

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

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

присвячений 25 річчю ННІ ТС

Випуск 169

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

УДК 630*656*001.6.

Друкується за рішенням Вченої ради від 25.02.2016 р., Пр. № 6

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 УНААН, професор, д.т.н. **Тіщенко Л.М.**

Професор, д.т.н. **Войтов В.А.**

Член-кореспондент ІАУ, професор к.т.н. **Науменко О.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.т.н. **Автухов А.К.** (відповідальний редактор)

Наукове видання
**ВІСНИК ХАРКІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені ПЕТРА ВАСИЛЕНКА**
Випуск 169

«Деревооброблювальні технології та системотехніка лісового комплексу»

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

Відповідний за випуск: Автухов А.К.

Комп'ютерний набір та верстка: Нездоймишاپка Ю.М.

Підписано до друку 25. 02.2016. Папір тип № 6
Формат 60x84 1/16. Умов. друк. аркуш. 13,38. Тираж 100 прим.
Замовлення № 100 від 25.02.2016р.

ХНТУСГ, 61002, м. Харків – 2, вул. Артема 44

Надрукована КП "Міська друкарня"
61002, м. Харків – 2, вул. Артема 44

ISBN 5-7987-0176X

© Харківський національний технічний
університет сільського господарства
імені Петра Василенка, 2016

РОЗДІЛ 1
ТЕХНОЛОГІЇ ДЕРЕВООБРОБКИ

УДК 674.02:621.923

**АНАЛІЗ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ОБРОБЛЕННІ МАСИВНОЇ
ДЕРЕВИНИ АБРАЗИВНИМИ КРУГАМИ**

**Голубець В.М., доктор технічних наук,
Гончар І.М., кандидат технічних наук
Степанишин В.І., кандидат технічних наук**
(Національний лісотехнічний університет України, м. Львів)

Проаналізовано особливості протікання теплових процесів у зоні контакту інструмент-заговка при шліфуванні жорсткими абразивними кругами. Визначено шляхи зниження контактної температури при абразивному обробленні деревини.

1. Постановка проблеми. Процес шліфування характеризується тим, що при швидкісному мікрорізанні виникає велика кількість теплових імпульсів в зоні контакту шліфувального інструмента з оброблюваним матеріалом. Температурні процеси в зоні шліфування характеризуються швидким зростанням температури, дуже нетривалим витримуванням і швидким охолодженням.

2. Мета досліджень Теплові явища при абразивному обробленні мають вплив у першу чергу на зносостійкість та ресурс роботи шліфувального інструмента. Враховуючи неможливість збільшення теплопровідності деревини, шляхи підвищення ефективності її абразивного оброблення слід шукати у підвищенні теплофізичних характеристик абразивної маси кругів або через інтенсивний відвід теплоти із зони контакту шляхом використання певних охолоджуючих середовищ та способів охолодження зони контакту. Останній фактор може мати найсуттєвіший вплив на контактну температуру, оскільки при зниженні температури матеріалу його теплопровідність значно зростає.

3. Аналіз досліджень. Теоретично і експериментально встановлено, що практично вся механічна енергія мікрорізання окремими абразивними зернами перетворюється в теплову. Ця енергія певним чином розподіляється між оброблюваною деталлю, шліфувальним інструментом, стружкою та охолоджуючим середовищем, якщо таке використовують.

Згідно з експериментальними даними [1] під час абразивного оброблення металів близько 80% теплоти переходить до оброблюваного матеріалу. Очевидно, що при шліфуванні деревини температурний баланс буде суттєво

відрізнятися, оскільки коефіцієнт теплопровідності оброблюваного матеріалу є значно нижчим (сталі - $1,1 \dots 1,2 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{C}$, деревини – $0,1 \dots 0,2 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{C}$ [2]).

Під час шліфування розрізняють температуру миттєву, яка виникає в момент контакту абразивного зерна з деталлю, контактну – в зоні контакту круга зі заготовкою та середню температуру, яку мають деталь та шліфувальний круг відразу після виходу з контакту.

У металообробці миттєві температури можуть досягати температури плавлення металу [1]. Вони мають позитивний вплив на процес оброблення, оскільки підвищують пластичність оброблюваного матеріалу і значно полегшують процес стружкоутворення.

Згідно з даними [3] миттєва температура в зоні контакту активного зерна з деревиною може досягати 1000°C . Однак вона не має жодного позитивного впливу на процес стружкоутворення, оскільки деревина не відноситься до термопластичних матеріалів. Навпаки, наявність у структурі деревини різних порід різноманітних органічних речовин викликає їх підвищену адгезію до поверхні абразивних зерен під дією високої контактної температури. У результаті цього мікроскопічна стружка, що утворюється у процесі шліфування, може налипати на абразивні зерна і значно знижувати їх різальну здатність. Слід зауважити, що явище налипання органічних речовин, що є у структурі деревини, можна спостерігати і на задній поверхні ножів під час фрезерування деревини.

Аналіз досліджень [4,5,6] абразивного оброблення деревини шліфувальними кругами показує, що хорошу оброблюваність абразивами мають такі породи як дуб, бук, береза. Значно гірше, через часте засалювання абразивного інструмента, обробляються ясень, явір, хвойні породи. Пояснити це можна тим, що згідно з даними [2] ці породи мають у своїй структурі більше різноманітних смол чи цукристих речовин.

Контактна температура в зоні абразивного оброблення є завжди нижчою за миттєву і саме вона має визначальний вплив на цей процес. У металообробці інтенсивний відвід теплоти зі зони контакту круга з деталлю відбувається переважно за рахунок великої різниці між температурою поверхневого шару оброблюваної деталі і її основною масою, а також завдяки високій теплопровідності оброблюваного матеріалу. Оскільки теплопровідність деревини є дуже низькою то тепловий потік під час її оброблення буде спрямований в різальний інструмент.

Умови оброблення є визначальними факторами, які мають вплив на процес виникнення та розподілу теплоти у процесі шліфування. Сюди в першу чергу слід віднести: режимні фактори, механічні та фізичні характеристики абразиву, зв'язки та оброблюваного матеріалу, а також теплофізичні властивості охолоджуючого середовища. На відміну від абразивної обробки металів, теплофізичні властивості деревини не можуть позитивно впливати на процес абразивного оброблення.

Щодо впливу режимних факторів слід зазначити, що зі збільшенням навантаження на абразивні зерна, кількість теплоти, що виділяється, також

збільшується. Однак залежність контактної температури у зоні оброблення від режимних параметрів є досить складною.

Наприклад, зі збільшенням величини подачі навантаження на кожне зерно зростає, зате зменшується час контакту абразивного круга з оброблюваною поверхнею. За даними [7] при великих подачах у деревообробці ніколи не спостерігають припалювання оброблюваної поверхні. Малі подачі, за рахунок збільшення часу контакту інструмента з оброблюваною деревиною під час шліфування, викликають припалювання оброблюваної поверхні, що незаперечно вказує на суттєве підвищення контактної температури оброблення.

Збільшення швидкості різання зменшує навантаження на кожне абразивне зерно, зате кількість теплових імпульсів за одиницю часу зростає. З другого боку час дії теплових імпульсів зменшується. Але разом з тим змінюються умови тертя між абразивом та оброблюваним матеріалом. У результаті, згідно з даними [8], при збільшенні швидкості різання контактна температура в зоні оброблення зростає.

Склад абразивної маси за даними [8] має значний вплив на розподіл теплоти в процесі оброблення. Так під час обробки твердого сплаву ВК8 алмазним кругом на органічній зв'язці, кількість теплоти, що йде в деталь у 2,5...3 рази менша ніж під час обробляння абразивним кругом.

4. Висновки. Теплові явища при абразивному обробленні мають вплив у першу чергу на зносостійкість та ресурс роботи шліфувального інструмента. Враховуючи неможливість збільшення теплопровідності оброблюваного матеріалу, шляхи підвищення ефективності абразивного оброблення деревини слід шукати у підвищенні теплофізичних характеристик абразивної маси кругів або через інтенсивний відвід теплоти із зони контакту шляхом використання певних охолоджуючих середовищ та способів охолодження зони контакту. Останній фактор може мати найсуттєвіший вплив на контактну температуру, оскільки при зниженні температури матеріалу його теплопровідність значно зростає.

Список літератури

1. Лоскутов В.В. Шлифование металлов.- М.: Машиностроение, 1985.- 256с.
2. Уголев Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения.- М.: Лесная промышленность, 1986.- 368с.
3. Яцюк А.І. Новый способ механической обработки древесины.- Львов.: Вища школа, 1975.- 253с.
4. Бугаенко Я.П. Разработка рецептуры абразивного инструмента и оптимальных режимов. Шлифование паркетных изделий из древесины/ Автореф. дис. канд. наук.- Львов, 1984.- 20с.
5. Бирюченко Н.В. Разработка абразивных кругов и оптимальных режимов калибрования-шлифования деталей музыкальных инструментов из древесины клена./ Автореф. дис. канд. наук.- Львов, 1985.- 23с

6. Гончар И.Н. Повышение эффективности абразивной обработки материалов скользящей поверхности лыж./ Автореф. дис. канд. наук.- Львов, 1988.-21с.
7. Заяць І.М. Обробка деревини і деревних матеріалів абразивами.-Львів: Атлас, 2001.- 219с.
8. Палинский В.И., Новоселов Ю.А. Определение теплового поля при многопроходном шлифовании твердых сплавов.- Вестник машиностроения, 1963, №11.- С.46-51.

Аннотация

АНАЛИЗ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ МАССИВНОЙ ДРЕВЕСИНЫ АБРАЗИВНЫМИ КРУГАМИ

Гончар И.Н.

Проанализировано особенности протекания тепловых процессов в зоне контакта инструмент-заготовка при шлифовании жесткими абразивными кругами. Определено пути снижения контактной температуры при абразивной обработке древесины.

Abstract

HEAT BALANCE PECULIARITIES DURING THE WOOD GRINDING WITH THE ABRASIVE DISKS

Honchar I.

The peculiarities of the heat-processes passing in the area of contact have been analyzed during the rigid abrasive-disks grinding. The ways of contact-temperature reducing have been determined during/when... the wood abrasive-working.

УДК 684.59

ВИЗНАЧЕННЯ АДГЕЗІЇ ЛАКОФАРБОВИХ ПОКРИТТІВ НА ДЕРЕВНИХ ПІДКЛАДКАХ

**Буйських Н.В., кандидат технічних наук;
Зелінський Ю.В., студент магістратури
(НУБіП України)**

Наведено методiku проведення та результати експериментальних досліджень з визначення адгезії лакофарбових покриттів, створених різними лакофарбовими матеріалами.

Вступ. У теперішній час до лакофарбових покриттів ставляться досить жорсткі вимоги, які б задовольняли як естетичним вимогам, так і виконували б певні захисні функції на деревині. Одним з таких важливих показників, який впливає на довговічність покриття при експлуатації виробу є адгезія. Сутність адгезії практично проявляється в утворенні зв'язку між лакофарбовим покриттям і підкладкою [1-4]. Без надійної адгезії неможливо утворити міцного і стійкого покриття.

Визначення адгезії може проводитися з метою проявлення впливу режимів нанесення, твердіння, облагороджування покриття, а також прояву впливу умов і терміну експлуатації на величину адгезії лакофарбового покриття на деревній підкладці [4].

Визначення величини адгезії не простий процес, оскільки на практичні результати випробування можуть впливати багато факторів, а саме: сили когезії покриття та деревини, твердість та крихкість плівки тощо[5] .

Для визначення адгезії пропонувалося багато методів, але не всі знайшли практичне застосування [6] . Найбільш простий метод, безпосереднього відриву покриття від підкладки. Пропонувалося вклеювати в покриття, яке ще не затверділо шматочки шовкової тканини, або приклеювання до покриття дерев'яного бруска з наступним відриванням їх разом з покриттям від підкладки. Ці методи не дають результатів, які б могли задовольнити дослідників, оскільки дуже важко одночасно відірвати покриття по всій досліджуваній поверхні, також приклеювання до покриття тканини або брусків значно змінює властивості покриття. Для визначення адгезії також пропонувалося використовувати ніж-клин, який відокремлює покриття від підкладки [7]. Зусилля яке прикладається до ножа фіксується вимірювальним пристроєм. Також одним з методів визначення адгезії є метод решітчастих надрізів [8]. Випробування довели, що такі методи дають задовільні результати лише при випробуваннях покриттів з малою адгезією.

На результати випробувань можуть впливати чистота поверхні підкладки, гострота леза, твердість та еластичність покриття [7].

Метою дослідження є визначення адгезії захисно-декоративних покриттів, створених різними лакофарбовими матеріалами на деревних підкладках.

Методика та матеріали дослідження. Для визначення адгезії захисно-декоративних покриттів скористалися методом відриву [9]. Був застосований механічний адгезиметр Константа АЦ з грибок №1 (діаметр основи 15,1 мм). Шкала вимірювання становила 1 – 10 МПа. Для проведення дослідження на зразках деревини з дубу були створені захисно-декоративні покриття наступними лакофарбовими матеріалами: водорозчинними - меблевим лаком NEOMID Interior (на акриловій основі) та поліуретановим лаком на водній основі STACHEMA INDULAK Lesk, та двома на нітрооснові - грунт-лаком Sirca ONC102G та лаком IL 100 NITROCELL GL.30 (30030). Покриття створювалися за однаковою технологією. Нанесення лакофарбового матеріалу відбувалося фарборозпилювачем SATAjet 100 B за тиску в 1 бар. Температура

оточуючого середовища становила 20 °С, вологість повітря – 65 %, вологість зразка деревини – 10%. Кількість нанесень – 2. Зразок був добре прошліфований. Шорсткість поверхні складала – 25 мкм. Після нанесення лакофарбового матеріалу зразок висушувався за кімнатної температури протягом 2-х діб. Перед початком випробування зразки готували спеціальним чином: обезжирювали, для кращого зчеплення з клеєм, потім наносили на поверхню грибка 2-х компонентний епоксидний клей Момент. Після склеювання зразки витримували 24 години за температури 20 °С до повного затвердіння [9]. Для вимірювання адгезії, спочатку за допомогою балеринки вирізували ділянку, і після цього приступали до безпосереднього вимірювання адгезії (рис.1).



Рисунок 1- Визначення адгезії адгезиметром Константа АЦ

Всього було проведено по 30 вимірювань на кожному із захисно-декоративних покриттів. Після аналізу та статистичної обробки результатів було побудовано графік порівняння величини адгезії (рис. 2).

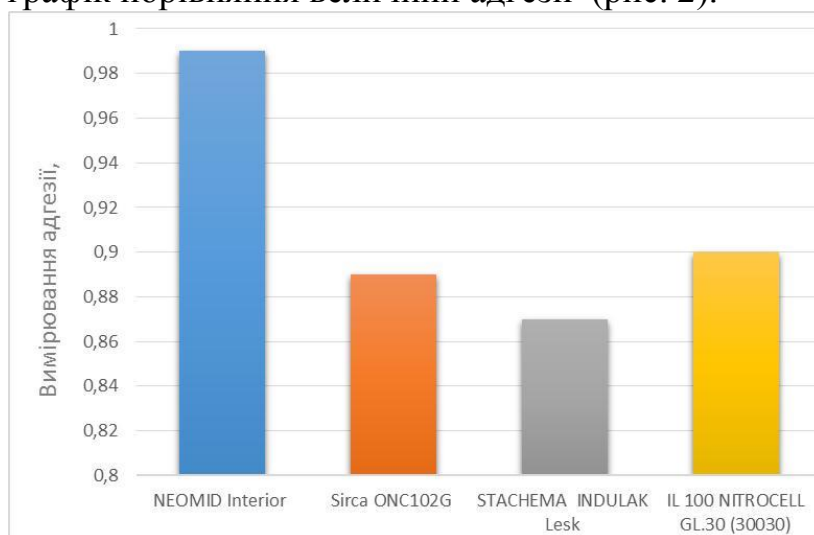


Рисунок 2 - Значення адгезії лакофарбових покриттів

Середні показники вимірювань наступні:

1. NEOMID Interior – 0,99 МПа;
2. IL 100 NITROCELL GL.30 (30030) – 0,90 МПа;
3. Sirca ONC102G – 0,89 МПа;
4. STACHEMA INDULAK Lesk – 0,87 МПа.

Згідно результатів проведеного дослідження, найбільшу адгезію має захисне покриття створене за допомогою меблевого лаку на акриловій основі NEOMID Interior, хоча коливання знаходяться в невеликих межах.

Висновки.

1. Наведено та проаналізовано методики з визначення адгезії лакових плівок на деревних підкладках.

2. Аналіз результатів з визначення адгезії лакофарбових покриттів показав, що суттєвої відмінності в показниках адгезії між покриттями створеними лакофарбовими матеріалами на водній основі та на нітроцелюлозній не спостерігалось.

Список літератури

1. Зимон А. Д. Адгезия пленок и покрытий / А. Д. Зимон. – М. : Химия, 1977. – 352 с.
2. Ненахов С. А. Основные термины и определения / А.С.Ненахов // Клеи. Герметики. Технологии, 2007. – С.2–6.
3. Адгезия в композиционных материалах: термины и физическая сущность / В. П. Кузнецов, М. И. Баумгартэн, Б. П. Невзоров, Ю. А. Фадеев // Вестник кемеровского государственного университета. – 2014. Т.1, №2 (58). – С.173–177.
4. Рыбин Б. М. Технология и оборудование защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов, Учебник [для студентов вузов] / Б. М. Рыбин. – М. : Издательство Московского государственного университета леса, 2003. – 567 с.
5. Буйських Н. В. Дослідження та оцінка твердості лакофарбових покриттів на штучно зістарених зразках / Н. В. Буйських, Д. В. Морокова // Науковий вісник НУБіП України. – 2015. – Вип. 219. – С.266–269.
6. Зотов А. А. Метод определения адгезионной прочности лакокрасочных покрытий / А. А. Зотов, Н. И. Игнатова, Е. Е. Овчаренко, Т. С. Вольнова // Деревообрабатывающая пром.-сть. – 1987. – №1. – С.6.
7. Зотов А. А. Управление физико-механическими свойствами покрытий древесины : учебное пособие [для студентов вузов] / А. А. Зотов, В. Ф. Крисанов, В. Г. Санаев, Е. Е. Овчаренко. – М. : Издательство Московского государственного университета леса, 1988. – 218 с.
8. Материалы лакокрасочные. Методы определения адгезии: ГОСТ 15140-78. – [Введ. 1978-18-05]. – М.: Стандартинформ, 2009. – 10 с.
9. Материалы лакокрасочные. Определение адгезии методом отрыва: ГОСТ 32299-2013 (ISO 4624:2002, MOD). – [Введ. 28-08-2013]. – М. : Стандартинформ, 2014.

