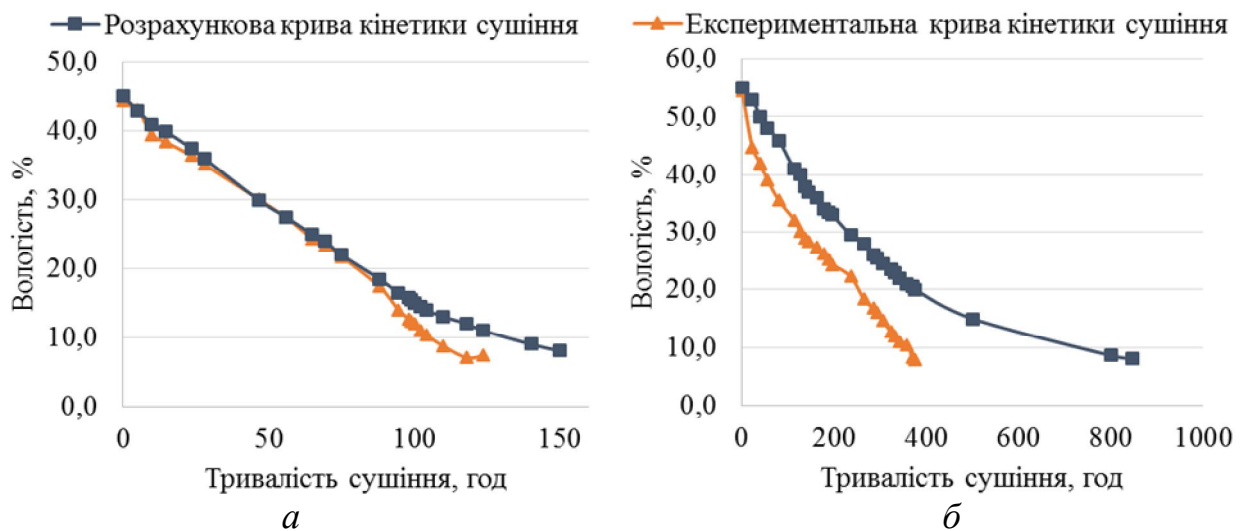


Рисунок 2 – Кінетика сушіння деревини дуба червоного за осцилювальним та низькотемпературним режимами: а – заготовки товщиною 30 мм, б – заготовки товщиною 50 мм

Відмінність фактичної тривалості сушіння від розрахункової для різних товщин заготовок дуба червоного можна пояснити незначною швидкістю циркуляції повітря під час сушіння заготовок товщиною 30 мм.

Характер видалення вологи в часі під час сушіння заготовок за осцилювальним режимом має більш лінійну залежність, ніж експоненціальну, яка властива для більшості процесів сушіння колоїдно-пористих матеріалів. Отриману лінійну залежність кривої кінетики переривчастого сушіння можна пояснити тим, що в період падаючої швидкості сушіння процес відбувався за сталої підвищеної температури.

Середня тривалість циклу «нагрівання-охолодження» в періоді постійної швидкості сушіння становить 8,1 год/цикл, а в період падаючої швидкості – 8,7 год/цикл. Різниця тривалості у різні періоди сушіння залежить від кількості вологи в матеріалі: сирі заготовки швидше нагріваються та охолоджуються, ніж підсушені, тому що теплопровідність вологої деревини вища за теплопровідність сухої [8, 9].

Період постійної швидкості сушіння деревини дуба червоного за осцилювальним режимом від 50 % вологості до 30 % в 3 рази коротший ніж період падаючої швидкості. Подібна тенденція спостерігається під час сушіння пиломатеріалів за стандартними режимами в парових сушарках.

Нормативні режими низькотемпературного сушіння та осцилювальні режими за підвищених температур відрізняються за характером масоперенесення [10]. Останні складаються з циклів нагрівання та охолодження, тобто відбувається імпульсна зміна температури протягом процесу сушіння. В такому випадку щільність потоку вологи можна описати рівнянням [10]:

- в період нагрівання –

$$i = -a' \rho_0 (\Delta W - \delta \Delta t), \quad (1)$$

- в період охолодження –

$$i = -a' \rho_0 (\Delta W + \delta \Delta t), \quad (2)$$

де ρ_0 – густина деревини в абсолютно сухому стані, кг/м³;

a' – коефіцієнт вологопровідності, м²/с;

δ – термоградієнтний коефіцієнт, %/°C.

Термоградієнтний коефіцієнт по-різному впливає на видалення вологи з деревини. За високої $W_{nom} > 60$ % та малої $W_{nom} < 20$ % вологості матеріалу видалення вологи відбувається лише за рахунок вологопровідності, термоградієнтний коефіцієнт дуже малий. В межах вологості деревини 20–60 % термоградієнтний коефіцієнт перевищує коефіцієнт вологопровідності в 2–4 рази [11]. Шубіним Г.С. [12] зазначено, що крива залежності термоградієнтного коефіцієнту від вологості матеріалу $\delta = f(W)$ на всьому діапазоні має точку перегину за вологості 40–50 %, при чому така тенденція характерна для різних колоїдних та колоїдно-пористих тіл.

В процесі сушіння в деревині виникають за товщиною матеріалу дві зони: внутрішня (капілярна) та поверхнева, яку ще називають гігроскопічною [11] чи дифузійною зоною [12, 13]. Ця зона утворюється в периферійних шарах

деревини за умови, що $W_{nom} > W_{м.н.}$, та характеризується накопиченням і випаровуванням вологи в середовище. При цьому в процесі сушіння вологість поверхневих шарів нижча ніж гігроскопічна, а вологість центральних – вища [12]. Під час нагрівання градієнт температури направлений від зовнішніх шарів деревини до центру, тобто температура поверхні вища ніж температура середини пластини $\Delta t = t_n - t_{ц.}$ В процесі нагрівання градієнт температури має від’ємний характер. Інтенсивність переміщення вологи відбувається за рахунок вологопровідності деревини, а термовологопровідність навпаки перешкоджає руху вологи від серединних до поверхневих шарів матеріалу. А в період охолодження термовологопровідність прискорює видалення вологи.

Зростаюча різниця між температурою та вологістю поверхневої і центральних зон матеріалу спричиняє виникнення напруження розтягу поверхневих шарів, що може призвести до руйнування висушеної деревини – виникнення тріщин. З метою уникнення значних перепадів вологи в середині деревини $\Delta W = W_{ц} - W_n$, вводиться пара. Відбувається зволоження агента сушіння, збільшується рівноважна вологість, припиняється інтенсивне випаровування вологи з поверхні деревини, волога переміщується лише в середині матеріалу. За таких умов зменшується перепад вологи за перетином деревини, що зменшує напруження розтягу поверхневих шарів. Проте, температура агента сушіння зростає за рахунок температури поданої пари. Відповідно, температура деревини зростає, також зростає коефіцієнт вологопровідності, що змушує вологу рухатися в матеріалі від центру до її поверхневої зони b і накопичуватися там (рис. 3).

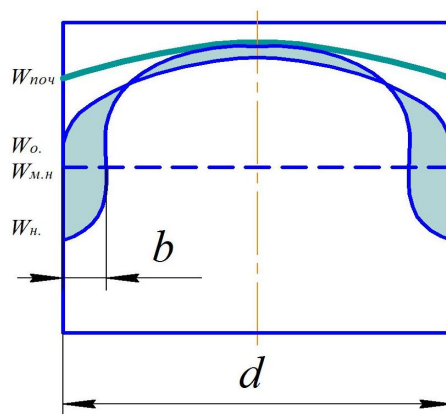


Рисунок 3 – Поле вологості в деревині; b – дифузійна зона, d – товщина дошки

В період охолодження зовнішні шари матеріалу швидше охолоджуються, що створює протилежну різницю температур в матеріалі. Температура центральних шарів матеріалу перевищує температуру поверхневої зони. Процес сушіння відбувається не тільки за рахунок вологопровідності матеріалу a' , але і за термовологопровідністю δ , тобто градієнт температури набуває додатного значення. Це можна пояснити тим, що за рахунок накопичення вологи в периферійній зоні матеріалу зменшуються напруження розтягу, відбувається її релаксація. Збільшення вмісту вологи в поверхневих шарах створює передумови для її інтенсивного випаровування в наступний період нагрівання.

В процесі сушіння деревини дуба червоного за осцилювальним режимом дефектів виявлено не було, лише незначне потемніння матеріалу.

Визначено, що циклічність процесів нагрівання та охолодження відбувається до досягнення вологості матеріалу 20 %, після цього процес сушіння здійснюється за постійної температури до досягнення кінцевої вологості. Недоцільно охолоджувати деревину, вологість якої менше 20 %. Це пов'язано з тим, що значення термоградієнтного коефіцієнту є незначним, а видалення вологи відбувається лише за рахунок коефіцієнта вологопровідності [6, 10–12].

Висновки.

1. Використання осцилювальних режимів дає можливість скоротити процес сушіння деревини дуба червоного більше ніж у два рази порівняно з нормативними режимами без загрози руйнування матеріалу.

2. Визначено середнє значення базисної густини дуба червоного, походженням з Житомирської області, яке становить 600 кг/м^3 .

3. Сушіння деревини за осцилювальними режимами відбувається за рахунок рушійних сил вологоперенесення, а саме градієнту вологості і градієнту температури, сума яких в період охолодження інтенсифікує перенесення вологи в матеріалі та її випаровування.

Список літератури

1. Лісове господарство України [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art_id=62921&cat_id=32867

2. Лісові культури / М.І. Гордієнко, М.М. Гузь, Ю.М. Дебринюк, В.М. Маурер. – Львів: Камула, 2005. – 608 с.

3. Іванюк Т.М. Дубові насадження Центрального Полісся України / Т.М. Іванюк. // Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2014. – № 1. – Режим доступу : http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2014_1_12.

4. Полякова О.Г. Біогеоценотичні особливості дуба червоного (*Quercus rubra* L.) в штучних насадженнях Київського Полісся : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: спец. 06.03.03 «Лісознавство і лісівництво» / Олена Григорівна Полякова; Національний аграрний університет. – К., 1999. – 20 с.

5. Майборода В.А. Створення збалансованих лісових екосистем шляхом впровадження чистих та змішаних насаджень дуба червоного / В.А. Майборода // Теорія і практика природокористування, 2016. – № 1. – С. 30–36.

6. Мингазов М.Г. Осциллирующие режимы сушки пиломатериалов / М.Г. Мингазов, Н.В. Качалин. – М.: ВНИПИЭИлеспром, 1976. – 49 с.

7. Борячинський В.В. Щодо можливості застосування підвищених температур для сушіння заготовок із деревини дуба /

В.В. Борячинський. // Лісове і садово-паркове господарство. – 2016. – № 9. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/licgoc_2016_9_4.

8. Серговский П.С. Гидротермическая обработка и консервирование древесины / П.С. Серговский, А.И. Расев. – М.: Лесная промышленность, – 1987. – 360 с.

9. Чудинов Б.С. Теория тепловой обработки древесины / Б.С. Чудинов. – М.: Наука, 1968. – 256 с.

10. Тепнадзе М.У. Режимы и технология сушки пиломатериалов в гелиосушилках: автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.21.05 «Технология и оборудование деревообрабатывающих производств, древесиноведение» / Марина Ушангиевна Тепнадзе. – М., 1986. – 18 с.

11. Косарин А.А. Технология импульсной сушки пиломатериалов: дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.21.05 «Дровесиноведение, технология и оборудование деревообработки» / Анатолий Александрович Косарин; МГУЛ. – М., 2012. – 22 с.

12. Шубин Г.С. Сушка и тепловая обработка древесины / Г.С. Шубин. – М.: Лесная промышленность, 1990. – 336 с.

13. Селюгин Н.С. Сушка древесины. / Н.С. Селюгин. – М.: Гослесбумиздат, 1949. – 536 с.

Аннотация

СУШКА ОБРАЗЦОВ ДУБА КРАСНОГО ОСЦИЛЛИРУЮЩИМИ РЕЖИМАМИ

Пинчевская Е.А., Борячинский В.В., Иноземцев Г.Б.

*Приведены кривые кинетики сушки заготовок разных толщин из древесины дуба красного (*Quercus rubra*) осциллирующими режимами при повышенных температурах. Определено среднее значение базисной плотности древесины дуба красного, произрастающего в Житомирской области. Экспериментальные исследования показали возможность сокращения продолжительности процесса по сравнению с расчетной продолжительностью традиционными режимами. При этом брак сушки отсутствовал.*

Abstract

DRYING RED OAK SAMPLES BY OSCILLATING SCHEDULES

Pinchevska O.O., Boryachinskiy V.V., Inozemtsev G.B.

*The graph of drying kinetics of different thicknesses red oak samples (*Quercus rubra*) by oscillating schedules at high temperatures are given. The average value of red oak wood density that grew up in Zhytomyrska region were determined. Experimental studies have shown the possibility of process duration reducing compared with the traditional schedules duration. There were no defects in the drying process.*

УДК 674.214*674.419

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИГОТОВЛЕННЯ ПОРОЖНИСТИХ КЛЕЄНИХ БРУСІВ ДЛЯ СТОЛЯРНИХ ВИРОБІВ

Безкоровайний А.Г., пров. інженер; Маєвський В.О., проф., д.т.н.;

Копинець З.П., к.т.н; Ференц О.Б., доц., к.т.н

(Національний лісотехнічний університет України, м. Львів)

Розглянуто етапи технологічного процесу виготовлення клеєних тришарових брусів з порожниною, розташованою симетрично та несиметрично відносно поперечного перетину. Описано технологічні особливості процесу виготовлення таких брусів. Акцентовано увагу на реалізації технологічної операції формування пакетів клеєних тришарових порожнистих брусів.

Актуальність питання. Зменшення витрат деревини у процесі виготовлення з неї виробів є актуальною задачею. Розроблення нових конструкцій клеєних тришарових порожнистих брусів для столярних виробів є одним із варіантів, який дає можливість зменшити витрати деревини. На доцільність впровадження у виробництво нових матеріалоощадних конструкцій виробів з деревини або їх елементів важливий вплив має складність технологічного процесу їхнього виготовлення. Тому розроблення ефективної технології виготовлення таких виробів з економією деревини є основною передумовою впровадження у виробництво.

Оцінка стану питання. Сучасні столярні вироби, зокрема віконні блоки та балконні двері, здебільшого виготовляють з клеєних тришарових брусів, оскільки вони мають низку переваг порівняно з масивними брусами. Такими перевагами є кращі показники міцності та формостійкості [1].

На цей час відомі конструкції клеєних порожнистих брусів для стінових елементів дерев'яних будинків [2] та деталей віконних блоків [3, 4].

Клеєні порожнисті бруси для стінових елементів дерев'яних будинків характеризуються великим поперечним перетином. У роботі [2] розглянуто конструкцію такого порожнистого бруса, склеєного з четвертей оциліндрованих колод та запропоновано спеціальний прес для їх виготовлення.

Технологічні особливості виготовлення клеєного тришарового порожнистого бруса для деталей віконних блоків розглянуто у роботі [3]. Основну увагу зосереджено на виконання технологічних операцій нанесення клею та формування пакету для склеювання порожнистого бруса, серединний шар якого складається з двох частин, між якими встановлено дистанційні планки. Також запропоновано використання для серединного шару порожнистого бруса рейок зі збігової зони необрізних дощок або від некратності розкрою дощок за їх шириною (рис. 1).

Метою роботи є встановлення технологічних аспектів виготовлення тришарових клеєних брусів з порожниною для віконних блоків та балконних дверей.

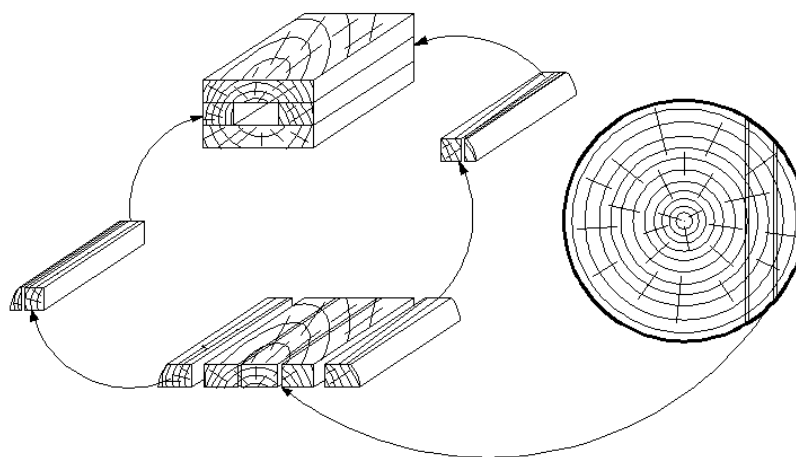


Рисунок 1 – Схема формування порожнистого клеєного бруса з серединним шаром зі збігових рейок [3].

Виклад основного матеріалу.

Нашими попередніми експериментальними дослідженнями встановлено доцільність використання клеєних тришарових порожнистих брусів для виготовлення брусків коробки віконних блоків та балконних дверей [4]. Для виготовлення нижнього бруска коробки доцільно використовувати брус із симетричним розміщенням порожнини на поперечному перетині, а для вертикальних та верхнього брусків – запропоновано конструкцію бруса з несиметрично розміщеною порожниною на поперечному перетині (рис. 2).

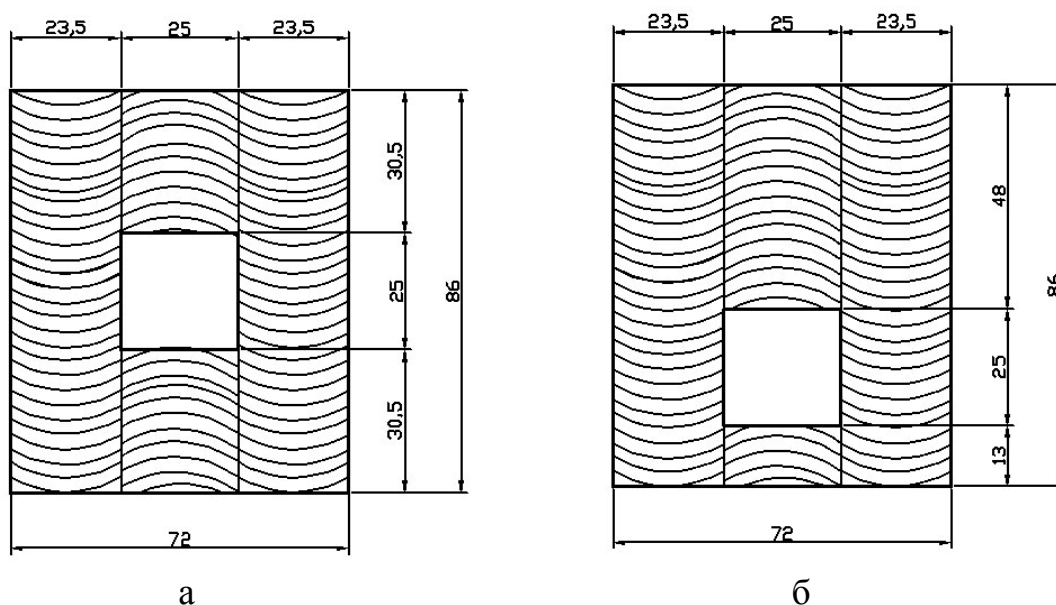


Рисунок 2 – Конструкція клеєного тришарового порожнистого бруса:
а – клеєний тришаровий брус із симетричним розміщенням порожнини на поперечному перетині; б – клеєний тришаровий брус із несиметричним розміщенням порожнини на поперечному перетині.

Технологія виготовлення клеєних тришарових порожнистих брусів для столярних виробів (рис. 3) в основному не відрізняється від класичної технології виготовлення клеєних тришарових брусів.



Рисунок 3 – Схема технологічного процесу виготовлення клеєного тришарового порожнистого бруса з сухих пиломатеріалів.

Варто зазначити, що під час виготовлення клеєних тришарових порожнистих брусів є технологічні відмінності порівняно з класичною технологією клеєних тришарових брусів, які потрібно враховувати у виробничих умовах. Серед основних відмінностей запропонованої технології є: 1) формування пакету зі встановленням дистанційних планок; 2) маркування профілю клеєного порожнистого бруса з несиметричною порожниною.

Розглянемо варіант виготовлення клеєного тришарового порожнистого бруса перетином 72×86 мм. Виробництво цього бруса потребує використання таких заготовок:

- суцільних або зрощених за довжиною заготовок для зовнішніх шарів товщиною 25 мм, які визначатимуть естетичні та експлуатаційні показники майбутнього виробу;

- суцільних або зрощених за довжиною заготовок для серединного шару товщиною 25 мм, для виготовлення яких доцільно використовувати кускові

відходи (рейки зі збігової зони необрізних дощок або від неkratності розкрою дощок за їх шириною). Ці заготовки, здебільшого високоякісні, оскільки випиляні з периферійної зони колоди і є радіального (напіврадіального) розпилювання, що забезпечить належну формостійкість бруса за нижчої собівартості. Ширина заготовок для серединного шару бруса з симетрично розташованою порожниною повинна становити 32 мм, а для серединного шару з несиметрично розташованою порожниною – 15 мм однієї заготовки та 50 мм другої заготовки.

Формування пакету клеєного порожнистого бруса доцільно здійснювати у такій послідовності:

- встановлення заготовки нижнього шару;
- двобічне нанесення клею на заготовки серединного шару;
- розміщення заготовок серединного шару (рис. 4, а) і встановлення дистанційних брусків поперечним перетином 25×25 мм та довжиною 150 мм (рис. 4, б) через кожні 800...1000 мм (але не менше двох брусків по торцях);
- встановлення заготовки верхнього шару бруса (рис. 4, в);
- пресування сформованих пакетів із застосуванням спеціальних бокових притискачів для уникнення розходження шарів бруса;
- технологічна витримка бруса;
- поздовжнє фрезерування бруса у розмір за поперечним перетином.

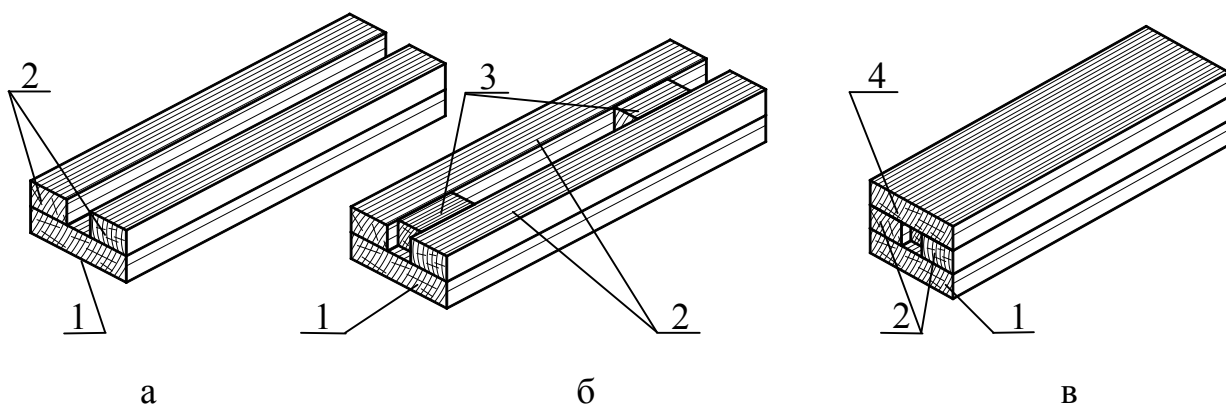


Рисунок 4 – Етапи формування пакету для виготовлення порожнистого клеєного бруса: а – розміщення заготовок середнього шару; б – встановлення дистанційних брусків; в – встановлення заготовок верхнього шару;

- 1) заготовка нижнього шару бруса; 2) заготовки серединного шару бруса;
- 3) бруски дистанційні; 4) заготовка верхнього шару бруса.

Використання клеєних тришарових порожнистих брусів у виробництві столярних виробів, зокрема для віконних блоків та балконних дверей, дасть змогу економити не тільки витрати деревини, але й витрати клейових матеріалів порівняно із використанням традиційних клеєних тришарових брусів.

Попередні дослідження геометричних [5], міцнісних та теплотехнічних характеристик запропонованих конструкцій клеєних тришарових порожнистих

брусів підтвердили їхню відповідність технічним вимогам нормативних документів та можливість використання в конструкціях столярних виробів.

Висновки. Запропонована технологія виготовлення клеєних тришарових порожнистих брусів придатна для реалізації у виробничих умовах. Використання таких брусів порівняно з традиційними клеєними тришаровими брусами дасть змогу забезпечити економію клейових матеріалів та деревини, зокрема і за рахунок можливості використання рейок зі збігової зони необрізних дощок або від неkratності розкрою дощок за їх шириною. Незначне ускладнення процесу формування пакетів клеєних тришарових порожнистих брусів не матиме суттєвого впливу на собівартість їхнього виготовлення.

Список літератури

1. Ференц О.Б. Технологія столярних виробів / О.Б. Ференц, В.М. Максимів. Навчальний посібник. – Львів: НЛТУ України, 2011. – 400 с.
2. Руденок В.Я. Оптимальная конструкция полого клееного бруса и пресс для его изготовления / В.Я. Руденок, С.П. Исаев, О.И. Бегунков, Я.В. Руденок // Деревообрабатывающая промышленность. – 2008, № 5. – С. 17-19.
3. Безкоровайний А.Г. Особливості технології виготовлення пустотілого клеєного бруса / Безкоровайний Андрій Григорович // Магістерська робота – Львів: НЛТУ України, 2008. – 53 с.
4. Маевский В.О. Использование пустотелых клееных брусев в столярных изделиях / В.О. Маевский, В.М. Максимив, А.Г. Безкоровайный // Новейшие достижения в области импортозамещения в химической промышленности и производстве строительных материалов: междун. науч.-практ. конф., 25–27.11.2009 г.: сборн. статей по матер. конф. – Минск: БГТУ, 2009. – С. 246–250.
5. Безкоровайний А.Г. Динаміка формостійкості порожнистих клеєних брусів для столярних виробів / А.Г. Безкоровайний, В.О. Маєвський, Є.М. Миськів // Науковий вісник: зб. наук.-техн. праць. – Львів: НЛТУ України. – 2016. – Вип. 26.8 – С. 270–277.

Аннотация

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПУСТОТЕЛОГО КЛЕЕНОГО БРУСА ДЛЯ СТОЛЯРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Безкоровайный А.Г., Маевский В.О., Копинец З.П., Ференц О.Б.

Рассмотрены этапы технологического процесса изготовления клееных трехслойных брусев с полостью, расположенной симметрично и несимметрично относительно поперечного сечения. Описаны технологические особенности процесса изготовления таких брусев. Акцентируется внимание на реализации технологической операции формирования пакетов клееных трехслойных пустотелых брусев.

Abstract

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF THE HOLLOW GLUED LAMINATED BEAM PRODUCTION FOR JOINERY

Bezkorovainyi A.H., Mayevskyy V.O., Kopynets Z.P., Ferents O.B.

The technological process stages of three-layer glued laminated beams with hollow, arranged symmetrically and asymmetrically relative cross sections were considered. The technological features of production of those beams were described. The main attention is focused on the technological implementation of package formation of three-layered hollow glued laminated beams.

УДК 674.815 : 631.572

ВИКОРИСТАННЯ СТЕБЕЛ РІПАКУ У ВИРОБНИЦТВІ ДЕРЕВИННИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ВИГОТОВЛЕНИХ НА ОСНОВІ МІНЕРАЛЬНОГО В'ЯЖУЧОГО

**Копанський М.М., канд. техн. наук,
(НЛТУ України)**

З'ясована можливість використання стебел ріпаку у виробництві деревинних композиційних матеріалів виготовлених на основі мінерального в'язучого з метою розширення сировинної бази завдяки залученню відходів сільськогосподарського виробництва.

Постановка проблеми. Попит на масивну деревину та деревинні композиційні матеріали (ДКМ) постійно зростає. Щорічно людство використовує понад 3,5 млрд. тонн деревини. Швидкість глобального вирубування лісів і його шкідливий вплив на довкілля змушує виробників які використовують деревину вести пошуку альтернативних джерел сировини. Переважно це лігноцелюозна сировина як відходи сільськогосподарського виробництва, зокрема це солома, кострець льону, відходи соняшника, оддубина, та інші.

Одним з найбільш перспективних видів деревинних композиційних матеріалів є матеріали виготовленні з використанням мінерального в'язучого.

Деревинні матеріали на основі мінерального в'язучого різноманітні за властивостями, зовнішнім виглядом та структурою. Вони мають високу міцність при малій, середній щільності, негорючі, біостійкі, нетоксичні. Ці композиційні матеріали містять деревний наповнювач, мінеральну в'язучу речовину, воду і хімічні добавки, що прискорюють затвердіння цементу і покращують властивості деревинно-мінерального матеріалу.

Мета і завдання дослідження. Мета роботи – встановити закономірності

впливу технологічних параметрів на властивості деревинних композиційних матеріалів з використанням ріпакових відходів.

Відповідно до поставленої мети необхідно було вирішити такі основні завдання:

- встановити можливість і доказати доцільність використання ріпаку у виробництві деревинних композиційних матеріалів на основі мінерального в'язучого;
- вивчити властивості ріпаку та визначити розміри і фракційний склад подрібнених ріпакових частинок;
- дослідити вплив складу арболітової суміші, вмісту ріпакової сировини, кількості цементу на фізико-механічні властивості деревинних композиційних матеріалів.

Ріпак – друга в Україні олійна культура за площею посіву та валовим виробництвом. Вирощуванням культури зайнято більш ніж 3000 сільськогосподарських підприємств. Середня урожайність озимого ріпаку 2008 році становила 20,8 ц/га, у 2009 18,7 ц/га, у 2010 17,5 ц/га. Грунтово - кліматичні умови України сприятливі для нормального росту та розвитку рослин ріпаку як озимого, так і ярого та відповідають його біологічним вимогам.

Особливості ріпаку як сировини для деревинних композиційних матеріалів наступні:

- хімічний склад ріпакової сировини відмінний від деревини: порівняно з деревиною ріпак містить більше геміцелюлоз, золи і кремнезему та менше лігніну;
- ріпакова сировина морфологічно більш складна і менш однорідна, ніж деревина;
- ріпакові частинки гідрофобніші, ніж деревинні;
- міцнісні властивості ріпаку набагато нижчі порівняно з деревиною;
- перевагами ріпаку як сировини для деревинних композиційних матеріалів є: щорічне поновлення, в декілька разів менша середня ринкова ціна за деревину, менші витрати на подрібнювальне і сушильне обладнання тощо.
- аналіз властивостей ріпакової сировини та параметрів ріпакових частинок як наповнювача композиційних матеріалів, створює певні передумови застосування ріпакової сировини у виробництві деревинних композиційних матеріалів на основі мінерального в'язучого без суттєвих змін у технології останніх.

Методика експериментальних досліджень.

Дослідження проводилися за трьома напрямками.

Перший напрямок дослідження був направлений на визначення впливу співвідношення ріпакових і деревинних частинок у деревинно – цементній композиції на фізико – механічні властивості арболіту.

Другий напрямок досліджень був присвячений визначенню впливу фракції ріпакових часток на фізико – механічні показники арболіту. При цьому виготовлявся арболіт марки М25, як найбільш поширений у будівництві.

Третій напрямок досліджень був направлений на визначення фізико – механічних властивостей арболіту різних марок виготовлених з використанням тільки ріпакового наповнювача. Компонентний склад карболітової суміші підбирався згідно існуючих норм витрат для арболіту виготовленого з деревинного наповнювача.

Для виконання досліджень використовувались такі матеріали:

- деревинні частинки, які використовуються у промисловому виготовленні арболіту;
- відходи ріпакової сировини, виготовлені шляхом подрібнення на лопатевій дробарці, яка використовується для подрібнення органічних матеріалів ;
- портландцемент марки М 400;
- затверджувач: хлорид кальцію (ГОСТ 3773-72);
- вода технічна (ГОСТ 2874-82);
- фільтрувальний папір;
- вода дистильована (ГОСТ 6709-72);

Деревинні частинки були такими, що використовуються у виготовленні арболіту.

Після подрібнення частинки сортувалися на відповідні фракції, щоб відокремити великі частинки і порошок.

Фракційний склад ріпакових частинок визначався шляхом фракційного аналізу. Розміри частинок вимірювали за допомогою індикаторного товщиноміра і штангенциркулів і мікрометра. Довжину частинок визначали з точністю до 0,1 мм, ширину – до 0,02 мм, товщину – до 0,01 мм.

Сформовані зразки витримувалися у формах протягом 1 доби. Після цього їх виймають з форм і витримують у термокамері за температури 40°C протягом 24 години, пізніше їх витримують ще 10 днів за нормальних умов. Потім зразки досліджували на водопоглинання, набрякання за товщиною та на міцність на стиск.

Для проведення подальших досліджень з виготовленого матеріалу вирізались експериментальні зразки відповідних розмірів для визначення фізико-механічних властивостей. Виготовлені зразки нумерувались і випробовувались. Перед випробуванням визначалися розмірні і вагові показники.

Визначення фізико-механічних властивостей деревинних композиційних матеріалів здійснювали після 12 діб з дня витримки виробу.

Випробування зразків проводилися відповідно до ДСТУ Б В.2.7-82-99.

Залежність межі міцності матеріалу на стиск від вмісту ріпакових частинок показано на рис. 1. Як видно з графіка при збільшенні вмісту ріпакових частинок межа міцності на стиск зменшується. Такий характер пояснюється тим, що міцність ріпакових частинок менша за міцність деревинних частинок, а це впливає і на міцність матеріалу.

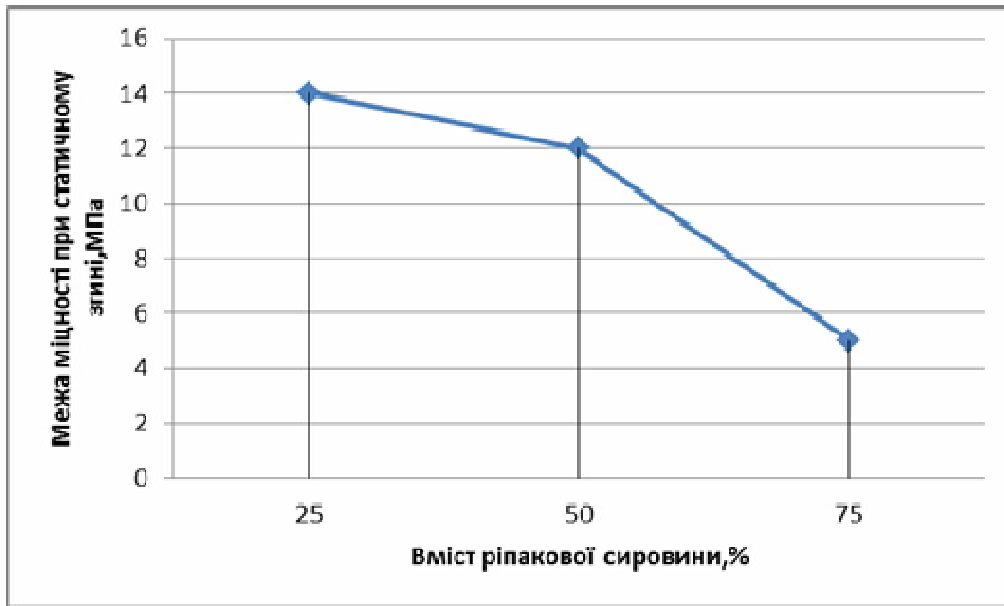


Рисунок 1 – Залежність межі міцності матеріалу на стиск від вмісту ріпакових частинок.

Залежність межі міцності матеріалу на статичний згин від фракції ріпакових частинок показано на рис. 2.

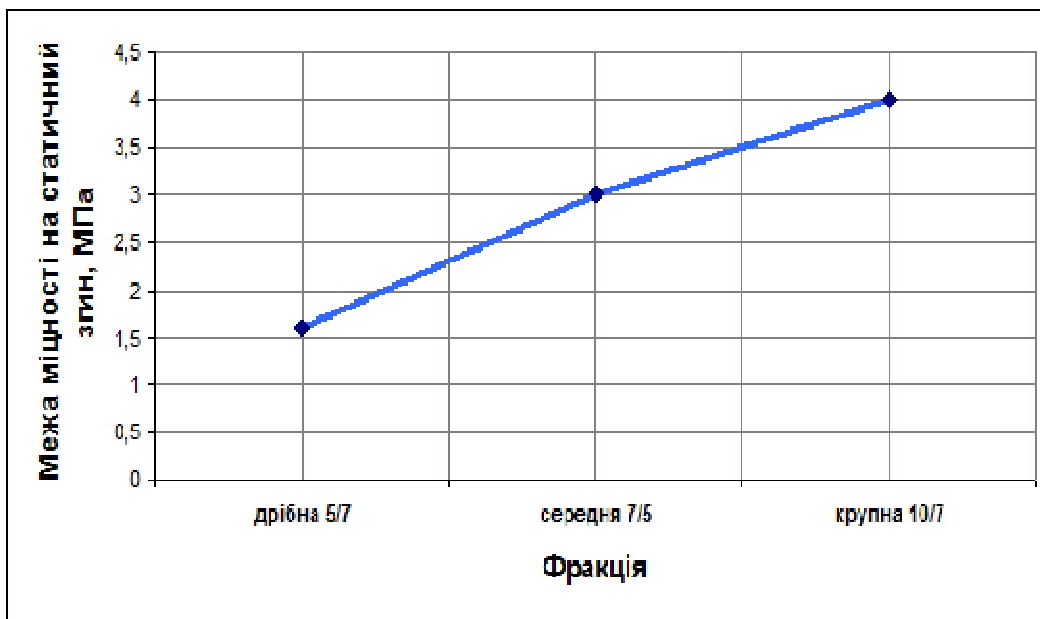


Рисунок 2 – Залежність межі міцності матеріалу на статичний згин від фракції ріпакових частинок.

Дана залежність має характер близький до лінійного. Зменшення розмірів ріпакових частинок спричиняє зростання межі міцності на стиск. Це пояснюється тим, що менші частинки краще перемішуються з цементом, краще упаковуються при формуванні виробу, а також спостерігається деяке

проникнення цементного молочка у поверхневий шар частинки, а це спричиняє часткове модифікування шляхом цементації поверхневого шару і змішування виробу в цілому.

Висновки досліджень.

На основі аналізу результатів досліджень можна зробити такі висновки:

1. Проведені у відповідності із поставленими завданнями експериментальні дослідження дозволили отримати результати, які забезпечують встановлення закономірностей впливу технологічних параметрів на властивості деревинного композиційного матеріалу, виготовленого з використанням відходів ріпаку.

2. Основними чинниками, що впливають на міцність матеріалу є вміст водорозчинних речовин у лігноцелюлозному наповнювачі, адгезія наповнювача до цементного в'язучого, міцність наповнювача, активність цементу і його витрата на 1 м³ цього матеріалу.

3. Підвищений вміст мінеральних речовин у стеблах ріпаку має позитивний вплив на адгезію з мінеральними в'язучими.

4. Наявність високопористої внутрішньої паренхімної тканин у стеблах ріпаку робить можливим його використання за вмістом більше 35% у стружковій масі для виготовлення теплоізоляційних деревинних композиційних матеріалів на основі мінерального в'язучого.

5. Експериментально доведено, що деревинні композиційні матеріали, виготовлені за звичайною технологією, з додаванням у композиційні матеріали деревинних частинок до 35% ріпаківих частинок мають механічні показники що відповідають вимогам державного стандарту ДСТУ EN 312-2:2003.

7. На основі результатів експериментальних досліджень запропоновано способи виготовлення композиційних матеріалів на основі мінерального в'язучого з використанням відходів ріпаку які дають змогу розширити сировинну базу для виготовлення цих матеріалів завдяки залученню відходів сільськогосподарського виробництва, а саме ріпакової сировини, зменшити собівартість арболіту і, відповідно, зекономити цінну на деревинну сировину.

Список літератури

1. Бехта П.А. Технологія деревинних плит і пластиків. / П.А. Бехта. – К.: Основа, 2004 р. – 780 с.
2. Бехта П.А. Технологія деревинних композиційних матеріалів: Підручник. – К.: Основа, 2003. – 336 с.
3. Торгашов В.И. Сравнительное исследование условий выделения, морфологии и свойств целлюлозы из стеблей злаковых и масличных культур. / Е.В. Герт, О.В. Зубец, Ф.Н. Капуцкий // Химия растительного сырья. – Минск. – 2009. №4.

Аннотация

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТЕБЛЕЙ РАПСА В ПРОИЗВОДСТВЕ
ДРЕВЕСНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА
МИНЕРАЛЬНОМ СВЯЗУЮЩЕМ**
Копанский Н.М.

Установлена возможность использования стеблей рапса в производстве древесных композиционных материалов на минеральном связующем с целью расширения сырьевой базы благодаря задействованию отходов сельскохозяйственного производства.

Abstrakt

**USE OF RAPE STRAW IN PRODUCTION STEMS WOOD-BASED
COMPOSITE MADE OF MINERAL BINDERS**
Kopansky M.M.

Clarified the possibility of using the stems of rape straw in the production of wood-based composite made from mineral binder to expand the resource base by attracting agricultural waste.

УДК 674:504.06

НОМЕНКЛАТУРА ВІДХОДІВ ДЕРЕВООБРОБНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Сторожук В.М., канд. техн. наук, доц.; Ференц О.Б., канд. техн. наук, доц.;
Копинець З.П., канд. техн. наук, доц.;
(Національний лісотехнічний університет України, м. Львів)
Яцюк Р.А., канд. техн. наук, доц.
(Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів)

Матеріал присвячений проблемі організації поводження з відходами на деревообробних підприємствах, зокрема питанням формування номенклатури відходів з метою подальшої їхньої ідентифікації та квантифікації відповідно до вимог вітчизняного та міжнародного законодавства.

Запропоновано алгоритм дій для формування переліку відходів, їх складу і властивостей, а також встановлення ступеня небезпечності для навколишнього природного середовища та здоров'я людини.

Постановка проблеми. На деревообробних підприємствах утворюється значна кількість відходів – як промислових, так і побутових, як твердих, так і рідких. Відсутність належно організованої роботи у сфері поводження з відходами попри несприятливий вплив на навколишнє природне середовище може також мати наслідками стягнення, що накладаються зі сторони спеціально

уповноважених органів державного нагляду за охороною навколишнього природного середовища як на посадових осіб так і на саме підприємство, призупинка виробничої діяльності, репутаційні втрати підприємства тощо.

Організації поводження з відходами відповідно до вимог природоохоронного законодавства [1-2] має передувати робота з встановлення номенклатури відходів підприємства та їх ідентифікації – визначення складу і властивостей відходів, а також ступеня їхньої небезпечності для навколишнього природного середовища та здоров'я людини.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема забезпечення раціонального поводження з відходами промислових підприємств щоразу стає все актуальнішою як в Україні, так і за кордоном з огляду на зростаючий негативний антропогенний вплив на навколишнє природне середовище, що має відображення у низці публікацій [3-5]. Особливості документального супроводу процедури поводження з відходами, передбаченого Постановою Кабінету Міністрів (далі – ПКМУ) №2034 [6], розглядались, зокрема, в роботі [7].

Шляхи вирішення проблеми поводження з відходами, рекомендовані у згаданих публікаціях, передбачають низку загальних організаційно-технічних заходів, що можуть бути успішно реалізовані суб'єктами господарювання. Проте кожен вид виробництва має свою специфіку, що вимагає адаптації узагальнених підходів до умов конкретного підприємства.

Метою статті є окреслення підходів щодо формування номенклатури відходів, які можуть утворюватися на деревообробних підприємствах, а також наведення рекомендацій щодо ідентифікації відходів відповідно до нормативних вимог.

Матеріали і результати дослідження. На деревообробному підприємстві в результаті функціонування основного виробництва та допоміжних підрозділів утворюється низка різноманітних відходів – промислових, побутових, деякі з них можуть бути небезпечними.

Для того, щоб впевнитись у належності відходів до категорії небезпечних, слід керуватися: Жовтим та Зеленим переліками відходів, наведених в ПКМУ №1120 [8]; «Переліком небезпечних властивостей...» [9]; «Категоріями відходів, які підлягають регулюванню» [8].

З метою забезпечення інформаційної підтримки вирішення широкого кола питань державного управління відходами та ресурсовикористанням на базі системи обліку та звітності, гармонізованої з міжнародними системами, застосовується узгоджена класифікація відходів. Класифікація відходів визначена ДК 005-96 [10]. Найменування відходів наводиться за чинними нормативними документами: обирається відповідний термін з додатка А до ДСТУ 3910-99 [11], а для складних відходів – з додатка Б [11].

Номенклатура відходів, які утворюються на деревообробних підприємствах, охоплює широкий спектр, серед основних можна виокремити:

- відходи виробничо-технологічні виробництва деревини та виробів з деревини;
- продукція бракована та некондиційна;

- відходи допоміжних матеріалів, які використовуються у виробництві виробів з деревини;
- відходи, які утворюються під час діяльності ремонтно-механічного, транспортного та котельного господарства;
- відходи, які утворюються під час забезпечення належних умов праці та життєдіяльності.

Перелік відходів може бути продовжений, він коригується залежно від особливостей кожного окремого підприємства.

Ідентифікація відходів передбачає їх віднесення до певних категорій та класифікаційних груп, виходячи з їх походження, складу, стану, небезпеки для довкілля, здоров'я людини, технологічних можливостей утилізації, знешкодження.

Під час ідентифікації і паспортизації відходів враховуються наступні класифікаційні ознаки:

- код, найменування відходу (за ДК 005-96 [10]);
- клас небезпеки (I-IV);
- належність до переліку небезпечних відходів (дод. Ж ДК 005-96 [10]);
- група небезпечних властивостей (назва, кодівий номер, клас ООН – від H1 до H15);
- хімічний склад (у відсотках);
- тип відходу за складом (неорганічний, органічний, змішаний);
- фізичний (агрегатний) стан (рідинний (P), твердий (T), шламо- або пастоподібний (Ш), газоподібний (Г), сумішевий (С), нерозібране устаткування та інші складені конструкції (У);
- небезпечні складові (розрізняють 85 небезпечних складників відходів залежно від компонентів (від C01 – Алюміній та його сполуки, до C85 – Інші потенційно небезпечні компоненти та хімічні речовини гостроспрямованої дії);
- фізико-хімічні і теплофізичні властивості та ін.

На деревообробних підприємствах утворюється чимало промислових відходів, які є сировиною для іншого виробництва, тобто такі, що піддаються утилізації (наприклад, деревні відходи, металобрухт, відходи пакувальної плівки тощо), а також відходи, для яких відсутні технічні рішення щодо їх використання як вторинної сировини, тобто такі, що не піддаються утилізації.

Промислові відходи поділяються на відходи сфер виробництва і відходи сфер споживання. Серед них найбільшу небезпеку для довкілля і здоров'я населення становлять токсичні промислові відходи, які не піддаються утилізації.

Відходи сфер виробництва і сфери споживання залежно від фізичних, хімічних і біологічних характеристик всієї маси відходу або окремих його інгредієнтів поділяються на чотири класи небезпеки:

I-й клас – надзвичайно небезпечні (наприклад, несправні лампи люмінесцентні та відходи, які містять ртуть, конденсатори тощо);

II-й клас – високо небезпечні (наприклад, непридатні акумулятори, автопокришки, гальванічні елементи тощо);

III-й клас – помірно небезпечні (наприклад, відпрацьовані обтиральні матеріали, масла (автомобільні, моторні), дизпальне, забруднений бензином пісок тощо);

IV-й клас – мало небезпечні (наприклад, відходи деревини кускові, деревні стружка та тирса, відходи пакувальної плівки, металобрухт тощо).

Клас небезпеки визначається токсичністю промислових відходів. Часто на практиці хибно відносять усі відходи I-III класів, які утворюються на деревообробних підприємствах, до небезпечних. Для віднесення відходів до небезпечних слід керуватися вище наведеними рекомендаціями.

Більшість відходів, які не підлягають подальшому використанню, і належать до IV класу небезпеки – видаляються на полігони твердих побутових відходів. Решта відходів, які належать до I-III класів небезпеки, тимчасово зберігаються на території підприємств і підлягають подальшій утилізації.

Перелік, склад і властивості відходів, що утворюються на деревообробних підприємствах, а також ступінь їх небезпечності для навколишнього природного середовища та здоров'я людини відрізняються залежно від особливостей виробничо-господарської діяльності кожного з підприємств.

Висновки. На деревообробному підприємстві в результаті функціонування основного виробництва і допоміжних підрозділів утворюється низка різноманітних відходів, які, у разі неналежного поводження, можуть зумовити забруднення довкілля, підвищене ресурсовикористання та ін., що протирічить принципам сталого розвитку. Основним завданням у формуванні природоохоронної політики, яке повинно постійно бути у полі зору керівництва деревообробного підприємства незалежно від форми його власності, розмірів, а також видів та обсягів продукції, є забезпечення мінімального рівня утворення відходів, розширення їх використання у господарській діяльності, запобігання шкідливому впливу на природу і здоров'я людини.

Для організації належного поводження з відходами на деревообробному підприємстві необхідно вести відповідну документацію, що стосується як безпосередньо відходів, так і охорони навколишнього природного середовища загалом. Визначальним етапом в цьому є формування номенклатури відходів підприємства та визначення їх складу і властивостей, ступеня небезпечності для довкілля.

Для гармонізації державного управління відходами та раціонального ресурсовикористання відповідно до вітчизняного і міжнародного законодавства процедури ідентифікації, паспортизації та квантифікації відходів на деревообробних підприємствах слід здійснювати відповідно до вимог нормативних документів, які регламентують процедури поводження з відходами.

Список використаних джерел

1. Закон України «Про відходи» від 05.03.1998 р. № 187/98–ВР (ред. від 09.05.2016) [Текст] // ВВР. – 1998. – № 36-37. – Ст. 242.

2. Розпорядження КМУ «Про схвалення Концепції Загальнодержавної програми поводження з відходами на 2013-2020 рр.» від 03.01.2013 № 22-р [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/22-2013-%D1%80>. – Дата доступу: 06.04.2017 р.

3. Сторожук В.М. Промислова екологія [Текст]: підручник / В.М. Сторожук, В.А. Батлук, М.М. Назарук. – Львів : Укр. акад. друкарства, 2005. – 547с.

4. Сторожук В.М. Актуальність екологічної освіти для фахівців технічних спеціальностей / В.М. Сторожук // Наук. зап. (Укр. акад. друкарства). – 2006. – Вип. 9. – С. 114-118.

5. Сторожук В.М. Міжнародна співпраця підприємств деревообробної галузі з урахуванням вимог охорони праці та довкілля / В.М. Сторожук // Мир мебели и древесины. Специализированный научно-производственный журнал. – 2007. – № 5. – С. 4-7.

6. Постанова КМУ «Про затвердження Порядку ведення державного обліку та паспортизації відходів» від 01.11.1999 р. №2034 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2034-99-%D0%BF>. – Дата доступу: 06.04.2017 р.

7. Сторожук В.М. Відходи підприємств. Поводження та документальний супровід [Текст]: навч. посібн. / В.М. Сторожук, О.В. Мельников. – Львів: Укр. акад. друкарства, 2012. – 286 с.

8. Постанова КМУ «Про затвердження Положення про контроль за транскордонними перевезеннями небезпечних відходів та їх утилізацією/видаленням і Жовтого та Зеленого переліків відходів» від 13.07.2000 р. №1120 (ост. зміни від 11.10.2002 р.) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1120-2000-%D0%BF>. – Дата доступу: 06.04.2017 р.

9. Наказ Мінікоресурсів України «Про затвердження Переліку небезпечних властивостей та інструкцій щодо контролю за транскордонними перевезеннями небезпечних відходів та їх утилізацією/видаленням» від 16.10.2000 р. за №165, зареєстр. в Міністерстві юстиції України 02.11.2000 р. за №770/4991 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0770-00>. – Дата доступу: 06.04.2017 р.

10. Державний класифікатор. ДК 005-96. Класифікатор відходів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.uazakon.com/big/text78/pg1.htm>. – Дата доступу: 06.04.2017 р.

11. ДСТУ 3910-99 (ГОСТ 17.9.1.1-99). Охорона природи. Поводження з відходами. Класифікація відходів. Порядок найменування відходів за генетичним принципом і віднесення їх до класифікаційних категорій [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=51477. – Дата доступу: 06.04.2017 р.

Аннотація

**НОМЕНКЛАТУРА ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО
ПРЕДПРИЯТИЯ**

Сторожук В.М., Ференц О.Б., Копинец З.П., Яцюк Р.А.

Материал посвящен проблеме организации обращения с отходами на деревообрабатывающих предприятиях, в частности вопросам формирования номенклатуры отходов с целью дальнейшей их идентификации и квантификации в соответствии с требованиями отечественного и международного законодательства.

Предложен алгоритм действий для формирования перечня отходов, их состава и свойств, а также установления степени опасности для окружающей природной среды и здоровья человека.

Abstract

THE NOMENCLATURE OF WASTES IN WOODWORKING ENTERPRISES

Storozhuk V.M., Ferents O.B., Kopynets Z.P., Yatsiuk R.A.

The work is dedicated to the problem of waste management in woodworking enterprises, including the questions of forming the nomenclature of waste in order to their further identification and quantification in accordance with national and international legislation.

It is proposed the algorithm of actions to create the list of wastes, their composition and properties, and to establish the degree of danger for the environment and human health.

УДК 674.048

**МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ПИТОМОГО ПОГЛИНАННЯ РІДИНИ
ЗРАЗКАМИ ДЕРЕВИНИ ЗМІШАНОГО РОЗПИЛЮВАННЯ**

**Шевченко С.А., к.т.н., доцент; Суска А.А., к.е.н., доцент;
Заславська Н.В., Тесля Г.Р.**

*(Харківський національний технічний університет
сільського господарства імені Петра Василенка)*

Розроблено регресійну математичну модель просочення рідиною зразків деревини мішаного розпилювання. Для визначення питомого поглинання необхідно виміряти розміри зразків, зважити їх до та після витримки в рідині. Потім здійснюється ідентифікація параметрів математичної моделі та розрахунок питомого поглинання рідини через торцеві та бічні грані зразків деревини. Методика не вимагає гідроізоляції будь-яких граней зразків.

Вступ. У деревообробці використовуються різноманітні технологічні процеси, у ході яких відбувається поглинання рідини деревиною – наприклад, просочення антисептиками та антипіренами, склеювання, нанесення захисно-декоративних покриттів. Вибір технологічних режимів залежить від інтенсивності поглинання рідини деревиною.

Постановка проблеми. Поглинання рідини деревиною залежить від численних факторів – породи, положення в стовбурі (ядро, заболонь), початкової вологості деревини, в'язкості та температури рідини. Анізотропія деревини проявляється в тім, що проникність уздовж волокон на 2-3 порядки більше, ніж поперек волокон [1]. Тому при розробці зазначених технологічних процесів виникає необхідність в експериментальному визначенні значень параметрів, що характеризують поглинання рідини в умовах, властивих відповідному технологічному процесу.

Аналіз досліджень і публікацій. Найпростіші методики визначення поглинання рідини зразками деревини дають змогу визначати лише поглинання вздовж волокон. Наприклад, методика [2] полягає у вимірюванні маси поглинутої води зразком деревини у формі прямої призми із квадратною основою, причому товщина зразка (уздовж волокон) значно менше, ніж розміри сторін основи. Аналогічна методика визначення коефіцієнта абсорбції води запропонована в [3]; вона заснована на визначенні маси поглиненої води за результатами періодичного зважування зразків. Методика визначення коефіцієнта абсорбції в заданому напрямку запропонований в [4]. Вона заснована на зануренні зразків у формі прямої призми так, щоб лише одна грань перебувала у воді (точніше, була занурена на 5 ± 2 мм при розмірах зразка $50 \times 50 \times 50$ мм).

Найбільш докладну інформацію про просторовий розподіл води в зразку деревини можна одержати методами магнітно-резонансної томографії [5], однак для цього необхідне складна апаратура.

В [6] запропонована методика визначення абсорбції рідини торцевими та бічними гранями зразків деревини змішаного розпилювання. Недоліком методики [6] є істотний вплив випадкових факторів на оцінку абсорбції, оскільки вона визначається за результатами порівняльних вимірювань поглинання рідини всього лише двома зразками деревини.

Невирішеною частиною проблеми є розробка методики визначення питомого поглинання рідини через торцеві та бічні грані зразків деревини без застосування складного вимірювального устаткування, вологоізоляції грані або руйнування зразків.

Метою статті є розробка придатної для застосування у виробничих умовах методики визначення питомого поглинання рідини через торцеві та бічні грані зразків деревини, заснованої на усередненні порівняльних вимірювань поглинання рідини кількома зразками.

Обґрунтування методики визначення питомого поглинання рідини деревиною.

Прийmemo, що границя між просоченою та непросоченою частинами зразка деревини відповідає певній глибині просочення. Цю глибину визначимо з умови відповідності маси рідини, поглиненої через певну грань, просоченому об'єму деревини та прирощенню щільності деревини в цьому об'ємі.

При розробці математичної моделі поглинання рідини зразком деревини будемо виходити з наступного:

- випробуванням піддаються кілька зразків змішаного розпилювання, що мають квадратні перетини та різні довжини;
- зразки витримують в рідині однаковий час;
- всі зразки після витримки в рідині просочилися на однакову глибину по торцевих гранях;
- всі зразки після витримки в рідині просочилися на однакову глибину через бічні грані в зонах, не просочених через торцеві грані (рис. 1).

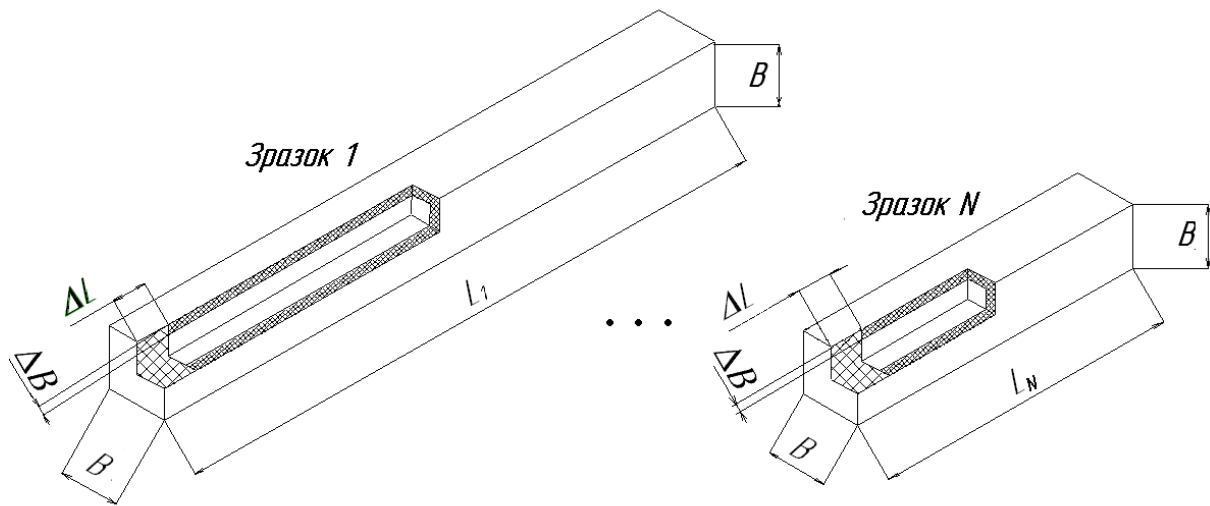


Рисунок 1 – Ескізи зразків

Визначимо об'єм и просочених частин зразків:

$$\Delta v_T = 2B^2\Delta L, \quad (1)$$

$$\Delta v_B = (L - 2\Delta L)(B^2 - (B - 2\Delta B)^2) = 4(L - 2\Delta L)(B\Delta B - (\Delta B)^2), \quad (2)$$

де Δv_T – об'єм деревини, просоченої через торцеві грані, м^3 ;

Δv_B – об'єм деревини, просоченої через бічні грані, м^3 ;

B – ширина (товщина) зразка, м;

ΔL – глибина просочення через торцеві грані, м;

ΔB – глибина просочення через бічні грані, м.

Підсумовуючи ці об'єми, одержимо сумарний об'єм просоченої деревини:

$$\Delta v = \Delta v_T + \Delta v_B = 2B^2\Delta L + 4(L - 2\Delta L)(B\Delta B - (\Delta B)^2), \quad (3)$$

де Δv – об'єм просоченої частини зразка, м^3 .

Визначимо сумарну масу поглиненої рідини:

$$\Delta m = \Delta v \Delta \rho = [4\Delta B (B - \Delta B)L + 2B^2 \Delta L - 8\Delta B \Delta L (B - \Delta B)] \Delta \rho, \quad (4)$$

де Δm – маса рідини, поглиненої зразком, кг;

$\Delta \rho$ – приращення щільності деревини в просоченій частині зразка, кг/м³.

Приймаючи, що глибина просочення в поперечному напрямку багаторазово менше, ніж ширина (товщина) зразка, спростимо (4):

$$\Delta m = 4B \Delta B \Delta \rho L + 2\Delta L B (B - 4\Delta B) \Delta \rho. \quad (5)$$

Таким чином, регресійна залежність маси поглиненої рідини від довжини зразка має вигляд:

$$\Delta m(L) = aL + b, \quad (6)$$

де a – коефіцієнт пропорційності в регресійній залежності маси поглиненої рідини від довжини зразка, кг/м;

b – постійна складова в регресійній залежності маси поглиненої рідини від довжини зразка, кг.

Обчисливши параметри регресійної залежності (6), можна визначити глибини просочення із системи рівнянь (7):

$$\begin{cases} a = 4B \Delta B \Delta \rho \\ b = 2\Delta L B (B - 4\Delta B) \Delta \rho \end{cases}. \quad (7)$$

Вирішуючи систему рівнянь (7), одержимо значення глибин просочення через торці та бічні грані:

$$\Delta B = \frac{a}{4B \Delta \rho}, \quad (8)$$

$$\Delta L = \frac{b}{2B(B - 4\Delta B) \Delta \rho}. \quad (9)$$

Визначимо питомі поглинання рідини через торцеві та бічні грані зразка, використовуючи (8, 9):

$$q_B = \frac{\Delta m_B}{S_B} = \Delta B \Delta \rho = \frac{a}{4B}, \quad (10)$$

$$q_T = \frac{\Delta m_T}{S_T} = \Delta L \Delta \rho = \frac{b}{2B \left(B - 4 \frac{a}{4B \Delta \rho} \right)}, \quad (11)$$

де q_B – питоме поглинання через бічну грань, кг/м²;

q_T – питоме поглинання через торцеву грань, кг/м².

Довірчі інтервали оцінки поглинання по бічних і торцевих гранях можна визначити, оцінивши погрішності коефіцієнтів регресії [7].

Висновки.

Визначаючи параметри регресійних залежностей маси поглиненої рідини від довжини зразків змішаного розпилювання, можна оцінити питоме поглинання через торцеві та бічні грані зразків деревини за запропонованою методикою.

Оцінка питомого поглинання через бічну грань не залежить від прийнятого значення прирошення щільності деревини в зоні просочення.

Перспективним напрямком подальших робіт є визначення можливості використання розробленої методики для дослідження вологозахисних властивостей покриттів деревини.

Література

1. Стенина Е.И., Левинский Ю.Б. Защита древесины и деревянных конструкций. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2007. – 219 с.
2. ГОСТ 16483.20-72 Древесина. Метод определения водопоглощения.
3. Emmanuel Tete Okoh. Water absorption properties of some tropical timber species // Journal of Energy and Natural Resources, 2014, no.3(2), pp. 20-24.
4. Mukhopadhyaya P., Kumaran K., Normandin N., Goudreau P. Effect of surface temperature on water absorption coefficient of building materials // Journal of Thermal Envelope and Building Science, v. 26, no. 2, Oct. 2002, pp. 179-195.
5. Three-dimensional in vivo magnetic resonance microscopy of beech (*Fagus sylvatica* L.) wood. MAGMA (2005) 18: 171–174. DOI 10.1007/s10334-005-0109-5
6. Шевченко С.А., Автухов А.К., Дьяченко В.Ю., Грошиков В.В. Определение абсорбции жидкости при пропитке элементов конструкций и столярно-строительных изделий из древесины смешанной распиловки // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. - 2015. - Вип. 167. - С. 9-13.
7. Минько А.А. Статический анализ в MS Excel. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2004. – 448 с.

Аннотация

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ УДЕЛЬНОГО ПОГЛОЩЕНИЯ ЖИДКОСТИ ОБРАЗЦАМИ ДРЕВЕСИНЫ СМЕШАННОЙ РАСПИЛОВКИ

Шевченко С.А., Суска А.А., Заславская Н.В., Тесля А.Р.

Разработана регрессионная математическая модель пропитки жидкостью образцов древесины смешанной распиловки. Для определения удельного поглощения необходимо измерить размеры образцов, взвесить их до и после выдержки в жидкости. Затем осуществляется идентификация параметров математической модели и расчет удельного поглощения жидкости через торцевые и боковые грани образцов древесины. Методика не требует гидроизоляции каких-либо граней образцов.

Abstract

TECHNIQUE OF DETERMINING THE SPECIFIC ABSORPTION FLUID BY SAMPLES OF MIXED WOOD SAWING

Shevchenko S.A., Suska A.A., Zaslavska N.V., Teslia H.R.

The regression mathematical model of the impregnation of liquid by samples of mixed wood sawmills is developed. To determine the specific absorption necessary to measure the dimensions of the samples, weigh them before and after exposure to liquid. Then, the identification of the parameters of the mathematical model and the calculation of the specific absorption of liquid through the end faces and side faces of the wood samples are carried out. The technique does not require waterproofing of any faces of the samples.

УДК 674.815 : 631.572

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ МОДИФІКОВАНОГО КАРБАМІДОФОРМАЛЬДЕГІДНОГО КЛЕЮ НА ЗМОЧУВАЛЬНУ ЗДАТНІСТЬ ПОВЕРХНЕВОГО ЖИРО-ВОСКОВОГО ШАРУ СОЛОМИ

Козак Р.О., канд. техн. наук

(Національний лісотехнічний університет України)

Встановлено можливість покращення змочуваності поверхневого жироскокового шару соломи карбамідоформальдегідним клеєм шляхом модифікування його етанолом. Визначено вплив модифікатора на крайовий кут змочування поверхневого жироскокового шару соломи пшениці, жита, вівса і ячменю.

Постановка проблеми. Розвиток виробництва деревинних композитів гальмується нестачею деревини [1, 2], що змушує виробників таких композитів шукати альтернативні джерела сировини. В умовах аграрної України злакова солома є найперспективнішою сировиною, яка здатна замінити деревину у виробництві деревинних композитів і зокрема стружкових плит. Суттєвою перешкодою для використання соломи у виробництві стружкових плит є поверхневий жироскоковий шар соломи з гідрофобними антиадгезійними властивостями, який не дозволяє при використанні традиційних карбамідоформальдегідних (КФ) клеїв отримати задовільне клейове з'єднання між солом'яною стружкою [3-10].

Якість склеювання можна покращити видаленням жироскокового шару способами фізичної або хімічної обробки солом'яної стружки [11-13], а також заміною або модифікуванням КФ клеїв клеями більшої реакційної здатності [14-16]. Однак, використання водяної пари, кислот, лугів для обробки солом'яної стружки з метою видалення жироскокового шару зумовлює додаткові енергетичні затрати на отримання водяної пари, сушіння стружки,

пошкодження обладнання через застосування кородуючих речовин, встановлення додаткового обладнання для обробки солом'яної стружки, що є стримуючими факторами у впровадженні цих методів у виробництво. Застосування ізоціанатних клеїв для склеювання солом'яної стружки зменшує їх привабливість через значну їх вартість [17] і змушує виробників плит не відмовлятися від дешевих і легких у виготовленні КФ клеїв [18].

Клейові композиції, що застосовуються при обсмоленні стружки, повинні забезпечувати повне змочування поверхні матеріалу, а також міжфазний контакт між адгезивом і матеріалом та міжфазну або адсорбційну взаємодію на межі двох фаз, тобто на межі полімер-матеріал [19]. Тому покращення змочуваності поверхневого жиро-воскового шару соломи КФ клеєм є актуальним завданням.

Метою даного дослідження було визначення впливу модифікованого КФ клею на змочувальну здатність поверхневого жиро-воскового шару соломи.

Експериментальна частина. Для досліджень використовувалися солома пшениці, жита, вівса і ячменю з ділянки міжвузля, яка розрізалась поперек волокон на довжину 50 мм і вздовж волокон навпіл та висувувалась у сушильній шафі при температурі 85°C між металевими сітками до вологості 2±1%, КФ смола промислового виробництва марки КФ-МТ з сухим залишком 64%, концентрацією водневих іонів (рН) 8,1, умовною в'язкістю за ВЗ-246 (діаметр сопла 4 мм) 92 с, часом желатинізації 53 с при температурі 100°C, хлористий амоній (затверджувач КФ смоли).

Немодифікований клей готувався змішуванням КФ смоли з попередньо приготованим 20%-ним водним розчином хлористого амонію. Вміст затверджувача становив 5 масових частин 20% розчину хлористого амонію на 100 масових частин розчину смоли.

Модифікований клей готувався змішуванням КФ смоли з попередньо приготованим 20%-ним водним розчином хлористого амонію і 96%-ним етанолом. Вміст затверджувача становив 5 масових частин 20% розчину хлористого амонію на 100 масових частин розчину смоли. Вміст етанолу становив 10 масових частин на 100 масових частин розчину смоли. Всі компоненти клею перемішувалися впродовж 10 хв.

Визначення величини крайового кута змочування поверхні соломи з жиро-восковим шаром проводилися за допомогою проектора.

Крапля КФ клею піпеткою наносилась на поверхню соломини з жиро-восковим шаром. Після досягнення краплею рівноважної форми, вона проектувалась на екран. Вимірювання висоти і діаметра відображення краплі здійснювалось з точністю 1,0 мм за допомогою лінійки. Величина косинуса крайового кута розраховувалась за формулою [20]:

$$\cos Q = \frac{\left(\frac{d}{2}\right)^2 - h^2}{\left(\frac{d}{2}\right)^2 + h^2}, \quad (1)$$

де Q – кут між поверхнями рідини і твердого тіла на межі з навколишнім середовищем;

d і h – відповідно діаметр і висота краплі, мм.

Вимірювання крайових кутів змочування здійснювалось окремо для соломин кожного зазначеного вище виду злаків немодифікованим і модифікованим клеєм.

Результати і обговорення. В результаті проведення експериментальних досліджень встановлено (рис.), що крайовий кут змочування поверхні соломи з жирно-восковим шаром немодифікованим КФ клеєм для всіх досліджуваних видів соломи більший 90° . Це вказує на незадовільну змочуваність поверхневого жирно-воскового шару досліджуваних видів соломи таким клеєм. При цьому найгірше змочувалася поверхня житньої соломи й найкраще – поверхня пшеничної соломи.

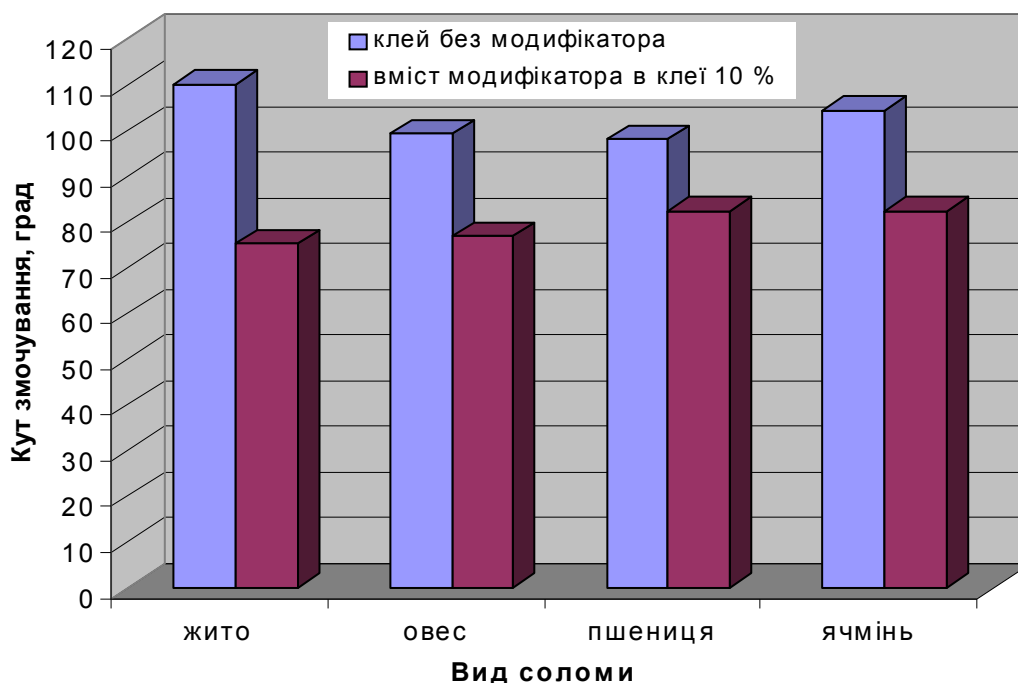


Рисунок 1 – Вплив модифікатора КФ клею на крайовий кут змочування поверхневого жирно-воскового шару різних видів соломи

Введення етилового спирту в клей позитивно впливає на процес змочування таким модифікованим клеєм поверхневого жирно-воскового шару всіх досліджуваних видів соломи. Так при введенні в клей 10 % етилового спирту крайовий кут змочування поверхні жирно-воскового шару соломи жита і вівса становив 75° і 77° відповідно. Дещо більшим крайовий кут змочування був для соломи пшениці й ячменю – 82° . Але для всіх досліджуваних видів соломи крайовий кут змочування її поверхневого жирно-воскового шару КФ клеєм модифікованим 96 % етиловим спиртом був меншим 90° .

У результаті модифікування КФ клею етанолом найбільше покращується змочуваність поверхневого жирно-воскового шару житньої соломи, на що вказує зменшення крайового кута змочування її поверхні з 110° до 75° тобто на 32 %, а

найменше – пшеничної соломи, під час досліджень якої крайовий кут змочування її поверхні зменшився на 16 %. Для соломи вівса і ячменю зменшення крайового кута змочування їх поверхні становило 23 % і 21 % відповідно.

Висновки. Модифікування КФ клею етанолом позитивно впливає на змочуваність поверхневого жиро-воскового шару всіх досліджуваних видів соломи. Змочувальна здатність поверхні жиро-воскового шару модифікованим етанолом карбамідоформальдегідним клеєм зростає найбільше в житньої соломи – на 32 %, а найменше в пшеничної соломи – на 16 %. Для соломи вівса і ячменю зменшення крайового кута змочування становить 23 % і 21 % відповідно. Для всіх досліджуваних видів соломи крайовий кут змочування її поверхневого жиро-воскового шару КФ клеєм модифікованим 96 %-ним етанолом став меншим 90°.

Список літератури

1 Zheng Y. Particleboard quality characteristics of saline jost tall wheatgrass and chemical treatment effect [Text] / Y. Zheng, R.Z. Zhang, B.M. Jenkins, S. Blunk // Bioresource Technology. – 2007. – № 98, – P. 1304-1310.

2 Singha A.S. Effect of fibre loading on properties of urea-formaldehyde matrix based green composites [Text] / A.S. Singha, V.K. Thakur // Iranian Polymer Journal. – 2008. - № 17(11), - P. 861-873.

3 Pease D.A. Recin advances support strawboard development [Text] / D.A. Pease // Wood Technology. – 1998. – № 3, – P. 32-34.

4 Бехта П.А. Деревинно-солом'яні плити: Проблеми і можливості [Текст] / П.А. Бехта // Лісівнича академія наук України: Наукові праці. – 2007. – Випуск 5. – С. 127 – 130.

5 Grigoriou A. Straw-wood composites bonded with various adhesive systems [Text] / A. Grigoriou // Wood Science and Technology. – 2000. – № 34, – С. 355–365.

6 Салабай Р.Г. Закономірності впливу технологічних параметрів на властивості деревинно-солом'яних плит: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.06 / Салабай Роман Григорович. – Львів, 2008. – 152 с.

7 Yao J. FTIR studies on the chemical composition of wheat straw in different layers [Text] / J. Yao, X.W. Xu, Y.Y. Feng // Spectro. Spec. Anal. – 2003. – № 23, – P. 58-60.

8 Mo X. Physical properties of medium-density wheat straw particleboard using different adhesive [Text] / X. Mo, E. Cheng, D. Wang, X.S. Sun // Industrial Crops Products. – 2003. – № 18, – P. 47-53.

9 Liu Z.M. Analysis on structural features and surface elements of wheat straw [Text] / Z.M. Liu, F.H. Wang, R.Z.S. Sun // J. Northeast Forest Univ. – 2002. – №30, – P. 62-65.

10 Wang. Z.L. Effects of cross-linking on mechanical and physical properties of agricultural residues/recycled thermoplastics composites [Text] / Z.L. Wang, E.J.

Wang, S.X. Zhang, Z. Wang, Y.P. Ren // Industrial Crops and Products. – 2009. – № 29, – P. 133-138.

11 Патент України на корисну модель № 50489, Україна, МПК В 27 N 3/00. Спосіб виготовлення деревинно-солом'яних плит / Бехта П.А., Козак Р.О., Салабай Р.Г.; власник Національний лісотехнічний університет України. – Номер заявки u 2009 13209; заявл. 18.12.2009; опубл. 10.06.2010, Бюл. № 11.

12 Патент України на винахід № 93159, Україна, МПК В 27 N 3/00. Спосіб виготовлення деревинно-солом'яних плит / Бехта П.А., Козак Р.О., Салабай Р.Г.; власник Національний лісотехнічний університет України. – Номер заявки а 2009 13217; заявл. 18.12.2009; опубл. 10.01.2011, Бюл. № 1.

13 Патент України на винахід № 93160, Україна, МПК В 27 N 3/00. Спосіб виготовлення деревинно-солом'яних плит / Бехта П.А., Козак Р.О., Салабай Р.Г.; власник Національний лісотехнічний університет України. – Номер заявки а 2009 13230; заявл. 18.12.2009; опубл. 10.01.2011, Бюл. № 1.

14 Zhang Y. Straw based particleboard bonded with composite adhesives [Text] / Y. Zhang, J. Gu, H. Tan, M. Di, L. Zhu, X. Weng // BioResources. – 2011. – № 6(1), – P. 464-476.

15 Rexen F. Stroh als Rohstoffmaterial für Spanplatten [Text] / F. Rexen // Holz Zentralbl. 101. – 1975. – № 34, – P. 471-472.

16 Pease D.A. Resin advances support strawboard development [Text] / D. A. Pease // Wood Technology. – 1998. – № 3, – P. 32-34.

17 Han G. Upgrading of urea formaldehyde-bonded reed and wheat straw particleboards using silane coupling agents [Text] / G. Han, C. Zhang, D. Zhang, D. Umenura, S. Kawai // Journal Wood Science. – 1998. – № 44, P. 282-286.

18 Guru M. Manufacturing of urea-formaldehyde-based composite particleboard from almond shell [Text] / M. Guru, S. Tekeli, I. Bilici // Materials and Design. – 2005. – № 27(10), – P. 1148-1151.

19 Лопаткин А.А. Теоретические основы физической адсорбции [Текст] / А.А. Лопаткин – М.: Наука, 1983. – 344 с.

20 Адамсон А. Физическая химия поверхностей. Перевод с англ. [Текст] / А. Адамсон – М.: Мир, 1979. – 568 с.

Аннотация

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНОГО КЛЕЯ НА СМАЧИВАЕМОСТЬ ПОВЕРХНОСТНОГО ЖИРО-ВОСКОВОГО СЛОЯ СОЛОМЫ

Козак Р.О.

Установлена возможность улучшения смачиваемости поверхностного жирно-воскового слоя соломы карбамидоформальдегидным клеем путем модификации его этанолом. Определено влияние модификатора на краевой угол смачивания поверхностного жирно-воскового слоя соломы пшеницы, ржи, овса и ячменя.

Abstract

DETERMINATION OF INFLUENCE OF MODIFIED UREA FORMALDEHYDE GLUE ON WETTABILITY OF STRAWS' WAX-FAT LAYER

Kozak R.O.

The possibility of improving of wettability of wax-fat layer of straw surface with urea formaldehyde glue using modification by ethanol was discovered. The effect of modifier on wetting angle of wax-fat layer of wheat, rye, oat and barley straw surface was defined.

УДК 674.816.2

ВПЛИВ МОДИФІКУВАЛЬНИХ ДОБАВОК НА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ДЕРЕВИННО-ПОЛІМЕРНОГО МАТЕРІАЛУ

Шепелюк І.Р., аспірант

(Національний лісотехнічний університет України)

Проаналізовано вплив модифікувальних добавок на фізико-механічні властивості деревинно-полімерного композиту. На основі результатів досліджень побудовано залежності впливу різних модифікувальних добавок та їх кількості на властивості виготовленого матеріалу. Встановлено, що використання, як модифікатора, стеаринової кислоти дає змогу отримати матеріали з покращеними фізичними та механічними властивостями.

Ключові слова: *деревинно-полімерний матеріал, модифікувальна добавка, диоктилфталат, стеаринова кислота, полівініловий спирт, полівінілацетатна дисперсія.*

Постановка наукової проблеми. Виробництво плитних деревинно-полімерних матеріалів (ДПМ) на основі вторинного поліетилену, де, як наповнювач, використовується макулатурний шлам целюлозно-паперового виробництва (ЦПВ), є досить цікавим та перспективним. Оскільки, дає змогу утилізувати не лише відходи ЦПВ, а й відходи термопластичних полімерів. Використання відходів у виробництві ДПМ призведе до зменшення площ відведених під сміттєзвалища, сприятиме здешевленню основної продукції та дасть змогу отримати нові матеріали із задовільними характеристиками, які зможуть застосовуватися відповідно до певного призначення. ДПМ на основі таких компонентів можуть оптимально поєднувати у собі позитивні властивості як макулатурного шламу, так і вторинного поліетилену.

Однак, під час виготовлення ДПМ шляхом плоского пресування, перемішування компонентів композиції відбувається в сухому стані, внаслідок чого не вдається забезпечити рівномірність перемішування суміші та необхідне зчеплення між її основними компонентами. Тому, для усунення певних недоліків пов'язаних із технологією виготовлення матеріалів, а також для покращення властивостей готових ДПМ та можливості використання більшого вмісту шламу у їх виробництві постає необхідність застосування модифікувальних добавок.

Існує велика кількість модифікаторів які використовуються для покращення сил зчеплення між неполярним поліетиленом та наповнювачем. Зокрема, з органічних застосовують – ангідриди (оцтовий, малеїновий) [1-3], акрилати, аміди, ізоціанати, епоксиди, органічні кислоти, такі як абієтинова, ліолева тощо; з неорганічних – силікат натрію; з органічно-неорганічних – силани, титанати і т.д. [4]. Окрім цього, як модифікувальні добавки можна використовувати і полівініловий спирт (ПВС), стеаринову кислоту, парафін, бітум, рідке скло, полівінілацетатну дисперсію тощо [5].

Модифікатори є полярними речовинами, що містять велику кількість реакційних центрів здатних взаємодіяти із функціональними групами, які містяться на поверхні волокнистого наповнювача, а також із функціональними групами, що є у вторинному поліетилені. Це призводить до покращення контакту та збільшення сил зчеплення між ними.

Мета роботи – пошук модифікувальної добавки, здатної покращити фізико-механічні властивості деревинно-полімерного матеріалу.

Матеріали та методи дослідження. Для виконання експериментальних досліджень використовували подрібнені відходи термозбіжної плівки, яку виготовляють із поліетилену високого тиску вищого сорту, макулатурний шлам, висушений до абсолютно сухого стану та подрібнений, а також модифікувальні добавки такі як: полівініловий спирт (ПВС), полівінілацетатна дисперсія (ПВА), диоктилфталат (ДОФ) і стеаринова кислота (СК).

Виготовляли одношарові ДПМ у вигляді плит, товщиною 7 мм, щільністю 800 кг/м³. Склад та співвідношення компонентів композицій наведено в табл.

Таблиця – Склад та співвідношення компонентів у виробництві ДПМ

№ серії дослідів	Тип модифікувальної добавки	Вміст модифікувальної добавки, %	Вміст вторинного поліетилену, %	Вміст шламу, %
1	без модифікатора	-	80; 70; 60	20; 30; 40
2	ПВС	3; 5; 7	80; 70; 60	20; 30; 40
3	ПВА	3; 5; 7	80; 70; 60	20; 30; 40
4	ДОФ	3; 5; 7	80; 70; 60	20; 30; 40
5	СК	3; 5; 7	80; 70; 60	20; 30; 40

Змінними факторами під час виконання експериментів були прийняті: тип і вміст модифікувальної добавки, (3, 5, 7%) та кількість макулатурного шламу (20, 30, 40%).

Деревинно-полімерні матеріали виготовлялись шляхом плоского гарячого пресування за таких режимних параметрів: температура – 180°C, тривалість – 2 хв/мм, тиск – 3,5 МПа. Отримані плити, температура яких становить близько 150°C, потребували подальшого допресування та охолодження для фіксування форми та розмірів. З цією метою після гарячого пресування плити витримувалися в холодному пресі при тиску 1,5 МПа до температури 40...50°C.

За критерії оцінки якості матеріалів було обрано наступні показники: водопоглинання та набрякання за товщиною (відповідно до EN 317), питомий опір витягуванню шурупів (відповідно до EN 320), межа міцності під час статичного згинання (відповідно до EN 310).

Результати та обговорення. Тип модифікувальних добавок та їх вміст по-різному впливають на властивості готових ДПМ.

Використання ПВС у виробництві ДПМ призводить до погіршення його фізичних властивостей, причому незалежно від вмісту шламу та модифікатора. Оскільки ПВС є водорозчинним, тому у матеріалі під дією води відбувається руйнування зв'язків між компонентами матеріалу, що й призводить до підвищення його водопоглинання. Проте, інтенсивність поглинання води у зразках ДПМ без модифікатора є дещо вища, ніж у зразках з використанням ПВС. Зокрема, у випадку застосування даного модифікатора в кількості 3 та 5% у матеріалах із 40% вмістом наповнювача помічається незначне підвищення водостійкості плит порівняно із контрольним зразком.

Застосування ПВА у виробництві ДПМ, як і у випадку використання ПВС, в загальному, погіршує фізичні властивості матеріалу внаслідок водорозчинності модифікатора. Причому, із збільшенням вмісту модифікатора від 3 до 7%, водопоглинання ДПМ збільшується. Винятком є лише матеріали із вмістом модифікатора 3% і вмістом наповнювача 30 та 40%, в яких спостерігається незначне збільшення водостійкості.

ДОФ надає отриманому ДПМ пластичності та зменшує температуру плавлення поліетилену в процесі виготовлення матеріалу. Щодо водостійкості ДПМ, то у разі використання ДОФ, помічається, в основному, зменшення водопоглинання матеріалу. При взаємодії модифікатора з основними компонентами композиції блокується доступ води всередину матеріалу, насамперед внаслідок того, що ДОФ є маслянистою речовиною, нерозчинною у воді, яка її відштовхує.

Стеаринова кислота сприяє отриманню водостійкого матеріалу. Даний модифікатор, будучи полярним полімером, може взаємодіяти з функціональними групами як волокнистого наповнювача, так і вторинного поліетилену. Внаслідок взаємодії між компонентами, покращуються сили зчеплення між ними, що призводить до одержання матеріалу із задовільними властивостями. Як і у випадку використання ДОФ, в результаті взаємодії

стеаринової кислоти з основними інгредієнтами деревинно-полімерної композиції, перешкоджається доступ води в матеріал, оскільки стеаринова кислота є жирною та нерозчинною у воді. Порівняно з контрольним зразком та матеріалами на основі інших модифікаторів, вона дає змогу одержати ДПМ із значно вищим показником водостійкості. Із збільшенням вмісту модифікатора властивості матеріалу покращуються. При його вмісті 7% вдається досягнути максимальної водостійкості матеріалу. Зокрема, порівняно із контрольним зразком водопоглинання ДПМ із вмістом наповнювача 20% є меншим в 10,78 разів, а для матеріалу із 40% шламу – менше в 9,11 разів. Із збільшенням вмісту шламу водопоглинання дещо збільшується, проте знаходиться в межах допустимих відхилень.

Вміст модифікаторів у кількості 3, 5, 7%, незалежно від їх типу, в основному, не впливає на характер зміни визначальних властивостей матеріалів по відношенню до контрольного зразка. Тому, залежність впливу модифікувальних добавок на водопоглинання ДПМ із різним вмістом шламу можна зобразити у графічному вигляді представленому на рис. 1.

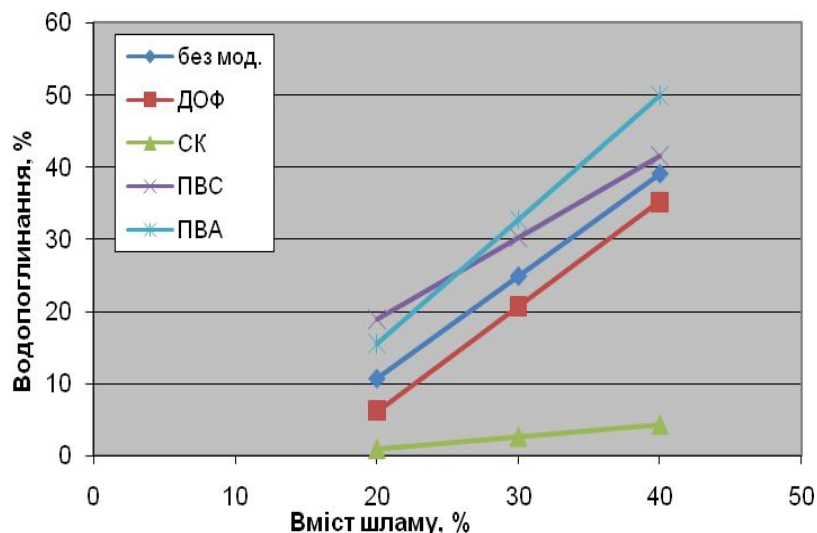


Рисунок 1 – Залежність впливу типу модифікувальної добавки в кількості 7% на водопоглинання матеріалів із різним вмістом шламу

При визначенні набрякання за товщиною матеріалів, зміни товщини практично не спостерігається незалежно від типу та вмісту використовуваної модифікувальної добавки. Незначно збільшується товщина матеріалу лише при збільшенні вмісту шламу до 40%.