Аннотация

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ АДГЕЗИИ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ НА
ДРЕВЕСНЫХ ПОДЛОЖКАХ**

Буйских Н.В., Зелинский Ю.В.

Описана методика выполнения и результаты экспериментальных исследований по определению адгезии лакокрасочных покрытий, нанесенных различными лакокрасочными материалами.

Abstract

**DETERMINATION OF ADHESION COATINGS VARNISH ON
WOOD SUBSTRATE**

Buiskikh N.V., Zelinskyi Y.V.

Methodology and results of experimental studies of the determination of adhesion coatings inflicted by different varnish materials.

УДК 674.093.26

**ПРИСТРОЇ ДЛЯ ПОПЕРЕДНЬОГО ІНФРАЧЕРВОНОГО ПРОГРІВАННЯ
ПАКЕТІВ ШПОНУ У ВИРОБНИЦТВІ ФАНЕРИ**

Форос В.В., аспірант*

(Національний університет біоресурсів і природокористування України)

Проаналізовано наявні способи виготовлення фанери та причини їх низької продуктивності. Наведено опис альтернативного способу виготовлення фанери із застосуванням інфрачервоного випромінювання, а також опис можливих пристроїв для виконання операції попереднього прогрівання пакетів шпону з нанесеним клеєм у лініях з виготовлення фанери.

Поява нових плитних матеріалів на ринку деревообробної галузі підвищує конкуренцію за даний сегмент. В даний час виробництво фанери має низку проблемних питань, які ускладнюють подальше підвищення конкурентоспроможності даного виду продукції порівняно з іншими плитними матеріалами, особливо з плитами OSB (від англ. Oriented Strand Board), через специфіку одержання вихідної продукції – лущеного шпону.

Пресування фанери є основною операцією у процесі склеювання фанери, перебіг якої має суттєвий вплив на формування якісного клейового з'єднання

* Науковий керівник - доктор технічних наук, професор П.А. Бехта

[1], що є основним показником міцності фанери. Процес пресування відбувається між плитами пресу, які забезпечують контакт між склеюваними листами шпону та його збереження впродовж певного часу, необхідного для отримання міцного клейового з'єднання.

Після підвищення тиску зростання температури у всіх шарах пакета відбувається за визначеною закономірністю. Найвіддаленіші шари від поверхні плит, нагріваються з меншою швидкістю, ніж периферійні. Неоднаково змінюється температура і по площі пакету, адже вона швидше наростає в середній зоні і повільніше в крайовій [1]. Нагрівання крайової зони сповільнюється за рахунок витрат на випаровування вологи.

Оскільки під час нанесення клею на листи шпону, разом з ним (клеєм) вноситься певна кількість вологи, то під час гарячого пресування з'являється необхідність виведення зайвої вологи та утвореної пароводяної суміші, наявність яких заважає закінченню процесу поліконденсації клею та негативно впливає на формування якісного клейового з'єднання.

Дану проблему можна вирішити за допомогою попереднього підсушування пакетів шпону з нанесеним клеєм [1]. Такий спосіб інколи використовують під час виготовлення спеціальних видів водостійкої, авіаційної, бакелізованої фанери та деревино шаруватих пластиків, для склеювання яких використовують синтетичні фенолформальдегідні смоли. Згідно технологій їх виготовлення, ці смоли наносять на шпон контактним способом або просоченням. З метою швидкого видалення вологи здійснюють підсушування таких листів шпону. Попереднє підсушування клейового шару сприяє утриманню смоли на поверхні шпону та протидіє подальшому її просоченню всередину листа шпону, що безумовно виключає утворення так званого "голодного з'єднання". Для цього застосовують спеціальні види сушарок, що забезпечують швидке видалення вологи із клею та шпону. Рекомендована вологість після сушіння становить 8 ± 2 % [1]. Підсушування проводиться конвективним методом підведення тепла, що звісно є малоефективним за рахунок великих втрат теплоносія та тривалого часу сушіння, необхідного для прогрівання пакета по товщині.

Одним з альтернативних способів підведення тепла є застосування інфрачервоного випромінювання (ІЧ), яке отримало широке застосування майже у всіх галузях промисловості, зокрема і в деревообробній. Зокрема, ІЧ випромінювання застосовується для сушіння пиломатеріалів, для підсушування лакофарбових покриттів, точкового прогрівання шипових з'єднань із нанесеним на них клеєм, попереднього прогрівання зволжених чурбаків перед операцією лушчення [2], з метою збільшення їх пластичності.

Наявні дослідження по впливу інфрачервоного випромінювання на деревину [3] показали, що деревина є проникним матеріалом для даного виду випромінювання й сприяє виведенню з неї вологи. Інфрачервоні промені здатні проникати в деревину на певну глибину залежно від породи, вологості матеріалу та довжини хвилі променю. Тривалість нагрівання залежить від потужності випромінювача, його розташування щодо матеріалу та його

розмірів. Даний метод дозволяє пришвидшити підведення тепла до листів шпону та клейового шва безпосередньо через радіаційний розподіл температури по товщині пакета шпону.

Таким чином, можна припустити, що технологія попереднього підсушування листів шпону з нанесеним фенолформальдегідним клеєм разом із застосуванням ІЧ випромінювання дозволить зменшити початкову вологість пакета шпону. За умов пресування в пресі, де волога під час нагрівання пакета шпону може випаровуватися лише по периметру крайової зони, даний фактор дозволить значно скоротити тривалість операції пресування, а також мінімізувати напруження, які виникають внаслідок утворення пароводяної суміші всередині пакета, випаровування якої за умов плоского пресування між плитами преса є доволі складним.

Отже, входячи з вищенаведеного, можна стверджувати, що застосування ІЧ випромінювання (за необхідних його спектральних параметрів, вологості та щільності деревини) для попереднього підведення тепла до пакета шпону з метою підсушування клейового шару і прогрівання листів шпону, дозволить максимально пришвидшити процес пресування фанери, разом із здатністю забезпечити якісне клеєве з'єднання, і, безумовно, призведе до збільшення якісних та кількісних показників підприємств з виготовлення фанери.

Мета дослідження – з'ясувати змогу впровадити операцію попереднього прогрівання пакетів шпону за допомогою інфрачервоного випромінювання у виробництво фанери, а також розробити конструкції пристроїв для реалізації такої операції, що сукупно дасть змогу інтенсифікувати процес пресування фанери.

Результати дослідження. Для реалізації цієї мети на підставі аналізу літературних джерел було запропоновано спосіб виготовлення фанери, де після операції холодного підпресування пакетів шпону передбачається операція попереднього ІЧ прогрівання, під час якої підпресовані пакети шпону одночасно з двох сторін попередньо прогриваються ІЧ випромінюванням, а після цього прогріті до відповідної температури пакети шпону пресуються. Згідно даного способу проведено лабораторні дослідження по попередньому прогріванню пакетів шпону та проаналізовано кінцеві міцнісні характеристики фанери, виготовленої згідно наведеного способу.

Експериментальні дослідження показали, що попереднє прогрівання підпресованих пакетів шпону за допомогою ІЧ випромінювання перед завантаженням їх у прес для пресування дає змогу на 30 – 50% (при звичайній тривалості у 3 хв) та 2,5 – 3,5 рази (при тривалості у 6 хв) зменшити тривалість пресування, а отже суттєво збільшити продуктивність преса і обсяги випуску готової продукції. Крім того, оскільки пакети шпону рівномірно прогріті по всій їх товщині, це дає змогу розміщувати по кілька пакетів в одному проміжку між плитами преса.

З метою реалізації наведеного способу було запропоновано лінію виготовлення фанери (рис.1) та пристрої для попереднього ІЧ прогрівання:

пристрій попереднього прогрівання пакетів шпону ІЧ випромінюванням (рис.2) і завантажувальна етажерка з ІЧ прогріванням пакетів шпону (рис.3).

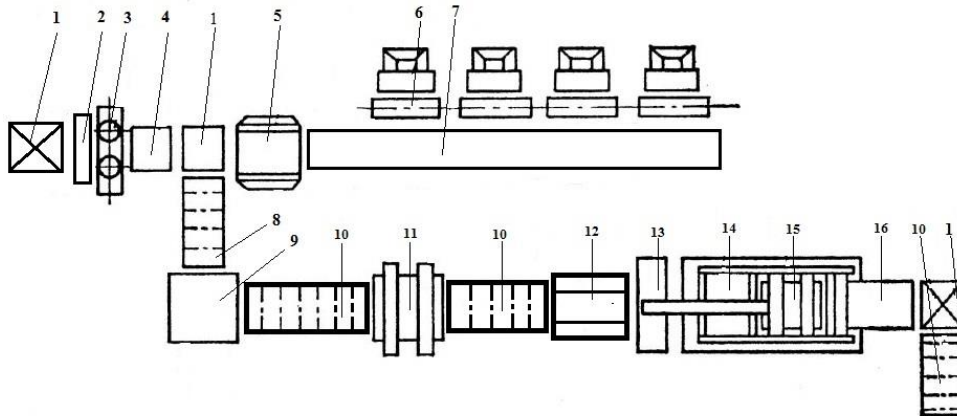


Рис.1 Лінія виготовлення деревинних композиційних матеріалів із шпону: 1 – піднімальні столи; 2 – подавальний ролик; 3 – верстат для нанесення клею; 4 – передавальний конвеєр; 5 – механізм формування пакета; 6 – пристрій для подачі сухих листів шпону; 7 – конвеєр подачі листів шпону; 8 – нагромаджувач набраних стоп; 9 – механізм подачі стоп під кутом; 10 – роликові конвеєри подачі стоп; 11 – прес для підпресування; 12 – пристрій інфрачервоного прогрівання; 13 – механізм завантаження етажерки; 14 – завантажувальна етажерка; 15 – прес; 16 – розвантажувальна етажерка

Запропонована лінія (рис.1) виготовлення деревинних композиційних матеріалів із шпону включає: верстат для нанесення клею на шпон, пристрій для подачі сухих листів шпону, механізм формування пакета шпону, прес для підпресування пакетів шпону, механізм завантаження етажерки, завантажувальну етажерку, гарячий прес, розвантажувальну етажерку і оснащена пристроєм попереднього прогрівання одночасно з двох сторін підпресованих пакетів шпону інфрачервоним випромінюванням, який встановлений після преса для підпресування перед пресом для пресування.

Як пристрій для попереднього прогрівання пакетів шпону за допомогою ІЧ випромінювання запропоновано пристрій прохідного типу (рис.2), який дозволяє одночасно з двох сторін проводити прогрівання пакетів шпону по перетину.

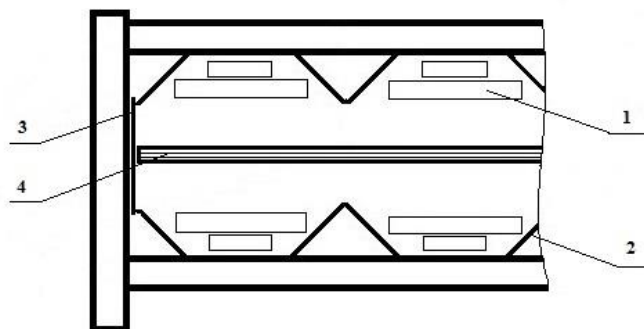


Рис.2. Схематичне зображення пристрою попереднього прогрівання пакетів шпону інфрачервоним випромінюванням: 1 – керамічний ІЧ випромінювач; 2 – рефлектор; 3 – бічний рефлектор; 4 – пакет шпону

Оскільки в лінії виготовлення фанери операції виконуються послідовно і безперервно, то при впровадженні додаткових операцій та обладнання, необхідно максимально їх підлаштувати до технологічного процесу, без операцій, що призупиняють виробничий ритм. Саме з цією метою запропоновано сумістити декілька операцій в одному пристрої, який безпосередньо знаходиться в існуючих лініях виготовлення фанери. Запропоновано вдосконалену завантажувальну етажерку преса з інфрачервоним прогріванням пакетів шпону (рис.3), яка складається з рами, полиць, штовхача, приводів переміщення етажерки та штовхача і оснащена керамічними інфрачервоними випромінювачами, встановленими зверху та знизу сітчастих полиць, для попереднього прогрівання одночасно з двох сторін підпресованих пакетів шпону перед їх завантаженням у прес, а також вентиляторами для відведення гарячого вологого повітря.

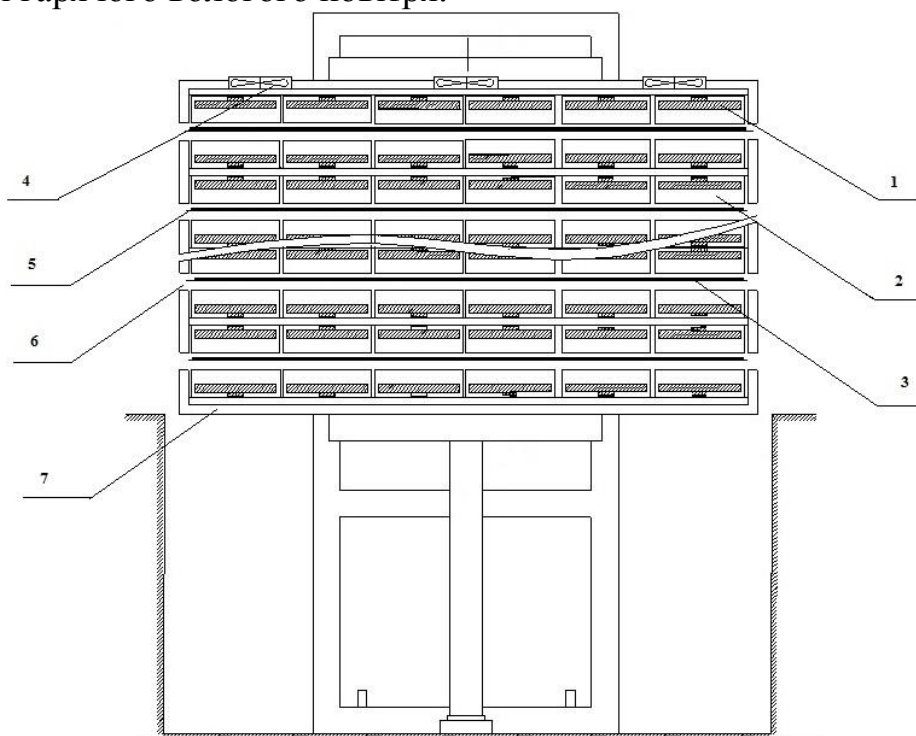


Рис.3. Поперечний розріз завантажувальної етажерки з ІЧ прогріванням пакетів шпону: 1 – ІЧ випромінювачі; 2 – рефлектор; 3 – пакет шпону; 4 – циркуляційні вентилятори; 5 – сітчасті полиці; 6 – проміжок етажерки; 7 – корпус з механізмом підймання та опускання

Запропонована конструкція такої етажерки дозволяє сумістити операцію завантаження пакетів шпону у прес та операцію їх попереднього ІЧ прогрівання. Що безумовно полегшує її подальше впровадження в вже наявні лінії виготовлення фанери, адже нею можна замінити завантажувальну етажерку, яка є при пресовим обладнанням. Така етажерка, завдяки великій кількості проміжків, не зважаючи на певну тривалість операції прогрівання, не зменшить продуктивність лінії.

Наведений спосіб попереднього ІЧ прогрівання пакетів шпону, його імплементація у технологію виготовлення фанери та деревинних

композиційних матеріалів з шпону, дозволяє суттєво у 2,5 – 3,5 рази скоротити процес пресування разом із запропонованими пристроями для попереднього ІЧ прогрівання пакетів шпону, може призвести до суттєвого підвищення продуктивності фанерних підприємств, скорочення енергетичних витрат одночасно з підвищенням якісних показників продукції.

За результатами виконаних досліджень на спосіб виготовлення фанери з попереднім прогріванням пакетів шпону за допомогою ІЧ випромінювання, а також на лінію виготовлення фанери і завантажувальну етажерку преса з пристроєм попереднього прогрівання пакетів шпону інфрачервоним випромінюванням подано заявки на охоронні документи інтелектуальної власності.

Список літератури

1. Бехта П.А. Виробництво фанери: Підручник. / Павло Антонович Бехта. – Київ: Основа, 2003. – 320 с.
2. Dupleix A., Ould Ahmedou S.-A., Bléron L., Rossi F., Hughes M. Rational production of veneer by IR-heating of green wood during peeling: Modeling experiments / Dupleix A., Ould Ahmedou S.-A., Bléron L., Rossi F., Hughes M. // *Holzforschung*, 2012. – Vol. 67. № 1. – P. 53-58.
3. Долацис Я.А. Воздействие ИК – излучения на древесину / Я.А. Долацис, С.Г. Ильясов, В.В. Красников – Р.: Зинатне, 1973.- 496с.

Abstract

DEVICES FOR PREVIOUS INFRARED HEATING OF VENEER PACKAGES IN PLYWOOD PRODUCTION

Foros V., PhD student

The existing methods of manufacture plywood were analyzed and were given the solutions for their poor performance. There we propose the alternative method of manufacture of plywood using with infrared radiation, possible devices for the operation of the previous heating packages of veneers coated with adhesive to be included in the production lines of plywood.

Аннотация

УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ИНФРАКРАСНОГО ПРОГРЕВАНИЯ ПАКЕТОВ ШПОНА В ПРОИЗВОДСТВЕ ФАНЕРЫ

Форос В.В., аспирант

Проанализированы наявные способы изготовления фанеры и причины их низкой производительности. Приведено описание альтернативного способа

изготовления фанеры с применением инфракрасного излучения, описание возможных устройств для проведения операции предварительного прогрева пакетов шпона с нанесенным клеем и их включение в линии по изготовлению фанеры.

УДК 674.048

АНАЛІЗ ВОГНЕЗАХИСНОЇ СПРОМОЖНОСТІ АНТИПІРЕНІВ ДЛЯ ДЕРЕВИНИ

Пінчевська О.О., докт.техн.наук, проф., Бондарчук О.М., магістрант
(Національний університет біоресурсів і природокористування України)

Наведені аналіз ефективності вогнезахисних препаратів для деревини, методика випробувань та результати експериментальних досліджень захисної спроможності антипіренів.