Застосування ПВС або ПВА у виробництві деревинно-полімерного матеріалу, призводить до зниження питомого опору витягуванню шурупів. Особливо чітко простежується погіршення здатності утримувати шурупи у матеріалах із вмістом шламу 30, а особливо 40%, незалежно від вмісту модифікатора. У разі використання ПВС, це пояснюється частковою нерівномірністю перемішування суміші в процесі його виготовлення, оскільки всі компоненти композиції в т.ч. модифікатор, є сипкими твердими

речовинами. В результаті не вдається забезпечити достатнього зчеплення між інгредієнтами, і, як наслідок, матеріал є неоднорідний за структурою, крихкий, а тим більше із збільшенням кількості шламу у своєму складі.

Погіршення питомого опору витягуванню шурупів у матеріалах з використанням ПВА можна пояснити наявністю води у складі самого модифікатора. Оскільки після операції пресування при розмиканні плит преса відбувається вивільнення води (у вигляді пари) із матеріалу. Як наслідок, в матеріалі утворюється значна кількість мікротріщин, що і погіршує властивості готового ДПМ.

У разі застосування ДОФ у матеріалах із вмістом наповнювача 20% спостерігається незначне покращення питомого опору витягуванню шурупів. Проте, із збільшенням вмісту шламу, композити з використанням ДОФ (незалежно від кількості), поступаються властивостям матеріалам без модифікатора.

Використання стеаринової кислоти у виробництві ДПМ, на відміну від інших використовуваних модифікувальних добавок, сприяє підвищенню питомого опору витягуванню шурупів. Покращення здатності матеріалів утримувати шурупи спостерігається на всіх етапах досліджень ДПМ із стеариновою кислотою, незалежно від кількості шламу та вмісту модифікувальної добавки. Досліджуваний показник зростає із збільшенням вмісту модифікатора.

Залежність впливу модифікаторів на питомий опір витягуванню шурупів в матеріалах з різним вмістом шламу наведено на рис. 2.

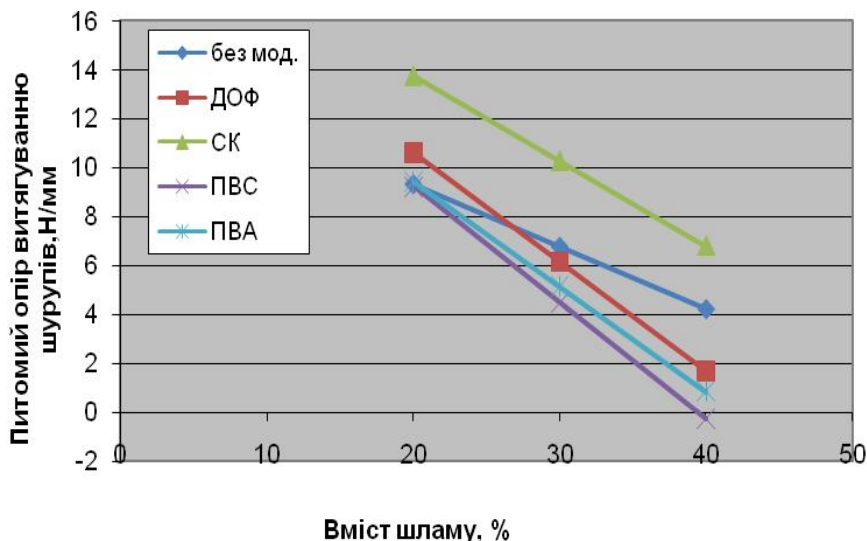


Рисунок 2 – Залежність впливу типу модифікувальної добавки в кількості 7% на питомий опір витягуванню шурупів у матеріалах із різним вмістом шламу.

Досліджуючи виготовлені матеріали на міцність на статичне згинання, встановлено, що вони володіють значними деформаціями вигину, особливо матеріали з використанням ДОФ. Тому під час випробовування за методикою EN 310 руйнівне навантаження визначити не вдалося.

Висновки та рекомендації. На основі отриманих результатів встановлено, що найбільший вплив на властивості ДПМ чинить вміст шламу. Проте, з'ясовано, що і модифікувальні добавки та їх кількість по-різному впливають на фізико-механічні властивості композиційного матеріалу.

Порівняно з іншими застосовуваними модифікувальними добавками у виробництві ДПМ, використання стеаринової кислоти сприяє отриманню композиційного матеріалу з покращеними фізичними та механічними властивостями. Особливо чітка тенденція до покращення властивостей спостерігається при збільшенні вмісту стеаринової кислоти до 7%. В даному випадку, водостійкість таких матеріалів в декілька разів є вищою порівняно з іншими матеріалами, навіть із збільшенням вмісту шламу у складі ДПМ до 40%. Механічні властивості, зокрема, питомий опір витягуванню шурупів, також збільшується при збільшенні вмісту модифікатора. Тому стеаринова кислота є найбільш придатною із застосовуваних модифікувальних добавок у виробництві ДПМ та дає змогу отримати екологічно-безпечний водостійкий матеріал.

Список літератури

1. Kishi H. Composites materials from wood and polypropylene / H. Kishi, M. Yoshioka, A. Yamanoi // J. Jap. Wood Res. Soc, V. 34 (2). 1988. – P. 268-276.
2. Oksman K. Mechanical properties and morphology of impact modified polypropylene-wood flour composites // K. Oksman, C. Clemons // Journal of Applied Polymer Science. – 1988, Vol. 67, – P. 1503-1513.
3. Rowell R.M. Handbook of wood chemistry and wood composites / R.M. Rowell // Boca Raton: CRC Press, 2005. – 487 pp.
4. John Z.Lu. Chemical coupling in wood fiber and polymer composites: a review of coupling agents and treatments / Z.Lu John, Wu Qinglin, Harold S. McNabb, Jr // Wood and fiber science, V 32 (1), 2000. – P. 88-104.
5. Мишак В.Д. Вплив модифікуючих добавок на властивості деревинно-полімерних матеріалів / В.Д. Мишак, В.Ф. Анненков, І.П. Мельник та ін. // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість. – 1988, № 3. – С. 36-37.

Аннотация

ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДОБАВКИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНОГО МАТЕРИАЛА
Шепелюк И.Р.

Проанализировано влияние модифицированных добавок на физико-механические свойства композита. На основании результатов исследования построены зависимости влияния разных модифицированных добавок и их

количества на свойства изготовленного материала. Установлено, что использование, как модификатора, стеариновой кислоты, позволяет получить материалы с улучшенными физическими и механическими свойствами.

Abstract

INFLUENCE OF MODIFYING ADDITIVES ON PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF WOOD-POLYMER MATERIAL

Shepelyuk I.R.

Analyzed the influence of modifying additives on physical and mechanical properties of wood-polymer composite. Based on research results plotted influence of various modifying additives and their quantity on the properties of the material produced. Found that the use as a modifier, stearic acid, makes it possible to obtain materials with improved physical and mechanical properties.

УДК 684.4.05

ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ МАТЕРІАЛУ ІЗ СТІЛЬНИКОВИМ ЗАПОВНЮВАЧЕМ У ВИРОБНИЦТВІ МЕБЛІВ

**Малахова О.С., кандидат. технічних наук, доцент
НУБіП України**

Розглянуто конструкцію матеріалу з стільниковим заповнювачем, застосування якого видається перспективним для виготовлення щитових елементів підвищеної товщини у виробництві меблів. Зазначено, що визначальними параметрами, які впливають на його фізико-механічні характеристики, є властивості матеріалу обшивок та стільникового заповнювача, а також форма і розмір комірок.

Тамбурат, стільниковий заповнювач, сотовий заповнювач, соти, щитові елементи підвищеної товщини, меблеві вироби.

Для забезпечення конкурентоздатності продукції виробники повинні постійно приділяти увагу розвитку технологій, впровадженню нових матеріалів, нових конструктивних рішень, ефективному використанню ресурсів. З цього погляду видається перспективним застосування у виробництві меблів матеріалу з стільниковим заповнювачем, особливо для щитових деталей підвищеної товщини, які наразі набувають популярності [1].

У меблевій промисловості поряд з масивною деревиною широко використовуються матеріали на основі деревини - деревостружкові, деревоволокнисті плити і фанера. З них виготовляють стінки, двері, полиці корпусних та каркаси м'яких меблів тощо.

Застосування нових матеріалів надає можливості впровадження нових дизайнерських, конструктивних і технологічних рішень. Одним з таких матеріалів, застосування якого передбачається перспективним для виготовлення меблів, є конструктивний матеріал з стільниковим заповненням. Цей матеріал називають «тамбурат» [2]. Його сендвичева конструкція (рис. 1) складається із зовнішніх шарів (обшивки), між якими розташований стільниковий заповнювач (СЗ). Назва заповнювача походить від «стільник» - «соти» або «лист, утворений чашечками з воску, який бджоли й оси роблять для зберігання меду, перги, виховання потомства та перебування дорослих комах...» [3].

З тамбурату можуть виготовлятися щитові елементи підвищеної товщини (до 50 мм і більше) великих розмірів. Завдяки здатності стільникового заповнювача легко деформуватись, товщина тамбурату може бути змінною, як наприклад, при виготовленні дверей, які імітують тахляну конструкцію. Важливою перевагою у порівнянні з іншими плитними матеріалами, які мають щільну структуру, тамбурат, виглядаючи масивним насправді легкий. При цьому їх механічні властивості співставні.



Рисунок 1 – Зовнішній вигляд плити із стільниковим заповнювачем

Фізико-механічні якості конструкційного матеріалу із застосуванням СЗ, залежать з одного боку від властивостей обшивки, з другого – від характеристик заповнювача.

У якості обшивок у елементах меблів можуть застосовуватись фанера, тонкі деревоволокнисті плоскі або профільовані плити тощо. Зазвичай використовують обшивки товщиною 3, 4 або 8 мм. Визначаючись з конструкцією сендвичевого матеріалу необхідно вибирати матеріали обшивок виходячи з вимог експлуатації виробу.

Стільниковий заповнювач виготовляється із розташованих перпендикулярно до пластів сендвичевого матеріалу смужок картону, склеєних між собою таким чином, що при розтягуванні вони трансформуються у листовий матеріал із стільниковою структурою (рис. 2).

Вперше СЗ був застосований для заповнення середнього шару в конструкціях «сендвич» у авіаційній галузі. Принцип конструкції «сендвич»

полягає в наявності двох оболонок (обшивок), відстань між якими заповнена легшим наповнювачем. Така структура надає конструкції високі механічні властивості при малій вазі. Перший СЗ був виготовлений, Джорджем Меем в 1943 році.

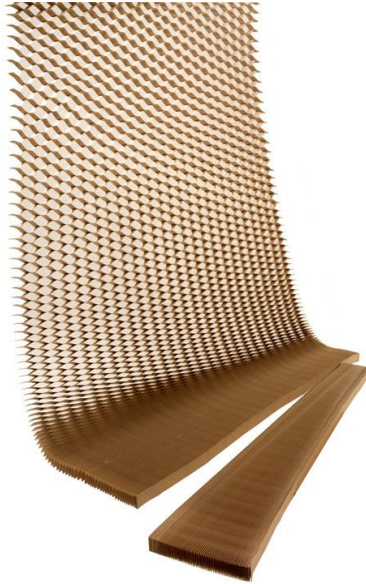


Рисунок 2 – Стільниковий заповнювач у розтягнутому і згорнутому вигляді

Наразі паперовий СЗ не використовується в літакобудуванні, але широко застосовується у виготовленні дверних полотен та почав впроваджуватись в меблевій промисловості [4], ефективним прикладом чого є активне його використання в своїх виробках фірмою «ІКЕА».

В залежності від призначення стільниковий заповнювач може бути виготовлений з різних видів паперу або картону з комірками різних розмірів і форми. Зауважимо, що іноді для формування комірок використовують смужки з відходів ДВП.

Сьогодні СЗ виробляється в багатьох країнах світу, проте лідером є США. З європейських країн слід зазначити Нідерланди, Великобританію, Францію, Італію і Німеччину. З початку 90-х років бурхливо розвивається виробництво СЗ в Китаї. За радянських часів виробництво паперового СЗ було пов'язано з інтенсивним будівництвом «хрущовок». В той час було куплено за кордоном декілька установок для виробництва СЗ, який використовувався для виготовлення дверних полотен. [5].

Визначальними параметрами, що впливають на фізико-механічні властивості СЗ, є матеріал, з якого він виготовлений, та форма і розмір сот.

Форма перетину комірок може бути шестигранною (рис. 3), чотиригранною (рис. 4) або складнішою (флекс-ячейка) (рис. 5).

Розміри L, B – відповідно довжина та ширина стільникового заповнення у розгорнутому стані; H – висота стільникового заповнення, що відповідає величині проміжку між обшивками конструкційного матеріалу. Основним

геометричним параметром СЗ є розмір комірки – відстань між її паралельними гранями. Інколи про цей параметр говорять, як про діаметр кола, вписаного в шестигранну комірку.

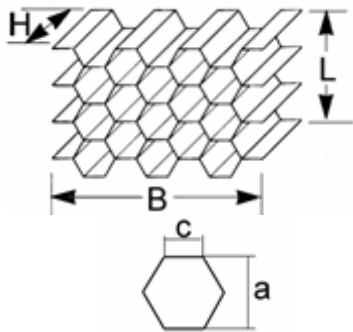


Рисунок 3 – СЗ із шестикутними комірками

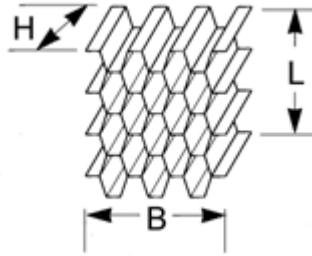


Рисунок 4 – СЗ із прямокутними комірками

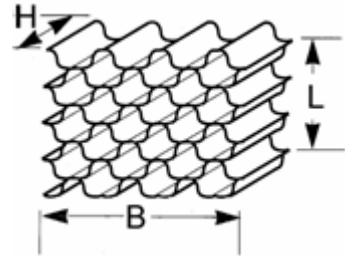


Рисунок 5 – СЗ із флекс-комірками

Заповнювачі з шестигранними комірками мають максимальну жорсткість і призначені зазвичай для виготовлення плоских елементів. У виробництві меблів це стінки, полиці, двері корпусних виробів тощо. Чотиригранна форма комірок надає заповнювачу гнучкість у одній площині, що важливо для виготовлення тамбурату циліндрової форми. Таку форму мають популярні в наш час заокруглені двері престижних корпусних меблів (рис. 6, 7). Гнучка флекс-комірка дозволяє формувати поверхні тривимірної кривизни [6], що можуть бути застосовані у виготовленні крісел, диванів тощо.



Рисунок 6 – Заготовка криволінійної деталі з тамбурату

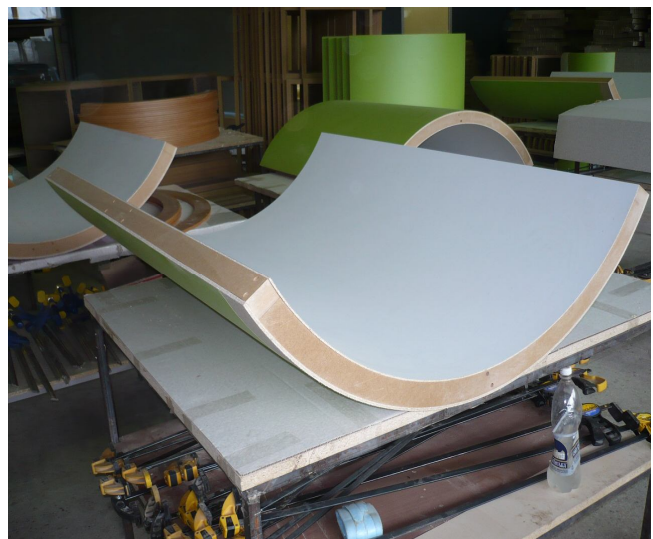


Рисунок 7 – Криволінійна деталь з тамбурату

При виготовленні конструктивних елементів СЗ на спеціальному обладнанні або вручну з мінімальним зусиллям розтягується і закладається в заздалегідь підготовлений простір. При розтягуванні СЗ збільшує свій об'єм в 10-40 разів. З погляду транспортування і зберігання це суттєва перевага цього матеріалу [6].

Основні складові СЗ – папір і клей. Тому зрозуміло, що при однакових геометричних параметрах фізико-механічні властивості СЗ істотно залежать від властивостей цих складових. Інтегральним показником впливу параметрів використаних матеріалів є питома вага СЗ.

У якості клею при виготовленні СЗ практично всюди використовують емульсію ПВА. Пояснюється це в основному її екологічною чистотою, високою технологічністю і економічною доцільністю. Останнім часом з'явилися СЗ, виготовлені з використанням клеїв-розплавів, які надають їм вищу міцність і стійкість до температури [5].

Для виробництва СЗ застосовують папір питоною вагою від 80 г/м² до 300 г/м² [4]. При цьому часто використовується папір вторинної переробки. Вибираючи тип паперу слід керуватись вимогами до кінцевого продукту.

Завдяки комірчастій структурі СЗ забезпечує для тамбурату високе співвідношення параметрів «міцність/вага» і «жорсткість/вага». Це особливо важливо при виготовленні елементів меблевих виробів підвищеної товщини, враховуючи, що деталі розміром 2000x800x50 мм з тамбурату важать біля двох кілограмів, а з деревостружкової плити – близько п'ятдесяти [4].

Механічні характеристики тамбурату залежать від конкретного поєднання використовуваних обшивок і заповнювача. Однакову міцність можна забезпечувати збалансовуючи різні товщини паперу і розміри комірок. Так, однакова міцність при стисканні в 1,1 кг/м² забезпечується коміркою 12 мм при товщині паперу 120 мкм і коміркою 20 мм при товщині паперу 420 мкм.

Панель, виготовлена з великорозмірного СЗ з обшивками з ДВП, має інтегральну щільність приблизно 140 кг/м³ і витримує при стисканні близько 2 тонн [7]. Діаграма залежності щільності і міцності матеріалу з стільниковим заповнювачем від величини комірок заповнювача, представлена на рис. 8, свідчить, що збільшення комірок суттєво зменшує вагу виробів. Зниження міцності при стисканні слід враховувати при конструюванні виробу.

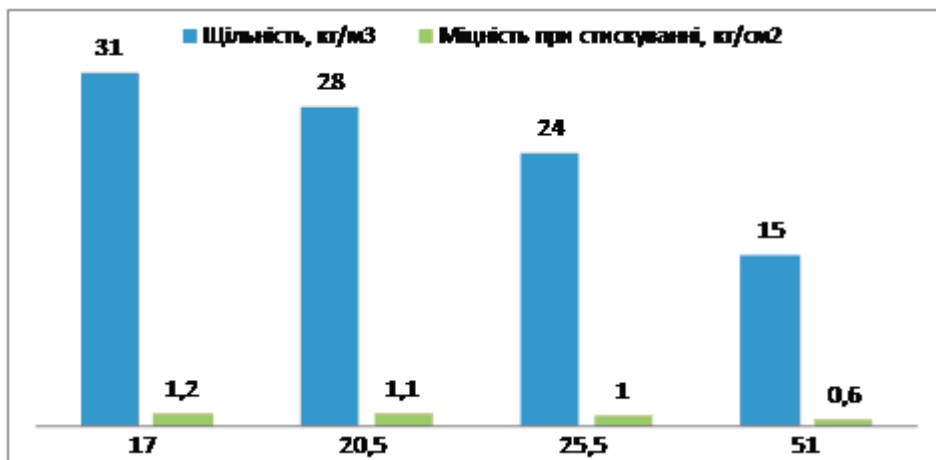


Рисунок 8 – Залежність властивостей тамбурату від величини комірок стільникового заповнювача.

Вартість СЗ при збільшеній товщині істотно нижче вартості традиційних плитних матеріалів. До того ж слід враховувати і економію при транспортуванні та зберіганні вихідних матеріалів.

Висновки і перспективи. Аналіз конструкції матеріалу з стільниковим заповненням свідчить, що він може бути ефективно застосований у виготовленні плоских і тривимірних щитових елементів складної форми у меблевих виробках. Високе співвідношення параметрів «міцність/вага» та «жорсткість/вага», технологічність виготовлення, зберігання і транспортування, мінімум відходів, порівняно невелика собівартість забезпечуватимуть конкурентоздатність продукції.

Список літератури

1. Мигаль, С.П. Проектування меблів / Станіслав Павлович Мигаль. — Львів: Світ, 1999. — 216 с.
2. Тамбурат или легкие (сотовые) плиты: Masterim [Електронний ресурс]: <http://masterim.net/tamburat/#prettyPhoto>
3. Словник української мови. Академічний тлумачний словник [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://sum.in.ua/s/stiljnyk>
4. Панин, В.Ф. Конструкции с сотовым заполнителем / В.Ф. Панин, Ю.А. Гладков. — М.: Машиностроение, 1982. — 153 с.
5. Обзор технологий производства плит с сотовым заполнителем / Новые химические технологии Аналитический портал химической промышленности [Електронний ресурс] / Режим доступу: http://newchemistry.ru/letter.php?n_id=5691
6. Перов, Ю. Знакомьтесь: соты или всё, что нужно знать мебельщику о сотах / Юрий Перов, Петр Мельников // М.: Мебельщик. 2007 (13) [Електронний ресурс] / Режим доступу: http://www.honice.ru/articles/2013/02/20/news1_37.html
7. Ендогур, А.И. Сотовые конструкции: Выбор параметров и проектирование / А.И. Ендогур, М.В. Вайнберг, К.М. Иерусалимский. — М. Машиностроение 1986. — 200 с.

Аннотация

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МАТЕРИАЛА С СОТОВЫМ НАПОЛНИТЕЛЕМ В ПРОИЗВОДСТВЕ МЕБЕЛИ

О.С. Малахова

Рассмотрена конструкция материала с сотовым наполнителем, использование которого представляется перспективным для изготовления щитовых элементов мебели повышенной толщины. Отмечено, что определяющими параметрами, влияющими на его физико-механические характеристики, являются свойства материала обшивок и сотового наполнителя, а также форма и размер ячеек.

Тамбурат, сотовый наполнитель, соты, щитовые элементы повышенной толщины, мебель.

Abstract

**ON THE USE OF MATERIAL WITH HONEYCOMB FILLER IN
FURNITURE PRODUCTION**

O.S. Malakhova

The construction of a material with a honeycomb filler is considered, the use of which seems promising for the production of panel elements of furniture of increased thickness. It is noted that the defining parameters influencing its physico-mechanical characteristics are the properties of the skin and honeycomb material, as well as the shape and size of the cells.

Tamburat, honeycomb filler, honeycomb, panel elements of increased thickness, furniture.

УДК 674: 048.5

ПРИМЕНЕНИЕ КЛЕЕНОГО БРУСА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Овсянников С.И., к.т.н., доцент, Подгорный И.И., магистр
*(Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова)*

Рассмотрены вопросы использования клееных деревянных конструкций в строительстве. Отмечается, что клееные конструкции используются в деревянном домостроении как экологически чистый материал. Для повышения теплоизоляционных свойств применяют деревянный брус с пенистыми наполнителями между ламелями. Гнутые клееные конструкции нашли широкое применение в строительстве мостов и спортивных сооружений.

В строительстве издревле используются деревянные изделия и конструкции. В лесистых районах дерево являлось единственным строительным материалом, из которого строили стены, перекрытия, кровли, столярные изделия и т.п. В 20 столетии бетон и кирпич значительно потеснили позиции древесины своей прочностью, долговечностью и несгораемостью. Одновременно с этим возникли и новые проблемы – перерасход тепла как следствие высокой теплопроводности стенового материала, необходимость использования систем вентиляции и кондиционирования. Замена деревянных отделочных материалов на полимерные зачастую приводит к нарушению экологического баланса. Поэтому в начале 21 века возрождается использование древесины в строительстве.

Основными недостатками древесины для использования в строительстве являются:

- подверженность короблению при сушке и увлажнении вследствие возникновения внутренних напряжений в местах сучкообразования;
- подверженность поражения грибами и насекомыми;
- легкое возгораемость и горение древесины;
- продолжительный период технологической сушки деревянных зданий и сооружений из оцилиндрованных и тесаных бревен, что значительно увеличивает сроки строительства.

Для защиты древесины от гниения и насекомых используют антисептики [1, 2, 3], а для огнезащиты – антипирены [4, 5, 6]. Разработаны современные методы пропитки древесины защитными растворами [7, 8, 9]. Стабилизировать деформационные процессы удастся путем удаления дефектных участков древесины и изготовления многослойных клееных конструкций. Для изготовления клееных изделий используется древесина влажностью до 12%. Такие детали и конструкции не требуют дополнительной технологической сушки срубов, что позволяет сразу же вводить строение в эксплуатацию. Таким образом, клееные детали и конструкции являются наиболее перспективными и востребованными материалами в строительстве.

Клееный брус в зависимости от типа конструкции подразделяют на стеновой (обычный и утепленный), гнутый для арок и опор, оконный, клееные балки и перекрытия и т.д. Существует и более простая классификация: брус для несущих конструкций и стен, брус для изготовления столярных изделий.

Стеновой брус. Возведение домов и других строений из клееного бруса позволяет решить существенную проблему – сохранить оригинальный деревянный фасад без дополнительной отделки, при этом обеспечив достаточную теплоизоляцию здания. Количество ламелей для стенового бруса не оговорено ни одним стандартом, поэтому ширина сечения зависит от технологии производства. Для сертификации изделий руководствуются общими требованиями, оговоренными в ГОСТ 20850-84 «Конструкции деревянные клееные».

Сопрягаемые поверхности стенового бруса имеют зубчатый профиль, создающий замковое не продуваемое соединение, одновременно обеспечивающее удержание венцов от горизонтального смещения. По форме используется мелкозубчатый (зубчатый) профиль, финский (скандинавский) профиль, немецкий профиль (рис. 1).

Мелкозубчатая нарезка профиля, по утверждениям производителей, отлично защищает сруб от продувания и без применения специального уплотнителя. Но на практике – такой профиль мало востребован. Перепады влажности древесины способствуют ее деформации, из-за чего произвести укладку и совместить зубцы бруса довольно проблематично. Иногда «посадить» мелкозубчатый брус невозможно даже при помощи кувалды.

Финский профиль широко используется в странах Скандинавии, которые считаются лучшими производителями материалов для деревянного домостроения. Сама конструкция практически плоская, что обеспечивает легкий монтаж в любых условиях. Соединение образуется благодаря

совмещению двух шипов, расположенных у боковых кромок, и пазов под ними. Главный недостаток такого профиля - требуется укладка дополнительного межвенцового утеплителя, что приводит к удорожанию конструкции в целом. Именно этот вид соединений считается наиболее надежным, и строения из него характеризуются лучшими эксплуатационными показателями.



а



б



в

Рисунок 1 – Виды профиля стенового клееного бруса: а – мелкозубый, б – финский, в – немецкий.

Немецкий профиль считается наиболее универсальным, замковое соединение состоит из широких гребней. Три-четыре зубца (в зависимости от сечения) достаточно широки для комфортной укладки и обеспечивают плотное прилегание элементов конструкции. Нарушение влажностного режима приводит к деформации бруса, неплотной присадке, образованию мостиков холода и т.д.

С целью снижения использования древесины и повышения теплоизоляционных свойств стенового бруса используют термобрус (рис. 2), наружные слои которого выполнены из ламелей древесины, а внутренний слой заполнен теплоизоляционным материалом, например пенополиуретаном, пенополистиролом, плиты PUR PIR. Пенополиуретан (PUR или ППУ) и полиизоцианурат (PIR) – это два родственных класса полимеров, имеющих закрытоячеистую структуру. Ячейки наполнены вспенивающим агентом (газом) с низкой степенью теплопроводности (0,022 Вт/м*К). Это ниже, чем теплопроводность воздуха (0,025 Вт/м*К). Каркас образуют ламели клееные толщиной 40, 50, 60, 80 мм. из сосны, ели, кедра, лиственницы. Горизонтальным поверхностям термобруса придают соответствующий профиль.

Особенностью утеплителя на основе полиизоцианурата (PIR) является термореактивность полимера. При воздействии огня образуется пористая углеродная матрица (происходит обугливание и коксование внешней поверхности утеплителя), что препятствует горению внутренних слоев полимера и, соответственно, распространению огня. Это обеспечивает высокие

пожарно-технические показатели как самого материала (группа горючести Г1), так и конструкций, где он используется. В случае применения утеплителей в конструкциях достигаются показатели К0 - К1 по классу конструктивной пожарной опасности, в случае использования сэндвич панелей - К1. Т.е. материал по своим показателям занимает среднюю нишу между минеральной ватой (НГ, К0) и пенополистиролом (Г3-Г4, К0-К3).

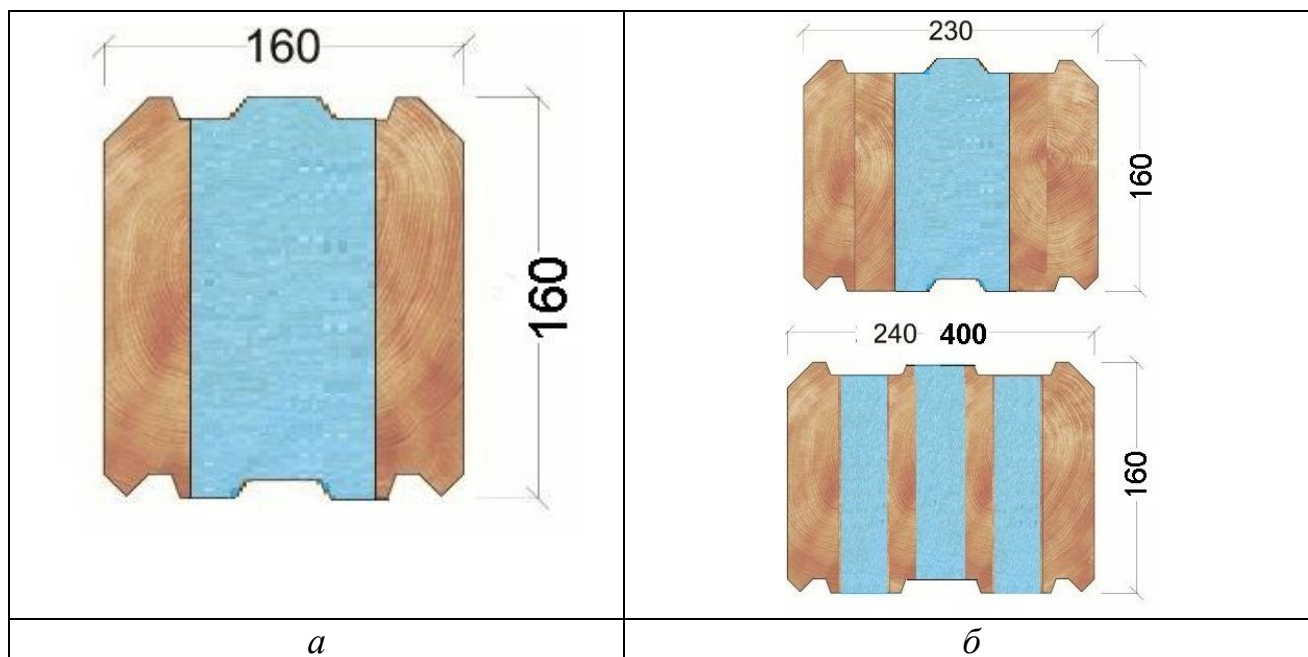


Рисунок 2 – Конструкция стенового термобруса.

Профилированные деревянно-клееные конструкции используются и в качестве несущих элементов строения. В основном, это опорные балки, стропильные, межэтажные перекрытия и другие части каркаса здания. Несущий клееный брус применяют даже при возведении стадионов и мостов (рис. 3).



Рисунок 3 – Спортивное сооружение из деревянных гнутоклееных конструкций.

Балки и другие опорные элементы из клееного бруса должны соответствовать требованиям СНиПа II-25-80 «Деревянные конструкции» (СП 64.13330.2011). Максимальна толщина бруса – 300 мм, длина достигается методом бесконечного сращивания, но, обычно, не превышает 12 м (изделия с большими параметрами неудобны для транспортировки и монтажных работ).

При изготовлении бруса для производства деревянных окон и дверей, применяется от трех и больше ламелей, влажностью не выше 12% (рис. 4). В отличие от стеновых конструкций, качество и технологические требования к данному материалу четко прописаны в ГОСТ 30972-2002 «Заготовки и детали деревянные клееные для оконных и дверных блоков». Стандартные параметры оконного/дверного бруса – 82х86, 82х115. Продажная цена изделия зависит не только от породы дерева, геометрии и ширины профиля, а и от сорта самого бруса.

Преимущества окон из клееного бруса - это стабильность физико-механических свойств клееного бруса за счет компенсации внутренних напряжений между слоями; глубокая защита древесины от гниения и поражения насекомыми; устойчивость к погодным условиям, более высокая прочность и долговечность по сравнению с обычным брусом того же сечения из массивной древесины; увеличенный срок службы.



Рисунок 4 – Конструкция окна со створкой из клееного 3-х слойного бруса.

Однако наряду с преимуществами существуют и ряд недостатков, это ресурсозатратное высокотехнологичное производство, требующее применения современного оборудования и инструментов. Основными направлениями дальнейших исследований являются:

- повышение эффективности использования материалов – оптимизация технологических процессов изготовления бруса и профилей;
- разработка и применение конструктивных элементов по защите наружных поверхностей от воздействия окружающей среды;
- обеспечение стабильности конструкции – применение клеёного 3-х слоёного бруса;

- лакокрасочные защитные средства отделки изделий от вредных факторов внешней среды.

Вывод. Деревянные клееные конструкции вполне успешно конкурируют с металлическими и железобетонными. Учитывая их экологическое превосходство, в первую очередь их используют для строительства жилья и помещений для животных.

Список литературы

1. Овсянников С.И., Пшеничных К.В. Оптимизация раскроя листовых материалов с помощью прикладной компьютерной программы «Базис-мебельщик» \ Сб. науч. трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции «Эколого- и ресурсосберегающие технологии и системы в лесном и сельском хозяйстве», ВГЛТА, - Воронеж : 2014, № 3, часть 4. - С. 347 – 351.
2. Овсянников С.И., Богданов И.И. Федоренко А.В. Экологические аспекты деревянного домостроения \ Энерго- и ресурсосберегающие экологически чистые химико-технологические процессы защиты окружающей среды: сб. докл. Междунар. науч.-техн. конф., Белгород, 24–25 ноября, 2015 г. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. Ч. II. - С. 236-242.
3. Овсянников С.И. Агеева М.С., Нестеренко М.Ю. Исследование микроструктуры древесины \ Наук. видання Вісн. ХНТУСГ, вип. 166 «Деревооброблювальних технологій та системотехніка лісового комплексу», - Х.: 2015. - С. 101-109.
4. Овсянников С.И., Ковшик Д., Грошиков В. Обоснование метода импульсной импрегнации древесины. \ Наук. видання Вісн. ХНТУСГ, вип. 155 «Іноваційні технології деревообробної промисловості та механізації процесів у лісовому комплексі», - Х.: 2014. - С. 137 – 141.
5. Овсянников С.И., Чачия В.Р., Нездоймышашка Ю.Н. Производство древесной и растительной муки для древеснополимерных композитов \ Лісове господарство, лісова, паперова і дерево обробна промисловість: міжвідомчий науково-технічний збірник. Львів: НЛТУ України. 2011, Вип. 37.1. - С. 111-114.
6. Овсянников С.И., Ковш А.Ю. Влияние сортности пиломатериалов на прочность клееного стенового бруса \ Наук. видання Вісн. ХНТУСГ, вип. 169 «Деревооброблювальні технології та системотехніка лісового комплексу», - Х.: 2016. - С. 39-45.
7. Овсянников С.И., Нестеренко М.Ю. Ресурсосберегающая конструкция клееного бруса для производства евроокон \ Наук. видання Вісн. ХНТУСГ, вип. 169 «Деревооброблювальні технології та системотехніка лісового комплексу», - Х.: 2016. - С. 45-50.
8. Овсянников С.И., Федоренко А.В. Влияние параметров микроструктуры древесины на пропитку защитными растворами \ Наук. видання Вісн. ХНТУСГ, вип. 169 «Деревооброблювальні технології та системотехніка лісового комплексу», - Х.: 2016. - С. 50-58.

9. Овсянников С.И., Богданов И.И. Особенности технологического процесса производства стенового клееного бруса // Наук. видання Вісн. ХНТУСГ, вип. 169 «Деревооброблювальні технології та системотехніка лісового комплексу», - Х.: 2016. - С. 58-64.

Анотація

ЗАСТОСУВАННЯ КЛЕЄНОГО БРУСУ У БУДІВНИЦТВІ

Овсянніков С.І., Подгорний І.І.

Розглянуті питання використання клеєних дерев'яних конструкцій у будівництві. Відмічається, що клеєні конструкції використовуються у дерев'яному домобудуванні, як екологічно чистий матеріал. Для покращення теплоізоляційних властивостей застосовують дерев'яний брус з пінистим наповнювачем між ламелями. Гнутоклеєні конструкції знайшли широке застосування у будівництві мостів та спортивних споруд.

Abstract

APPLICATION GLUED THE SQUARED BEAM IN BUILDING

Ovsyannikov S.I., Podgornyi I.I.

The considered questions of the use of the glued timber-works are in building. Marked, that the glued constructions are used in a wooden house-building, as ecologically clean material. For the improvement of heat-insulation properties apply the wooden squared beam from foamy filler between lamels. The bent glued constructions found wide application in building of bridges and sporting buildings.

УДК 674: 048.5

ДЕРЕВЯННОЕ КУПОЛЬНОЕ ДОМОСТРОЕНИЕ

Овсянников С.И., к.т.н, Суска А.А., к.е.н., Родионов А.С., магистрант
(Белгородский государственный технологический университет)

В статье рассмотрены вопросы строительства купольных домов из древесины и древесных материалов. Предложено использовать древесину защищенную от гниения и горения методом искусственного окаменения.

Оптимизация системы «человек-материал-среда обитания» является важнейшей задачей современности. На данном этапе развития цивилизации, когда человеческая деятельность сравнима по масштабам с геологическими процессами, обостряются отношения между органическим и неорганическим

миром, обостряются экологические проблемы, ухудшается комфортность системы «человек-материал-среда обитания» [1-5].

Жизнедеятельность – это повседневная деятельность и отдых, способ существования человека. Жизнедеятельность человека протекает в постоянном контакте со средой обитания, окружающими предметами, людьми [6].

Большое распространение получили деревянные дома купольной формы, потому что это не только удобство и безопасность, это образ жизни, в котором сразу комфортно, это доступно, в тоже время интересно, поднимает настроение, вдохновляет.

Идея и разработка технологии строительства купольных домов в современном виде принадлежит американскому архитектору и дизайнеру Ричарду Фуллеру. Его проекты отличаются не только красотой и оригинальностью – они позволяют создавать эргономичное и энергосберегающее пространство.

Разработчик купольного сооружения, предназначенного для проживания людей, в первую очередь ставил перед собой цель создания конструкции комфортной и позволяющей избежать влияния негативных факторов, оказываемых внешней средой. Речь идет о положительном энергетическом балансе. Все, кому посчастливилось жить в таких домах утверждают, что пребывание в строении вызывает ощущение легкости и благодати.

Уникальная шарообразная форма позволяет создание 1 кубометра объема при помощи всего 2,4 квадратных метров стены (вместо 6, которые потребуются при возведении традиционных прямоугольных стен). Нет смысла доказывать, что теплообмен с внешней средой в купольном доме будет существенно снижен, а температура внутри будет в меньшей степени зависима от погодных условий [12].

Аэродинамическая конструкция позволяет усилить сопротивляемость сооружения сильному ветру, такой дом окажется более устойчивым к сейсмическим воздействиям, в соответствии с произведенными расчетами он спокойно выдержит колебания земной коры силой до 10-12 баллов.

Можно назвать немало причин, взяв во внимание которые, следовало бы отдать предпочтение купольному строительству:

- возможность при наименьшей площади поверхности получить максимальный объем;
- идеальная форма, позволяющая выдерживать ураганные порывы ветра и нагрузку снежных масс;
- возможность получить экономию на всех этапах строительства, начиная от закладки фундамента;
- возможность свести к минимуму потери тепла, благодаря бесшовной конструкции и отсутствию углов;
- особенности укладки слоя утеплителя позволяют получить максимальную защиту воздуха внутри помещения от прогрева в летнее время;

- вопрос с ремонтом кровли в процессе эксплуатации сооружения возникать не будет - протекать она не может;
- система вентиляции - люк, расположенный в верхней части сферы, при необходимости его можно герметически закрыть;
- сферическое сооружение намного устойчивее традиционной прямоугольной постройки;
- процент экономии на строительстве обычно достигает 40%, эксплуатационные расходы могут снизиться на 60% [12].



Рисунок 1 – Деревянные купольные дома.

Для повышения качества деревянных купольных домов, предлагается использовать при строительстве окаменевшую древесину. Она является наиболее распространенным видом окаменелостей в мире. Во многих частях мира целые леса могут быть найдены окаменевшими с небольшим знаком разложения. Их существование остаётся загадкой, так как дерево разлагается очень быстро в условиях, когда деревья, как правило, растут. Это происходит потому, что древесина состоит из сахара (целлюлозы), которая является предпочтительной для пищевых микроорганизмов, таких как бактерии и грибы. Даже современная хорошо обработанная прессованная древесина не может избежать разложения [13].



Рисунок 2 – Окаменевшая древесина

Скорость, с которой происходит разложение, определяется температурой, влажностью, наличием кислорода и типом древесины. При нормальных условиях роста леса, большинство деревьев полностью разлагаются в течение несколько десятилетий. Даже виды деревьев, которые наиболее медленно разлагаются, например, складчатая или гигантская туя (Western Red Cedar), исчезает полностью за 150 лет.

Окаменение - это процесс, подразумевающий замену органических соединений минералами (также называемый минерализацией). При окаменении древесины обычно присутствует преимущественно диоксид кремния (SiO_2) (халцедоном, кварцем или аморфным опалом). При этом структура дерева нередко хорошо сохраняется - отчётливо видны, например, годовые кольца. Важно, что этот процесс минерализации должен произойти, прежде чем насекомые и микробы начнут потреблять требуемый им органический материал. Это обычно означает, что данный образец был засыпан или быстро удалён из исходной среды [13].

Процесс окаменения происходит под землёй, когда дерево оказывается похороненным под осадком, но не портится из-за недостатка кислорода. Богатая минеральными веществами вода, текущая сквозь осадок, приносит минералы в клетки растения, и когда лигнин и целлюлоза распадаются, остаётся камень, повторяющий первоначальную форму. При этом все органические вещества замещаются минералами (зачастую силикатами, такими как кварц), а оригинальная микроскопическая структура дерева сохраняется.

Таким образом, есть три основных шага в направлении замещения первичного вещества:

- Инкапсуляция или удаление из окружающей среды, которая вызывает разложение;
- Введение достаточного количества насыщенного раствора минералов, чтобы привести к биохимической замене клеточной структуры;
- Время.

Геологи часто заявляют, что для окаменевания требуется миллионы лет, но есть много примеров, когда современные организмы или артефакты быстро стали окаменелостями. Древесина может быстро стать минерализованной, если она погружена в высококонцентрированный раствор соли, с осадками карбонатов. Существует даже патент США посредством дерева можно лечить с помощью раствора силиката рендеринга характеристики окаменелого дерева. Патент США для окаменелого дерева патент 4612050: "Минерализованный раствор силиката натрия для применения к дереву имеет состав, заставляя его проникать в древесину, чтобы дать древесине не горящие характеристики окаменелого дерева". Исследователи Национальной лаборатории Pacific Northwest нашли способ создать окаменелое дерево в течение нескольких дней [13].

Вывод. Окаменевшая древесина имеет большой потенциал применения в строительстве, так как у нее повышенная прочность, по сравнению с другими

видами деревини; захищена от действия насекомых, распада и соленой воды; она огнестойкая и не подвержена гниению.

Список литературы

1. Лесовик В.С. Архитектурная геоника. Взгляд в будущее // Вестник ВолгГАСУ. Сер.: Стр-во и архит. Города России.-2013. – Вып. 31 (50). – Ч. 1. – С. 131-136.
2. Лесовик В.С. Повышение эффективности производства строительных материалов с учетом генезиса горных пород: Научное издание / В.С. Лесовик. – М.: Издательство АСВ, 2009. – 526 с. Сюда английский перевод 2012 г.
3. Лесовик В.С. Экологические аспекты строительного материаловедения // Промышленное и гражданское строительство. – 2008. - № 8. – С. 19-20.
4. Лесовик В.С. Архитектурная геоника // Жилищное строительство. – 2013. - № 1. – С. 9-12.
5. Лесовик В.С. Геоника. Предмет и задачи: монография / В.С. Лесовик. - 2-е изд., доп.- Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 219 с. Сюда 2016 г.
6. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности / Под общ. Ред. С.В. Белова. – М.: Высш. Шк., 2007. – 616 с.
7. Экологичное жилье. Влияние древесины на здоровье и эмоциональное состояние человека // [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <http://www.woodtrade.pro/info/53-764.html>
8. Лисенко Л.М. Дерево в архитектуре / Л.М. Лисенко. – М.: Стройиздат, 1984 – 176 с.
9. Орешко А.Н. Применение дерева в архитектуре как способ гуманизации городской среды [Электронный ресурс] / Орешко А.Н. // – Режим доступа: http://archvuz.ru/2009_22/5
10. Титунин А.А., Вахнина Т.Н., Каравайков В.М. Проблемы использования древесных материалов в строительстве // Жилищное строительство. 2009. № 7. С. 10-12
11. Стенин А.А. Минеральный модификатор для защиты изделий из древесины // Диссертация. 2015. – 188 с.
12. <http://strgid.ru/kupolnye-doma>
13. Pacific Northwest National Laboratory scientists can mineralize wood in record time // Journal Advanced Materials // Public Release: 24-Jan-2005. // - Режим доступа: https://www.eurekalert.org/pub_releases/2005-01/dnnl-wtp012405.php

Анотація

ДЕРЕВ'ЯНЕ КУПОЛЬНЕ ДОМОБУДУВАННЯ

Овсянніков С.І., Суска А.А., Родіонов А.С.

У статті розглянуті питання будівництва купольних будів з деревини і деревних матеріалів. Запропоновано використовувати деревину захищену від гниття і горіння методом штучного окаменіння.

Abstract

WOODEN DOME HAUSE-BULDING

Ovsyannikov S.I., Suska A.A., Rodionov A.S.

In the article the questions of building of Dome houses are considered from wood and arboreal materials. It is suggested to use wood protected from rotting and burning of artificial petrification a method.

УДК 674.093.6.051

**РІЗНОШИРИННІСТЬ ЗУБІВ – ОДНА ІЗ СКЛАДОВИХ
ЯКОСТІ ДИСКОВОЇ ПИЛИ**

Сірко З.С., к.т.н.

(Національний університет біоресурсів і природокористування України)

Д'яконов В.К., Торчилевський Д.П.

(Український державний науково-дослідний інститут «Ресурс»)

В статті розглянуто статистичні характеристики ширини зубів дискової пили. Показано їхній вплив на складову якості інструменту.

Постановка проблеми. В процесі виготовлення дискових пил з пластинками із твердого сплаву їх якість відповідає показникам нормативно-технічної документації. Пила встановлюється на вал технологічного верстату і експлуатується, обертаючись навколо центра шпинделя. В подальшому, для перезагострення інструменту, його знімають із вала технологічного верстата та встановлюють на вал заточувального верстата. Проходить зміна базових поверхонь (діаметр насадкового отвору пили, діаметр вала технологічного верстата та діаметр вала заточувального верстата відрізняються на деяку величину) [1]. Ситуація погіршується ще й тим, що кожна із перерахованих баз відрізняються не тільки відхиленням розмірів, але і дефектами форми, що робить зміщення осей ще більш значущими. Це значить, що після чергового перезагострення, на шпинделі технологічного верстата може бути пила не круглої а овальної форми і при цьому буде працювати лише частина зубів інструменту. Таким чином, дискова пила буде швидше затуплюватися та рівень можливих дефектів пиляння буде збільшуватися.

Мета досліджень. Оцінити фактичні значення різноширинності зубів дискової пили після її перезагострення.

Матеріали і методика досліджень. Для досліджень використовували дискову пилу з пластинками із твердого сплаву Ø350 мм, кількість зубів $Z = 96$, товщина корпусу пили 2,2 мм. Зуби чередуються з послідовністю один у формі

трапеції, а інший – плоскої форми (рис. 1). Для вимірювання ширини зубів використовували мікрометр МК 25 з ціною ділення 0,01 мм.

В статті прийняті наступні скорочення:

- ШЗ – ширина зуба пили, незалежно від його форми;
- Тр – форма передньої грані зуба у вигляді трапеції;
- Пл. – форма передньої грані зуба плоска;
- $C_1 - C_6$ – число зубів, які розміщені між сусідніми термокомпенсаційними прорізами.

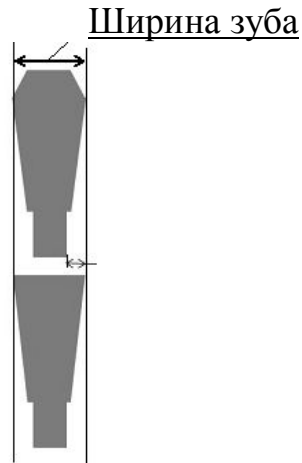


Рисунок 1 – Форма зубів та параметр, що вимірюється, дискової пили

Результати досліджень. На рис. 2 показано результати замірів ширини зубів дискової пили, а також лінійна апроксимація цих замірів. Видно, що пряма, яка отримана шляхом апроксимації майже паралельна осі абсцис, тобто сума ширин більших від номінальних та менших від номінальних приблизно збалансована.

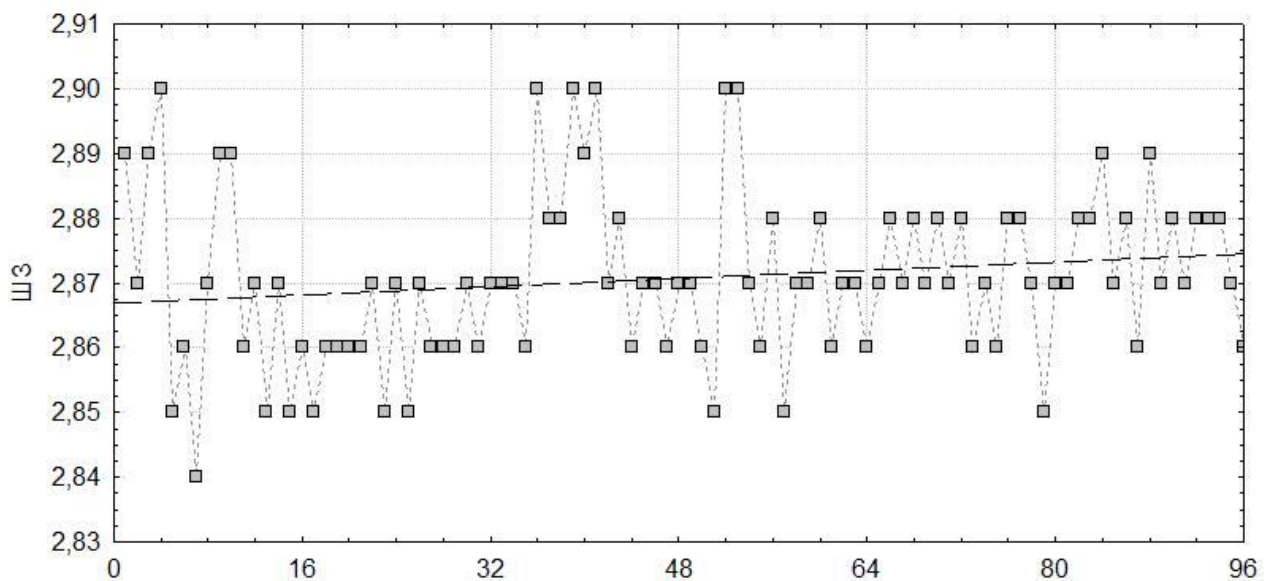


Рисунок 2 – Розподілення ширин зубів дискової пили

На рис. 3 показаний розмах ширин зубів окремо трапецієдальної та пласкої форми. Видно, що за приблизно однакових середніх значень розмах ширини зубів трапецієдальної форми більший, ніж пласкої форми.

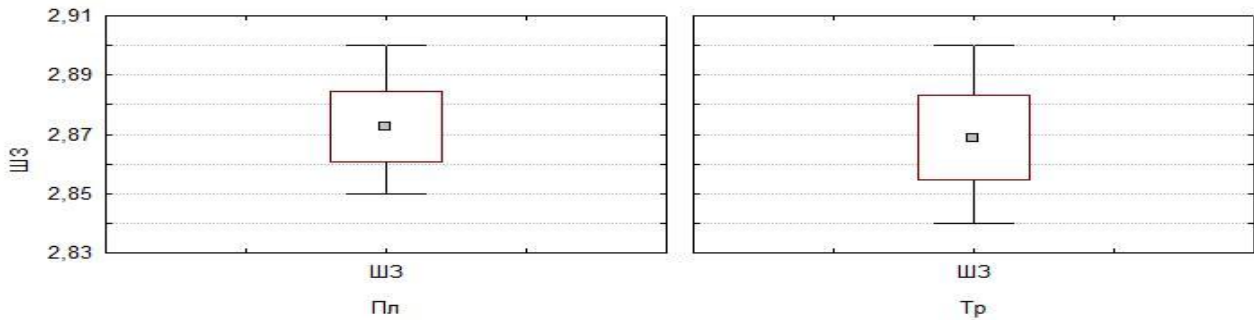


Рисунок 3 – Розмах відхилень ширини зубів для всієї пили

Варіаційний ряд відхилень ширини зубів дискової пили зображений на рис. 4. Цей рисунок витікає із табл. 1.

Пила високоякісного виготовлення характеризується тим, що більшість зубів розміщені на рівні 0,00 мм (на середній лінії). Із табл. 1 видно, що виступаючих зубів, тобто розміщених на рівнях $> 0,00$ мм відносно небагато та звужених (з меншою шириною), тобто розміщених на рівнях $< 0,00$ мм також незначна кількість. Особливо важливо, щоб було менше зубів на рівнях $> 0,00$ мм, так як в основному вони формують негативну сторону якості пропилу.

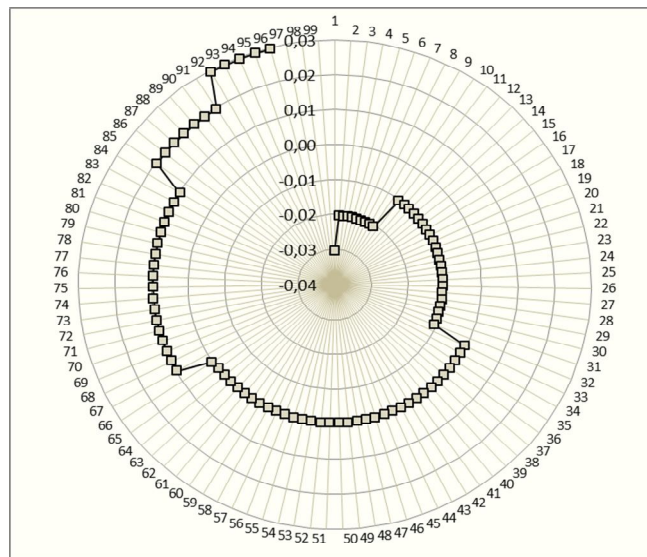


Рисунок 4 – Варіаційний ряд відхилень ширини зубів дискової пили

Із таблиці видно, що кількість зубів пили, які знаходяться на нульовому рівні становить всього 35%. Кількість зубів, які ширші від середніх становить в сумі 31%, а особливо виступаючих – 5%, які в значній мірі формують дефекти стінок пропилу.

На рис. 4. схематично показано кількість зубів, які припадають на той чи інший рівень відхилення. Видно, що кількість зубів, які знаходяться на рівнях від 0,01 до 0,03 мм відносно багато, що характеризує стан пили після декількох пере загострень.

Таблиця 1 – Відхилення ширини зубів від середнього значення

Відхилення, мм	Кількість, шт	Доля, %
- 0,03	1	1%
- 0,02	9	9%
- 0,01	22	23%
0	34	35%
0,01	18	19%
0,02	7	7%
0,03	5	5%

Для кращого розуміння стану пили ширини зубів оцінювались за секторами інструменту, яких в нашому випадку шість. Діаграма розсіювання ширини зубів за секторами показана на рис. 5.

На кожному графіку діаграми показано ширини зубів без врахування їх форми (послідовно) та апроксимаційну пряму. Видно, що в кожному секторі ширина зубів непостійна. Це пояснює нахил прямої в кожному графіку. Причому нахил різносторонній як за величиною так і за напрямком. В ідеальному випадку пряма повинна бути паралельною осі абсцис та проходити через одну точку осі ординат, що рівна середньому значенню ширини зубів.

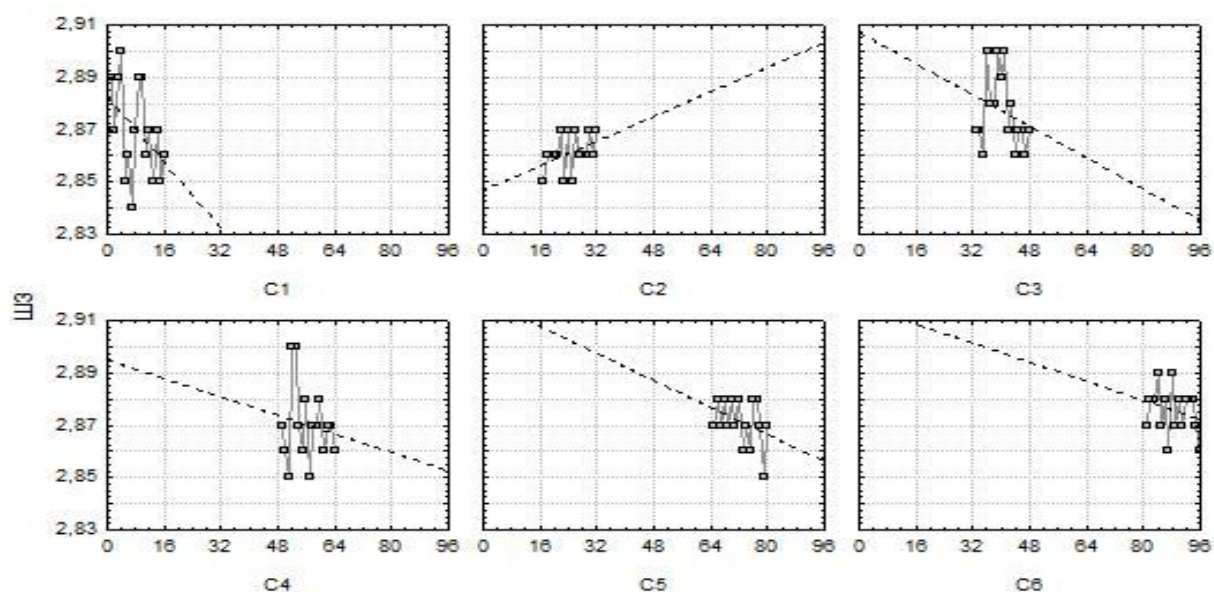


Рисунок 5 – Діаграма розсіювання ширини зубів за секторами

Результати замірів ширини зубів наведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Статистичні характеристики параметрів ширини зубів

Сектор пили	Середнє значення ШЗ	Кількість зубів в секторі	Стандартне відхилення	Дисперсія ШЗ	Мінімальне значення ШЗ	Максимальне значення ШЗ
1	2	3	4	5	6	7
C1	2,869	16	0,018	0,00033	2,84	2,90
Пл	2,871	7	0,015	0,00021	2,85	2,89
Тр	2,868	9	0,021	0,00044	2,84	2,90
C2	2,861	16	0,007	0,00005	2,85	2,87
Пл	2,866	8	0,005	0,00003	2,86	2,87
Тр	2,856	8	0,005	0,00003	2,85	2,86
C3	2,877	16	0,014	0,00020	2,86	2,90
Пл	2,876	8	0,013	0,00017	2,86	2,90
Тр	2,878	8	0,016	0,00025	2,86	2,90

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7
C4	2,870	16	0,015	0,00021	2,85	2,90
Пл	2,866	8	0,016	0,00026	2,85	2,90
Тр	2,874	8	0,013	0,00017	2,86	2,90
C5	2,871	16	0,009	0,00008	2,85	2,88
Пл	2,876	8	0,005	0,00003	2,87	2,88
Тр	2,866	8	0,009	0,00008	2,85	2,88
C6	2,876	16	0,009	0,00008	2,86	2,89
Пл	2,880	8	0,009	0,00009	2,86	2,89
Тр	2,871	8	0,006	0,00004	2,86	2,88
Разом	2,871	96	0,013	0,00018	2,84	2,90

Результати таблиці 2 відображені на рис. 6, 7, 8.

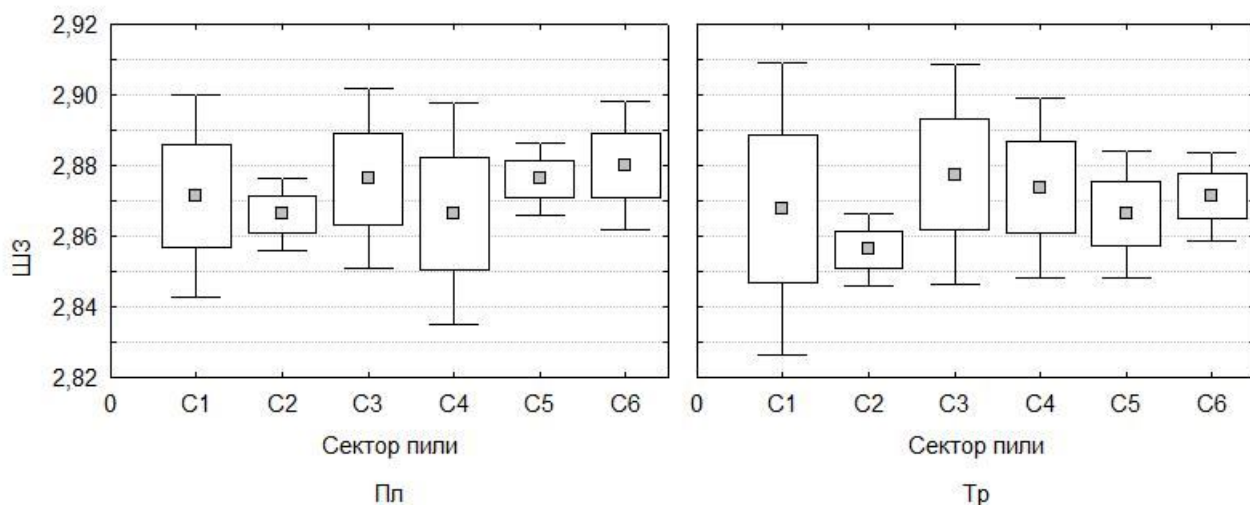


Рисунок 6 – Розподілення ширини зубів пили за формою та секторами

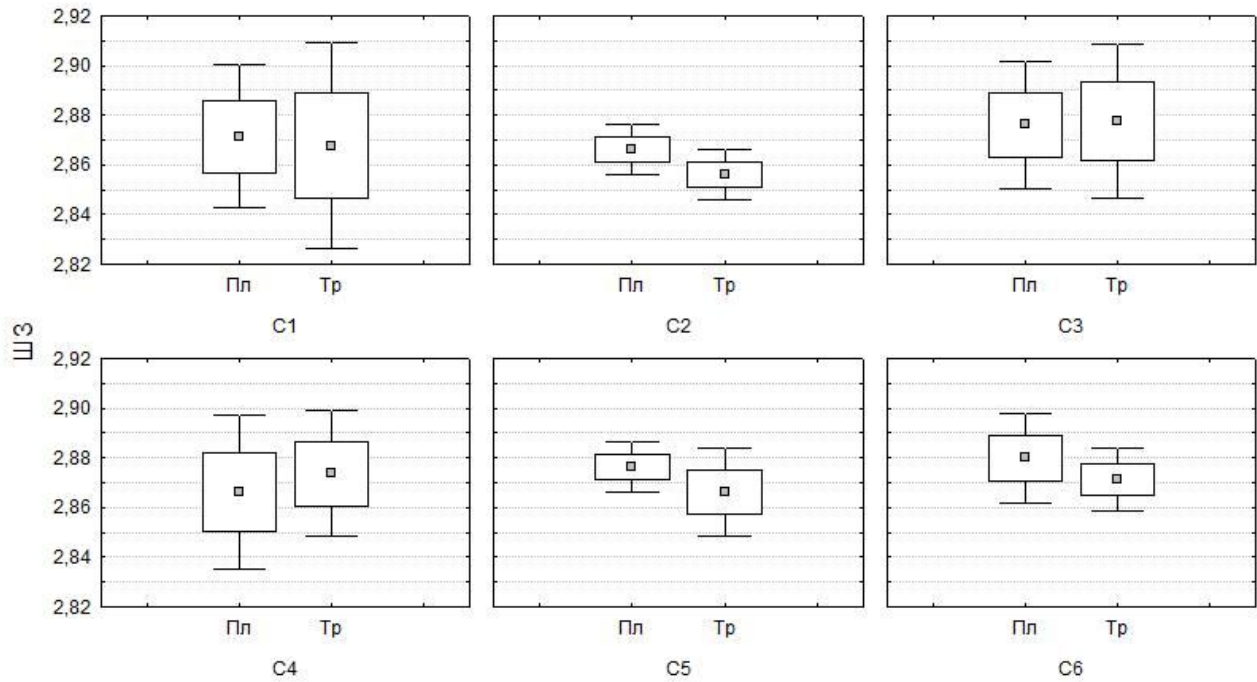


Рисунок 7 – Розподілення ширини зубів пили за секторами та формою зубів

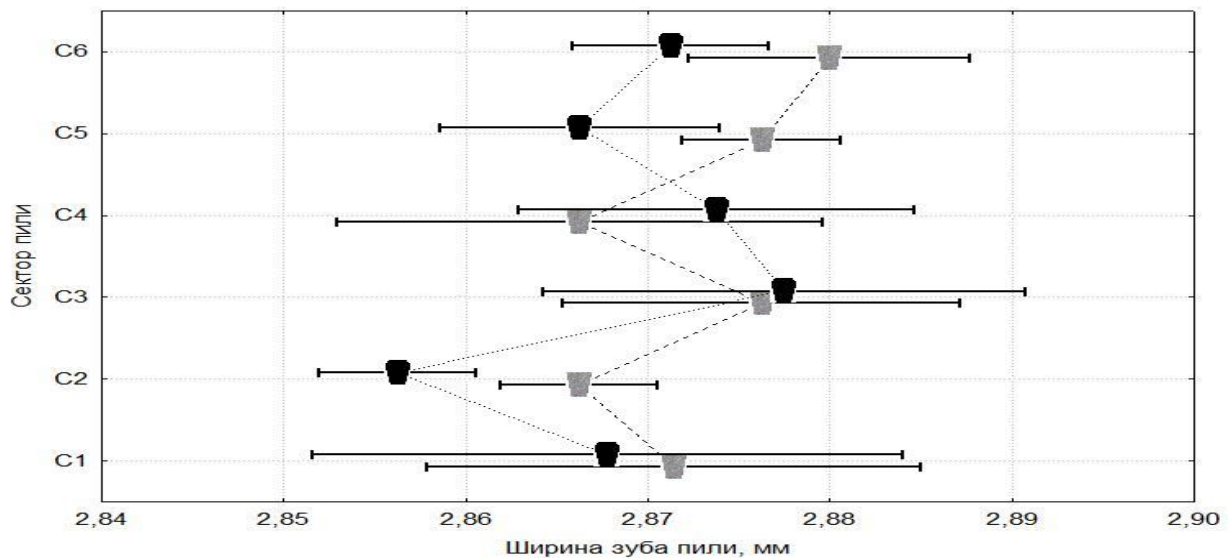


Рисунок 8 – Графік середніх значень ширини зубів та довірчих інтервалів

Висновки.

1. Зуби дискової пили мають значне розсіювання за шириною.
2. Кількість зубів, які знаходяться на середній лінії складає 35% (для дискової пили високоякісного виготовлення доля цих зубів повинна досягати 80-90%).
3. Кількість широких зубів, які в основному приймають участь в процесі різання та негативно впливають на якість пропилю досягає 31%.

4. Ширина зубів трапецієвидної форми статистично значно відрізняється від такого ж параметру зубів пласкої форми.

Список літератури

1. Кірик М.Д. Підготовлення дереворізальних інструментів до роботи та їх експлуатація / М.Д. Кірик. – Львів: Ахіл, 2002. – 410 с.

Аннотация

РАЗНОШИРИННОСТЬ ЗУБЬЕВ - ОДНА ИЗ СОСТАВЛЯЮЩИХ КАЧЕСТВА ДИСКОВОЙ ПИЛЫ

Сирко З.С., Дьяконов В.К., Торчилевский Д.П.

В статье рассмотрены статистические характеристики ширины зубьев дисковой пилы. Показано ее влияние на составляющую качества инструмента.

Abstract

WIDTH DEVIATION OF CURCULAR SAW TEETH IS ONE OF THE TOOL QUALITY FACTORS

Sirko Z., Diakonov V., Torchilevskiy D.

Different width of circular saw teeth is one of the tool quality factors. This paper covers the statistics of circular saw teeth width and its effect on tool quality.

РОЗДІЛ 2

ОБЛАДНАННЯ ЛІСОВОГО КОМПЛЕКСУ

УДК 631.372: 631.41

МОТОАГРЕГАТЫ: ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ТЯГОВО-СЦЕПНЫХ СВОЙСТВ

Овсянников С.И.¹, к.т.н. доцент, Подгорный И.И.¹, Саблина М.А.²
(¹ Белгородский государственный технологический университет имени В.Г. Шухова,
² Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко)

Рассмотрены вопросы повышения производительности мотоагрегатов. Установлено, что основной причиной снижения производительности является недостаточная сила тяги агрегата. Дефицит тягового усилия компенсирует оператор, что приводит к его быстрой утомляемости и частым остановкам на отдых. В целом это приводит к снижению производительности агрегата в целом. Для повышения сцепных свойств предложено применять трансформируемые гусеничные движители типа колесо-гусеница с развитыми грунтозацепами.

Ключевые слова: мотоагрегат, движитель, колесо-гусеница, сцепление, тяговое усилие.

По данным статистического управления РФ [1], приусадебные хозяйства производят до 45-48% с.-х. продукции. Это картофель (около 8%), овощи открытого грунта (67-69%), молоко (45-48%), мясо (45-48%), ягоды и фрукты. Все виды производимой продукции относятся к трудоемким, требующих постоянного контроля и оперативного ухода. Как отмечается в работе [2], средние размеры приусадебных участков составляет 0,2-0,8 га, из них под огородничество отводится около 50%. Участки зачастую имеют вытянутую форму, сложную конфигурацию и рельеф. Обработка почвы традиционными полевыми агрегатами крайне затруднена. В большинстве случаев механизированная обработка заключается в зяблевой вспашке и весенней культивации. Все остальные операции выполняются вручную [3].

Значительно повысить производительность труда на приусадебных участках удастся при помощи средств малой механизации, к которым относятся мотоорудия, мотоагрегаты на базе мотоблоков, мини-тракторы. Использование тех или иных средств зависит, в основном, от площади и конфигурации земельных участков. Основным критерием обоснованного выбора средств малой механизации для конкретных условий эксплуатации является задачей оптимизации по производительности агрегата. Как отмечается в различных источниках [4, 5, 6, 7, 8], производительностью является выполненный объем

работы (площадь, объем, расстояние или длина) за время выполнения. Применительно к приусадебным хозяйствам работа измеряется в площади обработанного участка (м^2 , га), реже в метрах погонных при выполнении междурядной обработке, в кубических метрах (м^3), например при перекачивании жидкостей.

В общем виде теоретическая производительность почвообрабатывающих агрегатов рассчитывается по формуле

$$W = V_T \cdot B_o, \text{ м}^2/\text{с} \quad (1)$$

где B_T – теоретическая ширина захвата орудия, м;

V_T – теоретическая скорость движения, м/с.

В процессе работы теоретическая скорость снижается на величину буксования и составляет

$$V_D = V_T \cdot (1 - \delta), \text{ м/с} \quad (2)$$

где δ - коэффициент буксования.

Величина буксования зависит от многих факторов, которые условно можно разделить на следующие группы: - физико-механические свойства почвы в зависимости от состояния; - конструктивные параметры движителей; - эксплуатационные режимы.

Процессам деформации почвы под действием нормальных и тангенциальных сил посвящены работы Чудакова, Гуськова В.В., Золотаревской Д., Овсянникова С.И. и др. исследователей [9, 10, 11, 12, 13]. Большинство исследователей рассматривают зависимость касательной силы тяги движителя как функцию от величины проскальзывания или смятия, т.е. буксования. Лопарев А.А. [14] и Овсянников С.И. [15] предлагают рассматривать буксование как деформацию почвы почвозацепами под действием окружной силы на колесе в зависимости от внешних сил сопротивления движению. В этом случае появляется возможность непосредственно рассчитать мгновенную величину буксования в зависимости от подведенного крутящего момента на колесе.

В целом тяговые показатели движителей тяговых машин оцениваются коэффициентом сцепления или коэффициентом сцепного веса, который отображает развиваемое тяговое усилие в зависимости от приходящейся на него нормальной нагрузки (сцепного веса):

$\varphi = \frac{D_e}{G_{\text{н}o}}.$	(3)
--	-----

В зависимости от типа движителя, колесной формулы базовой машины коэффициент сцепления варьирует в пределах 0,4-1,2. Большие значения, т.е. лучшее сцепление, имеют гусеничные и полноприводные тракторы. Мотоагрегаты, по данным некоторых производителей, имеют коэффициент сцепления в пределах 0,9-1,1 при использовании металлических колес с

развитыми почвозацепами и увеличенной ширины. Однако, даже при таких высоких значениях сцепных качеств мотоагрегаты развивают недостаточное тяговое усилие. При весе в 1 кН мотоблоки развивают тяговое усилие в 1,0-1,1 кН. Тяговое сопротивление плуга на средних грунтах составляет 1,8-2,0 кН, культиватора или окучника – 1,4-1,7 кН [4, 15, 16].

Дефицит тягового усилия компенсирует оператор, толкающий агрегат при помощи штанги управления. Значительные физические усилия, прикладываемые оператором, приводят к его быстрой утомляемости и снижению производительности [17, 18].

В значительной степени тяговое сопротивление рабочих органов зависит от геометрических и физико-механических свойств грунта. Методика определения параметров поверхности движения и математическая модель описана в работе [12]. Исследование твердости и деформативности грунтов, а также математическое моделирование параметров грунта на основе экспериментальных данных представлены в работе [11].

При помощи математической модели, представленной в работах [19, 20], осуществляется предварительная оценка тяговых возможностей мотоагрегатов в составе с различными орудиями. Так установлено, что легкие и средние мотоагрегаты имеют недостаточные сцепные свойства с опорным основанием для выполнения почвообрабатывающих операций с пассивными рабочими органами. Экспериментальные данные [21] подтверждают достоверность математической модели. Дефицит тяговых усилий компенсирует оператор, подталкивая агрегат, что приводит к его быстрой утомляемости и продолжительным остановкам для отдыха [22, 23].

Одним из направлений снижения утомляемости, а, следовательно, улучшений условий труда и повышения производительности, является улучшение сцепных свойств мотоагрегатов путем применения гусеничных и трансформируемых движителей.

Выводы. Мотоагрегаты позволяют значительно повысить производительность. Условия работы с ними относятся к тяжелым видам работ. Основными причинами являются физическое участие оператора в тяговой динамике работы агрегата как следствие недостаточных сцепных свойств. Повысить сцепные параметры предполагается за счет использования трансформируемых гусеничных движителей с развитыми грунтозацепами.

Список литературы

1. Данные Федеральной службы государственной статистики. Бюллетень "Основные показатели сельского хозяйства в России в 2015 году" [Электронный ресурс] // Режим доступа http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1140096652250 (дата обращения 02.12.2016)
2. Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2006 года: В 9 т./ Т. 2: Число объектов Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2006

года. Трудовые ресурсы и их характеристика // Федеральная служба гос. Статистики. - М.: ИИЦ «Статистика России», - 2008. - 432 с.

3. Овсянніков С. Сільськогосподарські домогосподарства України: проблеми і перспективи // Науково-виробничий журнал «Техніка і технології АПК», - № 12, - 2014. - С. 16-20.

4. Овсянников С.И. Повышение тягово-сцепных свойств малогабаритных тракторов в растениеводстве / Автореферат диссертации на соискание научной степени канд. техн. наук. - Харьков: ХГТУСХ, - 1997. - 20 с.

5. Овсянников С.И. Особенности расчета производительности мотоагрегатов в лесных питомниках // Актуальные направления научных исследований XXI века: Теория и практика. - 2015. Т. 3. № 2-1. - С. 97 – 104.

6. Кузьмин Н.В. Предельные законы теории производительности машинно-тракторных агрегатов / Н.В. Кузьмин // Механизация и электрификация с.-х. производства. - 2005. - № 10. - С. 6 - 8.

7. Попов Л.А. Эксплуатация машинно-тракторного парка в аграрном комплексе: Учебное пособие / Л.А. Попов // Сыктывкарский лесной институт. – Сыктывкар, 2004. - 152 с.

8. Карабаницкий А.П., Кочкин Е.А. Теоретические основы производственной эксплуатации МТП / А.П. Карабаницкий, Е.А. Кочкин // М.: КолосС, 2009. - 152 с.

9. Гуськов В.В. Тракторы: теория: Учебник для студентов вузов по специальности «Автомобили и тракторы» / В.В. Гуськов, Н.Н. Велев, Ю.Е. Атамано и др.: Под общ. ред. В.В. Гуськова. – М.: Машиностроение. - 1988. - 376 с.

10. Золотаревская Д. Влияние вязкоупругих свойств почвы и сил трения на тяговые свойства и уплотняющее воздействие колесных тракторов на почву / Д. Золотаревская // Тракторы и сельхозмашины. - 1991. - № 3. - С. 13-17.

11. Овсянников С.И. Исследование твердости и деформативности почвы на пути движения самоходных машин // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. - 2016. Т. 4. № 5-3(25-3). - С. 112-117.

12. Овсянников С.И. Методика определения геометрических характеристик поверхности движения // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. - 2015. Т. 3. № 9-3(20-3). - С. 337-341.

13. Чудаков Д.А. Основы теории и расчета трактора и автомобиля. - М.: Колос, 1972. - 475 с.

14. Лопарев А.А. К вопросу о качении колеса с эластичной шиной / А.А. Лопарев // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. - № 4. - С. 26-27.

15. Овсянников С.И., Борис Н.М., Мохов С.П., Симанович В.А. К вопросу о качении жесткого колеса // Вісник СевНТУ. - 2013. №143. - С. 74-78.

16. Овсянников С.И. Повышение тягово-сцепных свойств мотоагрегатов путем применения трансформируемых движителей // Вісник СевНТУ. - 2012. №135. - С. 180-184.
17. Овсянников С.И. Особенности функционирования мотоагрегатов и пути концептуального развития мотоагротехники // Сб. науч. трудов «Агропромышленный комплекс на рубеже веков». Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию агроинженерного факультета. - 2015. - С. 170-178.
18. Овсянников С.І. Мотоагрегати та мотознаряддя: відповідність умов роботи оператора санітарно-гігієнічним нормам // Техніка і технології АПК. № 7, - 2014, - С. 14-16. № 8, - 2014. - С. 18 – 21.
19. Овсянников С.И. Математическое моделирование движения мотоагрегата // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. - 2015 г. № 7-2 (18-2). - С. 309-316.
20. Овсянников С.И., Саблина М.А., Антощенко Р.В. Оценка управляемости мотоагрегатов // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика.- 2014. Т.2. №5-3(10-3).- С. 257 - 257.
21. Овсянников С.И. Силовое взаимодействие оператора при управлении мотоагрегатом // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Автомобіле- та тракторобудування. – Х.: НТУ «ХПІ», 2012. - № 60 (966). - С. 25-31
22. Овсянников С.І. Методика визначення енерговитрат оператора під час керування мотоагрегатом // Сільськогосподарські машини. - 2013. № 25. - С. 93 - 101.
23. Сергей Овсянников. Энергетические затраты оператора при управлении мотоагрегатом / С. Овсянников // Motrol. Commission of motorization and energetics in agriculture. Vol. 15, № 7. – Lublin-Rzeszow 2013. - S. 45-50.

Анотація

МОТОАГРЕГАТИ: ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ТЯГОВО-ЗЧІПНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

Овсянников С., Подгорний І., Сабліна М.

Розглянуто питання підвищення продуктивності мотоагрегатів. Встановлено, що основною причиною зниження продуктивності є недостатня сила тяги агрегату. Дефіцит тягового зусилля компенсує оператор, що призводить до його швидкої стомлюваності і частим зупинкам на відпочинок. В цілому це призводить до зниження продуктивності агрегату в цілому. Для підвищення зчіпних властивостей запропоновано застосовувати трансформовані гусеничні рушії типу колесо-гусениця з розвиненими ґрунтозацепами.

Ключові слова: мотоагрегат, рушій, колесо-гусениця, зчеплення, тягове зусилля.

Abstract

MOTOGAGRAGATS: WAYS OF INCREASING TRACTION AND COUPLING PROPERTIES

Ovsiannikov S., Podgorny I., Sablina M.

The issues of increasing the productivity of motor units are considered. It is established that the main reason for the decrease in productivity is the insufficient tractive power of the unit. Deficiency of tractive effort is compensated by the operator, which leads to its rapid fatigue and frequent rest stops. In general, this leads to a decrease in the capacity of the unit as a whole. To improve the coupling properties, it is proposed to use transformable track-type propellers such as wheel-caterpillar with developed tractors.

Key words: motoagregat, propulsor, wheel-caterpillar, clutch, pulling force.

УДК 53.08

ОЦЕНКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОПЕРАТОРА С МОТОАГРЕГАТОМ

Овсянников С.И.¹, к.т.н., доцент, Родионов А.С.¹, Саблина М.А.²

¹ *Белгородский государственный технологический университет имени В.Г. Шухова,*

² *Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко)*

В работе представлена методика определения затрат энергии оператора при работе с мотоагрегатами. Установлена структура затрат энергии оператора. Представлены зависимости по определению статической и динамической работы, затрат энергии на работу внутренних органов, самопередвижение, преодоление неблагоприятных условий труда. Представлена конструкция тензометрических штанг управления мотоблоком, с помощью которой измеряются физические усилия оператора при работе с мотоагрегатами. Представлены результаты измерений силового взаимодействия оператора при управлении пахотным и транспортным агрегатами на базе мотоблока «Мотор-Сич», почвофрезерного агрегата на базе мотоблока «Нева».

Ключевые слова: *мотоагрегат, оператор, энергетические затраты, статическая и динамическая работа.*

Интенсивное участие оператора на органы управления мотоагрегата (МА) непосредственно отражается на его усталости и утомляемости и определяет периодичность и продолжительность циклов «работа-отдых» [11]. Оценка

тяжести и напряженности рабочих процессов, а также воздействия факторов рабочей среды на оператора МА является важным показателем, определяющим режим трудового процесса, оценки риска для здоровья рабочего, необходимых мер социальной защиты [15].

Уровень физического участия оператора в работе МА изучен не достаточно, однако практическая работа с ними [1] показывает, что продолжительность непрерывной работы составляет 0,25-0,5 часа с последующим перерывом на отдых 0,25-0,35 часа. В работе [2] отмечается, что работа МА осуществляется от двух источников энергии – энергии топлива при сгорании в двигателе и силовой энергии оператора. Причем соотношение затрат этих видов энергии примерно равны. В работе [3] рассмотрены аспекты функционирования МА и выделены силовые, кинематические, информационные и управляющие функции, которые выполняет оператор во время управления МА. В работе [4] рассмотрены причины возникновения динамических нагрузок, передающихся от МА к оператору, и представлена методика определения передачи нагрузок от остова МА на оператора, их измерение и обработка полученных результатов. Но данная методика не позволяет оценить физическое участие оператора в работе МА.

Целью работы является разработка методики для определения затрат энергии оператора при управлении работой МА. Результаты предполагается использовать для проведения сравнительного анализа применения агрегатов различной конструкции, весовых и кинематических параметров, а также при агрегатировании с различными типами машин.

Задачи работы: разработать методику определения затрат энергии оператора на самопередвижение и работу внутренних органов; разработать методику измерений и обработки результатов измерений силового взаимодействия оператора и МА; разработать конструкцию устройства для измерения силового взаимодействия оператора и МА.

Результаты исследований. Общий расход энергии человека в процессе труда определяется как совокупность затрат энергии на обменные процессы организма, выполнения работы, движение самого человека и преодоление неблагоприятных условий труда:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_o + \mathcal{E}_c + \mathcal{E}_d + \mathcal{E}_n + \mathcal{E}_y, \text{ Вт} \quad (1)$$

где $\mathcal{E}_o$ - расход энергии на осуществление обменных процессов в организме; $\mathcal{E}_c$ - затраты энергии на выполнение статической работы; $\mathcal{E}_d$ - затраты энергии на выполнение динамической работы; $\mathcal{E}_n$ - затраты энергии на нервно-умственную деятельность; $\mathcal{E}_y$ - расход энергии на преодоление неблагоприятных условий труда.

Расход энергии на основной обмен $\mathcal{E}_o$ (работа внутренних органов и теплообмен) зависит от пола, возраста, роста оператора, температуры окружающей среды и других факторов. На протяжении суток человек тратит разное количество энергии основного обмена, в дневное время – больше, в

ночное – меньше. Зависимость основного обмена энергии мужчин и женщин от массы тела и возраста представлена в работе [7].

Если принять, что средний возраст оператора составляет 30-39 лет и учесть, что работы с мотоагрегатом выполняют в основном мужчины со средним весом 70 кг, затраты энергии на основной обмен составят 1990 ккал/сутки, или 1,2 ккал/час·кг. Учитывая, что активность работы внутренних органов в дневное время выше, чем в ночное, окончательно принимаем расход энергии в активный период 1,33 ккал/час·кг (0,37 кал/с·кг), а в период сна 0,89 ккал/час·кг (0,247 кал/с·кг). Тогда общий расход энергии оператора весом 70 кг при выполнении работ с МА составит 25,67 кал/с.

Расход энергии оператора на статическую работу. Иванов Е.М. [8] предложил определять статическую работу как воздействие импульса силы на тело. Для этого II закон Ньютона представим в дифференциальном виде:

$$P \cdot dt = d(m \cdot V), \quad (2)$$

где $P \cdot dt = dP$ - элементарный импульс силы; $d(m \cdot V) = dI$ - элементарный импульс тела (количество движения);

Правая часть может быть равна нулю, если тело остается неподвижным ($V = 0$) или движется равномерно ($V = const$), если импульс силы не превышает силу сопротивления движения $dP = P_{TP}$. При поступательном движении тела массой m , проинтегрировав выражение (2) получим $P \cdot t = m \cdot V$. Возведя в квадрат и разделив на $2m$ обе части равенства получим:

$$\frac{P^2 \cdot t^2}{2m} = \frac{I^2}{2m} = \frac{m \cdot V^2}{2}, \text{ или } A = K, \quad (3)$$

т.е. работа направлена на изменение кинетической энергии тела.

Выражение (3) не связано с путем S , пройденным телом за время t , поэтому оно может быть использовано для расчета величины работы, совершаемой импульсом силы и в том случае, когда тело остается неподвижным. Заменив массу значением силы удержания (нагрузки на мышцы) получим выражение для расчета выполненной статической работы:

$$A_{cm} = \frac{P_{cm} \cdot g \cdot t^2}{2}. \quad (4)$$

Расчет энергии оператора на динамическую работу. Работа физических сил оператора в продольном направлении будет определяться по формуле (5). Если заменить $S = a \cdot t^2 / 2$, то работу физических сил оператора в продольном направлении можно представить в виде формулы (6). Аналогично будет определяться работа сил в поперечном направлении. Работа сил по удержанию МА от поперечного крена и опрокидывания рассчитывается по (7).

$$A_{np} = P_{np} \cdot S, \quad (5)$$

$$A_{np} = \frac{P_{np} \cdot a \cdot t^2}{2}, \quad (6)$$

$$A_{\cap} = \frac{M_{\cap} \cdot \ddot{\phi} \cdot t^2}{2}. \quad (7)$$

где a – ускорение движения тела; $\ddot{\phi}$ – угловое ускорение поперечного крена агрегата; $M_{\cap}$ – момент от действия сил опрокидывания в поперечной плоскости.