Традиційно деревина використовується в будівництві і попит на дерев'яні споруди сьогодні збільшується, оскільки вона має значну перевагу по екологічності з іншими будівельними матеріалами. Проте, руйнування під дією вогню та активне підтримування горіння призводить до величезних збитків і людських жертв, які в Україні в кілька разів вищі, ніж у розвинених країнах. За даними Міністерства надзвичайних ситуацій лише за перші три місяці 2007 року в Україні сталося 13362 пожежі, на яких загинули 1389 чоловік. Значною мірою це зумовлено недостатнім використанням засобів захисту деревини від вогню.

За принципом дії антипірени поділяють на активні, що змінюють перебіг процесу горіння і пасивні, які утворюють ізоляційний шар, що оберігає деревину від доступу тепла. Активні значною мірою є водними розчинами солей, які під час дії вогню покривають оброблену конструкцію плівками або газовими оболонками, що перешкоджають доступу вогню. До пасивних, як правило, відносять плівкоутворювальні речовини [1].

Зростаюча кількість пожеж і пожежонебезпека будинків і споруд ставить необхідність проведення спеціальних профілактичних заходів. Проте розробка ефективних заходів багато в чому залежить від правильної оцінки пожежної небезпеки матеріалів і вогнестійкості конструкцій. Для визначення характеру поведінки матеріалу і конструкції, оцінки застосовуваних антипіренів проводять вогневі і високотемпературні випробування [2].

Мета досліджень – аналіз захисної спроможності антипіренів для деревини.

Матеріали і методика досліджень. Для обґрунтованого вибору антипіренів для випробування було використано метод розставлення

пріоритетів на основі експертних оцінок [3]. Для порівняння обрані вогнезахисні препарати доступні на вітчизняному ринку: «Праймер ЄС-19», «Композит», «Сенеж вогне-біо», «Неомід 450-1» та «Пірілакс». Перші два препарати виготовляються в Україні, останні – російського виробництва. Препарати порівнювали за такими показниками як : використання на 1 м², кількість шарів нанесення, час затвердіння, термін придатності, ціна.

Результати підрахунків за допомогою спеціального алгоритму наведено в табл.1.

Таблиця 1. Підсумкова матриця аналізу вогнезахисних препаратів для деревини

Марка вогнезахисного препарату	Пріоритет антипірену по одиничних показниках					Пріоритет показника		Комплексний пріоритет
	1	2	3	4	5	номер	значення	
«Сенеж вогне-біо»	0,12	0,21	0,42	0,15	0,16	1	0,22	0,55
«Неомід 450-1»	0,27	0,16	0,05	0,35	0,12	2	0,2	0,2
«Праймер ЄС-19»	0,15	0,21	0,12	0,1	0,24	3	0,16	0,16
«Композит»	0,26	0,21	0,29	0,15	0,29	4	0,24	0,23
«Пірілакс»	0,19	0,21	0,12	0,25	0,19	5	0,18	0,19

Видно, що найкращим серед розглянутих антипіренів виявився препарат марки «Сенеж вогне-біо». Однак, за ціною цей препарат програє, тому для експериментальних досліджень також було обрано наступний за комплексним пріоритетом препарат вітчизняного виробника «Композит».

Для визначення індексу поширення полум'я використано спеціальний пристрій (рис.1а), який складається з радіаційної панелі та утримувача зразка встановленого напроти, з запальним пристроєм та зонта з вмонтованою термопарою, якою вимірюють температуру димових газів. Утримувач зразка виконано з керамічного високотемпературного теплоізоляційного матеріалу та додатково з боків станини до зонта встановлені тепло ізолюючі бокові ширми для зниження теплообміну з навколишнім середовищем.

Зразки деревини сосни розміром 10 x 100 x 300 мм виготовляли згідно вимог ГОСТ 12.1.044-89 [4] в кількості 5 зразків, оброблених кожним видом антипірену і 5 контрольних зразків необробленої деревини. Нанесення антипірену проводили за допомогою пензля чотири рази із тригодинною витримкою між процедурами оброблення. За такої технології глибина проникнення антипірену досягає 6 – 10 мм, чого цілком достатньо для протистояння вогню на початкових стадіях пожежі.

Результати досліджень. Оброблені та контрольні зразки закріплювали у пристрої за допомогою керамічного тримача у вертикально-похилому положенні до нагрівного елемента (рис.1 б). Температуру загоряння фіксували за допомогою термопар, відстань ураження деревини полум'ям вимірювали після вистигання зразків. Тривалість горіння становила 15 хвилин для всіх зразків.



а



б

Рис.1. Пристрій для визначення індексу поширення полум'я (а) зі встановленим для випробування зразком (б)

Результати випробувань та дані статистичного оброблення для всіх зразків наведені в табл.2. Порівняння препаратів за відстанню розповсюдження полум'я проілюстровано на рис.2.

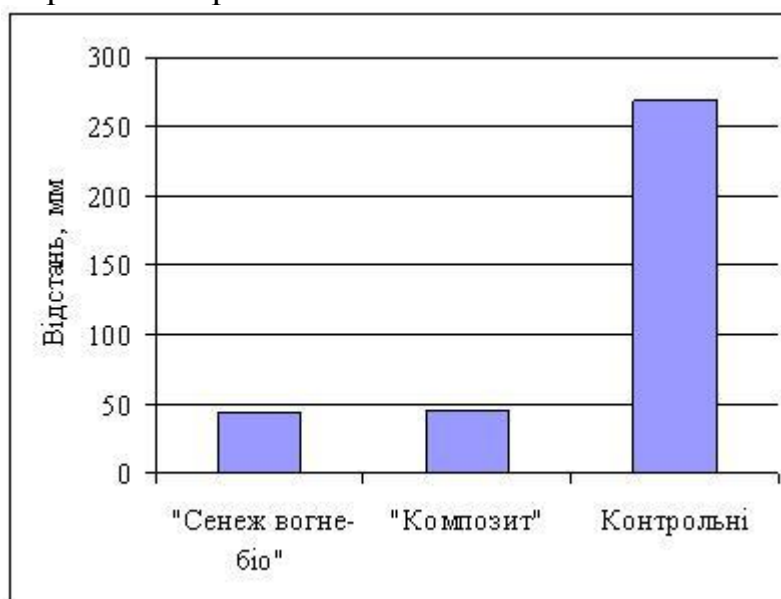


Рис.2. Порівняння відстані розповсюдження полум'я по довжині зразків за 15 хвилин у разі оброблення зразків різними препаратами

Таблиця 2. Результати випробувань вогнезахисної спроможності зразків, оброблених антипіренами

Номер зразка	Температура загоряння, °C	Час загоряння, хв.	Відстань, яку пройшло полум'я, мм	Середнє квадратичне відхилення, $\pm\sigma$, мм	Середня похибка, $\pm m$	Коефіцієнт варіації, V, %	Показник точності, $\pm P$, %
Зразки оброблені препаратом «Сенеж вогне-біо»							
1	278	16,3	43	1,1	0,04	2,54	0,1
2	294	12,2	40				
3	281	18,1	45				
4	272	15,2	47				
5	285	17,3	42				
Зразки оброблені препаратом «Композит»							
1	265	12,1	47	1,29	0,05	2,87	0,11
2	267	12,3	45				
3	271	16,4	43				
4	262	11,2	49				
5	285	18,3	41				
Необроблені зразки							
1	178	2,2	267	3,77	0,15	1,4	0,06
2	181	2,4	283				
3	168	2,2	264				
4	194	2,5	273				
5	163	2,1	259				

Видно, що зразки необробленої деревини мають значно гірші показники до стійкості дії полум'я, ніж зразки оброблені вогнезахисними препаратами – рис.3, що свідчить про необхідність захисту деревних конструкцій від дії вогню.



а



б

Рис.3. Візуалізація результатів проведених випробувань: а – необроблений зразок; б – зразок, оброблений препаратом «Композит»

Обидва випробувані препарати показали майже однакові результати по довжині розповсюдження полум'я. Враховуючи доступність вітчизняного препарату «Композит» його можна рекомендувати для оброблення дерев'яних конструкцій з метою збереження життя людей та заощадження витрат на поновлення споруд.

Висновки:

1. Проаналізовано найбільш розповсюджені вогнезахисні препарати для деревини та обрано ефективніші за допомогою методів нечіткої логіки.
2. Наведено методики та результати випробувань обраних антисептиків.
3. Аналіз результатів випробувань показав необхідність вогнезахисної обробки деревини і доцільність використання вітчизняного вогнезахисного препарату.

Список літератури

1. Бруев Н.А. Современные способы огнезащиты строительных деревянных конструкций. / Науковий вісник будівництва, вип. 9., Харків: ХДТУБтаА, ХОТВ Академії БУ, 2000.- С. 124-126.
2. Пінчевська О.О., Горбачова О.Ю. Захисне оброблення дерев'яних конструкцій. – К.: 2014 – 192с.
3. Пінчевська О.О. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни: «Актуальні проблеми механічного оброблення деревини» / Пінчевська О.О. – Київ: НУБіП України. 2014. – 43.

4. Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методов их определения: ГОСТ 12.1.044-89.- [Введ. 1967-01-01]. – http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/4/4668/

Аннотация

Анализ огнезащитной способности антипиренов для древесины Пинчевская О.О., Бондарчук А.Н.

Приведен анализ эффективности огнезащитных препаратов для древесины, методика испытаний и результаты экспериментальных исследований защитных свойств антипиренов

Abstract

Analysis of protecting ability of wood protecting fire retardants Pinchevska O.O., Podobna D.M.

The analysis of wood protecting fire retardants, examination methods and results of experimental investigations of flame retardant drugs properties are given

УДК 684.4.04

ФЕНОМЕН ТЕПЛОВОЇ ІНЕРЦІЇ У ДЕРЕВИНІ

С. Н. Кульман., к. т. н.

(директор НППФ «Компанія Інтердизайн»)

У статті наведено дані дослідження температурно-силових механізмів нелінійної динаміки деформування та руйнування деревини. Показано, що у нетривалих проміжках часу облік кінцевої швидкості поширення теплових збурень призводить до якісних відмінностей. У великих проміжках часу рішення асимптотичні збігаються з рішеннями, заснованими на рівнянні Фур'є.

Отримані результати дозволяють враховувати динамічні ефекти взаємозалежної термопружності під час інтенсивній тепловій обробці деревини та композиційних матеріалів на її основі.

Тенденції останніх років у технології обробки деревини та матеріалів на її основі говорять про те, що деревина при цьому піддається великим температурним та силовим дій. Як приклади наведено отримання виробів шляхом термомодифікації деревини; різання деревини за допомогою лазера; термопресування деревини як в об'ємі, так її поверхні; різання при надвисоких

швидкостях або з незначними кінематичними кутами різання. У всіх зазначених випадках обробка деревини дозволяє отримати продукт із новими, більш високими споживчими властивостями, або нові високопродуктивні процеси.

Інтенсивні технологічні процеси обробки деревини вимагають все більш точного та тонкого обліку всіх технологічних факторів.

У той же час підхід до аналізу термо-волого-силового впливу на деревину залишається, як правило, досить спрощеним та не враховує динамічних процесів в анізотропних та ізотропних тілах з урахуванням кінцевої швидкості поширення тепла і маси для тепло і вологопереносу у капілярно-пористих тілах.

Мета дослідження – виявити величину похибки і показати необхідність врахування кінцевої швидкості поширення тепла при високо інтенсивної термо - волого - силовий обробці деревини і матеріалів на її основі.

Методика дослідження – базується на застосуванні узагальненого закону теплопровідності, що враховує той факт, що швидкість поширення тепла, яка описується класичним рівнянням Фур'є, не є нескінченно великою.

Класичною моделлю перенесення тепла є рівняння теплопровідності:

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial q}{\partial x}, \quad q = -\lambda \frac{\partial T}{\partial x}, \quad -\infty < x < \infty \quad (1)$$

В якому присутні незалежні змінні: t – час (с), x – розташування (м); залежні змінні: T – температура (К), q – тепловий потік (Вт / м²); а також теплофізичні властивості матеріалу: ρ – щільність (кг / м³), c – питома теплоємність (Дж / КГК), λ – теплопровідність (Вт / мК).

Дана модель виводиться із закону збереження енергії і закону Фур'є, відповідно

до якого тепловий потік $q \sim \frac{\partial T}{\partial x}$. Якщо при цьому початкове обурення задано в обмеженій області простору $T(x, 0) = T_0(x)$, то відповідно до рівняння (1) температура відразу стане не нульовий у всьому просторі. Тобто швидкість поширення тепла буде нескінченно великою.

Це припущення підтверджується результатами розрахунків температурних полів різних тіл при звичайних умовах експлуатації. Однак при високоінтенсивних нестационарних процесах та у розріджених середовищах необхідно враховувати, що тепло поширюється із деякою кінцевою швидкістю [1],

$$c_q = \sqrt{\lambda / c \rho \tau_r} = \sqrt{a / \tau_r}, \quad (2)$$

де τ_r – час релаксації теплового потоку, с (для металів);

$a = \frac{\lambda}{c \rho}$ – коефіцієнт температуропровідності, дорівнює кількості тепла, що протікає в одиницю часу через одиницю поверхні, при перепаді об'ємної концентрації внутрішньої енергії в один Дж/м³ на одиницю довжини нормалі.

Він має розмірність $\text{м}^2/\text{с}$ та за своїм фізичним змістом характеризує молекулярний перенос внутрішньої енергії тіла.

Із огляду на швидкість поширення тепла рівняння теплопровідності приймає вид:

$$q = -\lambda \frac{\partial T}{\partial x} - \tau_r \frac{\partial q}{\partial t}, \quad (3)$$

де $\tau_r \frac{\partial q}{\partial t}$ – теплова інерція теплового потоку.

Для стаціонарних процесів потік тепла $\frac{\partial q}{\partial t} = 0$, та рівняння (3) збігається із рівнянням (1). Для високоінтенсивних нестационарних процесів другий член рівняння (3) стає рівним із першим.

Як приклад, прояву феномена теплової інерції наведемо результати досліджень втомного руйнування деревини. При цьому ми проаналізуємо, наскільки будуть відрізнятися результати експериментів від розрахунків за тепловою моделлю, якщо в ній не враховувати швидкість теплового потоку.

Математична модель. Процес циклічного деформування можна розглядати як екзотермічну реакцію. Якщо екзотермічна реакція йде в ізольованій системі, тобто без обміну теплоти із навколишнім середовищем (адіабатичний процес), то з часом, очевидно, буде спостерігатися зростання температури. Інтенсивність цього зростання залежить як від кінетичних параметрів (константи швидкості), так від термодинамічних властивостей системи (тепловий ефект реакції, теплоємність).

Пружність полімерних матеріалів, до яких належить деревина носить нерівноважний характер, тобто під час циклічного навантаження відбуваються механічні втрати, що викликають тепловиділення в активаційному об'ємі зразка, що деформується, тобто його саморозігрів.

Розігрів композиту під дією циклічного навантаження можна розглядати як процес конкуренції між впливом температури на теплоприхід у процесі деформування, $Q^+(T)$ та тепловідвід у навколишнє середовище $Q^-(T)$.

Враховуючи також перехресний вплив прийнятих до уваги ефектів, а саме, розширення тіла під час нагрівання та ефект виділення тепла під час деформування, отримаємо [2, 3]:

$$\rho C_p \frac{dT(t)}{dt} = Q^+(T) - Q^-(T), \quad Q^+(T) = Q_1^+(T) + Q_2^+(T), \quad (4)$$

$$Q_1^+(T) = \alpha (T - T_0) \sigma, \quad Q_2^+(T) = \beta \varepsilon \sigma / 2, \quad Q^-(T) = \frac{hS}{V_A} (T - T_0), \quad (5)$$

де ρ – щільність, $\text{кг}/\text{м}^3$; C_p – питома теплоємність, $\text{Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$;

$Q_1^+(T)$ – тепловий ефект під час періодичному стисканні тіла у процесі циклічного навантаження, $\text{Дж} / \text{моль}$;

$Q_2^+(T)$ – тепловий еквівалент роботи деформації, $\text{Дж}/\text{моль}$;

α – коефіцієнт лінійного температурного розширення, K^{-1} ; h – коефіцієнт теплопередачі, $Вт/(м^2K)$; S – площа поверхні зразка, $м^2$; V_A – активаційний об'єм зразка, $м^3$; T_0 – температура термостата у момент $t = 0$, 0K ;

Динамічну модель, яка описує еволюцію поведінки деревини в часі під час циклічного навантаження наведено у вигляді системи диференціальних рівнянь, що враховують взаємний вплив температури, напруження та деформації у термоактиваційній зоні:

$$\begin{cases} \frac{dT}{dt} = \alpha(T - T_0)\sigma + \beta \frac{1}{2} \sigma \varepsilon - \gamma(T - T_0) \\ \frac{d\sigma}{dt} = \varepsilon E + \alpha(T - T_0)E - (\sigma - Y) \\ \frac{d\varepsilon}{dt} = \alpha(T - T_0) - \frac{\sigma - Y}{E} \\ \frac{dY}{dt} = \sigma_0 \sin(2\pi f x) \\ \frac{dx}{dt} = \delta \end{cases}, \quad (6)$$

де $\gamma = \frac{hS}{\rho C_p V_A}$ – коефіцієнт пропорційності, що враховує особливості теплопередачі [3]; $\beta = (\rho C_p V_A)^{-1}$ – коефіцієнт пропорційності, що залежить від питомої теплоємності матеріалу C_p , його щільності ρ та активаційного об'єму V_A . Результати розрахунку за моделлю (6) наведені у [4].

Результати натурного експерименту. Зразки із вільхи, січенням $25,5 \times 9,5$ мм закріплювалися консольно на спеціальній установці. Вільний кінець консолі сприймав циклічне навантаження. Зміна величин внутрішніх напружень виконувалося зміною довжини консолі при постійній величині амплітуди коливань. Межа міцності при згині та модуль пружності визначався за стандартною методикою. Для цього установку із зразком встановлювали на розривну машину Р-5 при параметрах: $[\sigma_u] = 83,4$ МПа, $E = 6810$ МПа. Вимірювання температури відбувалося термопарами, що знаходилася на зовнішній поверхні консолі у місцях її жорсткою закріплення. Температуру реєстрували на комп'ютері через кожних 10 с. Коливання віднулеві (ГОСТ 23207 Соппротивление усталости. Основные термины, определения и обозначения.) Температура термостата $T_0 = 293$ К.