Затраты энергии на передвижение оператора $\mathcal{E}_{пер}$ определялись из условия движения со средней скоростью 0,5-0,7 м/с, что составляет 2,86 ккал/час на 1 кг веса оператора [6]. При движении по рыхлой (обработанной) почве расход энергии дополнительно увеличивается на 3,64 ккал/час. Таким образом, расход энергии оператора при движении пешком по рыхлой почве составит: $E_x = 2,86 + 3,64 = 6,5$ ккал/час·кг (1,53 кал/с·кг).

Затраты энергии на нервно-умственную деятельность. Каждый человек имеет тот или иной уровень психофизиологического потенциала, который используется в процессе труда. Расходование этого потенциала выражается в образовании и накоплении утомления. Для оценки энергозатрат нервно-умственной деятельности применяют следующие методы: психофизиологический, социологический, экономический и др. Однако все эти методы достаточно трудоемкие, требуют специальных знаний и соответствующего оборудования. Для данных целей работы эта составляющая не определялась.

Расход энергии на преодоление неблагоприятных условий труда.

Одним из необходимых условий нормальной жизнедеятельности человека является обеспечение нормального теплового самочувствия. Процессы жизнедеятельности сопровождаются непрерывным выделением теплоты в окружающую среду. В спокойном состоянии человек выделяет более 85 Дж/с, при тяжелой работе – до 500 Дж/с [11]. Одним из важных интегральных показателей теплового состояния человека является средняя температура тела, которая должна быть порядка 36,5°C. Она зависит от степени нарушения теплового баланса и уровня энергозатрат при выполнении физической нагрузки. При выполнении тяжелой работы или средней тяжести с повышенной температурой окружающей среды температура тела может повышаться на 1-2°C.

На основе экспериментальных данных [9] методом аппроксимации получено уравнение затрат энергии на тепловыделение в зависимости от нагрузки при выполнении работы:

$$\mathcal{E}_y = \mathcal{E}_o + A \cdot 2,78, \quad (9)$$

где $\mathcal{E}_o$ – энергия, затрачиваемая на работу органов и обмен веществ в организме; A – работа, выполняемая человеком по изменению полной механической энергии.

Анализируя составляющие общих затрат энергии оператора установлено, что основными факторами их изменения является работа, направленная на изменение полной механической энергии МА. Для определения сил, затрачиваемых оператором при работе с МА, разработана конструкция тензометрической штанги управления мотоблоком (рис. 1), при помощи которой измеряются усилия в вертикальной и горизонтальной плоскостях, толкающее (тормозящее) усилие, усилие удерживания МА от поперечного крена и опрокидывания.

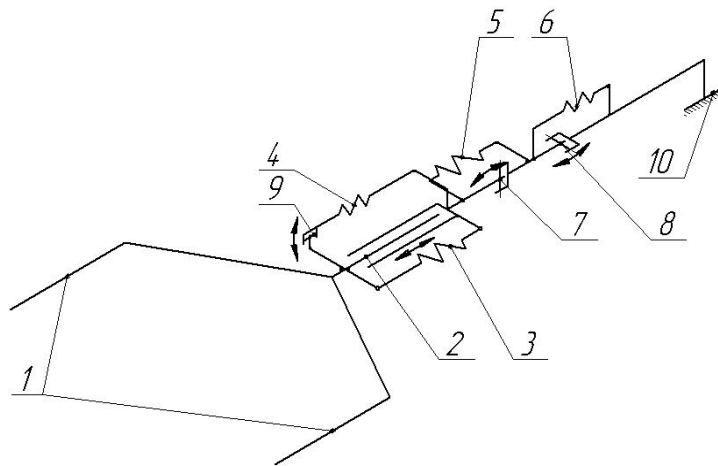


Рисунок 1 – Кинематическая схема тензометрической штанги управления мотоблоком.

Тензометрическая штанга состоит из рукояток 1, шарнира 2 продольного перемещения и вращения относительно продольной оси, S-образного тензометрического датчика 3 измерения усилия в продольном направлении, балочного тензодатчика 4 измерения усилий удержания от поперечного крена и опрокидывания; балочного тензодатчика 5 измерения усилий управления курсовым движением в горизонтальной плоскости, балочного тензодатчика 6 измерения усилий в вертикальной плоскости. Для исключения влияния величины перемещения звеньев штанг на измеряемую величины все рычаги тензодатчиков оснащены шарнирными соединениями. Шарнир 9 обеспечивает продольное перемещение рукояток 1 в шарнире 2 и относительно тензодатчика 4, исключая передачу продольных перемещений на показания датчика 4.

Регистрация и обработка данных осуществляется с помощью измерительно-регистрирующей системы, описанной в работе [5].

Полученные экспериментальные данные подвергаются статистическим методам обработки результатов измерения, а именно рассчитываются среднее значение параметров, среднеквадратичное отклонение и дисперсия. Характерной особенностью полученных данных является достаточно четкое отслеживание изменений усилий на штангах управления в вертикальной плоскости от изменений тягового усилия на крюке, что является

подтверждением передачи реактивного момента от остова МА на штанги управления.

Выводы: Общий расход энергии человека в процессе труда определяется как совокупность затрат энергии на обменные процессы организма, выполнения работы, передвижение самого человека и преодоление неблагоприятных условий труда. Определены условия, при которых оператор вынужден применять физические усилия при работе с МА, зависимости по их определению. Обоснована расчетная формула по определению затрат энергии при выполнении статической работы. Разработана конструкция тензометрических штанг управления мотоблоком для измерения силового взаимодействия оператора во время управления МА. Проведенные эксперименты подтверждают работоспособность данной методики.

Список литературы

1. Овсянников С.И. Повышение тягово-сцепных свойств малогабаритных тракторов в растениеводстве / Автореферат диссертации на соискание научной степени канд. техн. наук. - Харьков: ХГТУСХ, 1997. - 20 с.
2. Овсянников С.И. Особенности функционирования мотоагрегатов и пути концептуального развития мотоагротехники // Сб. науч. трудов «Агропромышленный комплекс на рубеже веков». Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию агроинженерного факультета. - 2015. - С. 170-178.
3. Овсянников С.И. Управляемость мотоагрегатов // Вісник СевНТУ. - 2014. - № 152. - С. 106-109.
4. Овсянников С. Силовое взаимодействие оператора при управлении мотоагрегатом / С. Овсянников // Вісн. НТУ "ХПИ" «Автомобіле- та тракторобудування». 2012. – № 60. - С. 25-30.
5. Овсянников С.И. Обоснование структуры измерительного комплекса для проведения тяговых испытаний мотоагрегатов // Автомобиль и электроника. Современные технологии. - 2012. № 1(3). - С. 40
6. Горшакова Н. Фармакология спорта / [Н. Горшакова, Я. Гудивок, Л. Гунина и др.]; под общ. Ред. С. Олейник, Л. Гуниной, Р. Сейфулы. – К.: Олимп. 1-ая, 2010. – 640 с.
7. Физиология мышечной деятельности: Учебник для институтов физической культуры /Под ред. Коца Я.М. - М.: Физкультура и спорт, 1982. - 347 с.
8. Иванов Е.М. Определение работы и работа силы трения / Е.М. Иванов // Успехи современного естествознания. Физико-математические науки. № 8, 2005. - С. 10 – 13.
9. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов / С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др.; Под общ. ред. С.В. Белова. 7-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2007. – 616 с.
10. Элементарный учебник физики. Т. 1. – М.: Наука, 1972. – 616 с.

11. Сергей Овсянников. Энергетические затраты оператора при управлении мотоагрегатом // Motrol. Commission of motorization and energetics in agriculture . Vol. 15, № 7. – Lublin-Rzeszow 2013. - S. 45-50.
12. Овсянников С.И., Шевченко С.А., Огильба В.Ф. Обоснование структуры измерительного комплекса для проведения тяговых испытаний тракторных агрегатов // Автомобиль и электроника. Современные технологии. – Х.: ХНАДУ, 2012. № 1(3). - С. 39.
13. Овсянников С.И. Обоснование основных параметров пешеходно-транспортной машины для использования на рубках ухода // Вісник СевНТУ. - 2011. № 122. - С. 99-102.
14. Овсянников С.И., Саблина М.А., Антощенко Р.В. Оценка управляемости мотоагрегатов // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. - 2014. Т. 2. № 5-3(10-3). - С. 257 – 257.
15. Овсянников С.І. Мотоагрегати та мотознаряддя: відповідність умов роботи оператора санітарно-гігієнічним нормам // Техніка і технології АПК. № 7, 2014,. - С. 14-16. № 8, 2014. - С. 18 – 21.

Анотація

ОЦІНКА ВЗАЄМОДІЇ ОПЕРАТОРА З МОТОАГРЕГАТОМ

Овсянніков С., Радіонов А., Сабліна М.

У роботі представлена методика визначення витрат енергії оператора при роботі з мотоагрегатами. Встановлено структуру витрат енергії оператора. Представлені залежності по визначенню статичної та динамічної роботи, витрат енергії на роботу внутрішніх органів, самопересування, подолання несприятливих умов праці. Представлена конструкція тензометричних штанг управління мотоблоком, за допомогою якої вимірюються фізичні зусилля оператора при роботі з мотоагрегатами. Представлені результати вимірювань силового взаємодій-наслідком оператора при управлінні орним і транспортним агрегатами на базі мотоблока «Мотор-Січ», ґрунтофрезерного агрегату на базі мотоблока «Нева».

Ключові слова: мотоагрегат, оператор, енергетичні витрати, статична і динамічна робота.

Abstract

EVALUATION OF INTERACTION OF THE OPERATOR WITH MOTOAGREGAT

Ovsyannikov S., Rodionov A., Sablina M.

The paper presents a methodology for determining the energy consumption of an operator when working with motor units. The structure of energy costs of the operator is established. Dependencies for the definition of static and dynamic work, energy expenditure on the work of internal organs, self-movement, overcoming unfavorable working conditions are presented. The design of the strain gauges of the

motor block control is presented, with the help of which the physical efforts of the operator are measured when working with motor moto units. The results of measurements of the operator's power interaction during the management of arable and transport aggregates on the basis of the Motor-Sich motoblock, the soil-milling unit based on the Neva motor block are presented.

Key words: motoagregat, operator, power costs, static and dynamic work.

УДК 621.891

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ДИСКРЕТНОГО ПОКРИТТЯ ЗА НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИМ СТАНОМ

Калініченко В.І.¹, Марчук В.Є.², Градиський Ю.О.³

(¹Інститут проблем міцності ім. Г.С. Писаренка НАН України

²Національний авіаційний університет, м. Київ

*³Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка)*

За результатами чисельних розрахунків визначено оптимальні розміри вакуум-плазмового дискретного покриття за мінімальним напружено-деформованим станом. Запропоновано модель по визначенню напружено-деформованого стану дискретних покриттів від дії симетричного силового навантаження.

Ключові слова: напружено-деформований стан, дискретне покриття, дискретні ділянки.

Вступ. Високі динамічні і термічні навантаження при механічній обробці різальним інструментом високоміцних сталей і сплавів та композиційних матеріалів швидко руйнують інструмент. Тому використання захисних зміцнюючих покриттів є одним з перспективних напрямків підвищення стійкості різального інструменту. Особливо вигідно себе зарекомендували покриття дискретної структури, які були запропоновані співробітниками лабораторії зміцнення поверхні елементів конструкцій Інституту проблем міцності ім. Г.С. Писаренка під керівництвом професора Ляшенка Б.А. [1]. Використання покриттів дискретної структури дає можливість суттєво підвищити працездатність та надійність різального інструменту при різанні навіть без використання МОР (мастильно охолоджуючої рідини) [2].

Стан питання. Нанесення вакуум-плазмових покриттів на різальний інструмент відбувається інтуїтивно-імперично, у результаті чого покриття можуть розтріскуватися або відшаровуватися навіть без впливу зовнішнього навантаження. Оптимізоване проектування покриття на стадії нанесення дозволить суттєво підвищити зносостійкість різального інструменту з покриттям при складних процесах різання [3]. Підвищення товщини покриття на різальному інструменті при умові мінімізації напружено-деформованого

стану дозволить в декілька разів підвищити зносостійкість робочих поверхонь різця та покращити якість обробки деталей [4].

Методика досліджень. Для визначення напружено-деформованого стану та вибору оптимальних геометричних розмірів дискретних вакуум-плазмових покриттів використовували скінченно-елементний комплекс Nastran [5]. В препроцесорі FEMAP будувалось декілька моделей з різними розмірами дискретного покриття, та визначали напружено-деформований стан в моделі при умові симетричного силового навантаження. Із умови мінімізації напружено-деформованого стану визначали оптимальне покриття для різального інструменту.

Результати досліджень. Запропонована розрахункова схема (рис. 1) по визначенню оптимальної товщини дискрету дозволяє змінювати його товщину, при цьому не має потреби в перебудові всієї моделі в цілому.

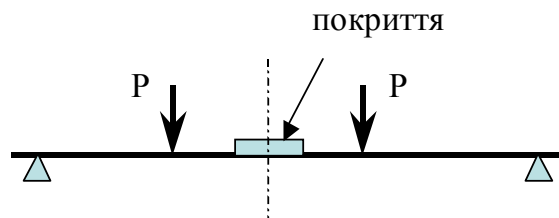


Рисунок 1 – Розрахункова схема по визначенню товщини покриття на основі, що деформується, з симетричним навантаженням.

Задане навантаження прикладене на деякій відстані від центру симетрії моделі не дає концентрації напружень на самому дискреті і тому дозволяє визначити напруження які виникають у самому покритті. Оскільки модель має осі симетрії, то достатньо розглянути її четверту частину (рис. 2, а). Розрахункова схема представляє собою балку на двох опорах з симетричним силовим навантаженням відносно центру, на якому є дискретне покриття малої товщини.

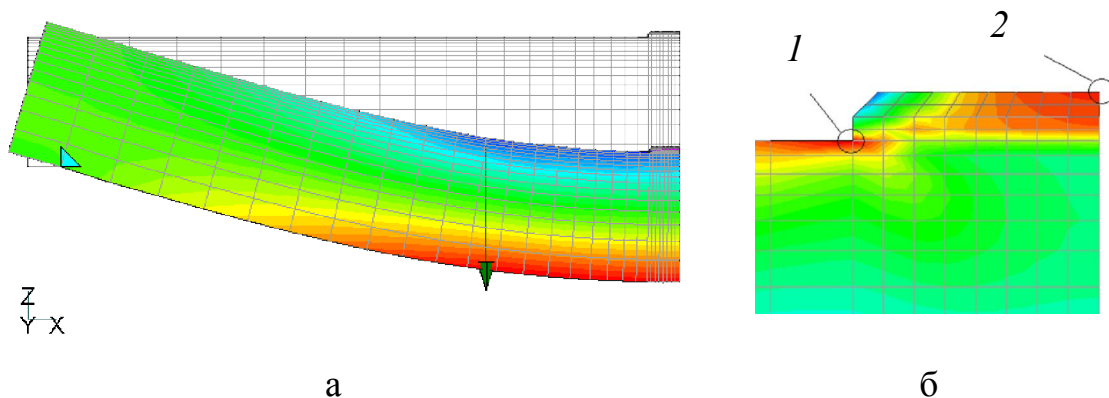


Рисунок 2 – Розподіл нормальних (а), та еквівалентних напружень (б) в дискретному покритті, які виникають від прогину балки: 1 – точка адгезійного контакту покриття з основою; 2 – центр дискрету, де виникають найбільші напруження при когезійному розтріскуванні.

Змінними параметрами для моделювання була товщина дискрету, вона змінювалась від 2-х до 20 мкм (рис. 3).

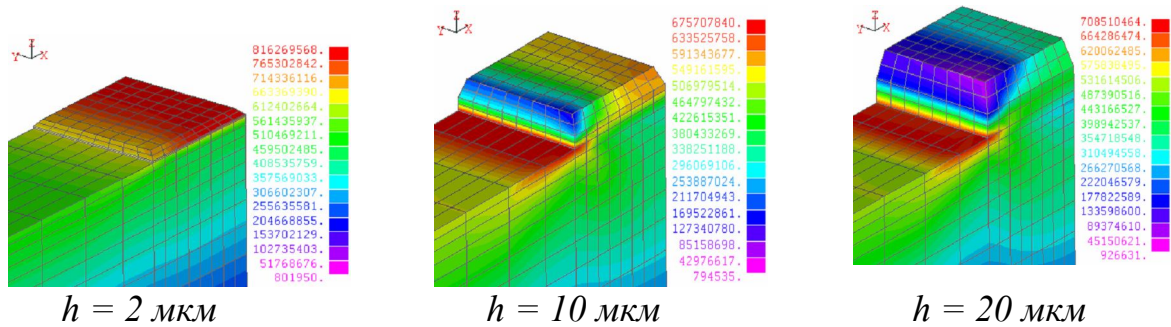


Рисунок 3 – Еквівалентні напруження в композиції “основа - дискретне покриття” при різній товщині покриття h .

Оскільки основними параметрами руйнування покриттів є адгезійне відшарування та когезійне розтріскування, то напружений стан дискретного покриття для основи що деформується розглядався для двох точок (рис. 3, б), які знаходяться на межі адгезійного контакту (*точка 1*), та на вершині когезійного розтріскування в центрі дискрету (*точка 2*).

За напруженнями в цих точках було побудовано графік еквівалентних напружень (рис. 4), за яким визначено геометричні параметри дискретного покриття при яких воно має однакову міцність до розтріскування та відшарування. За даним графіком визначено оптимальні для конструювання дискретного покриття пропорції висоти до ширини.

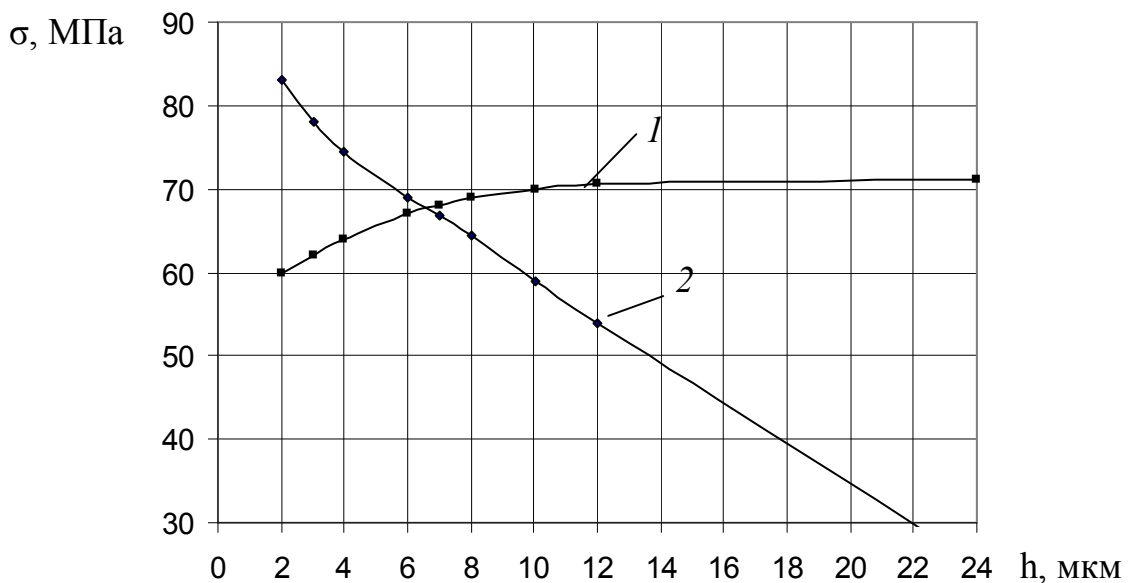


Рисунок 4 – Графік розподілу еквівалентних напружень дискретного покриття: 1 – для зони адгезійного контакту покриття з основою на краях дискрету; 2 – в центрі фрагменту дискретного покриття.

При малій товщині дискретного покриття, в результаті деформування основи, максимум напружень виникає в його центрі. При збільшенні товщини покриття відбувається перерозподіл напружень від його центру до країв. Причому для співвідношенні його висоти до ширини як $1/17$, значення напружень в зоні адгезійного контакту по краям дискрета та в його центрі однакові. Дане співвідношення розміру дискретного покриття є умовою його адгезійно-когезійної рівномірності.

Як видно з графіку (рис. 4), з ростом товщини покриття напруження в зоні адгезійного контакту поступово зростають до певного граничного значення, яке відповідає співвідношенню його висоти до ширини як $1/10$, після чого рівень напружень при збільшенні товщини покриття не змінюється. Виходячи з цього параметру, збільшення товщини покриття є недоцільним без збільшення його ширини, воно буде мати низьку стійкість і ймовірність його адгезійного відшарування зростає.

Для елемента, що знаходиться в центрі дискрета побудовано графік розподілу еквівалентних нормальних та дотичних напружень (рис. 5, а), за яким видно, що при збільшенні товщини покриття нормальні напруження стиску вздовж осі X в напрямку нейтральної лінії балки зменшуються майже до нуля, що відповідає співвідношенню висоти до ширини дискрета як $1/10$, після чого вони знову починають поступово зростати. Еквівалентні напруження з ростом товщини знижуються, а дотичні в площині ZX повільно збільшуються до геометричної пропорції висоти до ширини як $1/12$, а потім також повільно знижуються.

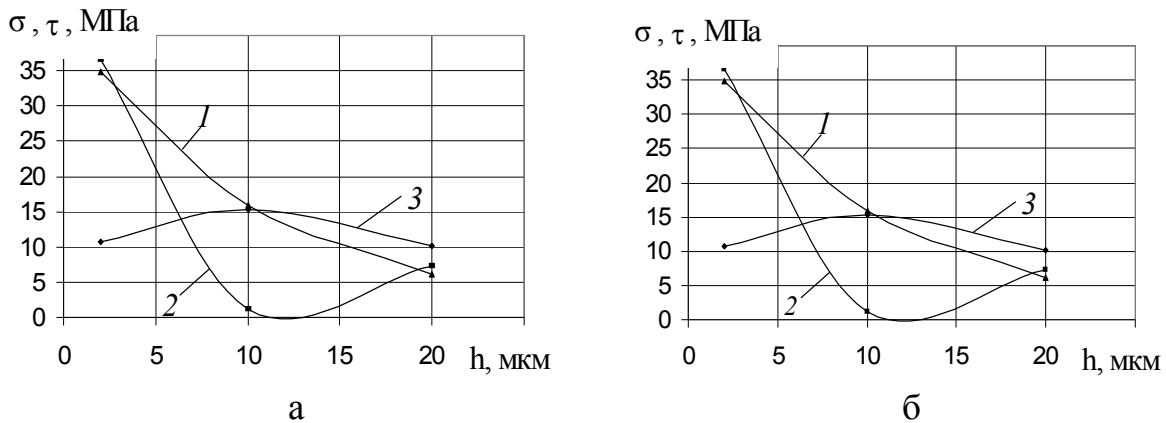


Рисунок 5 – Еквівалентні $\sigma_{\text{екв}}$ (1), нормальні σ_x (2) та дотичні τ_{zx} (3) напруження для найбільш напруженої точки дискретного покриття (а), та їх різниця між основою та покриттям (б) в залежності від товщини покриття h .

Аналіз напруженого стану, що виникає між елементом покриття та основи в центрі симетрії балки, було проаналізовано за різницею еквівалентних, нормальних та дотичних напружень (рис. 5, б). До співвідношення $1/12$ відбувається зниження еквівалентних та нормальних напружень стиску вздовж осі X , причому дотичні напруження до цієї межі

зростають. Далі йде зворотній процес, за яким йде ріст нормальних та еквівалентних, та зниження дотичних напружень.

Висновок. Конструювання покриття, що має оптимальні геометричні параметри дозволить мінімізувати напружений стан в композиції основа-покриття, підвищити його ресурс, та збільшити товщину.

Оптимальні співвідношення геометричних параметрів висоти до ширини для конструювання дискретного покриття є приблизно 1/17 – для рівномірного покриття, та 1/12, 1/10 – з умови балансу напружень.

Чисельний розрахунок дає можливість на етапі моделювання визначити оптимальні геометричні розміри покриття, розрахувати величини еквівалентних, нормальних і дотичних напружень як в поверхневих шарах так і в об'ємі моделі основа-покриття від дії зовнішнього навантаження.

Дискретне покриття, на відміну від суцільного, має менший напружений стан, тому збільшення його товщини дозволить підвищити зносостійкість інструменту.

Розрахунок методом скінченних елементів дає можливість визначити значення дотичних напружень, які спричиняють відшарування покриття від основи.

Список літератури

1. *Ляшенко Б.А., Клименко С.А. Тенденции развития упрочняющей поверхностной обработки и положение в Украине // Сучасне машинобудування. – 1999. – № 1. – С. 94 – 104.*
2. *Ляшенко Б.А., Розенберг О.А., Ермолаев В.В., Мирненко В.И. Восстановление деталей машин дифференциальными покрытиями дискретной структуры // Тяжелое машиностроение. – 2001. - № 2. – С. 21-23.*
3. *Ляшенко Б.А., Антонюк В.С. Исследование эффективности дискретных поверхностных структур пар трения // Вестник СевГТУ. Вып. 36 Автоматизация процессов и управление: Сб. Науч. Тр. Севастополь. Нац. техн. ун-т. – Севастополь, 2002. – С.123 - 128.*
4. *Антонюк В.С., Сорока О.Б., Калініченко В.І. Остаточные напряжения в вакуум-плазменных покрытиях. // Вібрації в техніці та технологіях. – 2004. – № 5(37). – С. 88 – 89.*
5. *Шимкович Д.Г. Расчет конструкций MSC/NASTRAN for Windows. – М.: ДМК Пресс, 2001. – 448 с.*

Аннотация

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДИСКРЕТНОГО ПОКРЫТИЯ ПО НАПРЯЖЕННО- ДЕФОРМИРУЕМОМУ СОСТОЯНИЮ

Калиниченко В.И., Марчук В.Е., Градыский Ю.А.

За результатами численних розрахунків визначені оптимальні розміри вакуум-плазменного дискретного покриття по мінімальному напружено-

деформируемому состоянию. Предложено модель по определению напряженно-деформируемого состояния дискретных покрытий от действия симметричного силового нагружения.

Ключевые слова: напряженно-деформируемое состояние, дискретное покрытие, дискретные участки.

Abstract

METHODOLOGY OF DETERMINATION OF OPTIMUM PARAMETERS OF DISCRETE COATING BY A STRESS-DEFORMED CONDITION

Kalinichenko VI, Marchuk VE, Gradysky Yu.A.

The results of numerical calculations determine the optimum dimensions of the vacuum-plasma discrete coating for the minimum stress-strain state. A model is proposed for determining the stress-strain state of discrete coatings from the action of symmetric force loading.

Key words: stress-strain state, discrete coating, discrete areas.

УДК 630.37: 621.225

ОБГРУНТУВАННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧОЇ РІДИНИ ГІДРОПРИВОДУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ФОРВАРДЕРА

Літовка С.В., к.т.н., доц.¹⁾, Косолапов В.Б., к.т.н., доц.²⁾

¹⁾Харківський національний технічний університет
сільського господарства імені Петра Василенка;

²⁾Харківський національний автомобільно-дорожній університет)

Проведено теоретичне дослідження впливу параметрів робочої рідини гідроприводу на технічний стан трансмісії та продуктивність форвардера. Показано, що при збільшенні температури робочої рідини та зазорів в поришкових парах качаючих вузлів гідроприводів трансмісії відбувається зменшення продуктивності форвардера, величина якої досягає 16,7% при гранично-допустимому стані гідромашин.

Вступ. В процесі експлуатації об'ємного гідравлічного приводу трансмісії (ОГТ) відбувається зношування робочих поверхонь, що веде до збільшення зазорів і зменшення тиску нагнітання. Ця подія призводить до зниження об'ємного та загального ККД машин лісового комплексу. Особливо актуально це для лісотранспортних машин типу «ФОРВАРДЕР», так як зниження технологічних режимів транспортування деревини тягне за собою зниження продуктивності машини і одночасно підвищує собівартість продукції [1].

Аналіз публікацій. За даними численних досліджень встановлено, що до 70% відмов у роботі гідронасичених мобільних машин припадає на долю

гідроприводу [2, 3]. Найбільш широке застосування в ОГТ форвардерів знайшли аксіальнопоршневі регульовані насоси з похилим диском і аксіальнопоршневі нерегульовані гідромотори з похилим диском. Виробниками цього класу гідромашин є провідні підприємства «Hamilton Sundstrand», «Eaton» (США), «Danfos» (Данія), «Sauer-Danfoss» (Данія), «Rexroth-Bosch» (Німеччина), «Europarts» (Словаччина), «Гідромаш» (Росія), «Гідросила» (Україна) та ін.

Як свідчить аналіз дефектів гідромашин ОГТ, основним процесом, що приводять їх до втрати працездатності, слід вважати процеси зношування качаючого вузла, а точніше робочих поверхонь поршнів і втулок блоку циліндрів (поршнева пара), торцевих поверхонь розподільника й приставного дна (розподільна пара), і поверхонь п'ята – опора [1, 4, 5].

У процесі експлуатації ОГТ по мірі зношування робочих поверхонь качаючого вузла та збільшення температури РР збільшуються зазори в парах тертя та зменшується тиск нагнітання, що веде до зниження об'ємного і загального коефіцієнта корисної дії (ККД) форвардерів і, як наслідок, до зниження їх продуктивності [5].

Мета роботи. Метою даної роботи є дослідження впливу температури робочої рідини (РР) та зазорів качаючих вузлів гідроагрегатів трансмісії форвардера на його продуктивність.

Основна частина. Як відомо коефіцієнт подачі насоса визначається виразом:

$$\eta_{он} = 1 - \frac{Q_{BT}}{Q_T}, \quad (1)$$

Де Q_{BT} – загальні витоки РР качаючого вузла гідромашини, м³/с; Q_T – теоретична подача качаючого вузла гідромашини, м³/с.

Об'ємний ККД гідромотора визначається виразом:

$$\eta_{ом} = \frac{Q_T}{Q_T + Q_{BT}}. \quad (2)$$

Теоретична подача качаючого вузла гідромашини [2]:

$$Q_T = \frac{\pi \cdot d_n^2 \cdot L_n}{4} \cdot \omega \cdot z_n, \quad (3)$$

де d_n – діаметр поршня, м; L_n – хід поршня, м; ω – номінальна швидкість обертання вала, с⁻¹; z_n – число поршнів у гідромашині.

Загальні витоки РР качаючого вузла гідромашини:

$$Q_{BT} = Q_{BT}^{nl} + Q_{BT}^p + Q_{BT}^n, \quad (4)$$

де Q_{BT}^{nl} – витоку РР у поршневій парі, м³/с; Q_{BT}^p – витоку РР у розподільній парі, м³/с; Q_{BT}^n – витоку РР у п'яті та опорі, м³/с.

Витоку РР через кільцеву щілину поршневої пари з урахуванням ексцентриситету та усереднювання за часом нагнітання мають вигляд [6]:

$$Q_{BT}^{nl} = \frac{\pi \cdot \Delta P \cdot \delta_n^3 \cdot d_n \cdot z_n}{24 \cdot \mu \cdot L_{uz}} \cdot \left(1 + \frac{3}{2} \cdot \left(\frac{e}{\delta_n} \right)^2 \right), \quad (5)$$

де ΔP – перепад тиску рідини в порожнинах перед поршнем і за поршнем, Па;
 δ_n – кільцевий зазор поршневої пари, м; μ – динамічна в'язкість рідини, Па·с;
 L_{uz} – довжина щілини, м,

$$L_3 \leq L_{uz} \leq L_n + L_3, \quad (6)$$

L_3 – довжина закладення плунжера, м; e – ексцентриситет, м.

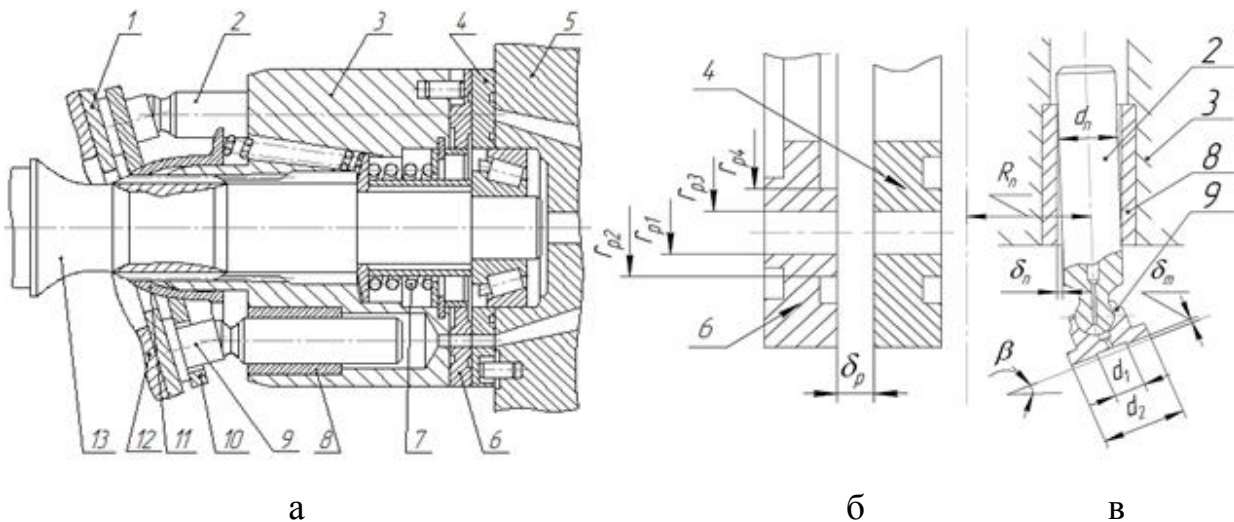


Рисунок 1 – Качаючий вузол гідромашини ОГТ: а) качаючий вузол у зборі; б) схема розподільної пари; в) схема поршневої пари; 1 – опорне кільце; 2 – поршень; 3 – блок циліндрів; 4 – розподільник сталевий; 5 – кришка задня; 6 – розподільник латунний (приставне дно); 7 – пружина; 8 – втулка; 9 – опорна п'ята; 10 – сепаратор; 11 – втулка сферична; 12 – похилий диск; 13 – вал

Тоді середня величина витoku РР через кільцеву щілину поршневої пари в зоні нагнітання прийме вигляд:

$$Q_{BT}^{nl} = \frac{\pi \cdot \Delta P \cdot \delta_n^3 \cdot d_n \cdot z_n}{48 \cdot \mu} \cdot \left(1 + \frac{3}{2} \cdot \left(\frac{e}{\delta_n} \right)^2 \right) \cdot \left(\frac{2L_3 + L_n}{L_3(L_3 + L_n)} \right). \quad (7)$$

Підвищення температури матеріалів поверхонь сполучення приводить до зміни первісного кільцевого зазору δ_n на величину [2]:

$$\Delta \delta_n = \frac{d_e \cdot (1 + \alpha_e \cdot T) - d_n \cdot (1 + \alpha_n \cdot T)}{2}, \quad (8)$$

де d_e – діаметр втулки, м; α_e і α_n – коефіцієнти лінійного розширення матеріалів втулки та поршня, $^{\circ}\text{C}^{-1}$; T – температура середовища, $^{\circ}\text{C}$.

Залежність динамічної в'язкості РР від температури для практичних розрахунків визначається по формулі [13]:

$$\mu = \mu_0 \cdot e^{-c \cdot (T - T_0)}, \quad (9)$$

де μ_0 – початкова динамічна в'язкість РР при температурі T_0 , Па·с; c – емпіричний коефіцієнт [13].

У процесі експлуатації більш інтенсивному зношуванню зазнає втулка поршневої пари, тоді з урахуванням залежностей (8), (9) формула (7) прийме вигляд:

$$Q_{BT}^{nl} = \frac{\pi \cdot \Delta P \cdot \left[(d_n + 2\delta_n) \cdot (1 + \alpha_\epsilon \cdot T) - d_n \cdot (1 + \alpha_n \cdot T) \right]^3 \cdot d_n \cdot z_n}{384 \cdot \mu_0 \cdot e^{-c \cdot (T - T_0)} \cdot \left[\left(1 + \frac{3}{2} \cdot \left(\frac{e}{\delta_n} \right)^2 \right) \cdot \left(\frac{2L_3 + L_n}{L_3(L_3 + L_n)} \right) \right]^{-1}}. \quad (10)$$

Витоку РР через торцевий отвір розподільної пари з урахуванням хвилястості робочих поверхонь у зоні нагнітання за даними роботи [14] і залежності (9) визначаються по формулі:

$$Q_{BT}^p = \frac{\pi \cdot \delta_p^3 \cdot \left(1 + \frac{3}{2} a^2 \right)}{24 \cdot \mu_0 \cdot e^{-c \cdot (T - T_0)}} \cdot \left[\frac{\Delta P + \frac{3}{20} \cdot \rho \cdot \omega^2 \cdot (r_{p2}^2 - r_{p1}^2)}{\ln \left(\frac{r_{p2}}{r_{p1}} \right)} + \frac{\Delta P - \frac{3}{20} \cdot \rho \cdot \omega^2 \cdot (r_{p3}^2 - r_{p4}^2)}{\ln \left(\frac{r_{p3}}{r_{p4}} \right)} \right], \quad (11)$$

де δ_p – торцевий зазор у розподільній парі, м; a – відношення амплітуди хвилястості поверхні до величини зазору; ρ – щільність РР, кг/м³; r_{p1} , r_{p2} – відстань між віссю обертання й, відповідно, внутрішньою й зовнішньою стороною більшого ущільнювального паска (рис. 1), м; r_{p3} , r_{p4} – відстань між віссю обертання й, відповідно, зовнішньою й внутрішньою стороною меншого ущільнювального паска (рис. 1), м.

Підставляючи залежності (8)-(11) у вираження (1), (2) і їх преутворюючи одержуємо коефіцієнт подачі насоса й об'ємний ККД гідромотора, як функцію температури РР і зазорів у поршневих парах качаючого вузла гідромашин ОГТ.

Граничний коефіцієнт подачі насоса з урахуванням гранично-допустимого технічного стану ОГТ складе:

$$\eta_{np} = \eta_0 - 0,2 \cdot \eta_0 \quad (12)$$

Витоку РР у п'яті й опорі (рис. 2.1) в зоні нагнітання з урахуванням залежності (9) приймуть вигляд [15]:

$$Q_{BT}^n = \frac{\pi \cdot \Delta P \cdot \left(3 \cdot \cos \beta \cdot \left(\mu_0 \cdot e^{-c \cdot (T - T_0)} \cdot \omega_\kappa \cdot \left[\frac{R_n}{d_n} \cdot \left(\frac{d_2}{d_n} \right)^2 \cdot \left(1 - \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^2 \right) \right] \right)^2 \right)^{\frac{3}{4}} \cdot d_n^3}{6 \cdot \mu_0 \cdot e^{-c \cdot (T - T_0)} \cdot \ln \left(\frac{d_2}{d_1} \right) \cdot (4 \cdot \Delta P^2)^{\frac{3}{4}}} \cdot \frac{z_n}{2}. \quad (13)$$

де β – кут нахилу опорної п'яти, град; R_n – відстань від осі плунжера до осі блоку циліндра, м; d_1, d_2 – внутрішній і зовнішній діаметри опорного паска п'яти, м.

Через незначну зміну величин витоків у розподільній парі й п'яті в розрахунках прийняті їхні середні величини.

Продуктивність форвардера в загальному вигляді може бути представлена формулою:

$$W = \frac{V}{t_n + t_{mp} + t_p + t_{xx}}, \quad (14)$$

де V – об'єм трелюемого матеріалу; t_n – час навантаження; t_{mp} – час транспортування; t_p – час розвантаження; t_{xx} – час холостого ходу.

При константі відстані транспортування продуктивність форвардера визначається швидкістю руху машини.

Приймаємо, що швидкість транспортування і холостого ходу рівні, тоді:

$$W = \frac{V}{t_n + \frac{L}{v} + t_p + \frac{L}{v}}, \quad (15)$$

де L – відстань транспортування; v – швидкість руху.

Швидкість руху визначається залежністю:

$$v = \frac{K \cdot N_e}{G \cdot (f_k \pm i)} \cdot \eta_{mp} \cdot \eta_\delta \quad (16)$$

де K – коефіцієнт, що враховує частку потужності затрачуваної на привід трансмісії; N_e – ефективна потужність двигуна; G – експлуатаційна вага форвардера; η_{mp} – коефіцієнт корисної дії трансмісії; η_δ – ККД, що враховує втрати потужності на буксування; f_k – коефіцієнт опору коченню форвардера; i – ухил місцевості.

Коефіцієнт корисної дії трансмісії:

$$\eta_{mp} = \eta_{1o} \cdot \eta_{1zm} \cdot \eta_{2o} \cdot \eta_{2zm} \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 \cdot \eta_5 \quad (17)$$

де η_{1o} – коефіцієнт подачі насосу; η_{1zm} – гідромеханічний ККД насосу; η_{2o} – об'ємний ККД гідромотору; η_{2zm} – гідромеханічний ККД гідромотору; η_3 – ККД діапазону коробки швидкостей; η_4 – ККД головної передачі і диференціалу; η_5 – ККД бортових передач.

Підставляючи залежності (3)-(6), (10), (17) у вираз (14) отримуємо продуктивність форвардера, як функцію температури РР та зазорів в поршневих парах качаючих вузлів гідромашин ОГТ:

$$W = \frac{V}{t_n + \frac{2 \cdot L}{\frac{K \cdot N_e}{G \cdot (f_k \pm i)} \cdot \left(1 - \frac{Q_{BT}(\delta_n, T)}{Q_T}\right) \cdot \eta_{12m} \cdot \left(\frac{Q_T}{Q_T + Q_{BT}(\delta_n, T)}\right) \cdot \eta_{22m} \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 \cdot \eta_5 \cdot \eta_6} + t_p}} \quad (18)$$

Моделювання проводиться відносно до форвардера об'ємом трелюємого матеріалу $V = 15 \text{ м}^3$, відстань трелювання $L = 500 \text{ м}$, потужність двигуна $N_e = 110 \text{ кВт}$, вага форвардера $G = 166 \text{ кН}$. Приймаючи всі вищевказані параметри константи крім δ_n і T отримуємо залежність продуктивності форвардера від температури РР та зазорів в поршневих парах качаючих вузлів гідромашин ОГТ.

Результати дослідження. Результати розрахунків продуктивності форвардера представлені на рисунку.

З аналізу графіка на рисунку 2 видно, що продуктивність форвардера, за інших рівних умов, знижується при зростанні температури робочої рідини і зазору в поршневих парах качаючих вузлів насоса трансмісії. При досягненні граничної величини кільцевого зазору поршневої пари $\delta_n \approx 20 \cdot 10^{-6} \text{ м}$ та температури РР $T \approx 60^\circ \text{C}$ трансмісії продуктивність форвардера знижується на 16,7 %.

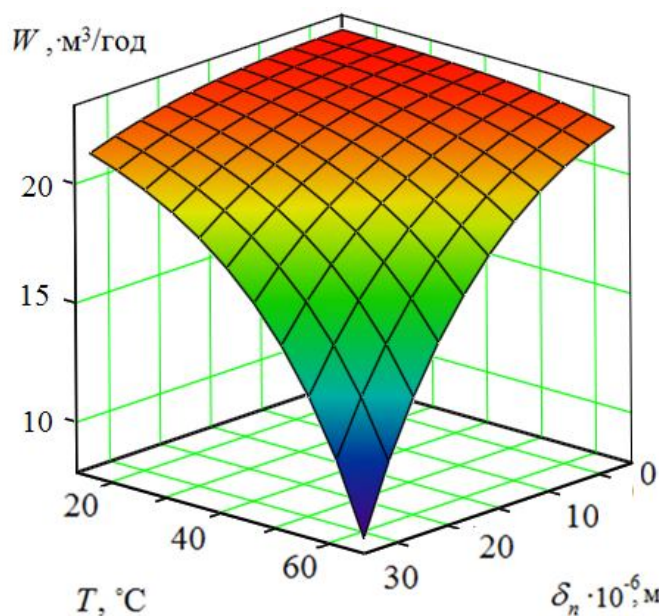


Рисунок 2 – Залежність продуктивності форвардера від температури РР та зазорів в поршневих парах качаючих вузлів гідромашин

Висновки. Проведено теоретичні дослідження впливу температури робочої рідини та зміни зазорів качаючих вузлів гідроприводу трансмісії на продуктивність форвардера показують зменшення продуктивності машини на 16,7% при досягненні гранично-допустимого стану насоса. Для ефективної експлуатації форвардера необхідно проводити своєчасний контроль стану РР

для запобігання інтенсивному зносу і, як наслідок, зниження його продуктивності.