У таблиці наведені умови та результати експериментів. Підвищення температури показано у зоні стиску.

Таблиця 1 - Таблиця змінних факторів та результати експериментів.

№	Максимальні напруження в активційному об'ємі при згині, σ , МПа	Частота коливань, f , Гц	Час до руйнування, $\times 10^3$ с	Температура в зоні максимальних напружень в стаціонарному стані, T , °К	Максимальний приріст температури, $\Delta T = T_{\max} - T_0$, К	Період релаксації, часу початку переходу до стаціонарного стану, $\Delta \tau = \tau(T_{\max}) - (T_0)$, $\times 10^3$ с
1	2	3	4	5	6	7
1	47,9	1,3	2100	301	14	95
2	47,9	2,7	1460	304	20	60
3	47,9	4,0	960	307	30,5	26
4	47,9	5,3	850	310	35	17
5	47,9	8	600	317	49	5

На Рис. 1 наведено графіки залежності температури у зоні максимальних напружень від частоти під час циклічних навантажень до руйнування зразка.

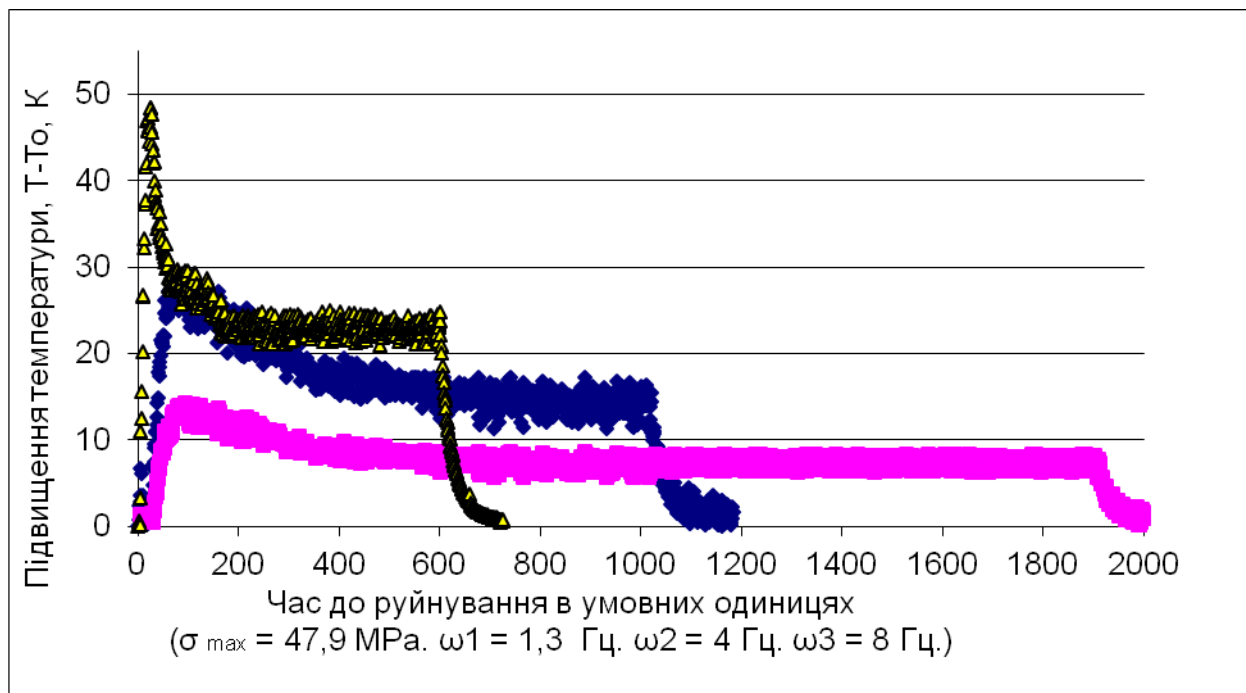


Рис. 1. Залежність зниження температури від частоти під час постійних напружень до руйнування зразка

Як бачимо кожна з температурних кривих у часі має чотири характерні ділянки. Перша, початкова ділянка, це період швидкого зростання температури із постійною швидкістю. Це ділянка нестационарного стану, коли приплив тепла перевищує його відтік. Ділянка закінчується крапкою максимальної

температури. Друга ділянка, це перехід від нестационарного стану до стаціонарного, при якому прихід тепла за рахунок роботи пружною деформації вже не змінюється, є конвективний та інший відтік починає поступово збільшуватися. У момент рівності припливу та відпливу тепла відбувається перехід тіла у стаціонарний стан. Стаціонарний стан це третя характерна ділянка. У цьому стані температура тіла коливається біля деякого середнього значення. Величина цієї середньої температури залежить від обмеженого числа керуючих параметрів, які впливають як теплофізичні властивості тіла, так і умови його термо - механічного навантаження [5].

У стовпці 7 таблиці 1 наведено час досягнення піку температурного навантаження, тобто момент початку переходу тіла від нестационарного стану до стаціонарного.

Користуючись даними, наведеними у таблиці 1 можна проаналізувати зміни теплової інерції теплового потоку в нестационарному стані тіла що навантажено. Відносна теплова інерція для нашого випадку наведена на рис. 2.

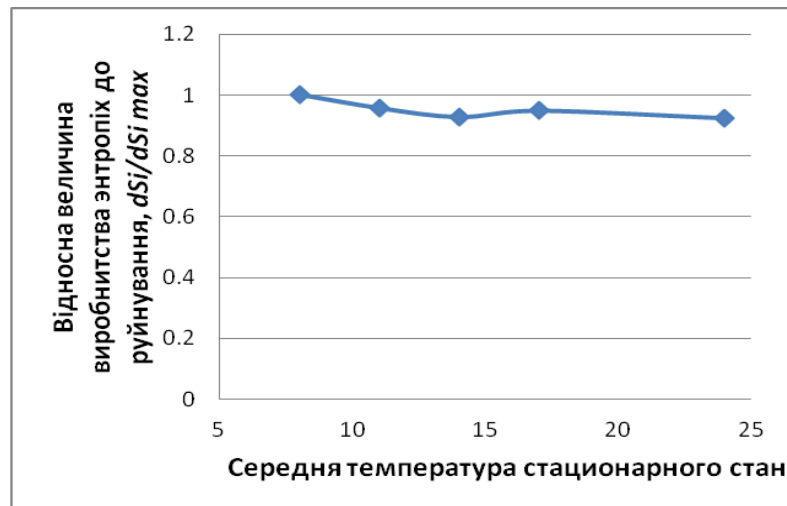


Рис. 2. Залежність величини відносної теплової інерції під час втомних випробування деревини від величини максимальної температури в зоні пружних деформацій

За результатами втомних випробувань можна також визначити величину загальної питомої ентропії, яке вироблено у процесі втомного руйнування вільхи, наведено на рис. 3.

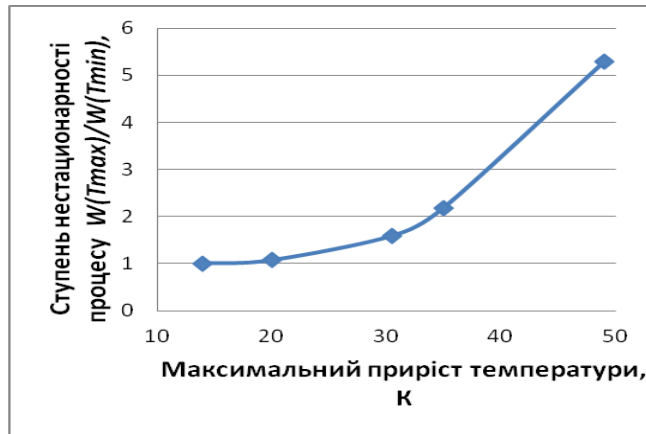


Рис. 3. Графік залежності відносної загальної питомої ентропії виробленої у процесі втомного руйнування вільхи.

Крім того, для більш повного розуміння рівня нестационарного процесу деформування в початковий період навантаження, можна визначити ступінь його нестационарності. Яка враховує зміну теплової інерції під час різних режимах навантаження і постійну при цьому величину питомої виробництва ентропії для кожного матеріалу. Ступінь нестационарності процесу втомного навантаження залежно від максимального приросту температури наведено на рис. 4.

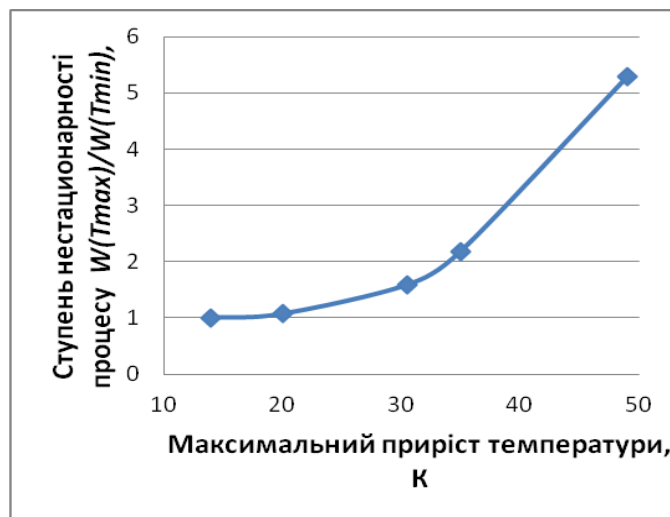


Рис. 4. Ступінь нестационарності процесу втомного навантаження залежно від максимального приросту температури

Під час порівняння результатів, справжнього дослідження, які отримані із урахуванням величини теплової інерції теплового потоку під час циклічного навантаження деревини, з результатами, отриманими згідно обчислювального експерименту за моделлю (6), яка побудована без обліку теплової інерції [5], можна відзначити, що динамічна модель (6) адекватно описує динаміку зміни

середньої температури тільки у стаціонарному стані.

Висновки. Під час проведення прискорених втомних випробуваннях деревини феномен теплової інерції необхідно враховувати тільки у початковий період навантаження. Так як в цьому випадку ступінь нестационарності процесу може досягати значних величин.

Час температурної релаксації може досягати при термо - силовому навантаженні деревини досить великих значень. Тому при високих інтенсивних швидкісних процесах обробки деревини потрібно враховувати теплову інерцію теплового потоку.

Час теплової релаксації під час опору деревини втоми залежить від частоти навантаження що прикладається.

Список літератури

1. Лыков А. В. Теория теплопроводности. / А. В. Лыков. – М.: Высшая школа, 1967. – 599 с.
2. Ратнер С. Б. Физическая механика пластмасс. Как прогнозируют работоспособность? / С. Б. Ратнер, В. П. Ярцев. – М. : Изд-во “Химия”, 1992. – 320 с.
3. Петров В.А. Физические основы прогнозирования долговечности конструкционных материалов. / В.А. Петров, А.Я. Башкарев, В.И. Веттергенъ. – СПб.: Политехникак, 1993. – 475 с.
4. Кульман С.М. Модель втомного руйнування деревини та композиційних матеріалів на її основі / Кульман С.М. // Науковий вісник НЛТУ / Львів. – 2015. – Вип. 25.2. – С. 334 – 340.
5. Кульман С.М. Прогнозування довговічності деталей із деревини та деревних матеріалів під час їх циклічного навантаження / Кульман С.М. // Науковий вісник НЛТУ / Львів. – 2015. – Вип. 25.3. – С. 146 – 155.

Аннотация

ФЕНОМЕН ТЕПЛОВОЙ ИНЕРЦИИ В ДРЕВЕСИНЕ

С. Н. Кульман., к. т. н.

(директор НПФ «Компания Интердизайн»)

В статье приведены данные исследования температурно-силовых механизмов нелинейной динамики деформирования и разрушения древесины. Показано, что в непродолжительных промежутках времени учет конечной скорости распространения тепловых возмущений приводит к качественным различиям. В больших промежутках времени решение асимптотически совпадает с решениями, основанными на уравнении Фурье.

Полученные результаты позволяют учитывать динамические эффекты взаимосвязанной термоупругости при интенсивной тепловой обработке древесины и композиционных материалов на его основе.

Abstract

PHENOMEN OF THERMAL INERTIA IN THE WOOD

S. N. Kulman.

The article presents data from a study of temperature and power mechanisms of the nonlinear dynamics of deformation and destruction of timber. It is shown that in the short time intervals into account the finite speed of propagation of thermal perturbations lead to qualitative differences. In the long period of time the solution is asymptotically coincides with the solutions based on the Fourier equation.

The results allow to take into account the dynamic effects of the interconnected thermoelasticity under intensive heat treatment of wood and composite materials on its basis.

УДК 624.011.14; 625.142.21

**ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМА СКЛЕИВАНИЯ
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СОСТАВНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ,
ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ В ЖЕСТКИХ УСЛОВИЯХ**

Мазаник Н. В., доцент; Божелко И. К.

(Белорусский государственный технологический университет)

Выполнен анализ свойств клеев, потенциально пригодных для производства составных деревянных шпал. Проведены циклические испытания клеевых соединений на устойчивость к ускоренному старению в условиях переменных температурно-влажностных воздействий. Определена зависимость прочности клеевого соединения на основе клея ФРФ-50 от параметров режима склеивания. Произведена оптимизация режима склеивания.

Рациональность использования древесного сырья является одним из важнейших факторов, влияющих на конкурентоспособность деревообрабатывающих предприятий. Особенно актуален данный аспект для производств, в которых полезный выход основной продукции ограничен в силу ее специфики, например при производстве крупномерных сортиментов, таких как шпалы, столбы, рудничные стойки и т. п. Проблема усугубляется тем

фактом, что для выработки подобных изделий используется сырье крупных диаметров, количество которого в Республике Беларусь весьма ограничено. Кроме того, известно, что стоимость сырья с диаметром более 26 см существенно выше по сравнению со стоимостью пиловочника, обычно используемого на лесопильных заводах.

Вышеупомянутые факты являются причиной того, что в последние годы все большую популярность приобретает идея составных деревянных конструкций, в которых крупномерные элементы изготавливаются из нескольких деталей меньшего размера. Это позволяет, во-первых, вовлечь в производство более дешевое тонкомерное сырье, а во-вторых – повысить качество конечной продукции за счет камерной сушки и более глубокой биозащитной пропитки элементов малой толщины.

Так, в настоящее время известно достаточно много патентов на конструкции составных деревянных шпал для железнодорожных путей. Следует однако отметить, что подавляющее большинство предлагаемых в них решений отличается сложностью и высокой себестоимостью изготовления, что связано с применением дорогостоящих крепежных элементов либо обвязок. Поэтому подобные шпалы не нашли широкого применения на практике. В этой связи становится очевидным, что положительный экономический эффект может быть достигнут исключительно при использовании наиболее простых и низкзатратных способов соединения, таких, например, как клеевые.

Железнодорожные составные шпалы представляют собой ответственные изделия, к которым предъявляются высокие требования, в числе которых:

- прочность клеевого соединения, которая не должна быть ниже средней прочности древесины на скалывание;
- высокая водостойкость клеевого шва (класс эксплуатации D4);
- высокая устойчивость клеевого соединения к старению в условиях переменных температурно-влажностных воздействий;
- стойкость клеевого соединения к вибрационным нагрузкам, которые могут иметь место при эксплуатации шпал в железнодорожном пути.

Во многом схожие требования выдвигаются к клеям, применяемым для склеивания несущих деревянных конструкций. Анализ научно-технической литературы позволил установить, что наиболее широко используемыми в производстве клееных деревянных конструкций являются резорциновые, фенольно-резорциновые, поливинилацетатные и полиуретановые клеи. При этом фенольно-резорциновые связующие зарекомендовали себя как обеспечивающие наиболее долговечные клеевые соединения при эксплуатации под действием различных атмосферных воздействий, в том числе при эксплуатации в районах с нормальным холодным климатом. Соединения древесины на резорциновых и фенольно-резорциновых клеях отличаются также высокой стойкостью к ускоренному старению и вибрационным нагрузкам, а прочность клеевых соединений на скалывание может достигать 15–16 МПа. В то же время, развернутая информация о поведении клеевых швов в условиях,

приближенных к эксплуатационным для железнодорожных шпал, отсутствует, равно как и четкие рекомендации по режимам склеивания. Последний факт обусловлен тем, что оптимальные параметры режима склеивания существенно зависят от свойств клея конкретного производителя.

Целью нашей работы стало сравнение прочностных свойств клеев, потенциально пригодных для склеивания элементов составной шпалы. В качестве таких связующих рассматривались: фенольно-резорциновый клей ФРФ-50 производства НПО «Карбохим» (Российская Федерация); поливинилацетатная дисперсия Kleiberit 314.3 производства Klebchemie M.G.Becker GmbH & Co. KG (Германия); полиуретановый клей Kleiberit PUR 501.0 производства Klebchemie M.G.Becker GmbH & Co. KG (Германия). Склеиванию подвергались сосновые образцы влажностью 8%. Режимы склеивания приведены в табл. 1.

Таблица 1. Режимы склеивания

Параметр	Марка клея		
	ФРФ-50	Kleiberit 314.3	Kleiberit PUR 501.0
Расход клея, г/м ²	240	150	200
Время открытой выдержки, мин	7	5	20
Давление склеивания, МПа	0,4	0,4	0,7
Продолжительность закрытой выдержки под давлением, ч	10	20	1
Температура склеивания, °С	20±2	20±2	20±2
Продолжительность выдержки после склеивания до начала испытаний, ч	24	24	24

Программа испытаний включала определение прочности клеевых соединений на скалывание вдоль волокон, причем для каждого клея 20 образцов подвергались испытанию непосредственно после склеивания, еще 20 – после прохождения 40 циклов температурно-влажностных воздействий, ускоряющих старение клеевых швов. Один цикл ускоренного старения согласно ГОСТ 33120-2014 включал следующие операции:

1) образцы помещали в сосуд и на 20 ч заливали водой, имеющей температуру (20±2)°С, таким образом, чтобы они были покрыты водой на 2–3 см;

2) извлеченные из воды мокрые образцы переносили в морозильную камеру и выдерживали в течение 6 ч при температуре минус (20±2)°С;

3) замороженные образцы, извлеченные из морозильной камеры, раскладывали на стеллажах и оставляли оттаивать в течение 16 ч при температуре воздуха (20±2)°С;

4) после оттаивания образцы помещали в сушильную камеру и

выдерживали в ней 6 ч при температуре $(60 \pm 5)^\circ\text{C}$ и влажности воздуха $(60-75)\%$.