Список літератури

1. Багин Ю.И., Ерахтин Д.Д. Гидросистемы лесозаготовительных машин. – М.: Лесн. пром-сть, 1983. – 232 с.
2. Петров В.А. Гидрообъемные трансмиссии самоходных машин. – М.: Машиностроение, 1988. – 248 с.
3. Надежность объемных гидроприводов и их элементов / [Беленков Ю.А., Нейман В.Г., Селиванов М.П., Точилин Ю.В.]. – М.: Машиностроение, 1977. – 167 с.
4. Лозовский В.Н. Надежность и долговечность золотниковых и плунжерных пар. – М.: Машиностроение, 1970. – 232 с.
5. Лебедев Н.И. Объемный гидропривод машин лесной промышленности. – М.: Лесная промышленность, 1986. – 296 с.
6. Аксиально-поршневой регулируемый гидропривод / [Прокофьев В.Н., Данилов Ю.А., Кондаков Л.А. и др.]. – М.: Машиностроение, 1969. – 496 с.

Аннотация

ОБОСНОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ ГИДРОПРИВОДА НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ФОРВАРДЕРА

Литовка С.В., Косолапов В.Б.

Проведено теоретическое исследование влияния параметров рабочей жидкости гидропривода на техническое состояние трансмиссии и производительность форвардера. Показано, что при увеличении температуры рабочей жидкости и зазоров в поршневых парах качающих узлов гидроприводов трансмиссии происходит уменьшение производительности форвардера, величина которой достигает 16,7% при предельно допустимом состоянии гидромашин.

Abstract

SUBSTANTIATION OF INFLUENCE OF OPERATING LIQUID PARAMETERS OF THE HYDROLIC DRIVE ON THE FORWARDER'S PRODUCTIVITY

Litovka S., Kosolapov V.

Theoretical research of influence of parameters of working fluid of the hydrolic drive on the technical state of the transmission and productivity of forwarder has been conducted. It is shown that at increasing of temperature of the working fluid and the clearance of pumping unit of transmission hydraulics occurs productivity reduction of forwarder which size reaches 16,7 % at a maximum-permissible condition of hydromachines.

УДК 621.891

НАУЧНАЯ ПАРАДИГМА ДОСТИЖЕНИЯ АНОМАЛЬНО НИЗКОГО ТРЕНИЯ В ТРИБОЛОГИИ

Трошин О.Н., к.т.н.

*(Харьковский национальный университет Воздушных Сил
имени Ивана Кожедуба)*

В статье представлена научная парадигма достижения аномально низкого трения и износа в трибологии с позиции современных физических теорий, а также результаты теоретических и экспериментальных исследований аномально низкого трения возникающего в условиях упругого взаимодействия микрорельефа элементов трибосистем.

Введение. Проводя анализ работы трибосистем в условиях аномально низкого трения и изнашивания рядом ученых [1, 2, 3, 4, 5], использовались волны различной природы к структурированию поверхностного слоя, однако, как канал диссипации внешней энергии эта составляющая внешнего трения не рассматривалась.

Одна из первых попыток привлечения волновой составляющей как канала диссипации выполнена в работе [3]. Автор считает, что в условиях аномально низкого трения и изнашивания на поверхности образуется квазиупругий слой, в центральной части которого гипотетически возможна гидродинамическая деформация, а на периферии в переходной зоне следует ожидать интенсивную ротационную упругопластическую деформацию, аналогичную структуре вихреобразование в пристеночном слое при течении жидкости. Такой подход, на наш взгляд, можно считать частным случаем проявления волновой составляющей силы трения как канала диссипации внешне подводимой энергии.

Анализ публикаций. Проводя анализ работ по исследованию ультразвуковых и вибрационных колебаний в трибологии [6, 7, 8], можно сделать вывод, что практически во всех этих работах волновая составляющая силы трения, введенная в выражение для силы трения со знаком минус авторами работ [8, 9], присутствует в виде конечного результата при внешнем волновом воздействии на трибосистему.

Цель исследований. Задачей настоящей работы является формирование научной парадигмы перевода трибосистем от нормального механохимического изнашивания к аномально низкому трению и износу, который обусловлен квазиупругим взаимодействием на пятнах фактического контакта трибоэлементов.

Изложение основного материала. Термодинамический анализ каналов диссипации внешне подводимой энергии при внешнем трении проведенный в работах [7, 10] показал, что существуют два уровня самоорганизации равновесная и неравновесная. В первом случае, существуют диссипативные равновесные структуры, во втором случае диссипативные неравновесные

структуры. Для первого случая равновесие достигается по каналу термодинамической энтропии, а во втором случае саморегулирование происходит по каналу избыточного производства энтропии.

По мнению авторов [11, 12, 13], которые проводили анализ внешнего трения с термодинамических позиций производство избыточной энтропии, может быть только положительным. В тоже время в исследованиях процессов самоорганизации в химических технологиях [14] показано, что в условиях неравновесной самоорганизации производства избыточной энтропии может изменяться, как в положительном, так и в отрицательном направлении. Т.е. признается одновременное присутствие процессов диссипации и антидиссипации, которые могут проходить как с выделением тепла, так и с ее поглощением.

Класс трибосистем, которые работают по этому принципу и созданных в результате естественных эволюционно-трансформационных процессов движения могут быть наделенными свойствами «искусственного интеллекта». Вполне логично применение к анализу таких трибосистем помимо синергетического и термодинамического подходов – кибернетического, который апеллируют прямыми и обратными связями, реализующими принципы эволюции живой биологической материи в неживой.

Так проводя анализ кинетического взаимодействия такого рода трущихся тел В.А. Вейником [15] выдвинута гипотеза о возможности как нулевого, так и отрицательного трения в трибологии на основе признания одновременного присутствия процессов диссипации и антидиссипации при упругом взаимодействии элементов трибосистем. Возможность достижения аномально низкого трения и износа связывается автором работы [16] с необратимым поглощением энергии деформации за счет протекания обратимой упругопластической деформации. Также, как и в работе [15] тепловой эффект при контактном взаимодействии определялся суммой двух составляющих статической и динамической удельных компонентов диссипации энергии

$$q = \Delta u_t + \vec{q},$$

где Δu_t , $\vec{q}$ – статическая и динамическая удельные компоненты диссипации энергии, которая подводится к трибосистеме.

С материаловедческой позиции при обычном трении главными источником накачки в поверхностном слое служат линейные и точечные дефекты в металлах. К точечным относятся энергетические, электронные и атомные. Наиболее распространены энергетические дефекты - фононы - кванты волн растяжения-сжатия и сдвига (звуковые волны). Тепло в кристалле распространяется также в виде механических волн со звуковой скоростью. В квантовой механике распространение звуковых волн, как и электромагнитных, рассматривается как движение частиц – фононов. Энергия фонона, как и фотона, по формуле Планка равна $h\nu$. При аномально низком трении и

изнашивании превалирующее значение при энергообмене имеют именно энергетические дефекты.

Современные представления о трении и износе с позиции синергетики и термодинамики неравновесных систем [8], физических теорий позволили установить физический смысл коэффициента трения, как отношение кинетической составляющей внешнего трения к гравитационной (квазимассой трения совершающей на пути движения работу) [15]. Такой подход уже включает участие волновой составляющей в саморегулирование энергетических потоков и их преобразование (диссипации) трибосистемах обладающих искусственным интеллектом. Основываясь на таком подходе, аномально низкое трение следует рассматривать как пограничное состояние материальной среды такое же, как сверхпроводимость, сверхпластичность и т.д.

Достижения современных физических теорий в области механики твердого деформируемого тела позволяют в корне изменить представления на механизм аномально низкого трения и изнашивания. До настоящего времени в качестве основного принципа инженерии поверхностного слоя в трибосистемах является подбор трибоэлементов создающих в процессе приработки положительный градиент по твердости. В условиях аномально низкого трения и изнашивания отличительной особенностью является переход от пластического контакта к упругому контакту. Это направление теоретически представлено в работе [15] и экспериментально реализовано в работе [9].

В процессе энергетического обмена при аномально низком трении, в котором обеспечивается баланс между молекулярно-механической и волновой составляющей силы трения необходимо учитывать, что волновой канал диссипации энергии преобразует несбалансированную часть внешнего трения во внутреннее трение [17].

Таким образом, критерий необратимости преобразования энергии при аномально низком трении не нарушается и закон сохранения энергии при аномально низком трении и изнашивании соблюдается.

Проведенный анализ механизмов диссипации внешне подводимой энергии позволяет сделать вывод, что совершенство трибосистем μ (коэффициент трения) при аномально низком трении оценивается величиной отношения кинетической F_{fr} и гравитационной N составляющих внешнего трения:

$$\mu = \frac{F_{fr}}{N},$$

С одной стороны – это параметр, характеризующий обобщенно сопротивление относительно перемещению (движению) поверхностей, он отражает долю энергии, которая «уничтожается» трением в виде запасенной скрытой энергии, по отношению к работе внешних сил (энергии внешнего относительного движения). Нагрузка N воспринимается как квазимасса трения, совершающая на пути работу. С другой стороны – это обобщенная характеристика повреждаемости, так как он (коэффициент трения)

определяется плотностью скрытой энергией, характеризующей меру дефектности или совершенства структуры и являющейся обобщенным параметром меры повреждаемости либо безызносности [15].

Принятый нами анализ физического смысла коэффициента трения позволяет выдвинуть научную парадигму реализации условий достижения аномально низкого трения и износа при внешнем трении реальных трибосистем (рис. 1).

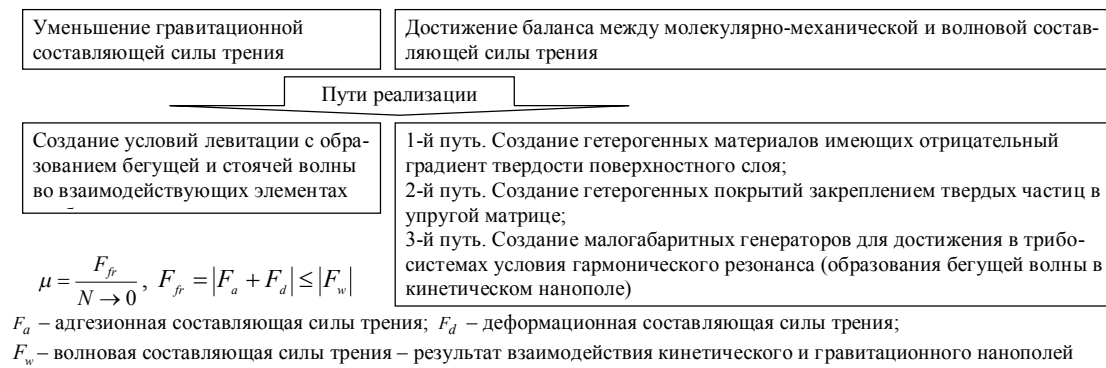


Рисунок 1 – Пути реализации достижения аномально низкого трения и износа в реальных трибосистемах

Экспериментальные и теоретические исследования аномально низкого трения и износа проведенные в соответствии с данной парадигмой [7, 8, 10, 18] позволяет сформировать практические рекомендации по реализации данного эффекта для высоконагруженных элементов агрегатов.

Общим требованием к инженерии поверхности при реализации аномально низкого трения и износа является квазиупругий слой на поверхности трения. Достижения этого условия возможно различными способами, среди которых особое внимание в силу простоты практической реализации следует отнести управление тепловым потоком [7], программное нагружение в процессе приработки [10, 19], создание многослойных покрытий [9], закрепление твердых включений в упругой матрице (например, электроискровой наплавкой).

Проиллюстрируем достижения условий аномально низкого трения и износа в результате экспериментальных исследований, полученных впервые в результате поиска оптимального нагрузочного режима приработки реальных трибосистем [20]. Ранее проведенный анализ дает основания считать, что его достижения возможны только при определенных реологических состояниях реальных трибосистем. Так верхний слой должен быть идеально упругим, под ним упругопластический который позволяет накапливать энергию и высвобождать ее при разрыве внешнего контакта микрошероховатостей. Технологически это может быть проведено по Гиндину-Неклюдову [19]. Для проведения программного нагружения машина трения 2070 СМТ-1 была модернизирована для регулирования скорости нагружения в широком диапазоне значений и возможности проведения импульсного нагружения трибосистемы [21].

Программное нагружение (рис. 2) предусматривает выдержку полного соответствия между ростом прикладываемой нагрузки и скоростью релаксации внутренних напряжений за счет протекания диффузионных и микросдвиговых процессов. После программного нагружения металл становится более однородным по характеру распределения напряжений.

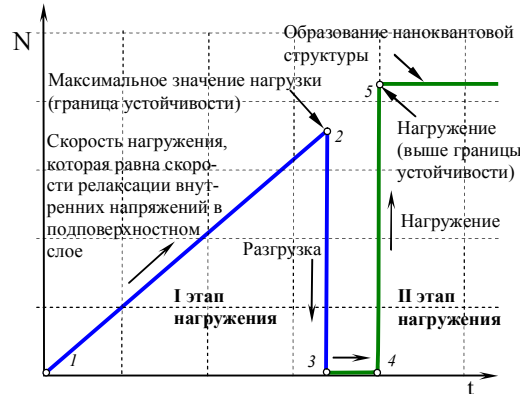


Рисунок 2 – Программное нагружение при переводе трибосистемы на высший уровень неравновесной самоорганизации: 1 – начало нагружения; 2 – граница устойчивости по переходу к повреждению; 3, 4 – достижение максимального однородного распределения напряжений в поверхностном слое; 4 – импульсное нагружение; 5 – точка бифуркации перевода трибосистемы на высший уровень самоорганизации

Импульсное нагружение прикладываемое к трибосистеме, которая находится в квазиравновесном структурном состоянии, приводит к спонтанному переходу различных уровней перемещения пластических деформаций субструктурного микроуровня на мезоуровень [3, 22], который существенно превышает глубину наклепанного слоя. Интенсивная пластическая деформация в этом случае приводит к измельчению зерен до наноквантового уровня и определяет комплекс механического поведения материалов (твердость, пластичность и т.д.) [23, 24].

Эти уровни квантово различаются по степени рассеяния энергии по структурным элементам диссипативных структур, обладающих возрастающей степенью фрактально-геометрического их совершенства, в направлении к точке идеально-упругого (аномально-низкого) трения [15].

Степень совершенства диссипативных структур трения в области совместимости, возможно, оценивать, сопоставляя развороты структурных элементов в пропорции к полному обороту (осцилляции) [21]. В дальнейших исследованиях уровень фрактального совершенства оценивалось нами с использованием данного подхода и математического аппарата теории суперструн Намбу-Гото [25].

Для определения скорости нагружения на первом этапе проводят ступенчатое нагружение в соответствии с рекомендациями [19]. В частности, на рис. 3 представлены результаты перевода трибосистемы от нормального трения к аномально низкому трению и износу трибосистема 30ХГСНА–30ХГСНА в рабочей среде масла М-10Г2к.

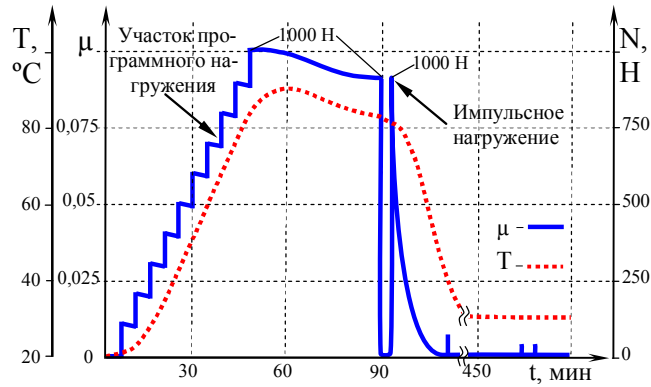


Рисунок 3 – Характер изменения основных трибологических параметров: T – температура в контакте; μ – коэффициент трения; N – нагрузка, при программном нагружении, трибосистема сталь 30ХГСНА – сталь 30ХГСНА

Первый этап деформации – этап накопления скрытой энергии деформации до состояния предразрушения – близкого к критической плотности скрытой энергии [16].

По мере возрастания в деформируемых объемах материала плотности скрытой энергии (упрочнение – механическая активация), скорость процесса деформационного упрочнения уменьшается и асимптотически стремится к нулю. При этом объемы деформируемого металла характеризуются максимальным упрочнением достигается предельно неустойчивое термодинамическое состояние – точка бифуркации.

При импульсном нагружении есть два пути диссипации накопленной скрытой энергии. Первый путь – это разрушение деформируемого объема, связанный с высвобождением накопленной скрытой энергии деформации в результате процессов схватывания [16]. Второй – это путь естественно эволюционный и наиболее благоприятный – реализовать диссипативный процесс и приспособиться к внешним условиям (принцип максимальной надежности). Тем более, что система находится в условиях именно, благоприятствующих развитию второго пути эволюции – равномерного всестороннего сжатия [26].

В нашем случае программное нагружение трибосистемы создает благоприятные условия реализации эволюции трибосистемы (перехода к аномально низкому трению и изнашиванию).

Исследование микротвердости по глубине поверхностного слоя неподвижных элементов данных трибосистем показало, что после программного нагружения поверхностный слой имеет большую твердость, чем базовая трибосистема, и глубина упрочнения увеличивается более чем в 2 раза и достигает 75 мкм.

Особенностью изменения микротвердости при программном нагружении является формирование на глубине 20 мкм области, в которой внешнее трение преобразуется во внутреннее трение. По аналогии с нанесением подслоя в многослойных ионно-плазменных покрытиях. Именно эта область является концентратором потенциальной энергии при контактном взаимодействии,

которая превращается в кинетическую, что формирует кинетическое нанополе, и волновую составляющую силы трения F_w . С термодинамических позиций эта область выполняет функцию энтропийного насоса преобразующего внешнее трение во внутреннее трение. Практическая значимость обнаруженного эффекта состоит в возможности его реализации при конструировании многослойных ионно-плазменных и других износостойких покрытий.

После выполнения программного нагружения, эффект аномально низкого трения и износа сохраняется только на время работы трибосистемы. После перерыва в работе трибосистемы (превалирующее значение имеют именно энергетические дефекты) для нее необходимо повторное выполнение программного нагружения (рис. 3), чтобы вновь синхронизировать все параметры волнового процесса до условий образования в ней бегущей волны.

Выводы. В соответствии выдвинутой гипотезой существования волновой составляющей силы трения физический смысл коэффициента трения представляется отношением кинетической и гравитационной составляющих сил трения. При переходе к аномально низкому трению и изнашиванию кинетическая составляющая является приоритетной.

Установлено, что переход к аномально низкому трению и изнашиванию обусловлено переходом к квазиупругому взаимодействию на пятнах фактического контакта трибоэлементов. Градиент физико-механических свойств поверхностного слоя в этом случае имеет общую закономерность, а именно на поверхности должен находиться квазиупругий слой, под поверхностью упругопластический.

Установлено, что несбалансированная часть внешнего трения в условиях аномально низкого трения и изнашивания переводится во внутреннее трение, поэтому второй закон термодинамики не нарушается.

Список литературы

1. Протасов Б.В. Энергетические соотношения в трибосопряжении и прогнозирование его долговечности: Моногр. / Б.В. Протасов. – Саратов: Изд. Сарат. ун-та, 1979. – 152 с.
2. Владимиров В.И. Проблемы физики трения и изнашивания / В.И. Владимиров // Физика износостойкости поверхностей металлов: Сб. науч. тр. Физико-технический институт, – 1988. – С.8–41.
3. Погодаев Л.И. Структурно-энергетические модели поведения (надежности) материалов при импульсном нагружении / Л.И. Погодаев // Трение, износ, смазка. – 2013. – Т. 15, №57. <http://www.tribo.ru/>
4. Шлихтинг И.И. Теория пограничного слоя. / И.И. Шлихтинг – М.: Наука, 1974. – 712 с.
5. Васильев А.С. Направленное формирование свойств изделий машиностроения / А.С. Васильев и др. – М.: Машиностроение, 2005. – 384 с.
6. Nosonovsky M. Friction-Induced Vibrations and Self-Organization. Mechanics and Non-Equilibrium Thermodynamics of Sliding Contact / M. Nosonovsky V. Mortazavi // Taylor & Francis Group, 2014. 331 p.

7. Стадниченко В. Н. Синергетическая концепция самоорганизации в трибологических системах при управлении тепловым потоком / В.Н. Стадниченко, О.Н. Трошин // Вісник технічного університету «ХП»: зб. наук. пр. Темат. вип.: Технології в машинобудуванні. – Х.: НТУ «ХП». – 2007. – № 17 – С. 49–62.
8. Stadnichenko V.M. Gray's Paradox and Wave Solutions in Explaining Anomalous Low Friction and Wear in Tribology / V.M. Stadnichenko, O.M. Troshin // International Journal of Materials Science and Applications. 2016. Vol. 5, № 1. – P. 23–30.
9. Стадниченко В.Н. Классификация видов наноизноса по значению коэффициента диссипации подводимой внешней энергии к трибосистеме / В.Н. Стадниченко, О.Н. Трошин, Н.Г. Стадниченко и др. // Збірник наукових праць ХУ ПС. – 2011. – № 1. – С. 51-61.
10. Трошин О.Н. Методические аспекты неравновесной самоорганизации трибосистем / О.Н. Трошин, В.Н. Стадниченко, Н.Г. Стадниченко и др. // Системи озброєння і військова техніка. – Х.: ХУПС, 2014. – № 1(37). – С. 233–241.
11. Полак Л.С. Самоорганизация в неравновесных физико-химических системах / Л.С. Полак, А.С. Михайлов. – М.: Наука, 1983. – 286 с.
12. Иванова В.С. Синергетика: прочность и разрушение металлических материалов / В.С. Иванова. – М.: Изд. РАН. – 1992. – 160 с.
13. Погодаев Л.И. и др. Структурно-энергетическая модель изнашивания / Л.И. Погодаев // Трение и износ. – 2001. – Т. 22, №2. – С. 168–172.
14. Хакен Г. Синергетика: иерархии неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах: Пер. с англ. / Г. Хакен – М.: Мир, 1985. – 423 с.
15. Вейник А.И. Термодинамическая пара / А.И. Вейник. – Мн.: Наука и техника, 1973. – 383 с.
16. Федоров С.В. Общие закономерности эволюции трения с позиций самоорганизации и синергизма / С.В. Федоров. – В кн.: Известия КГТУ. – Калининград, 2007. – №11. – С. 22–31.
17. Шевеля В.В. Трибохимия и реология износостойкости: Моногр. / В.В. Шевеля, В.П. Олександренко. – Хмельниц.: ХНУ, 2006. – 278 с.
18. Трошін О.М. Гіпотеза в поясненні аномально низького тертя та зношування в трибології / О.М. Трошін // Проблеми створення, випробування, застосування та експлуатації складних інформаційних систем. – 2015. – Вип. 12. – С. 178–190.
19. Гиндин И.А. Физика программного упрочнения / И.А. Гиндин, И.М. Неклюдов. – К.: Наукова думка, 1979. – 184 с.
20. Стадниченко В.Н. Методика проведения ускоренных ресурсных испытаний аксиально-поршневых гидромашин с применением метода акустической эмиссии / В.Н. Стадниченко, З.Я. Лурье, А.И. Жерняк // Сборник научных трудов ХГПУ. Информационные технологии: Наука, техника, технология, образование, здоровье. – 1998. – Вып. 6. Ч. 2. – С. 64–78.

21. Рубан И.В. Автоматизация процессов лабораторных и стендовых испытаний в триботехнике / И.В. Рубан, О.Н. Трошин, С.В. Смирнов и др. // Системи озброєння і військова техніка. – Х.: ХУПС, 2010. – №3(23). – С. 150–153.
22. Васильев А.С. Направленное формирование свойств изделий машиностроения / А.С. Васильев, Ю.М. Дальский, А.И. Золотаревский. – М.: Машиностроение, 2005. – 384 с.
23. Юркова А.И. Исследование механизма диспергирования железа при интенсивной пластической деформации трением / А.И. Юркова, А.В. Белоцкий, А.В. Бякова // Наносистемы, наноматериалы, нанотехнологии. – 2006. – Т. 4, вып. 2. – С. 483-500.
24. Yurkova A. Mechanical behavior of nanostructured iron fabricated by severe plastic deformation under diffusion flow of nitrogen / A. Yurkova, A. Belots'ky, A. Byakova et. al. // Materials Science Forum. – 2006. – Vols. 503-504. – P. 645-650.
25. Каку М. Введение в теорию суперструн: Пер. с англ. – М.: Мир, 1999. – 624 с.
26. Бриджман П.В. Исследования больших пластических деформаций и разрыва. – М.: Изд. Иностранная литература, 1995. – 444 с.

Анотація

НАУКОВА ПАРАДИГМА ДОСЯГНЕННЯ АНОМАЛЬНО НИЗЬКОГО ТЕРТЯ В ТРИБОЛОГІЇ

Трошін О.М.

В статті представлена наукова парадигма досягнення аномально низького тертя і зношування в трибології з позиції сучасних фізичних теорій, а також результати теоретичних і експериментальних досліджень аномально низького тертя, що виникає в умовах пружної взаємодії мікрорельєфу елементів трибосистем.

Abstract

SCIENTIFIC PARADIGM OF ACHIEVEMENT ANOMALOUS LOW FRICTION IN TRIBOLOGY

Troshin O.

In the article, there is the presented scientific paradigm of achievement anomalous low friction and wear in tribology from position of modern physical theories, and results of theoretical and experimental researches anomalous low friction, that there is tribosystem in the conditions of resilient co-operation of micro relief of elements.

УДК 620.178.15

ОСОБЛИВОСТІ ЕРГОНОМІЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ РОБОЧИХ МІСЦЬ МАШИН ЛІСОТЕХНІЧНОЇ ГАЛУЗІ

Дяченко В.Ю. старший викладач, кафедра ДТСЛК

(Харківський національний технічний університет сільського господарства
ім. П. Василенко)

В роботі представлені теоретичні та практичні основи проектування робочих місць машин лісотехнічної галузі, які б дозволяли створювати оптимальний робочий простір для працюючого оператора та дозволяли б йому виконувати всі необхідні рухи та переміщення при експлуатації та технічному обслуговуванні машин та механізмів.

Вступ. Під робочим місцем розуміється зона, оснащена необхідними технічними засобами, в якій відбувається трудова діяльність виконавця або групи виконавців, спільно виконувати одну роботу або операцію. Організацією робочого місця називається система заходів щодо оснащення робочого місця засобами і предметами праці і їх розміщення в певному порядку. Робоче місце повинно забезпечувати працюючому умови для зручного і безпечного виконання робіт. За рівнем механізації робочі місця діляться на автоматизовані, механізовані та робочі місця, де виконуються ручні роботи.

Аналіз публікації. Дослідження в означеному напрямку проводилися в НДІ Ергономіки м. Києва в науково-дослідній лабораторії О. Муніпова, результати досліджень викладені в дайджесті Наукових досліджень №8-9, 2016 р. НДІ Ергономіки та художнього конструювання.

Задачі дослідження. Окреслити загальні теоретичні та практичні основи проектування робочих місць машин лісотехнічної галузі в контексті експлуатації та технічного обслуговування.

Результати роботи. Робоче місце повинно бути пристосоване для конкретного виду діяльності для працівників певної кваліфікації з урахуванням їх фізичних і психічних можливостей і особливостей.

При конструюванні робочих місць повинні бути враховані наступні основні умови:

- достатній робочий простір для працюючої людини, що дозволяє здійснювати всі необхідні рухи і та переміщення при експлуатації і технічному обслуговуванні;
- на робочому місці не повинно бути нічого зайвого, все необхідне для роботи має перебувати в безпосередній близькості від працюючого;
- оптимальне розміщення робочих місць в виробничих приміщеннях, а також безпечні і достатні проходи для людей, які працюють;
- необхідне природне і штучне освітлення для виконання трудових завдань, технічного обслуговування машин;
- допустимий рівень акустичного шуму і вібрації, яке створюється обладнанням;

- повинні бути передбачені необхідні засоби захисту працюючих від дії небезпечних і шкідливих виробничих факторів;

Конструкція робочого місця повинна забезпечувати швидкість, простоту і економічність технічного обслуговування в нормальних і аварійних умовах, а також повністю відповідати функціональним вимогам і передбачуваним умовам експлуатації.

Для розрахунків ергономічних параметрів робочих місць та виробничого обладнання на основі антропометричних даних при проектуванні, а також для їх вимірювань на робочому місці, слід використовувати уніфіковані бази відліку, які не вимагали б при їх знаходженні складних перерахунків або використання спеціальних пристроїв.

Для розрахунків і вимірювань внутрішніх габаритних параметрів робочого місця за бази відліку приймаються уявні граничні площини, які контактують з найбільш виступаючими всередину робочого простору точками елементів робочого місця, які обмежують розмах рухів і проходження працюючого. Це ведучі частини органів управління, щитки, батареї, плафони, огорожувальний пристрій і т.п.

Базами відліку для розрахунків і вимірювань габаритних параметрів окремих елементів робочого місця (сидіння, щитки, кнопки і т.п.) будуть найбільш виступаючі по висоті, ширині і глибині точки країв вимірюваного елемента робочого місця. Наприклад, загальна висота робочого сидіння розглядається як висота над полом верхнього краю спинки в самому її високому положенні (і при найбільшій висоті сидіння). Бази відліку вільних параметрів робочого місця знаходяться в межах вимірюваного елемента робочого місця. Для кожного параметра вони будуть різні. Наприклад, ширина сидіння вимірюється як пряма відстань між його краями. Для педалі - відстань між центральними точками переднього та заднього краю і т.п. Так як в сучасній науковій і довідковій літературі пре подані в основному статичні антропометричні ознаки, і пропонується система відліку кордонів моторного простору обрана з умовою використання тільки цієї групи ознак.

Вимірювання та розрахунки кордонів досяжності на робочому місці переводять в основних ортогональних площинах: горизонтальній, фронтальній і сагітальній (профільній) проекцій, використовуючи зовнішню систему відліку, поза тілом. Нульові точки відліку розташовуються на наступних площині (рис. 1).

Слід зауважити, що багато з цих площин, крім фронтальної площини, яка паралельна передньому краю обладнання, були використані як бази відліку при вимірах антропометричних ознак. Тому в якості кінцевих точок розрахунків приймають найбільш віддалені від цих площин точки тіла (пальцева точка витягнутої вперед руки; надколінна чашечка; кінцева точка стопи і т.п.) І відповідно ті елементи обладнання, які працююча людина може (або не може) вільно, без напруги, дістати, не змінюючи положення тіла і пози. На кожному робочому місці в кожній ділянці моторного простору кінцеві точки будуть різні (центр кнопки, лобове скло та інше).

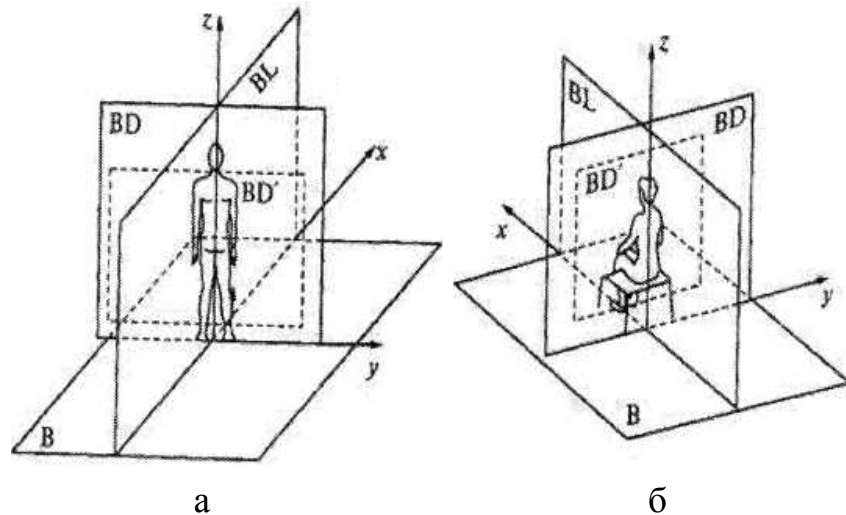


Рисунок 1 – Системи координат, що використовуються при розрахунках ергономічних параметрів робочих місць: а) - в положенні стоячи; б) - в положенні сидючи

Опорні поверхні можуть бути первинними - базовими (рівень статі), і вторинними, які визначаються щодо рівня підлоги (підставка для ніг, педаль, сидіння, підлокітник, робоча поверхня). Висота розміщення органів керування і засобів індикації може вимірюватися як щодо первинної, так і щодо вторинних поверхонь. Вибір поверхні відліку проводиться виходячи з конкретних умов. Висота вторинної поверхні завжди повинна бути визначена відносно базової.

Переднім краєм обладнання слід вважати передній (найближчий до працюючого) край стільниці, панелі пульта, станини верстата або виступаючі за ці краї ведучі частини органів управління (важелі, маховики, педалі і т.п.), тобто ті елементи обладнання, положення яких не дозволяє робітнику підійти ближче до нього.

Для розрахунків співвідношень між висотою робочої поверхні та висотою сидіння і висотою підставки для ніг основною базою для розрахунку служить підлога.

Вибір робочого положення зазвичай визначається: величиною зусиль, які витрачає людина при виконанні тієї чи іншої операції; амплітудою рухів; необхідністю переходити з місця на місце або можливістю зосередити свою роботу на одному місці, а також точністю і темпом виконання трудових операцій.

Так, положення стоячи характеризується нестійкою рівновагою, але в той же час йому властиво більш природне положення хребетного стовпа і грудної клітини, хороші умови для зорового огляду і переміщення.

Однак, воно більше втомлює в порівнянні з іншими положеннями, так як вимагає значної роботи м'язів по утриманню: рівноваги тіла. Тому в положенні стоячи слід уникати фіксованих поз і рекомендується робити перерви для відпочинку.

Робота в позі сидючи є більш раціональною і менш втомлює, так як

зменшується висота центру ваги над площею опори, підвищується рівновага тіла, знижується напруження м'язів, знижується навантаження на серцево-судинну систему, що зменшує енергетичні витрати організму на 10-20%. У цьому положенні краще виконувати роботу, що вимагає точності руху. Однак тривале перебування в положенні сидючи скорочує зони досяжності і зменшує силові можливості, сприяє появі патологічних явищ (сутулості, радикуліту і т.д.), можуть виникнути застійні явища в органах малого тазу, може бути ускладнення роботи органів кровообігу і дихання [1-8].

Положення лежачи допускається у виняткових випадках, так як воно різко обмежує моторні функції людини, погіршує моторну координацію і зменшує зону огляду. Виконання операцій лежачи супроводжується виснажливою статичною роботою, пов'язану з напругою шийних м'язів і плечового пояса при утриманні голови і рук. Для роботи в положенні лежачи слід передбачати спеціальні пристосування, що зменшують статичну напругу (опори для голови та ін.)

При проектуванні трудової діяльності необхідно вірно вибирати робочу позу. Термін «робоча поза» позначає найбільш часте і переважно оптимальне розташування частин тіла при виконанні трудових операцій. Збереження тієї чи іншої робочої пози відбувається за активної участі нервово м'язової системи. Робоча поза завжди динамічна. Її зміна пов'язана з робочими рухами. При цьому слід враховувати те, що найбільш шкідливим є не стільки сама поза, скільки час, на протязі якого людина в ній знаходиться. Незручна поза викликає стомлення, викривлення хребта, сутулість і інші деформації тіла, що призводять до професійних захворювань. Оптимальна робоча поза служить вихідним моментом при розрахунках розмірів досяжності для рук і ніг в межах моторного простору.

Зміна пози призводить до перерозподілу навантаження на групи м'язів, покращує кровообіг, зменшує монотонність роботи. Тому, там, де це сумісно з технологією і умовами виробництва, необхідно передбачати виконання роботи як стоячи, так і сидючи для того, щоб робочі на свій розсуд могли змінювати положення тіла. Розміри робочої зони залежать від конструктивних особливостей машини, що обслуговуються і визначаються або експериментально, або за допомогою макетів і моделей.

У кожному робочому русі виділяють чотири складові: механічну, фізіологічну, психічну і функціональну. Механічна і фізіологічна складові робочих рухів характеризуються просторовими (форма, напрямок і т.д.), силовими (напрямок, величина зусиль) та швидкісними параметрами.

Функціональна складова ділить всі робочі рухи на основні та допоміжні.

Раціональна організація робочих рухів створює умови для зниження втоми і підвищення працездатності людини.

При конструюванні робочого місця необхідно забезпечити виконання трудових операцій в межах зон досяжності моторного поля.

Моторне поле - це простір робочого місця з розміщеними органами управління та іншими технічними засобами, в якому здійснюються рухові дії

людини при виконанні робочого завдання. Робочі зони досяжності діляться на оптимальну, зону легкої досяжності і зону досяжності. При конструюванні устаткування необхідно забезпечувати зони оптимальної і легкої досяжності моторного поля робочого місця.

При конструюванні необхідно також забезпечувати оптимальну зону інформаційного поля робочого місця. Під інформаційним полем розуміють простір робочого місця з розміщеними засобами відображення інформації.

Оптимальне положення працюючого повинно бути забезпечено конструкцією виробничого обладнання та організацією робочого місця. Досягається оптимальне робоче положення регулюванням висоти робочої поверхні. Значення регульованих параметрів слід вибирати по номограмі (рис. 2) в залежності від тяжкості праці і зростання працюючого.

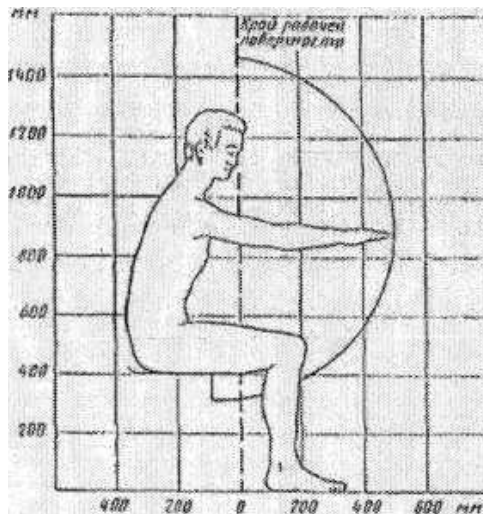


Рисунок 2 – Зона досяжності моторного поля у вертикальній площині в положенні сидячи.

При проектуванні промислового обладнання потрібно враховувати витрати робочої сили в процесі праці. При роботі людини активізується діяльність зорово-мозкового апарату, в результаті чого людина стомлюється і перевтомлюється. Це різко знижує увагу, порушує координацію рухів. З'являються дефекти в роботі, знижується продуктивність праці.

Тому поряд з розмірами людського тіла, художнику-конструктору необхідно знати анатомо-фізіологічні особливості людини: функціональні можливості м'язів, зусилля, котрі здатна розвинути людина, розподіл маси людського тіла, анатомію внутрішніх органів і особливості їх функціонування в залежності від пози людини.

Тумблери, що застосовуються в якості вимикачів і перемикачів і вимагають двох або трьох дискретних положень, розміщують на панелях горизонтальними рядами, причому відстань між приводними елементами сусідніх тумблерів повинне бути не менше 20 мм. У поворотних вимикачах і перемикачах, які потрібні для плавних або східчастих регулювань і перемикачів, відстань між поворотними ручками має бути не менше 20 мм при

раціональному куті повороту не більше 80° , причому в граничних положеннях вимикачі повинні мати стопорні фіксатори.

Центри обертання маховиків або штурвалів, застосовуваних для обертання, повороту, переміщення супорта або інструменту, повинні розташовуватися на висоті 900...1050 мм від підлоги (при роботі в положенні стоячи) або 230 мм від поверхні сидіння (при роботі в положенні сидячи). Ножні педалі повинні бути шириною не менше 60 мм і мати рифлену поверхню і т.д.

Оптимальна поза людини в процесі трудової діяльності забезпечує високу працездатність і продуктивність праці. Неправильне положення тіла на робочому місці призводить до виникнення статичної втоми, зниження якості і швидкості виконання роботи, а також знижує реакцію на небезпеку. Нормальною робочою позою слід вважати таку, при якій працівнику не потрібно нахилитися вперед більше ніж на $10-15^\circ$; нахили назад і в сторони небажані; основна вимога до робочої пози - пряма постава [4, 5].

При розрахунку параметрів робочих місць і обладнання з використанням антропометричних даних необхідно враховувати, що не рекомендується:

- розраховувати параметри обладнання і робочих місць на основі тільки середніх арифметичних значень антропометричних ознак;
- користуватися антропометричними даними 20-25-річної давнини;
- користуватися джерелами (довідники, монографії тощо), в яких не вказані рік збору матеріалу, стать, вік контингенту досліджуваних.
- використовувати розміри тіла, виміряні в положенні стоячи, при розрахунках параметрів робочих місць, призначених для роботи сидячи;

При передачі інформації про аварійну ситуацію на перше місце виходить слуховий канал сприйняття, так як він володіє вираженою здатністю до екстреної мобілізації. Звуковий сигнал, крім того, добре сприймається незалежно від місця розташування його джерела по відношенню до оператора. Зоровий канал сприйняття при передачі аварійної інформації також досить ефективний, але джерело інформації повинно завжди перебувати в полі зору. Особливо важливе значення набуває цей канал в умовах інтенсивного шуму. Шкірний канал сприйняття також може бути використаний при прийомі сигналу тривоги, в цьому випадку найчастіше використовується больова чутливість, але цей питання ще вимагає додаткового вивчення [4, 6].

При сприйнятті інформації, що розрізняється за кількома ознаками, зоровий канал дозволяє сприймати великий об'єм інформації, завдяки здатності до поелементного аналізу великого числа окремих складових складного сигналу. Для слухового каналу загальний набір сприймаються багатовимірних сигналів менше, ніж для зорового. Шкірний канал в цьому випадку має ще меншими можливостями, ніж слуховий.

При передачі інформації про стан об'єктів в просторі найбільш повну інформацію дає зоровий канал, завдяки широкій можливості оперування просторовими зоровими образами. Шкірний канал при передачі цієї інформації можемо поставити на друге місце. Він забезпечує визначення положення

об'єкта в просторі по двох координатах при безпосередньому зіткненні з об'єктом і при дистанційному визначенні за рахунок частоти тактильних сигналів і їх локалізації. Слуховий канал дає можливість визначити зміну положення об'єкту в просторі тільки по одній координаті.

При сприйнятті тимчасових інтервалів найбільшу точність забезпечує слуховий канал, найменшу - зоровий канал.

Висновки. Сприйняття інформації в основному здійснюється зоровим (90%), слуховим (9%) і тактильним (близько 1% загального обсягу інформації) аналізаторами.

Зоровим аналізатором сприймаються форма, колір, яскравість і рух предметів. Можливість розрізнення певного предмета на тлі інших предметів визначається його контрастністю.

Ергономічні вимоги до засобів відображення візуальної інформації встановлюють розміри і конфігурацію знаків, сигналів, кути їх огляду і відстані від спостерігача, вид контрасту зображення і навколишнього фону, колір світлових зображень, яскравість, частоту мигтіння, швидкість переміщень, умови зовнішньої освітленості зображення.

Список літератури

1. Барташевич А. Мельников О. Основы художественного конструирования, Минск, «Высшэйшая школа», 1988.
2. Григорьев Е.Н., Мунипов В.М., Чучалин Л.К. Состояние и тенденции эргономических исследований и разработок в сфере создания тракторов и сельхозмашин. Эргономика № 28, М., 1999.
3. Даниляк В.И., Мунипов В.Н., Федоров М.В. Эргодизайн, конкурентоспособность, качество продукции. М., Издательство стандартов, 2006.
4. Забродин Ю.М., Зазыкин В.Г. Основные направления исследований деятельности человека-оператора в особых и экстремальных условиях. М., Машиностроение, 2011.
5. Проблемы эргономической оценки изделий культурно-бытового назначения / Труды ВНИИТЭ, серия Эргономика, выпуск 24, М., 2009.
6. Рыжов Б.Н., Сальницкий В.П. Методика оценки уровня психической напряженности у операторов М., Машиностроение, 2003.
7. М. Шмидт. Эргономические параметры. М., Мир, 1992.
8. Ergo-sphere & Human being № 3, №4, 2010 NY, ARTE, BOX 2312\PO 47

Аннотация

ОСОБЕННОСТИ ЭРГОНОМИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАБОЧИХ МЕСТ МАШИН ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ ОТРАСЛИ

Дяченко В.Ю.

В работе представлены теоретические и практические основы проектирования рабочих мест машин лесотехнической отрасли, позволяющих

создавать оптимальный рабочее пространство для работающего оператора и позволяли бы ему выполнять все необходимые движения и перемещения при эксплуатации и техническом обслуживании машин и механизмов.

Abstract

DESIGN FEATURES ERGONOMIC JOBS OF MACHINES FORESTRY

Dyachenko V.

The paper presents theoretical and practical basis for designing jobs Forestry machines industry, which would allow to create optimal work space for the operator and worker would allow it to perform all the necessary movements and moving the operation and maintenance of machines and mechanisms.

CARBON DIOXIDE, FORESTS, AND THE KYOTO-PROCESS

Serge Shkurski, V. Dyachenko

*Dalhousie University, Faculty of Agriculture, Truro, Nova Scotia, Canada;
Kharkiv National Technical University of Agriculture. P. Vasilenko, Ukraine*

The questions and tasks of IPCC was considered in order to review all available scientific, technical and socio-information pertinent to the topic of climatic change

Actuality. A possible fast climatic change has become an important issue of scientific discussion (e.g. Anonymous 2012a, Kohl & Kühr 2014). In view of the very complex interactions between the anthropogenic emissions and the climate of the world and in order to avoid too much controversial discussions within the scientific community and to provide solid information for the necessary political decisions, the WMO (World Meteorological Organization) and the UNEP (United Nations Environment Programme) established in 1988 the IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change; <http://www.ipcc.ch/index.html>).