Контроль влажности образцов, их нагревание и выдержку при определенной температуре осуществляли с использованием низкотемпературной лабораторной электропечи SNOL 67/350. Заморозка, оттаивание и кондиционирование опытных образцов проводились в климатической камере ТХВ 225. Перед проведением механических испытаний образцы, прошедшие температурно-влажностные воздействия, подсушивали при температуре плюс 40°C до достижения ими первоначальной влажности.

Относительную прочность клеевых соединений рассчитывали с погрешностью 1% по формуле:

$$A = \frac{\sigma_{\sigma}}{\sigma_{\kappa}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где σ_{σ} – среднее арифметическое результатов испытаний образцов после циклических температурно-влажностных воздействий; σ_{κ} – среднее арифметическое результатов испытаний контрольных образцов.

Группу стойкости клеевых соединений к циклическим температурно-влажностным воздействиям определяют в зависимости от их относительной прочности:

- при А до 30% – низкая стойкость;
- при А от 30% до 60% – средняя стойкость;
- при А более 60% – повышенная стойкость.

Прочность образцов на скалывание определялась в соответствии с межгосударственным стандартом ГОСТ 33120-2014 «Конструкции деревянные клееные. Методы определения прочности клеевых соединений». Результаты испытаний представлены в табл. 2.

Расчетная относительная прочность клеевых соединений для клея ФРФ-50 составила 79,25%, для Kleiberit 314.3 – 39,58%, для Kleiberit PUR 501.0 – 60,94%.

Таблица 2. Результаты испытаний прочности клеевых соединений

Марка клея	Среднее значение прочности клеевых соединений на скалывание вдоль волокон, МПа по результатам испытаний 20 сосновых образцов	
	не подвергавшихся циклам ускоренного старения	после 40 циклов ускоренного старения по ГОСТ 33120-2014
ФРФ-50	5,3	4,2
Kleiberit 314.3	4,9	1,9
Kleiberit PUR 501.0	6,4	3,9

Анализ полученных экспериментальных данных позволил сделать

следующие выводы:

- максимальный предел прочности клеевого соединения при скалывании вдоль волокон древесины был получен при использовании полиуретанового клея Kleiberit PUR 501.0 и составил 6,4 МПа;

- несколько меньшее значение предела прочности клеевого соединения при скалывании вдоль волокон древесины было получено при использовании фенольно-резорцинового клея ФРФ-50 – 5,3 МПа, что составляет 78,1% от прочности, полученной для клея Kleiberit PUR 501.0;

- минимальный предел прочности клеевого соединения при скалывании вдоль волокон древесины был получен при использовании поливинилацетатным клеем Kleiberit 314.3 и составил 4,8 МПа или 75% от прочности, полученной для клея Kleiberit PUR 501.0;

- в большинстве случаев разрушение клеевого соединения носило когезионный характер и происходило по древесине, что указывает на возможное занижение прочностного показателя соединения из-за ограниченной прочности самой древесины сосны. Тем не менее, поскольку для изготовления шпалопроductии используется древесина сосны и ели, проведение дополнительных испытаний с использованием твердолиственных пород не является необходимым;

- максимальную стойкость к циклическим температурно-влажностным воздействиям ($A=79,25\%$) показали клеевые соединения, полученные при использовании фенольно-резорцинового клея ФРФ-50. Их стойкость может быть классифицирована по ГОСТ 33121-2014 как повышенная.

Следующим этапом исследований стало изучение влияния влажности древесины при склеивании на прочность получаемого клеевого шва. Как известно, сушка толстомерных древесных сортиментов сопряжена с рядом трудностей, таких как: необходимость использования очень мягких режимов сушки, что существенно увеличивает продолжительность процесса и может спровоцировать поражение древесины различными видами плесневых, деревоокрашивающих и дереворазрушающих грибов; низкая производительность сушильных камер; необходимость тщательного контроля за параметрами сушильного агента и наличия систем их автоматического регулирования, отличающихся низкой инертностью и повышенной точностью, что предполагает использование дорогостоящего сушильного оборудования; существенные потери материала из-за растрескивания в процессе камерной сушки. Из вышеизложенного следует, что возможность склеивания элементов шпалы при их влажности выше 8–12% будет являться существенным преимуществом.

По некоторым литературным данным, фенольно-резорциновые клеи допускают склеивание древесины с повышенной влажностью, однако конкретные экспериментальные данные, из которых можно было бы сделать вывод о предельно допустимой влажности при склеивании, в литературе отсутствуют. Поэтому решено было провести эксперимент, целью которого

является определение зависимости прочности клеевого соединения на основе клея ФРФ-50 от влажности древесины, подвергаемой склеиванию. Испытания проводились в соответствии с методикой, описанной в ГОСТ 33120-2014 «Конструкции деревянные клееные. Методы определения прочности клеевых соединений». Каждый опыт проводился в пяти повторениях (табл. 3).

Таблица 3. Результаты испытания предела прочности клеевого соединения при скалывании вдоль волокон для образцов, склеенных клеем ФРФ-50 при различных значениях влажности

Номер образца	Влажность образца, %	Расход клея, г/м ²	Площадь клеевого соединения, м ²	Разрушающая нагрузка, Н	Предел прочности клеевого соединения, МПа	Среднее значение предела прочности клеевого соединения, МПа
1	8	220	0,0006	3120	5,3	5,3
2	8	220	0,0006	2760	6,1	
3	8	220	0,0006	2940	5,8	
4	8	220	0,0006	3120	4,7	
5	8	220	0,0006	3660	4,8	
6	15	220	0,0006	2760	5,1	5,1
7	15	220	0,0006	2880	4,9	
8	15	220	0,0006	2880	5,1	
9	15	220	0,0006	3360	5,1	
10	15	220	0,0006	3660	5,4	
11	20	220	0,0006	2700	5,2	5,2
12	20	220	0,0006	2820	5,4	
13	20	220	0,0006	3240	5,1	
14	20	220	0,0006	2760	5,0	
15	20	220	0,0006	3180	5,3	
16	25	220	0,0006	3720	5,4	5,5
17	25	220	0,0006	3780	5,6	
18	25	220	0,0006	3360	5,2	
19	25	220	0,0006	2940	4,9	
20	25	220	0,0006	3720	6,4	

В результате эксперимента было установлено, что прочность клеевых соединений с фенольно-резорциновым клеем ФРФ-50 при варьировании влажности древесины в диапазоне от 8 до 25% изменяется незначительно и составляет 5,1–5,3 МПа.

Одной из наиболее существенных проблем применения резорцинового клея

ФРФ-50 для склеивания элементов составной клееной шпалы является отсутствие отработанного режима склеивания, разработанного с учетом характеристик резорциновой смолы конкретного производителя и требований к конечному качеству клеевого шва. Поскольку влияние параметров склеивания на выходной параметр качества представляется не очевидным, для получения математической модели следует прибегнуть к эмпирическому моделированию на основе экспериментальных данных. Кроме того, т. к. основной задачей является оптимизация математической модели, данная модель должна представлять собой как минимум полином второй степени. Это влечет необходимость применения плана эксперимента второго порядка, который позволяет сформулировать функцию отклика в виде полного квадратичного полинома.

Формулированию плана эксперимента предшествовал выбор его входных и выходных факторов. В качестве переменных управляемых входных факторов эксперимента были приняты: расход клея, x_1 , г/м²; давление склеивания, x_2 , МПа; продолжительность закрытой выдержки под давлением, x_3 , ч. В качестве постоянных управляемых входных факторов эксперимента принимали: влажность древесины при склеивании, %; шероховатость поверхности склеиваемых элементов; температуру клеевого шва при склеивании, °С; продолжительность открытой выдержки перед склеиванием, мин; продолжительность выдержки после склеивания, ч. В качестве постоянных измеряемых входных факторов эксперимента учитывали: температуру и влажность воздуха в помещении, в котором проводилось склеивание; характеристики компонентов клеевого состава. В качестве выходного параметра, y , использовался предел прочности при скалывании вдоль волокон, МПа.

Чтобы определить все коэффициенты уравнения регрессии, необходимо реализовать план эксперимента, в котором каждый фактор варьируется не менее чем на трех уровнях. Для построения матрицы планирования В-плана за основу был принят полный факторный план ПФЭ 2³, дополненный 6 звездными точками. Реализация эксперимента осуществлялась в соответствии с матрицей, записанной с использованием натуральных значений переменных факторов (табл. 4). Каждый опыт выполнялся в трех повторениях.

Обработка экспериментальных данных выполнялась с использованием программ Microsoft Office Excel 2007 и MathCAD 14 Portable. В этих же программах была выполнена проверка адекватности выведенного уравнения регрессии. В результате была получена математическая модель зависимости выходного параметра от переменных факторов в натуральных значениях:

$$y = -3.38127 + 0.051218 \cdot x_1 + 11.55143 \cdot x_2 + 0.081467 \cdot x_3 - 0.0001113 \cdot x_1^2 - 9.57143 \cdot x_2^2 - 0.00366 \cdot x_3^2$$

Таблица 4. Результаты реализации трехфакторного эксперимента по определению оптимального режима склеивания в соответствии с матрицей В-плана

Номер опыта	Переменные факторы			Среднее значение предела прочности клеевого соединения при скалывании вдоль волокон, y , МПа
	расход клея, x_1 , г/м ²	давление, x_2 , МПа	продолжительность выдержки, x_3 , ч	
1	120	0,3	24,0	3,61
2	350	1,0	24,0	2,73
3	120	1,0	24,0	3,00
4	350	0,3	24,0	3,35
5	120	0,3	3,0	3,97
6	350	1,0	3,0	3,09
7	120	1,0	3,0	3,35
8	350	0,3	3,0	3,74
9	235	0,3	10,5	5,56
10	235	1,0	10,5	4,94
11	235	0,65	3,0	6,18
12	235	0,65	24,0	5,82
13	120	0,65	10,5	5,08
14	350	0,65	10,5	4,82

Оптимизация математической модели в MathCAD 14 Portable позволила определить значения переменных факторов, обеспечивающих максимум выходного параметра. Было установлено, что максимальное значение предела прочности клеевого соединения при скалывании вдоль волокон может быть получено при следующих значениях параметров склеивания: расход клея – 221 г/м²; давление прессования – 0,48 МПа; – продолжительность выдержки под давлением – 12,4 ч.

Таким образом, подводя итоги выполненных исследований, можно сделать следующие выводы. При производстве составных деревянных конструкций, предназначенных для эксплуатации в условиях переменных температуры и влажности, может быть рекомендовано использование фенольно-резорцинового клея ФРФ-50. Данный клей обеспечивает требуемую прочность клеевого соединения на скалывание и имеет повышенную стойкость к циклическим температурно-влажностным воздействиям. Кроме того, склеивание клеем ФРФ-50 может производиться при транспортной влажности древесины, что позволяет повысить гибкость и вариативность технологического процесса.

Список литературы

1. Ярцев В.П., Киселева О.А. Прогнозирование поведения строительных

материалов при неблагоприятных условиях эксплуатации : учебное пособие / В.П. Ярцев, О.А. Киселева. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. – 124 с.

2. Ефимов В.А., Петрова А.П., Аниховская Л.И. Ускоренные испытания клеевых соединений / В.А. Ефимов, А.П. Петрова, Л.И. Аниховская // «Клеи. Герметики. Технологии». – 2005. – №7.

3. ГОСТ 33120-2014 Конструкции деревянные клееные. Методы определения прочности клеевых соединений.

4. ГОСТ 33121-2014 Конструкции деревянные клееные. Методы определения стойкости клеевых соединений к температурно-влажностным воздействиям.

Анотація

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМУ СКЛЕЮВАННЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ СКЛАДОВИХ ДЕРЕВ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ, ЕКСПЛУАТОВАНИХ В ЖОРСТКИХ УМОВАХ

Мазаник Н. В., Божелко І. К.

Виконано аналіз властивостей клеїв, потенційно придатних для виробництва складових дерев'яних шпал. Проведено циклічні випробування клейових з'єднань на стійкість до прискореного старіння в умовах змінних температуро-вологісних впливів. Визначено залежність міцності клейового з'єднання на основі клею ФРФ-50 від параметрів режиму склеювання. Проведена оптимізація режиму склеювання.

Abstract

OPTIMIZATION OF THE BONDING MODE DURING THE PRODUCTION OF COMPOSITE WOODEN STRUCTURES OPERATING UNDER SEVERE CONDITIONS

Mazanik N., Bozhelko I.

The analysis of the properties of adhesives, potentially suitable for the production of composite wood sleepers is made. Cyclic tests of adhesive joints in regard to their resistance to accelerated aging under variable temperature and humidity conditions are conducted. The dependence of the strength of the bond obtained with the adhesive FGF-50 from the bonding mode is determined. The optimal parameters of bonding mode are shown.

УДК 33: 691.11

ВЛИЯНИЕ СОРТНОСТИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ НА ПРОЧНОСТЬ КЛЕЕНОГО СТЕНОВОГО БРУСА

Овсянников С.И., канд. техн. наук, доц.,

Ковш А.Ю., магистр

*(Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова)*

В работе рассмотрены вопросы качества клееного стенового бруса. Рассмотрено влияние пороков древесины в виде сучков на теплопроводности клееного бруса и качество клеевого шва. Для математического моделирования свойств клееного бруса были проведены исследования размерно-качественных характеристик пороков в ламелях в зависимости от сортности. Представлен график зависимости внутренних напряжений в клеевых швах в зависимости от количества и размеров сучков в ламелях.

Актуальность. Деревянное домостроение в нашей стране в последнее время возрождается и получает второе дыхание [3]. Основным направлением в деревянном домостроении является строительство из оцилиндрованных бревен и клееного профилированного бруса [5]. Наиболее эффективным является многослойный клееный профилированный брус, так как он не подвержен усадке при высыхании, более стойкий к грибковым поражениям, изготовление в заводских условиях обеспечивает высокую точность.

Клееный стеновой профилированный брус относится к высокотехнологичным материалам. Основные требования к клееной древесине регламентированы рядом нормативно-технических документов. На основании этих документов предприятия могут сами разрабатывать технические условия на различные виды клееной продукции.

Анализ достижений и публикаций. Клееный брус изготавливается из ламелей после удаления дефектных мест с пороками, что уменьшает полезный выход древесины [3, 4]. Но наличие пороков в виде сучков снижает физико-механические свойства, а именно, ухудшает теплопроводность и снижает прочностные свойства бруса. Пороки в виде сучков, встречающиеся в ламелях, являются концентраторами внутренних напряжений между слоями [2], так как с изменением влажности древесины степень разбухания и усыхания сучков значительно меньше, чем древесины. При циклическом изменении влажности, что характерно для наружных слоев стенового бруса возникающие внутренние напряжения приводит к разрушению древесины или клееного шва.

Исследованиями свойств древесины занимались многие ученые [1-8]. На этапах проектирования и производства клееного бруса существуют особенности, без учета которых невозможно обеспечить его качество и

выполнение эксплуатационных требований, в том числе - касающихся требований по теплозащите и прочности. При проектировании теплозащиты обычно используют рекомендации, приведенные в СНиП 23-02-2003, в частности - справочные данные о коэффициенте теплопроводности R_0 , величина которого для клееного бруса на практике принимается как для цельной древесины. Отличием клееного бруса от цельной древесины является то, что он получается в результате склеивания ламелей, различающихся по количеству пороков в виде сучков и трещин. Ввиду отличий по плотности и направлению волокон, сучки обладают более высокой теплопроводностью. Следовательно, ошибка при проектировании ограждающих конструкций и отклонение от технического регламента производства клееного бруса может привести к увеличению дальнейших затрат на отопление зданий.

Наличие сучков в ламелях создает места концентрации внутренних напряжений при изменении влажности древесины. При разбухании древесины в местах наличия сучков возникают напряжения разрыва клееного шва, а при усыхании древесины сучки создают упор соседней ламели в клееном шве и внутренние напряжения разрыва концентрируются вокруг сучков. Многократное воздействие таких напряжений приводит к разрушению клееного шва или древесины в местах расположения сучков. В открывшиеся щели проникают влага и споры гнилостных грибов и плесени, что приводит к преждевременному разрушению древесины.

Поэтому, **целью** данной работы является исследование размерно-вероятностных характеристик наличия пороков в заготовках для стенового бруса из сосны и определение их влияния на прочностные свойства клееного бруса.

Основной материал. Так как для производства бруса используют ламели трех сортов, отличающиеся по количеству и размерам сучков, то для определения влияния сучковатости ламелей на коэффициент теплопроводности и надежности клееного шва бруса необходимо иметь статистические данные размерно-количественной характеристики встречаемости сучков в ламелях каждого сорта.

Для этого были проведены исследования образцов пиломатериалов на ОАО «Завод ЖБК-1», г. Белгород. В результате исследований определялись диаметр и частота встречаемости сучков в необрезных пиломатериалах, используемых для производства клееного бруса. После измерений пороков, пиломатериалы отправлялись на дальнейшую обработку по удалению участков с дефектами и сращивания по длине.

Для определения размеров и расположения пороков древесины (сучков, трещин, грибных поражений и пр.) определялась ось необрезной доски, относительно которой проводились измерения в направлениях параллельном и перпендикулярном оси доски, а именно производились замеры расстояний до порока от нижнего торца l и от оси («+» в левую a и «-» в правую k стороны). У каждой доски измерялись длина L и ее ширина в вершинной b и комлевой B

частях по наружной (узкой) пласти (рис. 1). Основными пороками являлись сучки. Результаты измерений регистрировались в протоколе измерений.

Результаты измерений подвергались статистическим методам обработки, а именно определялись средние размеры сучков, доверительный интервал для 95% вероятности, относительная ошибка измерений. Результаты измерений представлены в виде графиков распределения размеров сучков в пиломатериалах в зависимости от сортности (рис. 3-4), и плотности их распределения на погонном метре (рис. 5).