Research purpose. The task of the IPCC is to review all available scientific, technical and socio- economical information pertinent to the topic “climatic change” which is lished in the peer-reviewed literature and to reveal the results in form of reports. The first report appeared in 1990 (Houghton et al. 1990, Tegart et al. 1990) and served as the scientific basis for the Rio-Conference in 1992 where the Agenda 21 was passed by the governments of the world. There is now an almost unanimous agreement in the scientific community that the increase in carbon dioxide concentration of the atmosphere is mainly responsible for the observed global increase in the temperature of the earth and that the global warming has to be reduced or at least the increase to be stopped (Forrest 2015).

Exposition of basic material. The Rio-Conference was followed up by several other conferences in which special problems were discussed. The conference in Kyoto (1997) focused on the greenhouse gas, especially the carbon dioxide problem. In the Kyoto-Protocol, the governments of the world agreed upon a massive reduction of the present greenhouse gas emissions. This protocol is now ratified by most of the governments of the world, except the USA, Australia and a few other countries. It is now in force as a law in the European Union (http://unfccc.int/essential_background/kyoto_protocol/items/3145.php).

The monoethanol amincarbon dioxide complex, which is formed during this reaction, is then processed in such a way that the monoethanol amine is regenerated and the carbon dioxide is recovered. After the chemical isolation, the CO₂ is liquefied under a pressure of 110 bars (Anonymous 2003a).

The capacity of a typical power plant is about 600 MW. It produces about 500 t carbon dioxide per hour. For the absorption of this amount of carbon dioxide, about 16,000 m³ of monoethanol amine have to be circulated. The carbon dioxide absorption reduces the efficiency of the power plant by 10-15 percent points (which in a modern plant with an efficiency of 50% corresponds to a reduction in the electricity production of 30%). The carbon dioxide absorption requires a doubling of the investment costs. The cost of the carbon dioxide production under such conditions is estimated to be in the range of 45 \$/t CO₂ - this price has been declared as the target for a R&D (Research & Development) project on sequestering CO₂ from flue gases that is carried out at present by the Lurgi AG, Frankfurt, Germany (Plass 2014).

To summarise this concept of CO₂-reduction strategies, two points are very clear:

This option is pretty expensive. Howard Herzog from the MIT (Massachusetts Institute of Technology) in his closing words of the conference of the National Research Council of the National Academies of the USA in 2012 discussed final prices in the range between 100 and 200 \$ per ton of sequestered carbon or 30 – 60 \$ per ton of carbon dioxide (Herzog 2016).

The best what can happen to the sequestered carbon dioxide is that it stays at the place where it is finally stored. It will be not useful for anything else.

The potential of afforestations for carbon dioxide sequestration is presented in Table 1. Under European conditions, fast growing tree species like willow (Christersson 1986), poplar (Heilman & Stettler 1984) or grand fir (Kramer 1984), produce about fifteen to twenty tons of round timber per ha. This amount of timber is equivalent to 27-36 tons of carbon dioxide. In addition to this sequestration in the form of timber, a stand absorbs much more carbon in the form of leaves, twigs and humus. A balance of the total carbon dioxide binding was made for an afforestation project financed by the World Bank in the frame of the Prototype Carbon Fund (Brown et al. 2002). From these data it is obvious that an afforestation with fast growing tree species has a much higher efficiency in carbon dioxide sequestration than annual agricultural crop plants could ever have (see also Chapter 4 of this book). The question which then arises is: How much land would be available for such afforestations without impeding the production of food and fodder?

At present, about 26 billion tons carbon dioxide annually are worldwide emitted. To sequester this amount by afforestation, one would need 480 million ha tropical dry forest or 3 billion ha desert area, given the present values of biomass production for the different regions. In the last century alone, about 1 billion ha of land has been severely degraded by converting tropical forests into not very fertile agricultural soils which eventually lost their fertility. During the same time, the Sahara desert has spread by about 100 km to the south which converted an area of about 520 million ha land into a desert. In addition, massive soil degradation has taken place owing to inadequate agricultural techniques which afflicts about

1.1 billion ha land (Lal 2015) in view of the modern afforestation techniques, which will be outlined below, there is no reason to believe that these degraded soils cannot eventually be afforested again (see also Chapters 3 and 4 of this book). Although the success of Keren Kayemeth LeIsrael with regard to desert afforestation is really stunning, not all stands are suitable for the techniques the Israelis are using. Also, not for every stand a suitable novel tree can be found which is able to grow on it right away. However, we discovered that stands where trees fail to grow in many cases can be afforested with the help of hydrogels

Hydrogels in general are by now an almost integral part of our modern culture. They are the "miracle substances" in the diapers which keep the babies dry for the whole night. Hydrogels are crosslinked polyacrylates of very high molecular weights. These substances very fast bind water, up to 400 times their weight. This rapid and reversible absorption of water will take place also when the hydrogel is dispersed in soil. When the soil starts to dry out, the water which is stored in the hydrogels is helping the plant to survive the drought (Hüttermann et al. 2015)

The most comprehensive field experiments with hydrogels so far have been conducted by Prof. Ma Huancheng, Southwest Forestry College Kunming, in the eroded areas of the drainage basin of the upper Jangtze river in Yunnan, China. The survival of the plants treated with hydrogels was twice as high as of the plants cultivated without the hydrogel. An amendment of the soil in the plant hole with 40 g hydrogel was enough for the survival of the trees. These results were confirmed in the meantime for other tree species in other parts of the hot dry valleys (Ma & Nelles-Schwelm 2016 Based on the results of the afforestations employed so far, it is now planned to until 2010 afforest several hundred thousand hectares of degraded lands all over China (Ma, personal communication).

The Kyoto-Protocol includes afforestation and the subsequent use of the wood as a sink for reducing the carbon dioxide content of the atmosphere. Thus, a "pure" afforestation could lead to a profit, if the carbon dioxide which is bound in the standing timber could be certified and these certificates sold accordingly.

Fig. 1 shows that the price for the ton of carbon dioxide sequestered by afforestation is a clear function of time. The longer the forest is allowed to grow, the lower the price for carbon dioxide sequestration will be. This is true, however, only for the first 20 years of stand age. Owing to the imputed interest – in this calculation set to 5% - the prices increase again after 20 years.

A comparison between the development of the price for carbon dioxide and the net discounted revenues for afforestations reveals that only under Chinese economical conditions it will be possible to grow forests exclusively for the purpose of carbon dioxide sequestration.

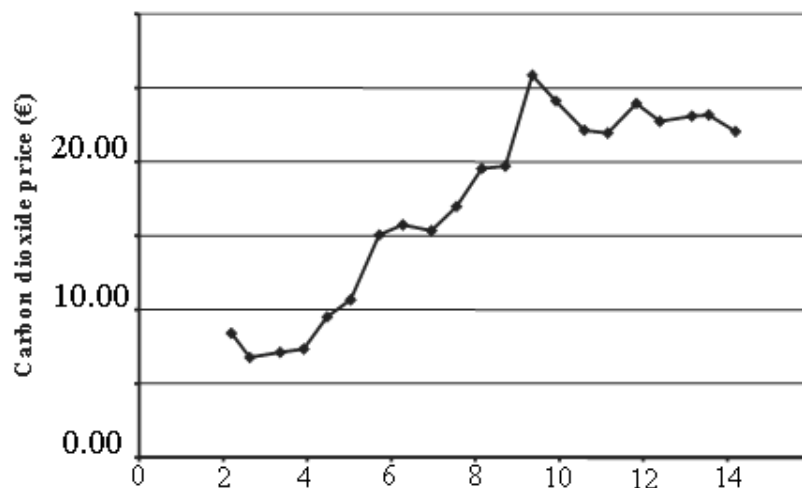


Figure 1 – Development of the price for carbon dioxide at the European Energy Exchange, Leipzig
(http://www.eurexchange.com/about/company_info/subsidiaries/sub_eex.html)

For “Third World” countries, meaningful participation in the Kyoto-Process would be to establish a sink for carbon dioxide via afforestation with subsequent conversion of the biomass to electrical energy and/or liquid fuel.

This approach would indeed result into a double income from the produced timber: first from the sale of the product and second for the carbon dioxide sequestration. The return of such a venture would be about 240% annually with regard to the invested capital (Fig. 2).

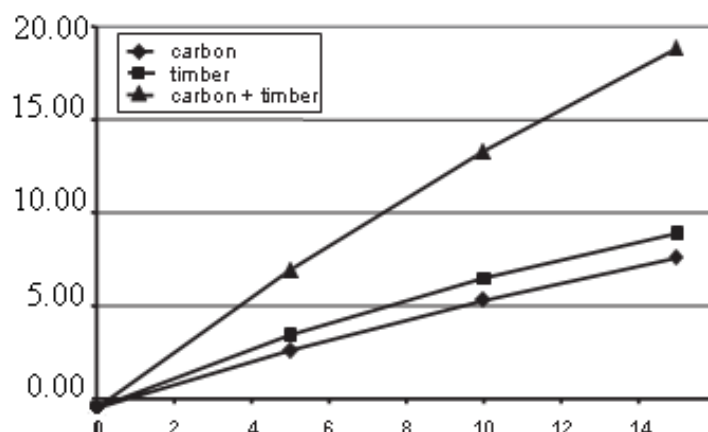


Figure 2 – The following options exist for utilising the such produced timber in a way that is compatible with the Kyoto-Protocol and certifying process.

Conversion of the wood to charcoal: In the Prototype Carbon Fund project: “Plantar Sequestration and Biomass Use” (De Ferranti et al. 2002), it is planned to plant in Brazil 23,000 ha of high yield clones of *Eucalyptus* spec. in order to produce charcoal for the pig iron manufacture.

Conversion of biomass to chemical feedstock and synthetic fuels: The conversion of wood to diesel or methanol is the most efficient way to produce chemical fuels from biomass. A small plant would require about 300,000 t of timber per year to produce 150,000 tons of methanol or 75,000 tons of diesel oil (Plass & Reimelt 2007; see Chapter 6 of this book)

Burning at high temperatures in high-tech furnaces to process either cement, lime, tiles, ceramics, or ore: An average German cement plant needs about 1.4×10^6 GJ energy per year. To supply this energy via afforestations, one has to produce about 366,000 t of dry woody biomass per year (Marton & Alwast 2002).

Conclusions

An afforestation in “Third World” countries as depicted above with subsequent conversion of the major part of the biomass to fuel would be beneficial to the world in several ways:

Carbon dioxide would be removed from the atmosphere.

Fossil fuel would be substituted with commodities from renewable resources.

The project would be a model for a sustainable economy. It would show that it could be possible to establish a sustainable world economy without drastically changes in the machinery which is needed for our present way of life.

List of literature

1. Brown, S., Phillips, H., Voicu, M., Abrudan, I., Blujdea, V., Pahontu, C. & Kostyushin, V. (2002). Romania afforestation of degraded agricultural land project. Baseline study, emission reductions. Projection and monitoring plans. World Bank, Prototype Carbon Fund

2. Christersson, L. (1986). High technology biomass production by *Salix* clones on sandy soils in southern Sweden. *Tree Physiology*, 2, 261-272.

3. De Ferranti, D., Vinod, T., Redwood, J., Kornexl, W. & Newcombe, K. (2002). PCF MINAS GERAIS PLANTAR PROJECT, Plantar sequestration and biomass use. <http://carbonfinance.org/pcf/router.cfm?Page=Projects#1>.

4. Heilmann, P.E. & Stettler, R.F. (1985). Genetic variation and productivity of *Populus trichocarpa* and its hybrids. II. Biomass production in a 4-year plantation. *Canadian Journal of Forest Research*, 15, 384-388.

5. Herzog, H. (2003). The top ten things you should know about carbon sequestration. In: Anonymous (Ed.) *The carbon dioxide dilemma, promising technologies and policies*. National Academy of Engineering, Board on Energy and Environmental Systems, The National Academies Press, Washington, D.C., <http://fermat.nap.edu/books/0309089212/html>.

6. Hui, C.-M. & Yang Y.-M. (1998). Timber bamboos and their industrialized utilization in Yunnan, China, 1998. Yunnan Science and Technology Publishing House, Kunming, China.
7. Hüttermann, A., Zomorodi, M. & Reise, K. (1999). Addition of hydrogels to prolong the survival of *Pinus halepensis* seedlings subjected to drought. Soil & Tillage Research, 50, 295-304.
8. Keeling, C.D. & Whorf, T.P. (2005). Atmospheric CO₂ records from sites in the SIO air sampling network. In: Anonymous (Ed.) Trends: A compendium of data on global change. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tennessee, <http://cdiac.ornl.gov/trends/co2/sio-mlo.htm>.
9. Marton, C. & Alwast, H. (2002) Report: Operational experiences and legal aspects of co-combustion in Germany. Waste Management and Research, 20, 476-483.
10. Tegart, W.J.McG., Sheldon, G.W. & Griffiths, D.C. (Eds.) (1990). Impacts assessment of climate change – Report of working group II. Australian Government Publishing Service, Canberra, Australia.
11. Tiessen, H., Feller, C., Sampaio, E.V.S.B. & Garin, P. (1998). Carbon sequestration and turnover in semiarid savannahs and dry forest. Climatic Change, 40, 105-117.
12. Watson, R.T., Noble, I.R., Bolin, B., Ravindranath, N.H., Verardo, D.J. & Dokken, D.J. (Eds.) (2000) Land use, land-use change, and forestry. Special report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Анотація

ПРОБЛЕМА ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗУ ТА ЛІСНИХ МАСИВІВ В КОНТЕКСТІ КІОТСЬКОГО ПРОТОКОЛУ

Шкурські С.Ю. (Канада), Дяченко В.Ю. (Україна)

В статті розкриваються проблеми кліматичних змін, на яку опирається програма дослідження оточуючого середовища ООН 2016 року та Кіотський протокол а також проблеми регуляції вуглекислоти в лісних масивах Європи та Північної Америки.

РОЗДІЛ 3
ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 658.7

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕВЕЗЕНЬ
ОРГАНІЗАЦІЙНИМИ ШЛЯХАМИ НАДАННЯ ТРАНСПОРТНИХ
ПОСЛУГ**

**Попович П.В., д.т.н., проф., Мурований І.С., к.т.н., доц,
Шевчук О.С., к.т.н., ст. викл.**

*(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)
(Луцький національний технічний університет)*

Обґрунтовано підвищення ефективності технологій перевезень організаційними шляхами з урахуванням залежності процесів транспортування від рівня кваліфікації фахівців зайнятих у галузі надання транспортних послуг. Досліджено проблеми організації перевезень з позиції безпеки як системну технологію забезпечення раціонального рівня безпеки всіх учасників дорожнього руху з обґрунтуванням стратегії і тактики підготовки підвищення рівня кваліфікації фахівців, діяльність яких пов'язана з наданням послуг у сфері автомобільного транспорту і державних органів.

Вступ. Для визначення вартості перевезень визначено чинники, що впливають на ціну максимально, які враховано шляхом розрахунку нормованих коефіцієнтів багатовимірної регресії, встановлено, в порядку зменшення, величини впливу чинників на формування ціни наданих транспортних послуг: витрати на паливо-мастильні матеріали, накладні витрати, дорожні збори, витрати на оформлення документів і витрати на відрядження [14]. Всі вказані фактори мають пряму кореляцію з рівнем кваліфікації персоналу в сфері транспортних технологій. Оцінкою рівня аварійності встановлено, в Україні у ДТП на 100 тис. населення випадків смертельного травматизму удвічі більше порівняно з країнами ЄС [1, 3, 4, 10, 11], проблемою залишається висока аварійність. Забезпечення достатнього рівня безпеки є загальнонаціональним пріоритетом, спрямованим на зниження темпів зростання аварійності, враховуючи висхідні показники росту кількості транспортних засобів [2, 5, 7, 11, 15, 16] у тому числі як наслідок росту ринку перевезень [12, 13, 15, 16]. Встановлено [1], протягом 2010-2016 рр. на ринку автомобільних транспортних послуг зареєстровано близько 15 тис. перевізників, які не мають профільної освіти та досвіду організації, що негативно впливає на стан безпеки на автомобільних шляхах, відповідно на вартість перевезень. При умові забезпечення органами державної влади послідовної й цілеспрямованої

політики в галузі безпеки дорожнього руху з урахуванням рекомендацій вітчизняних та іноземних фахівців, однією з вагомих проблем є відсутність в Україні окремої державної організації, яка б проводила б постійний моніторинг ситуації з безпекою дорожнього руху з видачею об'єктивних оцінок даної ситуації, динаміка окремих показників у досліджуваній сфері доводить погіршення стану, зокрема, кількість дорожньо-транспортних пригод, що були скоєні з вини водіїв ліцензованого транспорту за 2015 рік зросла на 31,8%, при суттєвому рості числа осіб, які загинули та були травмовані в ДТП [1], також управлінням безпеки дорожнього руху МВС України оприлюднено підтверджуючі вказаний тренд попередні статистичні дані щодо аварійності на автошляхах України за 12 місяців 2015 року [2-4]. За інформацією парламентських слухань [2, 4], в порівнянні з країнами ЄС, Україна має низькі показники безпеки дорожнього руху, що призводить до значних людських, і як наслідок економічних втрат, причиною чого є високі рівні смертності і травматизму на дорогах. За даними ВООЗ, в Україні рівень смертності від дорожньо-транспортних пригод за досліджуваний період складає 12 осіб на 100 тисяч населення, доведено, що ДТП є першою за поширеністю причиною смерті населення України у віці 15 - 24 роки та другою за поширеністю у віці 5 – 14 років, як економічний аспект, соціально-економічні втрати України від дорожньо-транспортного травматизму становлять 4,5 млрд. дол. США, що включає матеріальні витрати, пов'язані з пошкодженням майна та зниженням продуктивності праці, а також людські втрати через травми, або смерть в результаті ДТП [3, 5]. Протягом 2015 року на автомобільних дорогах України з вини водіїв ліцензованого автомобільного транспорту сталося 217 ДТП, в яких 33 особи загинули та 536 отримали травми різного ступеня тяжкості (за аналогічний період 2010 року допущено 208 ДТП, в яких 85 осіб загинули та 504 отримали травми), з них із вини водіїв автобусів сталося 191 ДТП, у яких 29 осіб загинули та 498 отримали травми [2- 4]. Система організації дорожнього руху як винятково організаційно – технічна діяльність з організації дорожнього руху (оснащення засобами регулювання руху, ін.) не є раціональною з позиції забезпечення адекватності параметрів всіх компонентів багатофакторної автомобільної транспортної системи.

Метою роботи є підвищення ефективності технологій перевезень організаційними шляхами з обґрунтуванням стратегії і тактики підготовки підвищення кваліфікації фахівців, діяльність яких пов'язана з наданням послуг у сфері автомобільного транспорту і державних органів в рамках спільної роботи по забезпеченню безпеки дорожнього руху .

Зростання рівня аварійності на дорогах, показники якої протягом останніх п'яти років погіршуються визначається: постійно зростаючою мобільністю населення, зменшенням кількості осіб, перевезених громадським транспортом з одночасним пропорційним збільшенням числа осіб, перевезених власним транспортом, зростаючим трендом диспропорції між збільшенням кількості автомобілів і довжиною вулично-дорожньої мережі, що не розрахована на існуючу на даний час кількість сучасних транспортних потоків,

також недостатній рівень кваліфікації фахівців, діяльність яких пов'язана з наданням послуг у сфері автомобільного транспорту. На сьогодні забезпечення автомобілями, в містах, перевищив 200 шт. на 1 тис. жителів, причому дорожньо-транспортна інфраструктура відповідає рівню 60-100 шт. на 1 тис. жителів, за період 2005-2015 рр. процес автомобілізації особливо інтенсивний, немає підстав вважати, що дані темпи будуть знижені [2, 6, 8]. Проблема аварійності, пов'язаної з автомобільним транспортом, за останні 5 років, порівнюючи тренди з аналогічними показниками ЄС набула особливої актуальності в нашій країні у зв'язку з невідповідністю дорожньо-транспортної інфраструктури потребам суспільства і держави у забезпеченні безпеки дорожнього руху, недостатньою ефективністю функціонування системи забезпечення безпеки дорожнього руху і низькими рівнем компетенцій та дисципліною учасників дорожнього руху [2, 3, 5, 7, 8, 17].

Недоліками організації перевезень з позиції безпеки є застарілі системи підготовки та перепідготовки водіїв, інструкторів з водіння та підвищення кваліфікації керівників і спеціалістів, діяльність яких пов'язана з наданням послуг автомобільного транспорту. Обґрунтування стратегії підвищення кваліфікації фахівців, діяльність яких пов'язана з наданням послуг у сфері автомобільного транспорту і державних органів в рамках спільної роботи по забезпеченню безпеки дорожнього руху базується на відповідному законодавстві України та країн ЄС. Згідно додатку XXXII до Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом, Європейським Співтовариством з атомної енергії їхніми державами членами, з іншої сторони та Положення Директиви № 2003/59/ЄС для водіїв, що здійснюють міжнародні перевезення, повинно бути впроваджено підвищення кваліфікації шляхом навчання протягом 3 років для водіїв, що здійснюють національні перевезення – протягом 5 років з дати набрання чинності цією Угодою [6, 7], згідно Положення Регламенту (ЄС) № 1071/2009 також підвищення кваліфікації фахівців мають бути впроваджені для всіх транспортних підприємств, залучених до міжнародних транспортних перевезень протягом 3 років, а для усіх інших підприємств – протягом 7 років з дати набрання чинності Угодою.

За планом імплементації Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом, Європейським Співтовариством з атомної енергії і усіма державами-членами з іншої сторони, затвердженим розпорядженням Кабінету Міністрів України від 17 вересня 2014 року № 847-р., необхідно до грудня 2017 року [7, 8] запровадити систему підтвердження професійної компетентності водіїв відповідно також запровадити порядок допуску на ринки автомобільних перевезень. Законодавчі та нормативно-правові акти необхідні для впровадження системи підвищення професійної компетентності керівників, (менеджерів) з перевезень та водіїв [7]: проект Закону України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України у сфері автомобільного транспорту з метою приведення їх у відповідність з актами Європейського Союзу» (реєстраційний № 4683); проект Постанови Кабінету Міністрів України «Про

затвердження Порядку проведення спеціального навчання керівників, менеджерів (управителів) з перевезень та водіїв».

Норми проекту Закону щодо спеціального навчання керівників, управителів та водіїв на автомобільному транспорті викладено у [9]. Вимоги до професійної компетентності керівників згідно якої: порядок спеціального навчання встановлює КМУ; спеціальне навчання проходять керівники, менеджери з перевезень, діяльність яких пов'язана з наданням послуг автомобільного транспорту, водії транспортних засобів для надання послуг з перевезення пасажирів та/або вантажів; автомобільні перевізники зобов'язані забезпечувати спеціальне навчання керівників, менеджерів з перевезень один раз на десять років, а тих, що останні п'ять років не працювали керівниками, менеджерами з перевезень, — один раз на п'ять років, водіїв — один раз на п'ять років менеджерів (управителів) з перевезень та водіїв. У Статті 345 [9] викладено порядок визначення центрів спеціального навчання та органів, уповноважених проводити перевірку знань, керівників, менеджерів (управителів) з перевезень та (або) водіїв [7]. Для визначення технології підвищення кваліфікації фахівців, діяльність яких пов'язана з наданням послуг у сфері автомобільного транспорту і державних органів в рамках спільної роботи по забезпеченню безпеки дорожнього руху, на основі аналізу статистичних даних та законодавства України, також стану сучасної проблематики організації перевезень і безпеки руху, у перевізників та працівників сфери автомобільного транспорту виникає потреба у підвищенні кваліфікації персоналу, який працює за напрямками [5 - 8]: підвищення кваліфікації посадових осіб, діяльність яких пов'язана з наданням послуг автомобільного транспорту; внутрішні перевезення пасажирів та вантажів; безпека транспортного процесу; безпека та охорона праці на автомобільного транспорті; основи безпеки руху; з питань перевірки технічного стану транспортних засобів автомобільними перевізниками.

Шляхами формування стратегії підготовки і підвищення кваліфікації фахівців по підвищенню безпеки дорожнього є [2, 6, 8]: удосконалення законодавства в галузі безпеки дорожнього руху, зокрема адміністративного; упорядкування системи підготовки учасників дорожнього руху всіх категорій; підвищення ефективності профілактичної роботи, спрямованої на запобігання дорожньо-транспортному травматизму та рівню правосвідомості учасників дорожнього руху; покращення експлуатаційних показників автомобільних доріг і вулиць; удосконалення системи організації руху транспортних засобів та пішоходів у містах; підвищення рівня безпеки пасажирських та вантажних перевезень; приведення системи здійснення контролю за технічним станом транспортних засобів та їх конструкцією у відповідність до вимог міжнародних договорів України та європейських норм і стандартами у галузі безпеки дорожнього руху; створення ефективної системи оповіщення про ДТП та надання медичної допомоги потерпілим.

Для забезпечення підвищення кваліфікації фахівців Міністерство інфраструктури України [6 - 8]: встановлює вимоги до центрів спеціального

навчання та органів, уповноважених проводити перевірку знань, здійснює їх визначення та вносить до відповідного реєстру; забезпечує розроблення та затверджує типові навчальні програми та навчально - тематичні плани спеціального навчання; координує та здійснює контроль за роботою центрів спеціального навчання та органів, уповноважених проводити перевірку знань; веде загальний реєстр виданих СПК (свідцтво професійної компетентності одержують водії, які мають посвідчення водія на право керування транспортним засобом категорії D1, D1E, D, DE, C1, C1E, C, CE згідно з Конвенцією про дорожній рух).

Висновки. Підвищення ефективності процесів перевезень шляхом організації транспортних процесів з позиції безпеки руху доцільно розглядувати як системну технологію при записі функції її реалізації організаційно – технічною роботою разом з підготовкою фахівців, діяльність яких пов'язана послугами у галузі автомобільного транспорту і державних органів.

Список літератури

1. <https://www.autocentre.ua/news/sobytie/chomu-breshe-statistika-dtp-v-ukrayini-45188.html> © Autocentre.ua
2. <http://www.tur.org.ua/rekomendaciyi-parlamentskih-sluhan>
3. http://www.sai.gov.ua/uploads/filemanager/file/dtp_12_2015.pdf
4. <http://www.tur.org.ua/news/statistika-dtp-u-2015-roci-poperedniy-analiz>
5. <http://dsbt.gov.ua/storinka/osnovni-pokaznyky-diyalnosti-derzhavnoyi-sluzhby-ukrayiny-z-bezpeky-na-transporti-u-2016>
6. http://www.uazakon.com/documents/date_bj/pg_gwwwwi/index.htm
7. <http://mtu.gov.ua/>
8. <http://mtu.gov.ua/reforms/all-reform/zaprovadzhennya-sistemi-pidtvordzhennya/>
9. Проект Закону 4683 від 17.05.2016 про внесення змін до деяких законодавчих актів України у сфері автомобільного транспорту з метою приведення їх у відповідність з актами Європейського Союзу// http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=59136
10. Бондар Т.В. Аналіз причин виникнення аварійності – шлях до обґрунтованого планування заходів з підвищення безпеки руху// Автошляховик України. – 2010. – № 4. – С. 45–46.
11. Шевчук О.С. Вплив показників ефективності на безпеку руху вулично-дорожніми мережами. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка: зб. наук. праць. – Харків: ХНТУСГ, 2016. – Вип. 169. – С. 205-209.
12. Попович П.В. Аналітичні технології в забезпеченні економічної ефективності логістичних систем / Попович П. // Вісник ХНТУСГ. – Харків, 2016. – Вип. № 169. – С. 223 - 225.

13. Попович П.В. Дослідження тенденцій розвитку ринку вантажних автомобільних перевезень в сучасних умовах // Попович П.В., Шевчук О.С. Матвіїшин А.Й., Лотоцька В.Н. / Науковий журнал. Вісник житомирського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки.- Житомир: № 2(77) - 2016. С. 224-228
14. Івасишина Н.В. Підвищення ефективності міжнародних автомобільних перевезень вантажів: Дис... канд. екон. наук: 08.06.01 / Національний транспортний ун-т. - К., 2002. - 205арк.
15. Popovych P., Shyriaieva S., Selivanova N. Analysis of the interaction of participants freight forwarding system. Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 16-22, dec. 2016. <http://jsdtl.sciview.net/index.php/jsdtl/article/view/10>
16. Karpenko O., Kovalchuk S., Shevchuk O. Prospects on Ukrainian logistics market orientation for international customers. Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 27-33, dec. 2016. <http://jsdtl.sciview.net/index.php/jsdtl/article/view/12>
17. Бабій М.В. Обґрунтування раціональної тривалості робочого часу водія при виконанні транспортних операцій [Текст] / М.В. Бабій, А.Й. Матвіїшин, А.В. Бабій // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. Випуск 169 “Деревооброблювальні технології та системотехніка лісового комплексу”, Харків, – 2016. – С.232-236.

Аннотація

ТЕХНОЛОГИЙ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕВОЗОК ОРГАНИЗАЦИОННЫМИ ПУТЯМИ ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ УСЛУГ

Попович П.В., Мурованый И.С., Шевчук О.С.

Обосновано повышение эффективности технологий перевозок организационными путями с учетом зависимости процессов транспортировки от уровня квалификации специалистов занятых в области оказания транспортных услуг. Исследованы проблемы организации перевозок с позиции безопасности как системной технологии обеспечения рационального уровня безопасности всех участников дорожного движения с обоснованием стратегии и тактики подготовки повышение уровня квалификации специалистов, деятельность которых связана с предоставлением услуг в сфере автомобильного транспорта и государственных органов.

Abstract

TECHNOLOGIES TO IMPROVE TRANSPORT EFFICIENCY ORGANISATIONAL PATHS THE PROVISION OF TRANSPORT SERVICES

P. Popovych, I. Murovanyi, O. Shevchuk

Justified increase of efficiency technology transport organisational paths taking into account the dependence of the transportation processes from the level of qualification of staff engaged in providing transport services. The problems of organization of transport from the standpoint of security system technologies to ensure the rational level of safety of all traffic participants with the rationale of the strategy and tactics of training and increase the qualifications of the specialists whose activities are connected with provision of services in the field of road transport and government agencies.

УДК 656.01

ПРОБЛЕМИ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ УКРАЇНИ

Бабій М.В., к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

В даній роботі проведено дослідження проблем транспортної логістики, які виникають в агропромисловому комплексі України при збільшенні експортних об'ємів сільськогосподарської продукції. Окреслені напрямки підвищення ефективності перевезень, що забезпечить зниження їх собівартості.

Постановка проблеми. Розвиток виробництва сільськогосподарської продукції в аграрному секторі України демонструє хороші тенденції до зростання. Але поряд з тим виникає і багато проблем, які потрібно вирішувати негайно або в короткотривалій перспективі. Як відомо, що Україна понад 100 років займає лідируючі позиції на світовому ринку продовольства. Є відомості, що ще в 1908 році Україна вирощувала понад 13 млн т пшениці та ячменю, в 1918 році молода УНР була першою з вирощування пшениці та виробництва цукру в світі тощо [1]. Сьогодення дозволяє нам також пишатися досягненнями агропромислового комплексу України. Навіть за найскладніших суспільно-політичних умов АПК залишається одним із головних постачальників валютних ресурсів в економіку нашої держави. Частка експорту сільськогосподарської продукції на світові ринки становить близько 40 % всього експорту, що здійснюється державою. Ми займаємо лідируючі позиції з виробництва соняшнику, пшениці, ячменю та іншої продукції рослинництва чи її переробки, є окремі досягнення щодо виробництва продукції тваринництва.

Як видно, виробництво сільськогосподарської продукції збільшується, але не можна констатувати, що його ефективність є високою. Навіть враховуючи, що на території України є сконцентровано приблизно 9 % світового запасу та 30 % європейського чорнозему [2], врожаї, що ми вирощуємо, є значно нижчими, ніж в ряді країн світу. Наприклад, при вирощуванні пшениці ми поступаємося Новій Зеландії більше, ніж вдвічі, країнам Європейського союзу на третину. Приблизно такі ж співвідношення і при виробництві кукурудзи. Це означає, що агрокультура вирощування сільськогосподарської продукції ще на недостатньому рівні, крім того, спостерігаються швидкі негативні темпи втрати гумусних шарів ґрунту, що також знижує потенціал до підвищення врожаїв.

До того, посиляючись на звіт Світового банку «Перехід на вищий щабель: рекомендації зі вдосконалення системи зернової логістики в Україні», аграрії втрачають більше 0,5 млрд дол. через вищу собівартість перевезень готової продукції до кінцевого споживача [3]. Саме виконання неефективних транспортних операцій вирощеного урожаю є і може стати величезною перепорою до підвищення валового збору продукції рослинництва та зниження її собівартості, а відповідно і неможливості підвищення експортної конкуренції на світових ринках збуту. На даний час «зернова» логістика в Україні є на досить низькому рівні. Це пов'язано з рядом проблем, які важко вирішити на даному етапі. Для товаровиробників в кінцевому результаті це недоотримання коштів від максимально вигідного продажу вирощеної продукції, оскільки вони не можуть цю продукцію реалізувати в короткі строки, коли ціна на неї є максимальною. Крім того, висока собівартість перевезень кінцевого продукту, втрата його товарного стану та часткова фізична втрата розкраданням також цьому сприяють.

Аналіз досліджень і публікацій. Суттєвий внесок у розвиток теоретичних засад транспортної логістики зробили дослідники, що представляють вітчизняні та закордонні наукові школи: О.О. Бакаєв, Д.Дж. Бауерсокс, А.А. Смахов [4–6]. Окремим питанням створення логістичної інфраструктури, зокрема в аграрному секторі, присвятили свої праці В.М. Беляєва, В.Л. Ларіна [7–8] та ін.

Всі автори практично є однастайними в тому, що високоефективний розвиток транспортних перевезень прямо залежить від успішного розвитку логістичної інфраструктури. Якщо торкнутися логістичних проблем в АПК України, то тут не до кінця є сформульованою, а тим паче, розв'язаною задача безпосереднього поєднання (узгодження) технологічних процесів вирощування, зберігання та транспортування готової сільськогосподарської продукції до кінцевого споживача [9].

Мета досліджень. Провести аналіз проблем транспортної логістики в аграрному секторі України та запропонувати напрямки, при реалізації яких підвищиться збалансованість між різними видами транспорту завдяки розробленим високоефективним логістичним програмам, що в кінцевому результаті забезпечить низьку собівартість перевезень, підвищить якість транспортних послуг.

Результати досліджень. Спробуємо прослідкувати шлях зібраного зерна від комбайна до завантаження його в об'єми морського транспорту та відшукати найслабшу ланку. Скористаємося оцінкою видів транспорту, що наведена в роботі [10]. Оцінку виконано за п'ятибальною шкалою, де мінімальне значення є найкращим, табл. 1.

Таблиця 1 – Оцінка ефективності перевезень різними видами транспорту

	Залізничний	Авто-мобільний	Водний	Повітряний	Трубо-провідний
Витрати	3	4	1	5	2
Швидкість	3	2	4	1	5
Гнучкість	2	1	4	3	5
Обмеження за габаритами / вагою	3	4	1	5	2
Доступність	2	1	4	3	5

Тут зрозуміло, що для транспортування зернових використовувати повітряний і трубопровідний транспорт ми не будемо, тому потенційними способами транспортування залишаються залізничний, автомобільний та водний транспорт.

Аналізуючи табл. 1 бачимо, що кожен з вказаних видів транспорту має свої переваги та недоліки, тому повний шлях транспортування готової продукції повинен мати раціональне поєднання для досягнення ефекту.

Вирощена зернова продукція структурно проходить такі етапи: від зернозбирального комбайна (з поля) зернову суміш потрібно доправити на елеватор для очищення (сортування), просушування і можливого там зберігання, хоча і зберігання може здійснюватися зовсім в іншому місці; транспортування з місць зберігання до відвантаження кінцевому споживачеві.

Як видно з оцінки видів транспорту, найдешевше це було би здійснити водним транспортом, його витрати є найменшими, гнучкість та доступність є зовсім не найкращими. Залізничний транспорт витримує приблизно середні позиції за всіма показниками, а от автомобільний транспорт є найдорожчим і водночас найбільш гнучким.

З цього аналізу є абсолютно очевидним, що використовувати один вид транспорту для виконання логістичних завдань неможливо. При складанні маршрутів перевезень використання найдорожчих видів транспорту потрібно мінімізувати. Етап перевезень від комбайна до елеватора здійснюється тільки автомобільним транспортом, оскільки тут вимагається абсолютна гнучкість перевезень і запропонувати інший вид транспорту досить складно. Надалі розглянемо тільки підвищення ефективності виконання таких перевезень.

За підрахунками спеціалістів Світового банку українські товаровиробники при здійсненні транспортних операцій зернових із-за неефективності існуючої логістики втрачають приблизно 20 дол./т, що суттєво знижує їх конкурентоспроможність на світовому ринку [3].

Для покращення існуючої ситуації першим кроком має бути підвищення ефективності «зернової» логістики в Україні. Роль держави в цьому процесі – бути «арбітром», який встановив чіткі законодавчі рамки та контролює дотримання «правил гри». При такому підході це серйозно стимулюватиме залучення приватних інвестиційних капіталів як українських так і закордонних. Цей процес сприятиме розбудові логістичної інфраструктури. Об'єкти, що перебувають у державній власності потрібно продати приватним власникам, які ефективно та за призначенням їх використовуватимуть.

Важливим в логістичному ланцюзі є наявність достатньої потужності елеваторів, які мають сучасне обладнання для завантаження-вивантаження зернового матеріалу, його сушіння, контролю тощо. І критично важливе – держава повинна забезпечити умови і реалізувати побудову якісних під'їзних шляхів до і від елеваторів. Відвантаження на потужних елеваторних комплексах повинно здійснюватися як мінімум в залізничний транспорт, а по можливості і у річковий. Автомобільний транспорт потрібно використовувати як зв'язкову ланку в загальному ланцюзі транспортування, використовуючи його властивість гнучкості.

Розглянемо можливості та проблеми річкового транспорту України. Перша важлива перевага річкового транспорту – його дешевизна, готові прокладені природою шляхи, менша вартість капіталовкладень для їх утримання в належному стані для здійснення транспортних операцій.

Основні транспортні артерії – це річки Дніпро і його притоки Десна та Прип'ять, Дунай, Дніпро-Бузький канал. Це дає можливість виходу у порти держав басейну Балтійського, Чорного та Середземного морів, що дозволяє нам здійснювати торгівлю.

Проблемами водного транспорту є фізично застарілий парк даних машин, дефіцит спеціальних річково-морських суден, багатотоннажних суден, потрібно поглиблювати фарватери ряду рік, збільшувати терміни сезонної експлуатації суден, забезпечуючи їх необхідною навігаційною підтримкою.

Що стосується залізничного транспорту, то проблеми є дуже подібними. На даний час залізнодорожні перевезення займають домінуючу позицію, питома частка таких перевезень складає приблизно 60%. Ключовою проблемою тут є фізична застарілість рухомого складу для перевезення вантажів, зокрема для перевезення зерна – хоперів. Гальмує процес притоку приватних інвестицій для модернізації непрозора та несправедлива тарифна політика держави як монополіста.

Але навіть при віднаходженні оптимальних рішень, що стосуються модернізації автомобільного, залізничного та водного (внутрішньодержавного) транспорту, стримуючим фактором може стати низька ефективність пунктів зберігання та перевалки зернових вантажів. Це пов'язано з можливістю зберігання при оптимальній вологості, здатністю оперативно здійснювати завантажувально-розвантажувальні роботи з необхідними етапами контролю якості та кількості продукції, що підлягає переміщенню.

Висновки. Підсумовуючи проблематику транспортної логістики в

аграрному секторі України, зробимо наступні висновки.

1. Збільшити фінансування транспортної логістики АПК України для досягнення мінімальної собівартості перевезень від виробника до споживача.
2. Мінімізувати обсяги перевезень найбільш коштовним видом транспорту – автомобільним та віднаходити шляхи до його здешевлення.
3. Розвивати внутрішньодержавний річковий транспорт як найбільш дешевий.
4. Збалансувати тарифну політику при залізничних перевезеннях, знизити вартість перевезень.
5. Підвищити продуктивність зернозберігаючих об'єктів, їх можливість оперативно забезпечити завантажувально-розвантажувальні операції.

Забезпечення належних умов функціонування та збалансованість між розглядуваними видами транспорту у поєднанні з розробленими високоефективними логістичними програмами забезпечить низьку собівартість перевезень, підвищить якість транспортних послуг, що в кінцевому результаті посилить позиції українських товаровиробників на світовому ринку сільськогосподарської продукції.

Список літератури

1. Агробизнес Украины в графиках и картинках: [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://businessviews.com.ua/ru/economy/id/20-grafikov-i-kartkotorye-dostupno-objasnajut-agrobiznes-ukrainy-328/>.
2. Позняк С.П. Чорноземи України: географія, генеза і сучасний стан [Текст] / С.П. Позняк // Український географічний журнал.–2016.– № 1.–С.9–13.
3. Перехід на вищий щабель: рекомендації зі вдосконалення системи зернової логістики в Україні: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.worldbank.org/uk/news/feature/2015/09/15/shifting-into-higher-gear-recommendations-for-improved-grain-logistics-in-ukraine>.
4. Бакаєв О.О. Теоретичні засади логістики [Текст]: підр. для студ. екон. і транспорт. спец. / О.О. Бакаєв, О.П. Кутах, Л.А. Пономаренко. – К.: Фенікс, 2003. – Т.1. – 429с.
5. Бауерсокс Дональд Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок [Текст]: Пер. с англ. / Бауерсокс Дональд Дж., Клосс Дейвид Дж. – М.: ЗАО “Олимп-бизнес”, 2001. – 639с.
6. Смехов А.А. Основы транспортной логистики [Текст]: [Учеб. Для вузов ж-д транспорта] / А.А.Смехов. – М.: Транспорт, 1995. – 197с.
7. Беляев В.М. Терминальные системы перевозок грузов автотранспортом [Текст] / В.М. Беляев. – М.: Транспорт, 1987. – 287с.
8. Ларіна Р.Р. Формування та забезпечення надійності регіональних логістичних систем [Текст]: Монографія / Р.Р. Ларіна. – Донецьк: “Норд-Пресс”, 2005. – 284с.
9. Popovych P. Analysis of the interaction of participants freight forwarding system Shyriaieva / P. Popovych, S. Shyriaieva, N. Selivanova // Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 16-22, dec.

2016: [Электрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://jsdtl.sciview.net/index.php/jsdtl/article/view/10>.

10. Саркисов С.В. Управление логистическими цепями поставок [Текст] : учеб. пособие / С.В. Саркисов. – М.: Дело, 2006. – 368 с.

Аннотация

ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКИ В АГРАРНОМ СЕКТОРЕ УКРАИНЫ

Бабий М.В.

В данной работе проведено исследование проблем транспортной логистики, которые возникают в агропромышленном комплексе Украины при увеличении экспортных объемов сельскохозяйственной продукции. Намечены направления повышения эффективности перевозок, которые обеспечат снижение их себестоимости.

Abstract

TRANSPORT LOGISTIC PROBLEMS IN AGRICULTURAL SECTOR OF UKRAINE

M. Babii

Transport logistic problems are studied in this work, which arise at the increase of export volumes of agricultural product in the agro-industrial complex of Ukraine. Directions of increase of transportations efficiency are outlined, which will provide cost reduction.

УДК 65.012.34 (043.2)

АНАЛІЗ СВІТОВОГО ДОСВІДУ РОЗВИТКУ СКЛАДСЬКИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Марчук В.Є.¹, Гармаш О.М.¹, Градиський Ю.О.², Світлична А.О.¹, Шніт В.С.¹

(¹Національний авіаційний університет, м. Київ

²Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка)

Розглянуто динаміку розвитку складських технологій в світовій практиці. Проаналізовано взаємозв'язок вимог до обробки вантажів і процес розвитку складських технологій. Виконано аналіз розвитку систем зберігання і систем обробки вантажопотоків на складах. Представлені переваги, недоліки і умови застосування сучасних логістичних технологій роботи складу

Ключові слова: вантажопотік, логістичний процес, складські операції, стелажне зберігання, «cross-docking», «pick-by-line», складські витрати

У сучасних умовах динамічного розвитку світового ринку основними критеріями підвищення конкурентоспроможності компаній і підприємств стали

підвищення продуктивності складських систем та зниження собівартості складських операцій з одночасним зниженням часу на їх обробку. Швидкі темпи зростання виробництва продукції та її споживання сформували основні вимоги до складського господарства із використанням передових технологій інформаційних систем. За останнє століття в логістиці відбулися кардинальні зміни, які вплинули на розвиток цілих галузей.