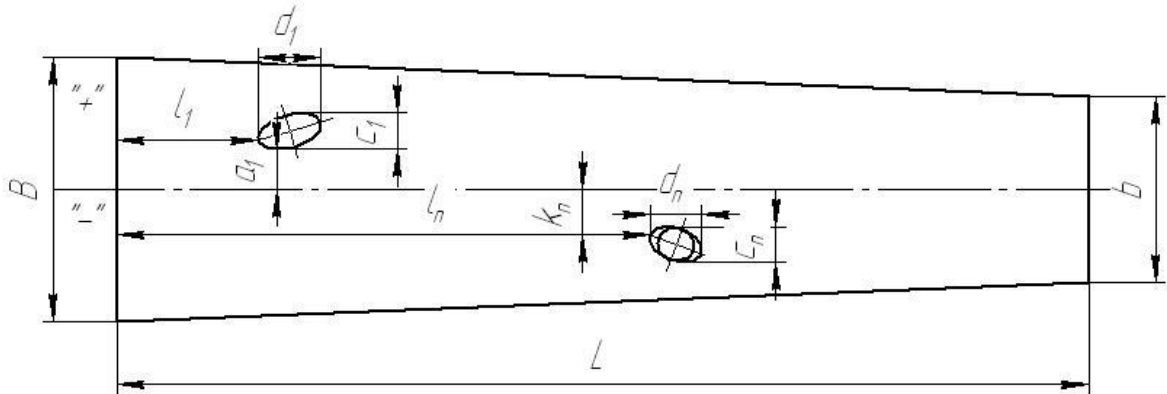


Рисунок 1 - Схема измерения пороков в пиломатериалах

Результаты расчетов сведены в табл. 1.

Таблица 1 - Размерно-количественные характеристики пиломатериалов в зависимости от сортности.

Сорт материалов	Диаметр сучков, мм	Количество сучков на 100 м.п.
А	$10 \pm 2,7$	$y = -0,3056x^3 + 2,7619x^2 - 5,7897x + 5$
В	$22 \pm 7,7$	$y = -0,0016x^3 - 0,0065x^2 + 1,6912x + 0,3014$
С	$25,5 \pm 13,3$	$y = 0,0016x^3 - 0,1566x^2 + 3,8672x - 4,3221$

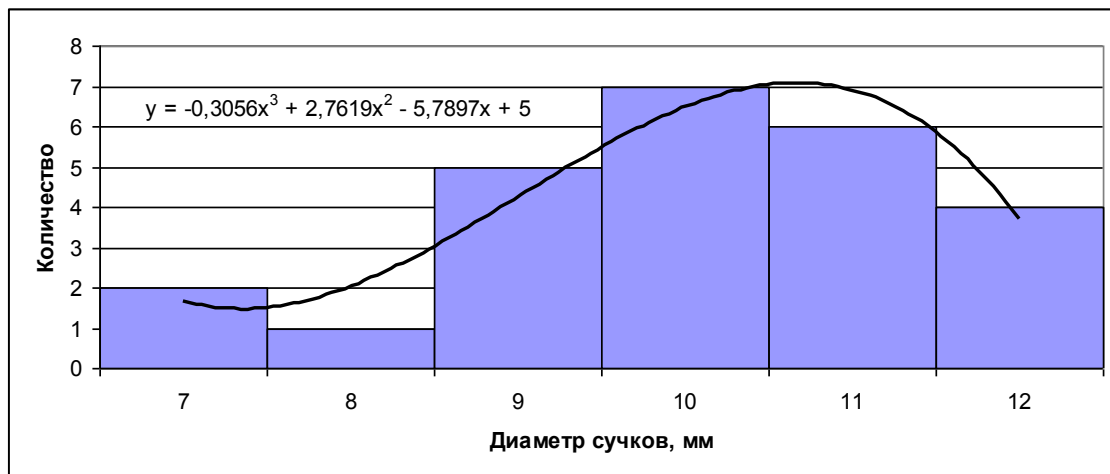


Рисунок 2 - Распределение сучков по диаметру в пиломатериалах сорта А.

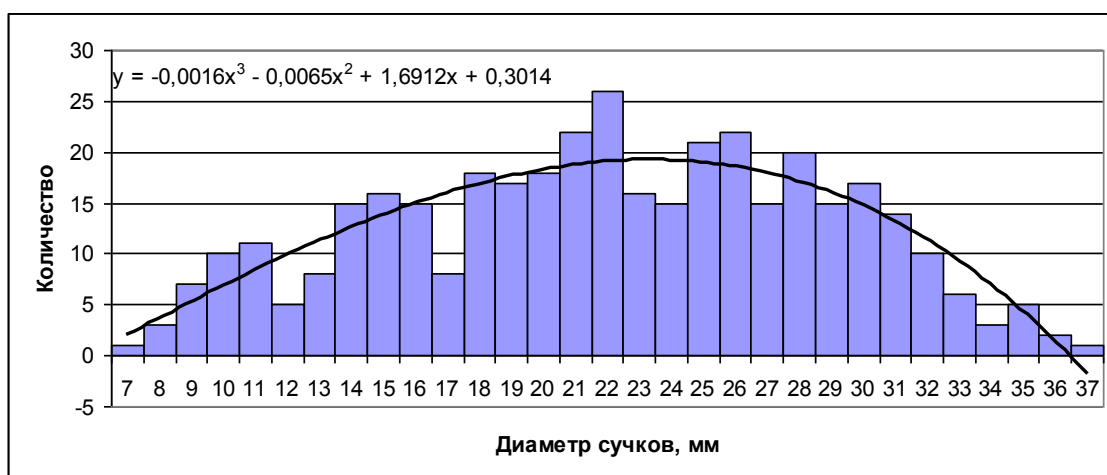


Рисунок 3 - Распределение сучков по диаметру в пиломатериалах сорта В.

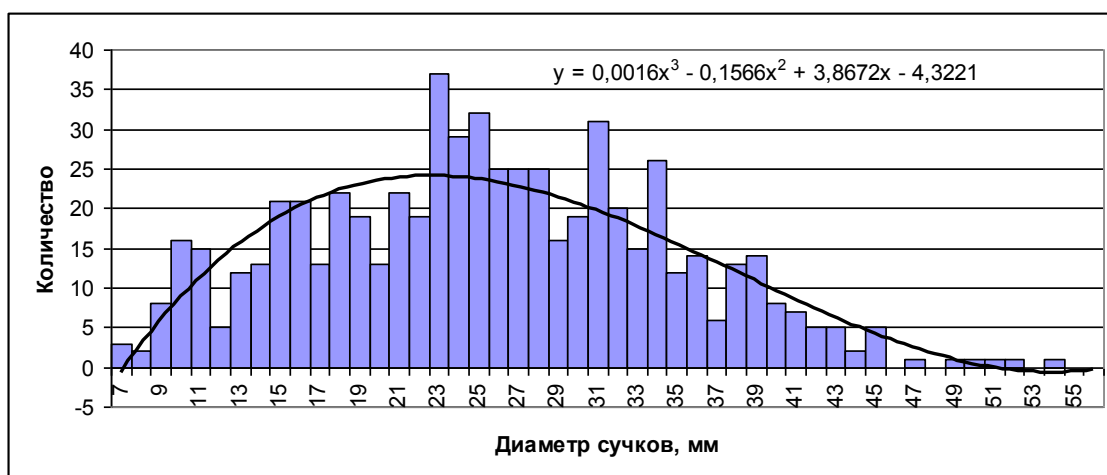


Рисунок 4 - Распределение сучков по диаметру в пиломатериалах сорта С.

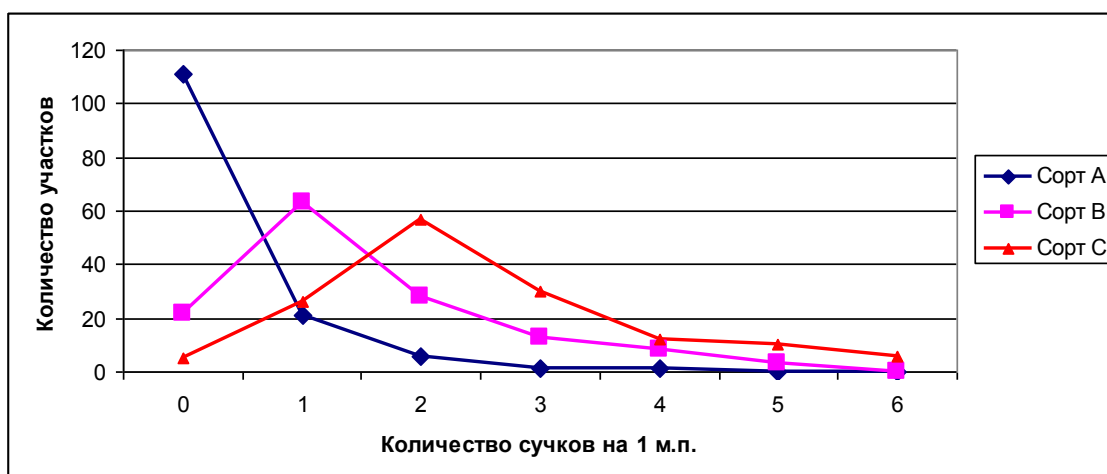


Рисунок 5 - Плотность распределения сучков в пиломатериалах различной сортности.

Используя проведенные натурные исследования, а также справочные данные и закономерности изменения коэффициента разбухания и усушки в

зависимости от влажности древесины, направления волокон, была разработана математическая модель для расчета внутренних напряжений клееного бруса, учитывающая диаметр и количество сучков в ламелях, а также число ламелей в брус. В ходе вычислительного эксперимента с использованием данной математической модели были рассчитаны значения внутренних напряжений при разных диаметрах сучков и их встречаемости на 1 метре длины. Расчеты представлены в виде диаграммы (рис. 6).

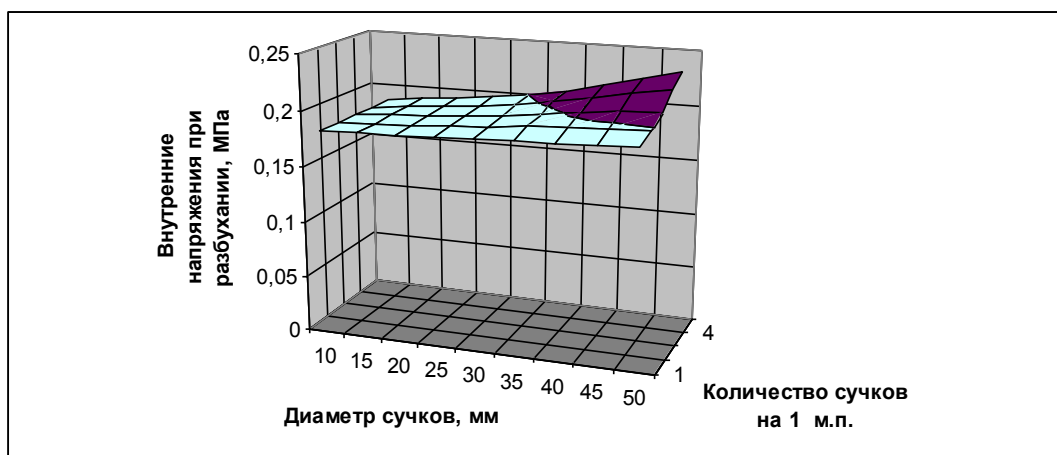


Рисунок 6 - Зависимость изменения внутренних напряжений в слоях клееной древесины от размерно-количественных параметров сучков в ламелях.

Выводы. Наличие сучков в ламелях клееного стенового бруса приводит к развитию внутренних напряжений при изменении влажности от первоначальной как в большую, так и меньшую стороны. Разработанная методика позволяет аналитическим путем определить значения внутренних напряжений в зависимости от размеров и количества сучков в ламелях.

Список литературы

1. Уголев, Б.Н. Древесиноведческие проблемы на форумах 2010 г. / Б. Н. Уголев / Деревообрабатывающая промышленность. 2010. №3. - С. 20–22.
2. 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.
3. 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.

4. 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.

5. 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.

6. Станко, Я.Н. Древесные породы и основные пороки древесины. Иллюстрированное справочное пособие для работников таможенной службы / Я.Н. Станко, Г.А. Горбачева; под ред. Н.М. Шматкова, А.В. Беяковой; Всемирный фонд дикой природы (WWF). - М., 2010. - 155, с.

7. Зайцева К.В., Титунин. А.А. Разработка методики определения эксплуатационных параметров клееного бруса / Вестник Московского государственного университета леса // Лесной вестник. 2008. № 6. - С. 67–71.

8. Овсянников С.И., Чачия В. Р., Нездоймышапка 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.

Анотація.

ВПЛИВ СОРТНОСТІ ПИЛОМАТЕРІАЛІВ НА МІЦНІСТЬ КЛЕЄНОГО СТИНОВОГО БРУСУ

Овсянніков С.І., Ковш А.В.

В роботі розглянуто питання якості клеєного бруса. Розглянуто вплив вад деревини у вигляді сучків на міцність і теплопровідність клеєного бруса та якості клеєного шва. Для математичного моделювання властивостей клеєного бруса були проведені дослідження розмірно-якісних характеристик вад в ламелях в залежності від сортності. Представлений графік залежності внутрішніх напружень у клеєних швах в залежності від кількості і розмірів сучків в ламелях.

Abstract.

INFLUENCE GRADE TIMBER STRENGTH GLUED WALL BEAM

Ovsyannikov S., Kovsch A.

The paper considers the issues of quality laminated wall beams. The influence of wood defects in the form of knots on thermal conductivity of laminated veneer lumber and the quality of the adhesive joint. Mathematical modeling of properties of glued laminated timber studies have been conducted size-quality characteristics of the defects in the lamellas depending on the grade. Shows a graph of internal stresses in adhesive joints depending on the number and size of knots in the slats.

УДК 33: 691.11

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ КОНСТРУКЦИЯ КЛЕЕНОГО БРУСА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЕВРООКОН

Овсянников С.И., канд. техн. наук, доцент
Нестеренко М.Ю., магистр
(Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова)

Аннотация. В работе рассмотрены требования к производству клееного бруса для производства евроокон и пути снижения затрат на их производство. В частности отмечается, что основным сдерживающим фактором деревянных евроокон является высокая стоимость клееного бруса. С целью снижения стоимости бруса разработана конструкция ресурсосберегающего профиля бруса, которая позволяет экономить до 35 % сырья.

Актуальность. На сегодняшний день производится несколько видов окон, но наиболее распространенными, постоянно конкурирующими друг с другом, стали деревянные и пластиковые окна. При изготовлении деревянных евроокон используются абсолютно новые технологии, что позволяет сохранять привычные для взора оконные рамы из массива древесины [1]. Современные деревянные евроокна приобрели такие новые элементы как стеклопакеты, уплотняющие профили, металлический водослив, ложные горбыльки, а также щелевые вентиляционные клапаны и панели. Деревянные евроокна не деформируются при сильном холоде зимой и не трескаются на жаре летом.

Для производства оконных рам чаще всего применяют следующие породы древесины: лиственница, ель, сосна, пихта, дуб. Окна из сосны обладают всеми преимуществами современных деревянных окон, но при этом являются наименее дорогими. Дуб и лиственница обладают высокими прочностными свойствами, стойкие к поражению грибами, но более дорогостоящее. Дуб по сравнению с хвойными породами обладает большей теплопроводностью. Современные антисептики и методы защиты древесины [2, 3] позволяют осуществлять глубокую пропитку древесины и ее защиту на весь срок эксплуатации.

Анализ исследований и публикаций. В качестве материала для евроокон используется клееный брус, где три слоя древесины расположены с разным направлением волокон [1, 5]. Это позволяет стабилизировать внутреннее напряжение древесины и исключить такие дефекты, как усадка, скручивание, трещинообразование [1]. Влажность древесины должна составлять от 8% до 10% [5]. Чаще всего осуществляется склеивание 3-х брусков по 24 мм с общей толщиной 72 мм для изготовления бруса с размерами 72х88 мм (возможны другие размеры) [4]. Бруски, расположенные в середине, зачастую склеивают по длине по методу шипового соединения. В целях экономии здесь, как правило,

используется низкокачественная древесина. Только оба внешних бруска всегда изготавливаются из высококачественной древесины без сучков, трещин и других пороков.

Отдельные бруски необходимо сортировать согласно годичным кольцам. Для производства клеёного бруса большое значение имеет расположение годичных колец: радиальное или же под углом 45° . Для обеспечения равномерности цветового и тонового восприятия необходимо производить переработку заготовок: шплиц на шплиц, или ядро к ядру. Годичные кольца после склеивания должны иметь форму буквы V. Если годичные кольца расположены хаотично, это может привести к снижению качества склеивания. Клеёный брус всегда перерабатывается таким образом, чтобы клеевой шов в готовом изделии располагался в вертикальном положении. Только в этом случае клеевое соединение не подвергается прямому, интенсивному воздействию климатических условий.

Основным недостатком евроокон является их высокая стоимость, что значительно снижает их конкурентные свойства. Основным фактором высокой стоимости является стоимость клееного бруса. Поэтому для снижения стоимости евроокон необходимо стремиться снизить затраты на производство клееного оконного бруса.

Целью работы является разработка ресурсосберегающего профиля клееного бруса для производства евроокон.

Основной материал. Клеёный оконный брус проверяется согласно следующим основным методам:

- Влагостойкость согласно ДИН/ЕН 204. Группа нагрузки D4. Для получения данной сертификации клеёный брус должен пройти следующее испытание: 7 дней в воде при комнатной температуре, 6 часов в кипящей воде, 2 часа в холодной воде 7 дней досушивания). При проверке на разрыв должна быть достигнута величина минимум 8 Н/мм^2 .

- Термостойкость согласно WATT 91. В данном случае проводится тестирование склеивания при различных температурах: $+20^\circ\text{C}$, $+40^\circ\text{C}$, $+60^\circ\text{C}$, $+80^\circ\text{C}$. При этом должно выполняться следующее требование: при температуре 80°C прочность клеевого шва должна достигать не менее 70% от прочности при 20°C .

- Контроль качества клееного оконного бруса по методу института Розенхайм. Из склеенного бруса вырезаются образцы по 50 мм длиной и опускаются в холодную воду (20°C). Затем эти же детали помещают в воду нагретую до 60°C , после чего на 18 часов в воду при $+20^\circ\text{C}$. После каждого помещения в воду клеевое соединение проверяется на отсутствие щелей или расхождений. По истечении 24 часов в воде образцы высушиваются при комнатной температуре в течение 72 часов. При контроле клеевого соединения не допускается возникновение щелей.

- Тест клееного оконного бруса методом СТБА. Образцы бруса длиной 50 мм помещают в воду с температурой 20°C на 72 часа. По истечении данного

времени образец высушивают в печи с циркуляцией воздуха при 50°C. Здесь допустимо лишь максимум 5% открытых фронтальных швов древесины.

Прочность рам из клееных элементов зависит от количества стыков ламелей по длине в одном брус. По этому показателю принята следующая классификация брусев по категориям качества:

Категория 1 (DKD) – допускает сращивание центральной ламели через каждые 1,2 м.

Категория 2 (DKK) – цельная только одна наружная ламель, центральная рейка может сращиваться через 1,2 м, наружная – через 2 м.

Категория 3 (KKK) – все рейки могут сращиваться.

Исходя из этих особенностей максимальная длина бруса: категории 1 – 90 см, категории 2 – 4 м, категории 3 – 6 м.

Выше перечисленные факторы непосредственно сказываются на стоимости евроокон, и в первую очередь на стоимости клееного бруса. Поэтому, основной задачей снижения стоимости евроокон является снижение затрат на производство бруса.

Анализируя конструкции профилей рам и створок окон необходимо отметить, что наибольшее распространение для нашей зоны получили профили из бруса 72x88 мм. При обработке до 40% площади бруса уходит в отходы в виде стружки (рис. 1).

При фрезеровании профиля для рамы и створки в отходы уходит 42 % и 19 % дорогостоящего бруса соответственно. Для снижения потерь дорогостоящей заготовки предлагается изготавливать клееный брус из ламелей различного сечения, размеры которых обусловлены только припусками на дальнейшую обработку. Образцы сечений представлены на рис. 2.

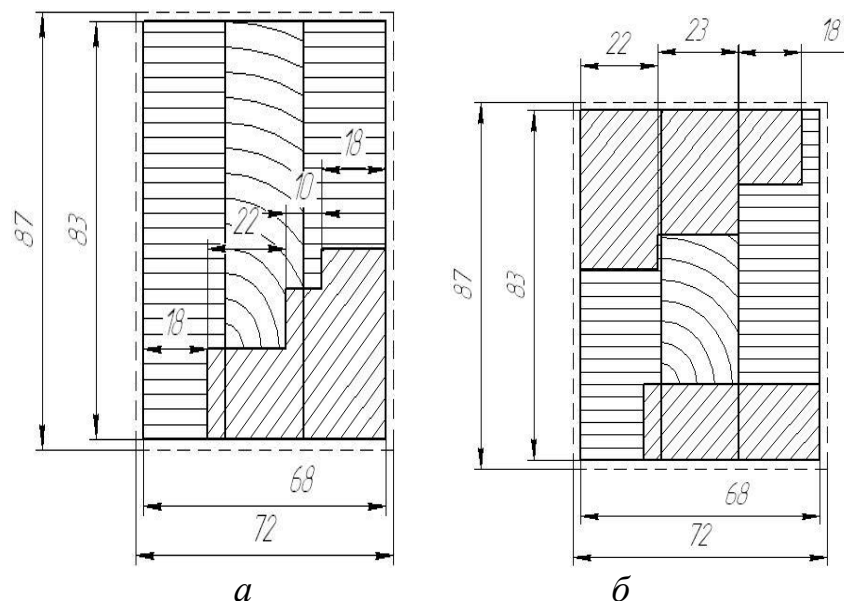


Рисунок 1 - Профилирование клееного бруса при изготовлении рамы евроокон (косая штриховка – отходы в стружку после фрезерования):

а – профиль рамы, *б* – профиль створки.

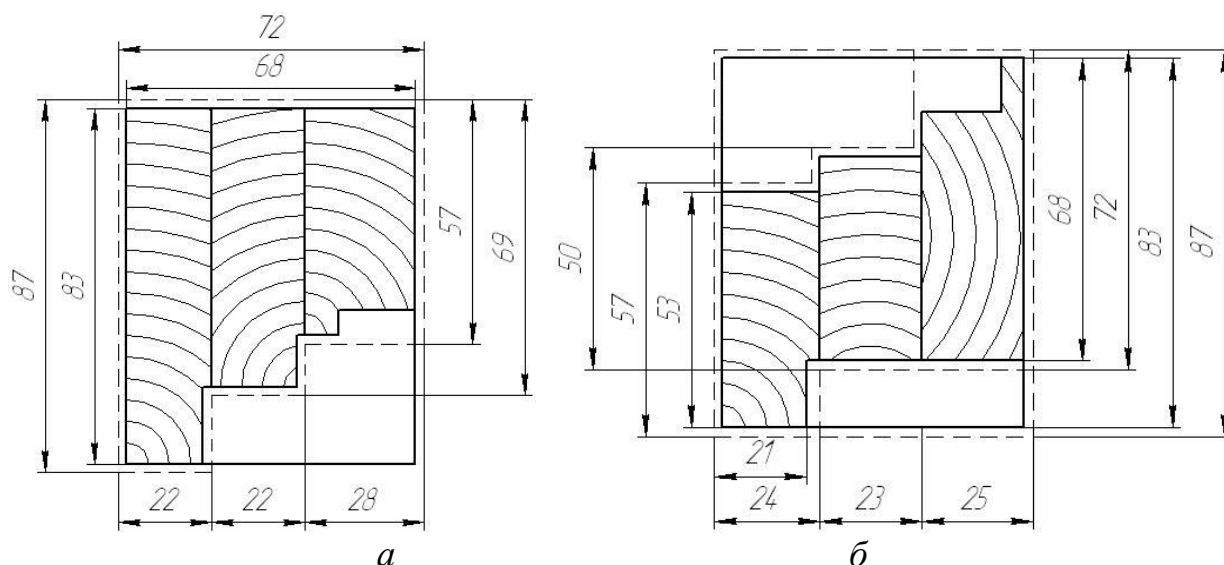


Рисунок 2 - Схема к расчету размеров ламелей ресурсосберегающего профиля: *а* – профиль рамы, *б* – профиль створки.

Для изготовления профиля рамы необходимы ламели сечением 22х87, 22х69, 28х57; для изготовления профиля створки 24х57, 23х50, 25х72. Полезный выход составит: для обычного профиля рамы 68,6% и створки 56,3%; для ресурсосберегающего – 85,5% и 84,3% соответственно.

Вывод. Современные деревянные евроокна по своим характеристикам не уступают пластиковым, а по экологическим показателям им нет равных. Основным недостатком, сдерживающим их широкое распространение, является высокая стоимость по сравнению с пластиковыми. Снизить стоимость предлагается за счет применения ресурсосберегающего профиля клееного бруса, что позволит экономить до 30% затрат на производство окон.

Список литературы

1. 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.
2. Овсянников С.И., Лесовик В.С., Федоренко А.В. Огнебиозащитные средства для деревянных строений и конструкций / 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. 222-228.
3. Овсянников С.И., Усиков С.А., Шайдоров Р.О. Защита строительных деревянных конструкций методом импульсной импрегнации / Молодежь и научно-технический прогресс: Сборник докладов VIII международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 4 т. Т.

3. / Сост. Л.В. Брыкова, В.М. Уваров [и др.]. – Старый Оскол: ООО «Ассистент плюс», 2015. – С. 107-110.

4. А. Б. Шмидт, П. А. Дмитриев. Атлас строительных конструкций из клееной древесины и водостойкой фанеры. - М.: Изд. АСВ, 2005. - 262 с.

5. Ковальчук Л. М. Современное состояние и рациональные пути развития под отрасли клееных деревянных конструкций / Л. М. Ковальчук // Деревообрабатывающая промышленность. 2009. № 2. - С. 8-10.

Анотація.

РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧА КОНСТРУКЦІЯ КЛЕЄНОГО БРУСУ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЄВРО ВІКОН

Овсянніков С.І., Нестеренко М.Ю.

В роботі розглянуті вимоги до виробництва клеєного бруса для виробництва євро вікон та шляхи зниження витрат на їх виробництво. Зокрема відмічається, що основним фактором, що стримує, є висока вартість клеєного бруса. З метою зниження вартості бруса розроблена конструкція ресурсозберігаючого профілю бруса, що дає можливість зекономити до 35 % сировини.

Abstract.

RESOURCE-SAVING CONSTRUCTION GLUED BEAM FOR PRODUCTION OF EURO WINDOWS

Ovsyannikov S.I., Nesterenko M.

The article discusses the requirements for the production of glued beams for production of Euro Windows and ways to reduce the costs of their production. In particular it is noted that the main limiting factor of wooden Windows is the high cost of laminated veneer lumber. With the aim of reducing the cost of developed timber construction of resource-saving profile of the beam, which allows to save up to 35 % of the raw materials.

УДК 691.11

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОСТРУКТУРЫ ДРЕВЕСИНЫ НА ПРОПИТКУ ЗАЩИТНЫМИ РАСТВОРАМИ

**Овсянников С.И., канд. техн. наук, доцент,
Федоренко А.В., магистр**
(Белгородский государственный технологический
университет имени В.Г. Шухова)

Аннотация. Проведен анализ микроструктуры строения древесины. В результате установлены основные микроструктурные элементы строения древесины. К ним относятся поры в стенках сосудов, окаймление стенок сосудов, между сосудами тиллы. Охарактеризован процесс продвижения защитного раствора по порам древесины. Намечены основные направления, способствующие глубокой обработке древесины защитными растворами.

Актуальность. В деревянном домостроении защита древесины - это важный аспект, который позволяет продлить срок эксплуатации здания без необходимости в проведении капитального ремонта. С помощью пропитки антисептиками производится защита древесины от гниения и размножения в волокнистых частях различных видов бактерий. Для предупреждения самопроизвольного возгорания и снижения скорости горения при пожаре в любых жилых и социальных строениях следует активно использовать антипирены. Процессы пропитки защитными растворами называют импрегнацией. Импрегнированная древесина отличный строительный и отделочный материал. В отличие от термодревесины и ДПК, импрегнированная древесина может использоваться не только как декоративный и отделочный материал, но и как конструктивный материал. Термодревесина не может использоваться как конструктивный материал потому, что в процессе термообработки она становится очень хрупкой и становится очень колкой. Продукция из ДПК, содержащая в своём составе полимеры, подвержена сильной деформации. Изделия из ДПК гнутся и меняют свою форму. Импрегнированная древесина остаётся неизменной на протяжении всего срока службы. Она не подвержена деформации, как ДПК, не колется, как термодревесина. Импрегнированная древесина может быть использована, как строительный материал.

Анализ достижений и публикаций. Значительный вклад в разработку и оптимизацию процессов импрегнации внесли выдающиеся ученые: Калниньш А.Я. [1], Воробьев Г. И., Атрохин В. Г., Виноградов В. Н., Баракс А. М., Никифоров Ю. Н., И. К. Черкасов [3, 4, 5], Овсянников С.И. [2, 6]. Однако до сих пор не разработан способ глубокой обработки сердцевинной древесины и не установлены причины ограничения глубины проникновения растворов. В

основном пропитка проникает в заболонную часть и на несколько миллиметров в сердцевинную. Причины, препятствующие проникновению защитных растворов в древесину, не установлены. Известно, что некоторые породы легко поддаются пропитке, а некоторые – только на несколько миллиметров. Свойства пропиточных растворов представлены в работах [2, 8].

Поэтому, **целью работы** является изучение микроструктуры древесины для выявления причин препятствующих проникновению защитных растворов.

Основной материал. Оболочка молодых клеток представляет собой очень тонкую кожицу или пленку, едва достигающую 0,001 мм, очень нежную, стекловидную, прозрачную, эластичную и легкопроницаемую для воды и водных растворов. После отмирания протопласта клетка, несмотря на целостность оболочки, будет мертвой. Древесина растущего дерева (в первую очередь ядровая часть) в основном, а срубленная древесина полностью состоит из таких клеток, с отмершим протопластом, т. е. только из клеточных оболочек. В момент образования оболочки клеток древесина состоит из пектиновых соединений, которые, однако, спустя непродолжительное время превращаются в целлюлозу. Макромолекула целлюлозы имеет нитевидную форму (цепная молекула). Диаметр такой макромолекулы около 0,57 нм, а длина от 0,1 до 1,8 мкм.

В процессе развития в зависимости от выполняемых клеткой функций оболочка претерпевает существенные изменения в размере, строении и составе. Наиболее частое изменение в составе клеточных оболочек - их одревеснение и опробковение. Одревеснение оболочки заключается в появлении нового органического вещества - лигнина. Одревеснение происходит очень быстро после образования молодых клеток и сопровождается сильным разбуханием оболочек. Лигнин придает оболочке прочность при сжатии, жесткость и твердость. Способность впитывать воду и разбухать у одревесневших оболочек уменьшается, хотя и остается довольно значительной; кроме того, лигнину приписывают еще консервирующее действие. Рост оболочек происходит двояким путем.

Поверхностный рост обуславливается внедрением в промежутки между частицами вещества оболочки новых таких же частиц; рост же в толщину или утолщение оболочек происходит в результате отложения протопластом изнутри новых слоев, которые, однако, откладываются не сплошь, а оставляют в оболочке неутолщенные места, или поры, служащие для сообщения между клетками. Вполне сформировавшаяся клеточная оболочка включает первичную и вторичную стенки. Между соседними клетками находится межклеточное вещество. Основные структурные элементы первичной и вторичной стенок клеточной оболочки - целлюлозные волокна (микрофибриллы). Поперечные размеры микрофибрилл колеблются от 5 до 20 нм, по некоторым данным, - до 30 нм; длина микрофибрилл может быть разной. Микрофибрилла состоит из длинных нитевидных цепных молекул целлюлозы. Строение клеточной оболочки имеет важное практическое значение еще и потому, что оно объясняет

явления усушки и разбухания, а также влияние влажности на механические свойства древесины.

Поры, или неутолщенные места оболочек, бывают простые и окаймленные (рис. 1). Простая пора представляет собой отверстие округлой формы, разделенное мембраной, которая является частью первичной стенки. Когда говорят о поре, имеют в виду совокупность двух пор, расположенных друг против друга в оболочках соседних клеток. Окаймленная пора (пара пор) на поперечном и тангенциальном разрезах древесины имеет форму двух направленных друг к другу двухлучевых вилок, разделенных посередине замыкающей пору пленкой (оставшаяся неутолщенная часть первичной стенки). Эта пленка, называемая мембраной, имеет у хвойных пород в центре утолщение - торус, находящийся против отверстия поры во вторичной стенке. На радиальном разрезе древесины (вид на пору сбоку) окаймленная пора представлена двумя концентрическими кружками, между которыми иногда просвечивает третий кружок, являющийся внешним очертанием торуса.

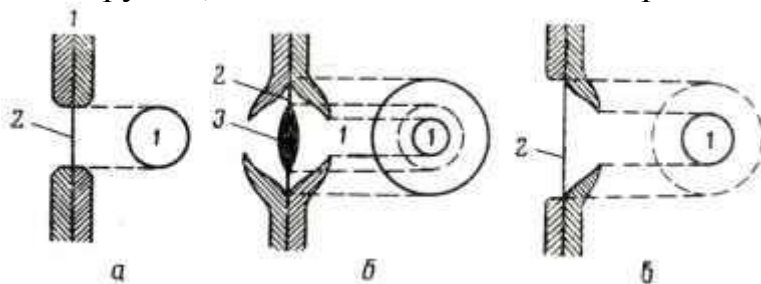


Рисунок 1- Типы пор в стенках: а —простая; б — окаймленная; в — полуокаймленная; 1 — отверстие поры; 2 — мембрана; 3 — торус.

Кроме простых и окаймленных пор, иногда встречаются полуокаймленные поры, имеющие окаймление только в оболочке одной клетки; в оболочке соседней клетки канал поры имеет округлую форму, как в простой поре.

Все виды клеток можно разделить на две основные группы: паренхимные - округлой или многогранной формы, в большинстве случаев с тонкими стенками и примерно одинаковыми размерами по трем направлениям (от 0,01 до 0,1 мм); прозенхимные, главные признаки которых - вытянутая, напоминающая волокно форма и, часто, утолщенные в той или иной мере оболочки (диаметр 0,01-0,05 мм, длина 0,5-3 мм, иногда до 8 мм). По этому признаку ткани делят на покровные, расположенные на самой поверхности растения и непосредственно подверженные воздействию внешней среды (кожица, пробка); механические, придающие растению способность сопротивляться механическим воздействиям (либриформ); проводящие, служащие для проведения воды с растворенными питательными веществами (например, сосуды); запасные, являющиеся хранилищами запасных питательных веществ (древесная паренхима); ассимиляционные, главная функция которых - усвоение углерода.

Древесина хвойных пород отличается сравнительной простотой и правильностью строения. В состав ее входят всего два основных элемента: проводящие и механические функции здесь выполняют трахеиды, а запасающие - паренхимные клетки. Трахеиды - основной элемент древесины хвойных пород. Они занимают свыше 90% общего объема древесины. Трахеиды имеют форму сильно вытянутых в длину веретенообразных клеток (волокон) с утолщенными одревесневшими стенками и кососрезанными концами. На поперечном разрезе трахеиды расположены правильными радиальными рядами. Форма трахеид на поперечном разрезе близка к прямоугольной. Трахеиды — мертвые элементы; в стволе растущего дерева только вновь образующийся (последний) годичный слой содержит живые трахеиды, отмирание которых начинается еще весной, постепенно увеличивается к осени, а к концу зимы все трахеиды последнего годичного слоя отмирают. Ширина ранних трахеид сосны по радиальному направлению составляет в среднем 40 мкм, поздних - 20 мкм; толщина стенок ранних трахеид 2 мкм, поздних - от 3,5 до 7,5 мкм. Длина трахеид сосны колеблется от 2,1 до 3,7 мм, трахеид ели - от 2,6 до 5 мм; при этом длина поздних трахеид примерно на 10% больше ранних. У большинства наших хвойных пород стенки трахеид гладкие. На одной ранней трахеиде сосны находится в среднем 70 пор, на одной поздней - всего 17 пор; на трахеидах ели соответственно 90 и 25, на трахеидах лиственницы европейской - 90 и 8 пор. Диаметр окаймленных пор у разных пород колеблется от 8 до 31 нм, диаметр отверстия — от 4 до 8 нм. Мембрана окаймленных пор в трахеидах хвойных пород имеет в периферической неутолщенной части мелкие сквозные перфорации овальной или круглой формы, облегчающие сообщение между трахеидами. При отклонении мембраны в ту или иную сторону торус закрывает отверстие поры, вследствие чего проход воды через нее сильно затрудняется. В ядровой и спелой древесине хвойных пород окаймленные поры по существу выключены из действия и поэтому такая древесина становится труднопроницаемой для воды.