Так, століття тому по причині того, що вартість землі була занадто висока почала спостерігатись тенденція в будіванні багатоповерхових складів. Це були, як правило будівлі на чотири поверхи з трьома або чотирма вантажними ліфтами та вантажно-розвантажувальними рампами. Висота стель становила 3,5–4,5 метра. Першими технологічними рішеннями для складів стали навантажувачі, а потім з'явилися конвеєрні лінії та поличкові стелажі для зберігання вантажів. У колишньому Радянському Союзі до 1990 років вироблялись та використовувались повністю зварні стелажі, що ускладнювало їх перевезення та монтаж, а при необхідності і демонтаж.

За результатами аналізу перших стелажних систем можна спостерігати наступну динаміку розвитку складських стелажів [1]: перший патент на винахід палетного стелажу (рис. 1) був виданий у квітні 1951 року, а перший патент на глибинні стелажі (рис. 2) виданий в липні 1968 року. У 1963 році був виданий патент на палетні стелажі (рис. 3), в яких балки були з зачепами і могли зберігати до 3-х палет, рами були з відповідною перфорацією. Також слід зазначити, що з 1857 року по теперішній час було видано більше ста патентів, які стосуються стелажів.

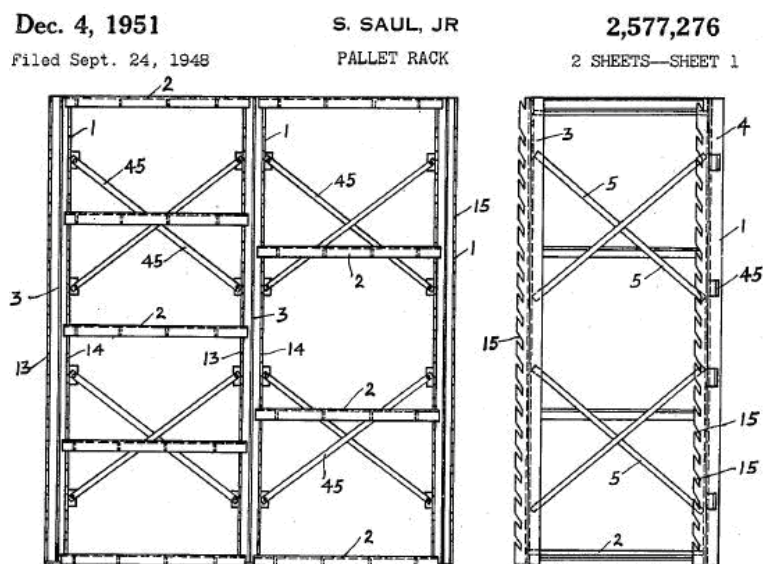


Рисунок 1 – Фрагмент патенту на винахід палетного стелажу

Аналізуючи розвиток стелажних систем та технологій будівництва складських будівель можна спостерігати переорієнтацію будівництва з багатоповерхових споруд до одноповерхових з високими стелями. Також спираючись на аналіз витрат на обслуговування одиниці вантажу можна зробити висновок, що розвиток одноповерхових складських комплексів був

виправданий і надавав підприємствам конкурентні переваги на ринку. Зазначимо, що розвиток одноповерхових складів починався з різної площі від 1000 до 5000 м². На таких складах майже всі операції виконувалися вручну, а рівень механізації складських робіт не перевищував 12–15%.

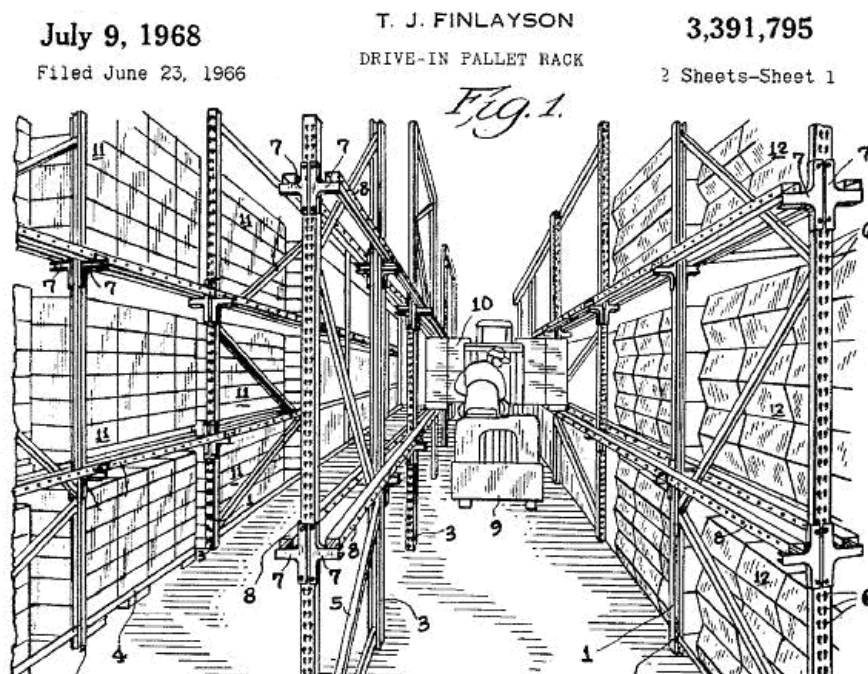


Рисунок 2 – Фрагмент патенту на винахід – глибинні стелажі

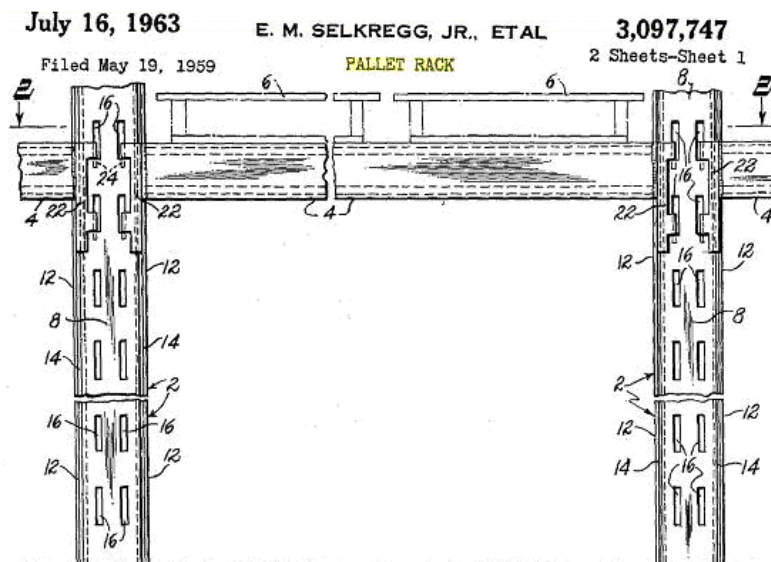


Рисунок 3 – Фрагмент патенту на винахід – палетні стелажі

Темпи розвитку виробництв на початку 90-х років у США спонукали до нарощування потужностей підприємств, які надавали складські послуги, реагували на значне підвищення попиту на їх послуги і почали будувати більш місткі склади – площа яких сягала з 7500 до 10 000 м². Постійне збільшення площ диктувало необхідність розвитку механізації складської інфраструктури. Відповідно були впроваджені нові технічні засоби [1], а саме

автонавантажувачі, електронавантажувачі, електроштабелери, крани-штабелери, транспортери для переміщення вантажів в зону зберігання, поличні стелажі (з осередком під одну вантажну одиницю, яка формувалася на основі піддону з сітчастої огорожі).

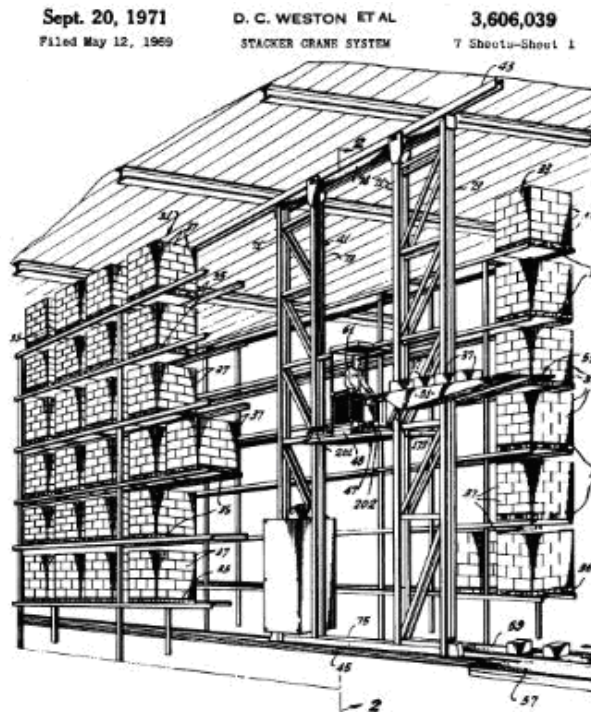


Рисунок 4 – Фрагмент патенту на винахід – кран-штабелер

Зазначимо, що значна кількість нових рішень з механізації складських комплексів дозволили отримати значні результати з економії часу обслуговування одиниці вантажу на складі, а рівень механізації складів значно підвищився і став складати понад 50%.

На основі аналізу можемо спостерігати наступну динаміку у розвитку механізації складів, а саме, у 1919 році Towmotor Company і в 1920 році Yale&Towne Manufacturing вивели на ринок США перші автонавантажувачі. У 1920-х і 1930-х роках паралельно йшли два процеси: насичення складської галузі новими пристроями і механізмами складської галузі та їх подальше вдосконалення. Після 1940 років почалася ера масового споживання і нової системи поширення продуктів харчування через величезні централізовані склади. Це спонукало розробку більш маневрених автонавантажувачів, які до того ж могли б піднімати вантаж на велику висоту. Відповідно до забезпечення потреб ринку у 1956 році компанія Toyota представила свою модель автонавантажувачів спочатку в Японії, а потім, у 1967-му в Америці.

Значне зростання вантажопотоків спонукало науковців до розвитку стандартів, для забезпечення якісного процесу зберігання, транспортування та обробки вантажів. Відповідно у 1961-му році були розроблені «Technical Committee 104» – перші норми (відповідно до ISO) на контейнери [2] і запатентовано сам виріб (рис. 5), а через чотири роки в Німеччині було побудовано перше спеціально призначене для перевезення контейнерів судно.



1000

[illegible]

9 1 9 0 0

Зазначимо, що з середини 1970-х років почали визнавати ефективність автоматизованих складів, що викликало збільшення попиту на них. З цього періоду автоматизовані складські системи стали більш економічними і менш дорогими, у порівнянні з системами в стилі окремих будівель.

Також, у 1983 році компанія Novatrans-Paris (Arger) була замовником і за посередництва Belotti-Monopol звернулася до французького виробника кранів PPM з пропозицією виготовити «мобільний кран на пневматичних шинах для контейнерів». В результаті було впроваджено в складських технологіях з обробки вантажів перший річстакер (рис. 7) PPM 40GMI (GMI - «кран для промислового використання»). Відповідно компанія Lidhult також працює над власним виробом і пропонують на ринку свій зразок річстакер Cont Champ, який у вересні 1985 року був презентований в порту Aarhus. У 80-х роках до цих компаній приєднується італійська кранобудівна фірма ORMIG, яка починає спеціалізуватися головним чином на річстакерах для обслуговування інтермодальних перевезень.

Зазначимо, що на початку 1990-х років автоматизовані склади почали використовуватися в тих галузях промисловості, які не належать до виробництва, наприклад, агропромисловий комплекс, оптова і роздрібна торгівля, складська логістика, банківський сектор, страхування і державні установи. У цих галузях не було досвіду автоматизації логістики, тому складські системи отримували подальший розвиток на ринку. Наприклад, у сільськогосподарській промисловості автоматизовані склади використовувалися в якості сховищ для неочищеного рису, зберігання фруктів в холодильниках, зберігання овочів при низьких температурах перед відправкою, культивування грибів, а також в якості установок для сортування та відвантаження на базах сортування фруктів і овочів.

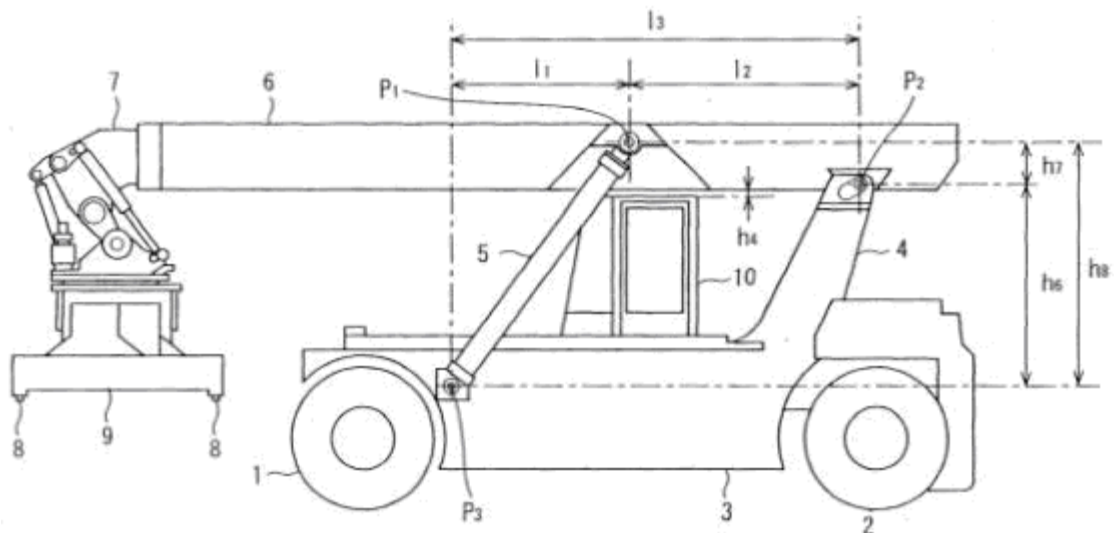


Рисунок 7 – Фрагмент патенту на винахід – річстакер

У сфері складської логістики, оптової та роздрібної торгівлі автоматизовані склади використовувалися в якості бази для імпорту споживчих товарів, обсяг яких зростав на тлі зниження споживчих цін [3]. У логістичних

центрах вони використовувалися для управління ланцюжком поставок. У цих дистриб'юторських центрах встановлювали автоматизовані складські системи для міні вантажів, здатні обробляти вантажі різних розмірів і форм. Установка цих систем передбачала виконання завдань, які відрізнялися від традиційних функцій зберігання, наприклад, центрування вантажів перед відвантаженням або початкова установка перед комплектацією.

Так, у 2002 році була розроблена потужна автоматизована складська система Magic Sorting System, яка дозволила скоротити час циклу обробки вантажу приблизно на 50%, у порівнянні з попередніми моделями автоматизованих складських систем. Таким чином, автоматизовані складські системи для міні вантажів тепер можуть підтримувати високу швидкість обробки в дистриб'юторських центрах транзитного типу. Для механізації складських процедур, підвищення швидкості та надійності обробки вантажів у 1980-х роках були розроблені шатлові візки із зовнішнім приводом (рис. 8), оснащені механічним механізмом перемикачності швидкості. Однак, параметри обробки, швидкість переміщення в горизонтальному положенні, шум під час роботи і простота технічного обслуговування не виправдали очікувань ринку.

Для вирішення всіх цих завдань у 1987 році була розроблена високошвидкісний, потужний керований сортувальний транспортний візок (STV), що створює надзвичайно низький рівень шуму. Це дозволило стандартизувати системи з підвищенням їх надійності та скоротити терміни поставок і поточні витрати. Сучасні сортувальні транспортні візки є невід'ємним компонентом периферійного обладнання автоматизованих складських систем [6].

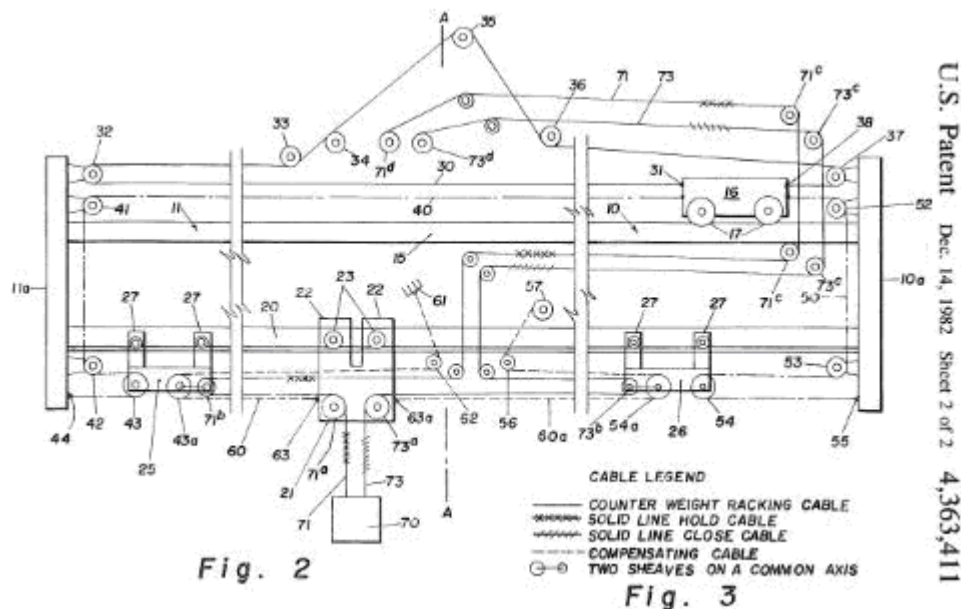


Рисунок 8 – Фрагмент патенту на винахід – шатловий візок

Спираючись на проведений аналіз розвитку складських технологій, зазначимо, що стрімке зростання технологічних рішень в складській логістиці на протязі всього періоду становлення світової логістики, а особливо у

теперішній час відбувається процес «неоіндустріалізації» [4, 5], який може зрівнятися з новою промисловою революцією. Одним із базових трендів радикального перевтілення промислового виробництва, поряд з новими віртуальними технологіями та інтернетом, стає активне впровадження роботизації.

Сучасні вимоги до складської логістики, а саме швидкість обробки вантажів, яка є критично важливою складовою, і технології, що дозволяють оптимізувати цей процес, викликають все більший інтерес логістичних провайдерів. У зв'язку з цим спостерігається розвиток технологій і постійно зростаючий потенціал таких технологічних рішень, як системи управління складськими процесами за допомогою світлових і звукових сигналів (технології Pick-by-light і Pick-by-Voice) [7].

Необхідно також відмітити основні проблеми, які в даний час найчастіше виникають у логістичних операторів в складських комплексах. По-перше, в результаті постійно зростаючим вимогам до швидкості поставки і зростаючим вантажопотоком з'являється нестача якісних складських площ, які задовольняють сучасним ринковим вимогам по швидкості і якості обробки вантажопотоку. По-друге, недостатня пропускна здатність складу призводить до проблем забезпечення якості послуг, що надаються, і відповідно знижується швидкість і точність виконання замовлень.

Зауважимо, що в світовій практиці спостерігається підвищення вимог до сучасних стандартів логістичної діяльності і безпосередньо до автоматизації і роботизації всіх логістичних процесів. Також передові логістичні компанії приділяють особливу увагу комплексному комп'ютеризованому управлінню складськими операціями, що дозволяє значно скоротити витрати і підвищити надійність зберігання і обробки, оптимізувати трудовитрати, забезпечити максимальний контроль над обігом продукції. Зростає роль нових програмних розробок автоматизованого зберігання, включаючи 3D-моделювання складських процесів – область, в якій вітчизняні фахівці мають всі шанси вийти з оригінальними і перспективними пропозиціями, що надасть додаткового імпульсу зростанню ефективності української логістичної сфери.

Список літератури

1. [Електронний ресурс]: Інтернет-сайт Федеральної державної бюджетної установи «Федеральний інститут промислової власності». Режим доступу: <http://www1.fips.ru>
2. [Електронний ресурс]: Міжнародна організація стандартизації. Режим доступу: <https://www.iso.org>
3. Фразелли Э. Мировые стандарты складской логистики / Эдвард Фразелли; Пер. с англ. – М.: Альпина Паблишер, 2012. – 330 с.
4. [Електронний ресурс]: Фигуровский Ю. Все о складе: логистика, складская техника и технологии. Pick-by-line – «подбор по линии» Режим доступу: <http://www.skladforum.ru/articles/1694/>

5. [Електронний ресурс]:Global robotic sindustry: Record beats record, IFR statistical department press release, 2014. Режим доступу: http://www.worldrobotics.org/uploads/tx_zeifr/Charts_IFR_PR__04_June_2014.pdf
6. [Електронний ресурс]:PwC Report Thene whire: How a new generation of robot sistrans forming manufacturing. Режим доступу:<http://www.pwc.com/us/en/industrial-products/assets/industrial-robot-trends-in-manufacturing-report.pdf>
7. [Електронний ресурс]:Scott Paul. Are Democrats Really Giving Upon Manufacturing? Режим доступу:<http://www.industryweek.com/public-policy/are-democrats-really-giving-manufacturing>

Аннотация

АНАЛИЗ МИРОВОГО ОПЫТА РАЗВИТИЯ СКЛАДСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Марчук В.Е., Гармаш О.Н., Градыский Ю.А., Светличная А.О., Шнит В.С.

Рассмотрена динамика развития складских технологий в мировой практике. Проанализирована взаимосвязь требований к обработке грузов и процесс развития складских технологий. Выполнен анализ развития систем хранения и систем обработки грузопотоков в складах. Представлены достоинства, недостатки и условия применения современных логистических технологий работы склада

Ключевые слова: грузопоток, логистический процесс, складские операции, стелажное хранение, «cross-docking», «pick-by-line», складские затраты.

Abstract

ANALYSIS OF WORLD EXPERIENCE OF DEVELOPMENT OF WAREHOUSE TECHNOLOGIES

Marchuk VE, Garmash ON, Gradsky Yu.A., Svetlichnaya AO, Shnit V.S.

The dynamics of development of warehouse technologies in world practice is considered. The interrelation of requirements to cargo handling and the development of warehouse technologies was analyzed. The analysis of the development of storage systems and cargo handling systems in warehouses is performed. The advantages, disadvantages and conditions of application of modern logistic technologies of warehouse operation are presented.

Key words: cargo flow, logistics process, warehouse operations, shelter storage, «cross-docking», «pick-by-line», storage costs.

УДК 629.113

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМЫ РАСХОДА ТОПЛИВА ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ СТАТИСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Кривошапов С.И., канд. техн. наук

(Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет)

Рассмотрены недостатки методики нормирования расхода топлива транспортных машин, действующей на Украине. Обоснован объект исследования ориентированный на потребности лесной промышленности. Проведен статистический анализ базовых норм расхода топлива бортовых автомобилей и седельных тягачей с дизельными двигателями. Выделены основные технические параметры машин, влияющие на топливную экономичность. Получены значения эмпирических коэффициентов для регрессионной модели и оценена точность моделирования.

Введение. Расходы на транспортировку запасов всеми видами транспорта к месту их использования входят в состав транспортно-заготовительных расходов, которые учитываются в себестоимость готовой продукции. Затраты на горюче-смазочные материалы в структуре себестоимость транспортной операции занимают 40-60 %. Величина потребления топлива на автомобильном транспорте значительно влияет на стоимость товара и услуг.

Особенность лесозаготовительного комплекса заключается в значительном удалении лесных угодий от места переработки древесины. При этом транспортировка лесоматериалов производится по слабоподготовленным дорогам, для которых характерны сложные дорожные условия, низкая скорость движения и повышенный расход топлива.

Анализ литературных источников. Министерство инфраструктуры Украины рекомендует производить учет потребления горюче-смазочных материалов по методике [1]. В соответствии с письмом [2], вышеуказанные нормы предназначены для предприятий всех форм собственности, которые эксплуатируют автомобили на территории Украины. Специальных норм для предприятий лесной и деревообрабатывающей промышленности на Украине не создавались.

Методика [1] имеет существенный недостаток. Для расчета расхода топлива на маршруте необходимо знать значение базовой нормы расхода топлива. Однако далеко не для всех марок и модификаций автомобилей определена такая норма. Согласно [1], при отсутствии значения базовой нормы расхода топлива необходимо обращаться ГП "ДержавтотрансНДІпроект", который на коммерческой основе дает соответствующее заключение сроком на один год.

Существуют методики расчета базовой нормы расхода топлива по математической модели. Большой вклад в детерминированные методы оценки

топливной экономичности транспортных машин разработаны проф. Говорухенко Н.Я. [3]. В качестве исходных данных принимаются технические показатели автомобиля, предоставляемые заводом-изготовителем или другой справочной литературы, а также параметры, характеризующие свойства топлива и условий эксплуатации автомобилей. Сама модель включает расчет 10...15 дополнительных показателей, что усложняет алгоритм расчета.

Были разработаны упрощенные зависимости расчета расхода топлива [4] через коэффициент полезного действия автомобиля. Однако этот показатель эффективности не нашел широкого применения на автомобильном транспорте.

В работе [5] предложено значение базовой нормы расхода топлива определять методом статистического анализа данных, приведенных в методике [1]. Однако полученные там коэффициенты регрессионной модели не разграничивали автомобили по их типу и назначению.

Цели и задачи исследования. Целью исследования является проведение статистического анализа данных топливных характеристик грузовых автомобилей и получения параметров, на базе которых строиться модель прогнозирования базовой нормы расхода топлива тех автомобилей, для которых данная информация не доступна.

Объект исследования. Наиболее распространенными типами транспортных машин, используемых на лесозаготовках, являются бортовые грузовые автомобили и седельные тягачи. Согласно [1] базовая норма расход топлива этих автомобилей определяется без учета груза (снаряженная масса). Практически не используются самосвалы и фургоны. Преимущество отдается большегрузным автомобилям с дизельными двигателями.

Статистический анализ. На рис. 1-3 представлено распределение расхода топлива бортовых автомобилей (а) и седельных тягачей (б) в зависимости от снаряженной массы, мощности и рабочего объема двигателя. Данные базовой нормы расхода топлива взяты для тех автомобилей, значение которых определены в нормативе [1]. Недостающие данные массы и параметров двигателя добавлены из справочной литературы. Общий объем выборки составил 72 бортовых автомобилей и 141 седельных тягача. Объекты были сгруппированы по базовым маркам автомобиля, чтоб исключить влияние близких по модификации и схожих по характеристикам единиц подвижного состава. На графиках обозначена линия тренда, приведены коэффициенты линейной регрессии и оценена ошибка по квадрату коэффициента корреляции.

Наибольшее влияние на расход топлива оказывает снаряженная масса автомобиля. На графиках видно, что бортовые автомобили более чувствительны к изменению параметров по сравнению с седельными тягачами.

Математическая модель. Нами принята линейная регрессионная модель. Тогда уравнение, связывающие конструктивные параметры автомобиля с базовой нормой расхода топлива, имеют следующий вид

$$Q_i = a_i + b_i \cdot X_i, \quad (1)$$

где a_i и b_i - коэффициенты полинома 1-й степени; X_i - конструктивный параметр автомобиля; i - номер параметра.

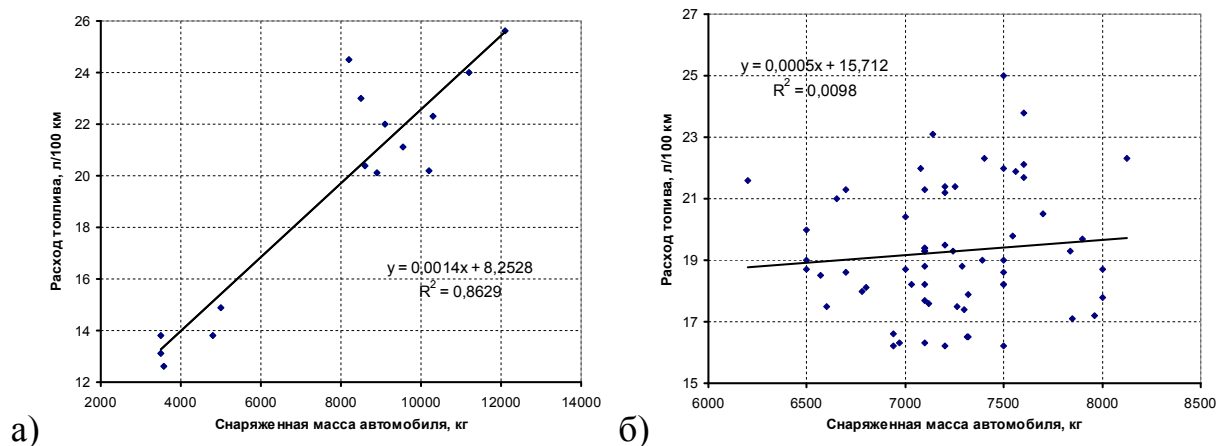


Рисунок 1 – Изменение базовой нормы расхода топлива от снаряженной массы для бортового автомобиля (а) и седельного тягача (б)

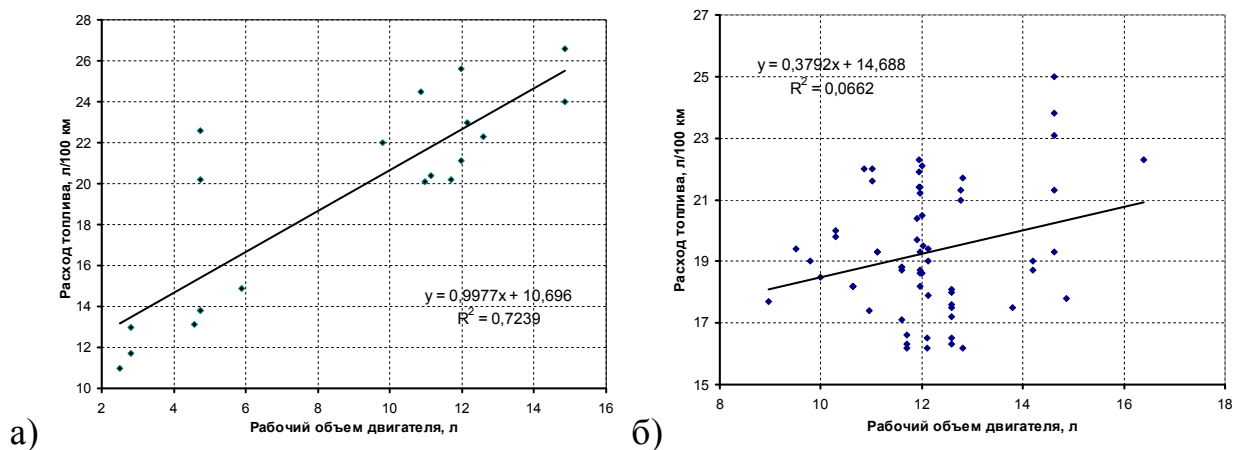


Рисунок 2 – Изменение базовой нормы расхода топлива от рабочего объема двигателя для бортового автомобиля (а) и седельного тягача (б)

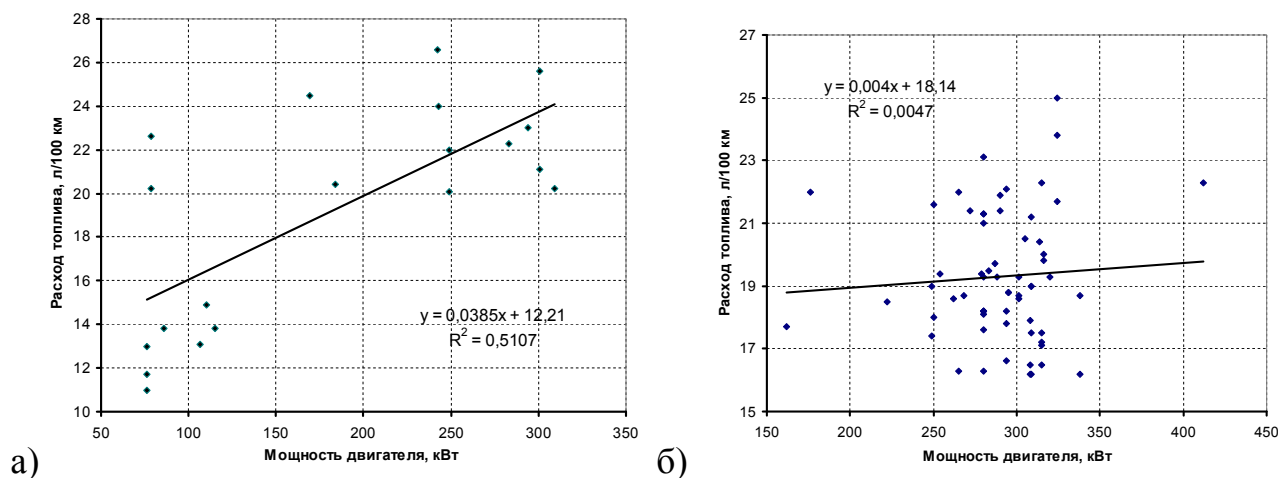


Рисунок 3 – Изменение базовой нормы расхода топлива от мощности двигателя для бортового автомобиля (а) и седельного тягача (б)

Принимаем допущение, что все параметры воздействуют на базовую норму расхода топлива пропорционально своему весу. Тогда

$$Q = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n a_i + \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n b_i \cdot X_i \quad (2)$$

В формуле (2) обозначим $A = 1/n \cdot \sum_{i=1}^n a_i$ - значения базовой нормы расхода топлива при нулевых значениях параметров; $B_i = b_i/n$ - значение коэффициентов веса, влияния параметра на базовую норму расхода топлива.

Тогда общая формула расчета базовой нормы расхода топлива

$$Q = A + \sum_{i=1}^n B_i \cdot X_i \quad (3)$$

Наиболее предпочтительными параметрами являются для грузовых автомобилей: снаряженная масса автомобиля, рабочий объем двигателя и тип топлива. На основе статистических данных и регрессионного анализа из формулы (3) можно получить следующие упрощенные зависимости расчета базовой нормы расхода топлива

- для бортовых автомобилей:

$$Q = 10.4 + 0.0005 \cdot M_a + 0.33 \cdot V_h + 0.013 \cdot N_{e \max};$$

- для седельных тягачей: $Q = 16.2 + 0.00017 \cdot M_a + 0.13 \cdot V_h + 0.0013 \cdot N_{e \max}$,

где M_a - снаряженная масса автомобиля, кг; V_h - рабочий объем двигателя, л.; $N_{e \max}$ - мощность двигателя, кВт.

Оценка результатов исследования. Сравнивая исходные данные из [1] с расчетными значениями нормы расхода топлива, полученные по формуле (3), среднее квадратичное отклонение для грузовых автомобилей не превысил 0.5 л/100 км, а для седельных тягачей – 0,25 л/100 км.

Проверим значения расхода топлива, полученные по предложенной регрессионной модели, с другой математической моделью, эксплуатационными данными и нормативами, действующей в другой стране.

Для примера рассчитаем базовую норму расхода топлива автомобиля Mercedes-Benz Atego 1823L. Информация об этом автомобиле отсутствует в нормативной базе [1]. Для этого автомобиля принимаем следующие показатели: $M_0 = 5525$ кг; $V_h = 11.95$ л; $N_{e \max} = 290$ кВт. Согласно принятой модели (3) расход топлива автомобиля Mercedes-Benz Atego 1823L составит:

$$Q = 10.4 + 0.0005 \cdot 5525 + 0.33 \cdot 11.95 + 0.013 \cdot 290 = 20.8 \text{ л/100 км.}$$

Рассчитаем базовую норму расхода топлива по методике проф. Говорущенко Н.Я. [3]. Принимаем следующие исходные данные: $\eta_i = 0.5$; $A = 1.332$; $B = 0.056$; $C = 0.0031$; $i_k = 0.866$; $G_a = 54200$ Н; $kF = 6.3 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$; $V_a = 50$ км/ч (для средних условий). По этой методике расход топлива составит:

$$Q = \frac{1}{\eta_i} \cdot [A \cdot i_k + B \cdot i_k^2 \cdot V_a + C \cdot (G_a \cdot \psi + 0.077 \cdot kF \cdot V_a^2)] = 1/0.5 \cdot [1.332 \cdot 0.866 + 1.332 \cdot 0.866 + 0.056 \cdot 0.866^2 \cdot 50 + 0.0031 \cdot (54200 \cdot 0.02 + 0.077 \cdot 6.3 \cdot 50^2)] = 20,63 \text{ л/100 км.}$$

По оценкам водителей для автомобиля Mercedes-Benz Atego 1823L расход топлива вирируется от 20 до 22 л/100 км (в зависимости от условий движения). Согласно норм расхода топлива Республики Беларусь для автомобиля Mercedes Benz 1827L рекомендовано принимает базовую норму равной 20,6 л/100 км.

Результаты расчета расходов топлива, полученных разными методиками по одной марки автомобиля, показывает правильность выбора регрессионной модели и достоверность получения полиномиальных коэффициентов.

Выводы. Полученная регрессионная модель и рассчитанные значения полиномиальных коэффициентов могут быть использованы для приближенного определения базовой нормы расхода топлива для бортовых автомобилей и седельных тягачей, если данная информация отсутствует в нормативной базе Украины.

Список литературы

1. Норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті [Електронний ресурс] / Затверджено наказом Міністерства транспорту України від 10 лютого 1998 р. N 43. – Режим доступу: http://prock.com.ua/wp-content/uploads/2011/10/norms_ukr.doc.
2. Лист Мінінфраструктури N 1928/25/10-16 від 26.02.2016 р. «Щодо деяких питань норм витрат палива» [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.profiwins.com.ua/uk/letters-and-orders/transport/8861-1928.html>.
3. Говорущенко Н.Я. Системотехника транспорта (на примере автомобильного транспорта) / Н.Я. Говорущенко, А.Н. Туренко. – Изд. 2-е, перераб. и дополн. – Харьков: РИО ХГАДТУ, 1999. – 468 с.
4. Говорущенко Н.Я. Новая методика нормирования расхода топлива транспортных машин (метод четырех КПД) // Н.Я. Говорущенко, С.И. Кривошапов. // Автомобильный транспорт: Сб. науч. тр. - Харьков: ХНАДУ. - 2004. - № 15. - С. 31-34.
5. Кривошапов С.І. Статистичний метод нормування витрати палива на автомобільному транспорті / С.І. Кривошапов. // Вісник Донецької академії автомобільного транспорту : Науковий журнал. - №. 3. - 2014. - С. 31-37.

Анотація

**ВИЗНАЧЕННЯ НОРМИ ВИТРАТИ ПАЛИВА ВАНТАЖНИХ
АВТОМОБІЛІВ СТАТИСТИЧНИМ МЕТОДОМ**

Кривошапов С.І.

Розглянуто недоліки методики нормування витрат палива транспортних машин, що діє на Україні. Обґрунтовано об'єкт дослідження орієнтований на потреби лісової промисловості. Проведено статистичний аналіз базових норм витрат палива бортових автомобілів і сідельних тягачів з дизельними двигунами. Виділено основні технічні параметри машин, що впливають на паливну економічність. Отримано значення емпіричних коефіцієнтів для регресійної моделі і оцінена точність моделювання.

Abstract

**DETERMINATION OF THE FUEL CONSUMPTION RATE OF TRUCKS BY
THE STATISTICAL METHOD**

Krivoshapov S.

The shortcomings of the methodology for normalizing the fuel consumption of transport vehicles operating in Ukraine are considered. The research object is oriented to the needs of the forest industry. A statistical analysis of the basic fuel consumption rates of on-board cars and truck tractors with diesel engines is carried out. The main technical parameters of machines affecting fuel efficiency are identified. The values of the empirical coefficients for the regression model are obtained and the accuracy of the simulation is estimated.

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1

ТЕХНОЛОГІЇ ДЕРЕВООБРОБКИ

Пилипчук М.І., Павлюк Р.В.

ДОСЛІДЖУВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ У ПРОЦЕСІ
ЗАГОСТРЮВАННЯ ДЕРЕВОРІЗАЛЬНИХ ПИЛОК
КРУГАМИ З ПЕРЕРВНОЮ РОБОЧОЮ ПОВЕРХНЕЮ 3

Пінчевська О.О., Горбачова О.Ю., Ломага В.В.

ВПЛИВ ТЕРМООБРОБЛЕННЯ НА ВЛАСТИВОСТІ ДЕРЕВИНИ
РІЗНИХ ПОРІД 11

Пінчевська О.О., Борячинський В.В., Іноземцев Г.Б.

СУШІННЯ ЗАГОТОВОК ДУБА ЧЕРВОНОГО
ОСЦИЛЮВАЛЬНИМИ РЕЖИМАМИ 16

Безкоровайний А.Г., Маєвський В.О., Копинець З.П., Ференц О.Б.

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИГОТОВЛЕННЯ ПОРОЖНИСТИХ
КЛЕСНИХ БРУСІВ ДЛЯ СТОЛЯРНИХ ВИРОБІВ 23

Копанський М.М.

ВИКОРИСТАННЯ СТЕБЕЛ РІПАКУ У ВИРОБНИЦТВІ
ДЕРЕВИННИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ВИГОТОВЛЕНИХ
НА ОСНОВІ МІНЕРАЛЬНОГО В'ЯЖУЧОГО 28

Сторожук В.М., Ференц О.Б., Копинець З.П., Яцюк Р.А.

НОМЕНКЛАТУРА ВІДХОДІВ ДЕРЕВООБРОБНОГО ПІДПРИЄМСТВА 33

Шевченко С.А., Суска А.А., Заславська Н.В., Тесля Г.Р.

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ПИТОМОГО ПОГЛИНАННЯ
РІДИНИ ЗРАЗКАМИ ДЕРЕВИНИ ЗМІШАНОГО РОЗПИЛЮВАННЯ 38

Козак Р.О.

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ МОДИФІКОВАНОГО
КАРБАМІДОФОРМАЛЬДЕГІДНОГО КЛЕЮ НА
ЗМОЧУВАЛЬНУ ЗДАТНІСТЬ ПОВЕРХНЕВОГО
ЖИРО-ВОСКОВОГО ШАРУ СОЛОМИ 43

Шепелюк І.Р.

ВПЛИВ МОДИФІКУВАЛЬНИХ ДОБАВОК НА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ
ВЛАСТИВОСТІ ДЕРЕВИННО-ПОЛІМЕРНОГО МАТЕРІАЛУ 48

Малахова О.С.

ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ МАТЕРІАЛУ ІЗ СТІЛЬНИКОВИМ
ЗАПОВНЮВАЧЕМ У ВИРОБНИЦТВІ МЕБЛІВ 54

Овсянников С.И., Подгорный И.И. ПРИМЕНЕНИЕ КЛЕЕНОГО БРУСА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	60
Овсянников С.И., Суска А.А., Родионов А.С. ДЕРЕВЯННОЕ КУПОЛЬНОЕ ДОМОСТРОЕНИЕ	66
Сірко З.С., Д'яконов В.К., Торчилевський Д.П. РІЗНОШИРИННІСТЬ ЗУБІВ – ОДНА ІЗ СКЛАДОВИХ ЯКОСТІ ДИСКОВОЇ ПИЛИ	71
 РОЗДІЛ 2	
ОБЛАДНАННЯ ЛІСОВОГО КОМПЛЕКСУ	
Овсянников С.И., Подгорный И.И., Саблина М.А. МОТОАГРЕГАТЫ: ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ТЯГОВО-СЦЕПНЫХ СВОЙСТВ	78
Овсянников С.И., Саблина М.А. ОЦЕНКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОПЕРАТОРА С МОТОАГРЕГАТОМ	83
Калініченко В.І., Марчук В.Є., Градиський Ю.О. МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ДИСКРЕТНОГО ПОКРИТТЯ ЗА НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИМ СТАНОМ	90
Літовка С.В., Косолапов В.Б. ОБГРУНТУВАННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧОЇ РІДИНИ ГІДРОПРИВОДУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ФОРВАРДЕРА	95
Трошин О.Н. НАУЧНАЯ ПАРАДИГМА ДОСТИЖЕНИЯ АНОМАЛЬНО НИЗКОГО ТРЕНИЯ В ТРИБОЛОГИИ	102
Дяченко В.Ю. ОСОБЛИВОСТІ ЕРГОНОМІЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ РОБОЧИХ МІСЦЬ МАШИН ЛІСОТЕХНІЧНОЇ ГАЛУЗІ	111
Shkurski Serge, Dyachenko V. CARBON DIOXIDE, FORESTS, AND THE KYOTO-PROCESS	118

РОЗДІЛ 3

ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Попович П.В., Мурований І.С., Шевчук О.С. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ОРГАНІЗАЦІЙНИМИ ШЛЯХАМИ НАДАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОСЛУГ	124
Бабій М.В. ПРОБЛЕМИ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ УКРАЇНИ	130
Марчук В.Є., Гармаш О.М., Градиський Ю.О., Світлична А.О., Шніт В.С. АНАЛІЗ СВІТОВОГО ДОСВІДУ РОЗВИТКУ СКЛАДСЬКИХ ТЕХНОЛОГІЙ	135
Кривошапов С.И. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМЫ РАСХОДА ТОПЛИВА ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ СТАТИСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ	144