Количество закрытых пор в древесине хвойных пород возрастает в направлении от коры к сердцевине, причем наиболее резкое, скачкообразное увеличение количества их наблюдается при переходе заболони в спелую древесину. Вместе с тем замечено, что в поздних трахеидах ядра сосны закрытых пор значительно меньше, чем в ранних (по некоторым данным, в 8 раз), благодаря чему поздняя зона годичных слоев пропитывается антисептиками лучше, чем ранняя.

Паренхимные клетки в древесине всех хвойных пород составляют сердцевинные лучи, смоляные ходы (у некоторых хвойных) и у отдельных пород древесную паренхиму. Серцевинные лучи хвойных пород очень узкие (однорядные на поперечном разрезе), по высоте состоят из нескольких рядов клеток. У сосны, кедра, лиственницы и ели сердцевинные лучи состоят из двух видов клеток: верхний и нижний ряды по высоте луча представлены горизонтальными (или лучевыми) трахеидами с мелкими окаймленными порами

и характерным утолщением стенок у некоторых хвойных; внутренние, т. е. средние по высоте, ряды состоят из паренхимных клеток с простыми порами. Паренхимные клетки лучей сосны и кедра снабжены одной-двумя большими простыми порами, а у остальных наших хвойных пород эти клетки имеют по три-шесть мелких простых пор. У сосны, кедра, лиственницы и ели, кроме однорядных лучей, есть еще многорядные, по которым проходят горизонтальные смоляные ходы. Лучевые трахеиды - мертвые элементы, паренхимные клетки луча остаются живыми на протяжении заболони, а иногда и в ядре, т. е. в течение 20-30 лет.

Древесина лиственных пород построена более сложно и состоит из большего числа разных элементов, причем на поперечном разрезе радиальное их расположение обнаруживается только у сердцевинных лучей. Сильное развитие отдельных элементов, особенно сосудов, смещает соседние клетки, вследствие чего древесина лиственных пород не имеет того правильного строения, которое характерно для древесины хвойных пород. Сердцевина лиственных пород образована довольно крупными паренхимными клетками, среди которых иногда встречаются мелкие толстостенные клетки, расположенные поодиночке или небольшими группами и заполненные бурым содержимым; у березы, дуба и ясеня клетки сердцевинки могут оставаться живыми до 20-летнего возраста. В состав древесины лиственных пород входят проводящие элементы - сосуды и трахеиды, механические элементы - волокна либриформа и запасающие элементы - паренхимные клетки.

Сосуды - типичные водопроводящие элементы только лиственных пород представляют собой длинные тонкостенные трубки, образовавшиеся из длинного вертикального ряда коротких клеток, называемых члениками сосудов, путем растворения перегородок между ними. Если при этом в перегородке образуется одно большое округлое отверстие, такая перфорация называется простой. Если после растворения в перегородке остается ряд полос, между которыми расположены щелевидные отверстия, то такая перфорация называется лестничной (рис. 2). У многих пород встречается какой-либо один тип перфораций в сосудах, например: у дуба только простые, а у березы только лестничные. Некоторые породы имеют и те и другие, но и в этом случае преобладает какой-либо один тип перфораций. После соединения клеток, образующих сосуд, протоплазма и ядро отмирают и сосуды превращаются в мертвые капиллярные трубки, заполненные водой. В крупных сосудах диаметр члеников большой, длина же их нередко меньше диаметра; перегородки между члениками перпендикулярны длине сосуда, перфорации простые. В мелких сосудах диаметр члеников мал, а длина их в несколько раз превышает поперечные размеры; перегородки между члениками сильно наклонены и у многих пород снабжены лестничными перфорациями.

Таким образом, форма члеников сосудов может быть различной - от веретенообразной в мелких сосудах до цилиндрической или бочкообразной в крупных сосудах; длина их в ранней древесине кольцесосудистых лиственных

пород (крупные сосуды) от 0,23 до 0,39 мм, а в поздней древесине (мелкие сосуды) от 0,27 до 0,58 мм.

В местах соприкосновения стенок с соседним сосудом есть окаймленные поры разной формы, которые отличаются от окаймленных пор хвойных пород меньшей величиной и отсутствием торуса. В местах, где стенка примыкает к паренхимным клеткам, сосуды имеют полуокаймленные поры (окаймление только со стороны сосуда). В местах соприкосновения с клетками сердцевинного луча на стенках сосуда находятся прямоугольные участки, на которых тесно расположены овальные или округлые поры с очень узким окаймлением. В местах соприкосновения с волокнами либриформа стенки сосудов пор не имеют.

У некоторых пород с образованием ядра сосуды закупориваются тиллами и выводятся из строя как проводящие элементы. Тиллы представляют собой выросты в большинстве случаев соседних клеток сердцевинных лучей и, редко, древесной паренхимы; они имеют форму пузырей с одревесневшими стенками. Вростание паренхимных клеток в сосуд происходит через поры на его стенках (см. рис. 2). У некоторых пород тиллы образуются нормально уже после одного или нескольких лет работы сосуда. У многих пород тиллами закупориваются обычно сосуды ядра (у дуба, вяза), но и у безъядровых пород в определенных случаях наблюдается сильное тиллообразование (например, в ложном ядре бука). В срубленном дереве наличие тилл сильно затрудняет пропитку древесины; например, ложное ядро бука почти не поддается пропитке.

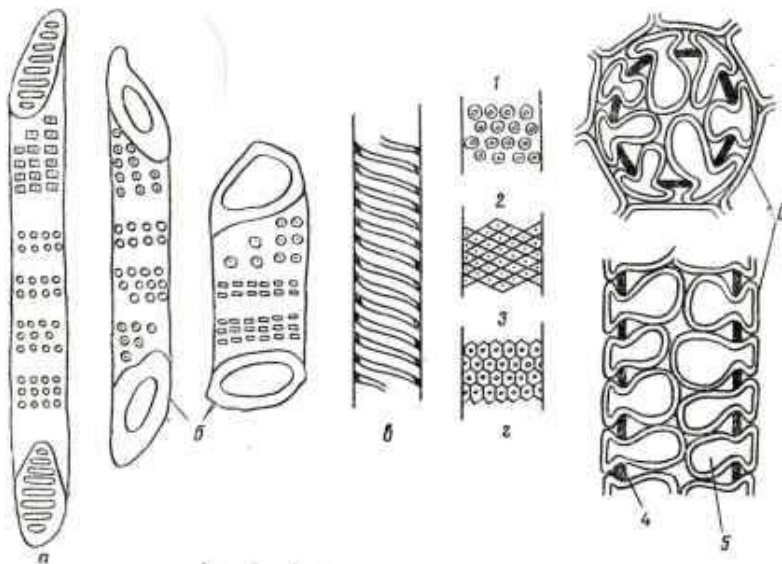


Рисунок 2 - Детали строения сосудов: *а* - членик сосуда с лестничной перфорацией; *б* - два членика сосуда с простой перфорацией; *в* - спиральный сосуд; *г* - типы окаймленных пор на стенках сосудов; *д* - сосуд с тиллами; 1 - округлые поры (береза); 2 - ромбовидные поры (клен); 3 - многогранные поры (вяз); 4 - стенка сосуда; 5 - тиллы.

На основе проведенного обзора установлено, что основными факторами, влияющими на пропитку древесины защитными растворами, являются размер пор соединяющихся сосудов, запечатывание пор торусами у хвойных пород, и перекрытие сосудов тиллами у лиственных пород. Размеры пор составляют 20-150 нм.

При определении размеров молекул химических растворов импрегнантов, за основу приняты результаты работы [8], в которой указывается, что строение комплексной молекулы дигидрокверцетина состоит из заключенные в оболочку макромолекул арабиногалактана и представляют собой наноматериал с размерами комплексных частиц от 5 до 20 нм.

Таким образом можно сделать **вывод**, что размеры молекул защитного раствора сопоставимы с размерами пор древесины. Это приводит к образованию заторов в местах сужения. Для повышения глубины пропитки древесины необходимо создавать импульсное избыточное давление раствора для преодоления преград заторов в местах соединения волокон. Для подтверждения выдвинутой гипотезы предполагается провести серию опытов с целью определения оптимальных режимов обработки, а именно определить влияние частоты и амплитуды импульсного давления.

Список литературы

1. Калниньш А.Я./ Физика древесины; Кострома 2009. – 146с. [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.kstu.edu.ru/univer/misc/Fizika%20drevesiny.pdf>
2. Овсянников С.И., Лесовик В.С., Федоренко А.В. Огнебиозащитные средства для деревянных строений и конструкций / 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. 222-228.
3. Воробьев Г. И./ Лесная энциклопедия: В 2-х т. /: Анучин Н. А., Атрохин В. Г., Виноградов В. Н. и др./ – М. : Сов. энциклопедия, 1985. -563 с.,
4. Баракс А.М./ Глубокая пропитка древесины путем применения наколов. Никифоров Ю. Н. – Москва. – 1969. – 176 ст. <http://www.booksite.ru/fulltext/rusles/baraks/text.pdf>
5. Черкасов И. К./ Консервирование и защита лесоматериалов, Москва. - 1971.
6. Овсянников С.И., Ковшик Д., Грошиков В. Метод ускоренной импрегнации древесины / Сб. науч. трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции «Актуальные направления научных исследований XXI века: Теория и практика», - ВГЛТА, Воронеж : 2014, № 3, часть 2. – С. 309 – 310.
7. Овсянников С.И., Громова А.Г. Закономерности влияния технологических параметров на свойства композиционных материалов из

древесных отходов и твердопластичных полимеров / 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. 296 – 300.

8. Производство нанокompозита древесины – учимся у природы [Электронный ресурс] // Режим доступа <http://www.nanonewsnet.ru/articles/2011/proizvodstvonanokompозita-drevesiny-uchimsya-u-prirody>. Опубликовано tosurа 18 апреля, 2011.

9. Микроскопическое строение древесины [Электронный ресурс]: Режим доступа <http://www.drevesinas.ru/woodstructura/micro/>

Анотація.

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ МІКРОСТРУКТУРИ ДЕРЕВИНИ НА ПРОСОЧУВАННЯ ЗАХИСНИМИ РОЗЧИНАМИ

Овсянніков С.І., Федоренко Г.В.

Проведено аналіз мікроструктури будови деревини. В результаті встановлені основні мікроструктурні елементи будови деревини. До них відносяться пори у стінках судин та тілли. Охарактеризований процес просунення захисного розчину у порах деревини. Намічені основні напрямлення, що сприятимуть глибокій обробці деревини захисними розчинами.

Abstract.

THE INFLUENCE OF MICROSTRUCTURE PARAMETERS OF WOOD IMPREGNATED WITH PROTECTIVE SOLUTIONS

Ovsyannikov S.I., Fedorenko A.

The analysis of the microstructure of a structure of wood. As a result the main microstructural elements of wood structure. These include pores in the walls of blood vessels, bordering blood vessels, between nearby Tilly. Described the process of moving the protective solution within the pores of the wood. Outline the main directions for promoting the deep processing of wood with protective solutions.

УДК 33: 691.11

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА СТЕНОВОГО КЛЕЕНОГО БРУСА

Овсянников С.И., канд. техн. наук, доцент

Богданов И.И., магистр

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

Аннотация. В работе рассмотрены технологические особенности производства стенового клееного бруса для деревянного домостроения. Предложены оптимальные методы производства ламелей и клееного бруса. Рассмотрены причины возникновения брака и методы их устранения.

Актуальность. Изделия из древесины в настоящее время находят широкое применение при проектировании зданий и сооружений гражданского и промышленного назначения как конструкционный материал, так и в декоративных целях. Традиционно древесина используется в производстве окон и дверей, мебельном производстве, ландшафтном дизайне и т.п.

Наиболее устойчивыми к короблению и сохранению механических свойств являются клееные конструкции из ламелей. Производство стенового клееного бруса является высокотехнологичным процессом, имеющим свои особенности.

Анализ исследований и публикаций.

В деревянном домостроении все больше используется клееные конструкции в виде не несущих (ограждающих), несущих (конструкционных) и однослойных изделий. Деревянные конструкции, предназначенные для выполнения ограждающих и/или декоративных функций в конструкциях зданий и сооружений являются не несущими (самонесущими) и при этом разрушение отдельных элементов конструкции не приводит к разрушению всего здания или сооружения.

Деревянные конструкции, предназначенные для восприятия постоянных эксплуатационных (механических) нагрузок являются несущими. Разрушение отдельных элементов конструкции, обеспечивающие безопасность строительных конструкций здания или сооружения приводит к потере устойчивости всего здания или сооружения. Это является принципиальным отличием от не несущих конструкций.

Многослойные балки сплошного сечения состоят из слоёв массивной древесины, склеенной по пласти (более широкая, продольная поверхность пиломатериала). Для повышения несущей способности или для других целей, многослойные конструкции можно армировать путём вклеивания металлической или пластмассовой арматуры. При изготовлении балок,

многослойных и однослойных конструкции (балки перекрытия, стропила, фермы и т.д.), ограждающих (профилированных) и однослойных (сращенная продукция - имитация, половая рейка, плинтус и т.д.) изделий работы ведутся по одному и тому же технологическому процессу [1].

Основной материал. Процесс изготовления клееного бруса заключается в получении обрезного пиломатериала требуемого размера. Доски, полученные в результате распиловки бревна, доставляют на производство, где происходит их сортировка, штабелирование. Штабеля загружают в сушильные камеры, где и проходит процесс сушки до $12 \pm 2\%$ влажности.



Рисунок 1 - Стеновой клееный брус для деревянного домостроения.

Участки с дефектами удаляют, а полученные заготовки - сращивают на мини-шип на заданную длину. Благодаря использованию современных клеевых систем прочность и качество зубчатых соединений соответствует требованиям DIN 68140-1 и ГОСТ 19414-90 для несущих клеёных конструкций.

Заготовки, после сращивания на минишип строгают по первому классу чистоты на четырехстороннем строгальном станке. Полученные ламели заданной длины попадают на линию для склейки в брус. Для этого используется клееналивочный станок.

Чаще всего для склейки ламелей применяется двухкомпонентный эмульсионный полимер-изоцианат (ЭПИ-клей) Норвежского концерна Dypеа AS и Немецкого концерна Dypеа GmbH марок PREFERE 6150/6650 и 6151/6651 класс D5 для деревообрабатывающей промышленности. Удовлетворяет

стандарту WATT 91. Соответствует конструкционному стандарту EN301/302. ЭПИ-клей PREFERE 6151 с отвердителем PREFERE 6651 даёт клеевые швы с отличной влаго- и термостойкостью и превосходит в 3 раза стандарт D4 EN 204/205. Прочность швов соответствует ТУ 5366-045-36554501-2008.



Рисунок 2 - Процесс нанесения клея в виде нитей.

Клееналивочный станок для уменьшения подтеков на кромки досок (ламелей), наносит клей в виде тонких шнуров, и далее они подаются на специальный пресс. Для склеивания заготовки используются как горизонтальные, так и вертикальные гидравлические или винтовые прессы. После выдержки склеенные заготовки подвергаются механической обработке, которая включает операции острожки по ширине и профильной обработке [2]. Полученный балки поступает на торцовку. Торцовка склеенных элементов в размер выполняется на торцовочном станке, после чего поступают к чашенарезному станку.

После механической обработки профилированный материал, изготовленный в размер по чертежам и с «чашами» поступает на участок отделки. На участке отделки производится антисептирование и огнебиозащита. Растворы могут наноситься вручную кистью, краскораспылителем или автоклавным способом. Далее производится упаковка [6].

При необходимости усиление конструкционных несущих балок в них клеивается арматура. Для вклеивания арматуры применяют, в основном, эпоксидно-цементные клеи, надежно соединяющие стальную арматуру с клееной древесиной. Применяется, в основном, двойное армирование. Одиночное армирование даёт незначительный эффект и нецелесообразно.

Обработанные антисептиком и огнезащитным раствором, замаркированные элементы деревянных конструкций направляются на склад готовой продукции. Хранят конструкции на складе в горизонтальном положении. Основные требования по контролю, испытанию, правилам хранения и перевозки деревянных конструкций изложены в технических условиях на конкретные виды изделий [3].

Наиболее распространёнными заводскими дефектами стенового клееного бруса являются:

1. Использование древесины разной влажности. Это допустимо при условии, что разброс показаний влагомера лежит в пределах 3%. Внутренние напряжения, возникающие при переменной влажности, незначительны и легко компенсируются жёсткостью конструкции, при условии, что она собрана правильно.

2. Продольные трещины, трещины на спиле.

3. Клей. Это главный «индикатор» качества и добросовестности производителя. На заре производства заводы применяли относительно дешёвый фенолформальдегидный клей (как в ДСП и OSB), но последние 10 лет его заменили на абсолютно безопасный, но более дорогой полиизоцианат. По сути это катализатор реакции диффузии древесины.



Рисунок 3 - Монтаж здания из клееного бруса.

Клееный брус дает минимальную усадку (1-1,5 %) после монтажа. Однако встречаются случаи, когда владельцы домов из клееного бруса демонстрируют огромные щели.

Основными причинами появления щелей в домах из клееного бруса являются:

1. Зависание сруба на вертикальных нагелях, если нагели если нагели установлены заподлицо с венцом.

2. Неравномерные условия для одинаковых элементов конструкции внутренних и наружных стен. Если дом имеет значительную площадь (более 150 кв. м), необходимо обратить внимание на план – в нём обязательно будет обозначен внутренний контур жёсткости. Это некое подобие «колодца» из внутренних стен произвольной геометрии. Этот контур является фиксированной опорой наравне с наружными несущими стенами. Наружные стены имеют некоторую подвижность из-за перепадов температуры и влажности, и брусья стен, увязанных с ними, начинают «гулять», причём только с одной стороны. Проблема неравномерной осадки актуальна и для естественных длинномеров, но к ней добавляется ещё одна - усушка, которая будет преследовать сруб весь срок эксплуатации. Это значит, что периодически (3–5 лет) его весь нужно конопатить [4].

3. Скорость сборки. Часто исполнитель идёт на поводу у заказчика и собирает «коробку» в рекордно короткие сроки. Эта гонка происходит для того, чтобы поскорее накрыть стены крышей. При этом зачастую допускаются нарушения правил сборки, которые приводят к появлению щелей.

Как видно из анализа, дефекты стен возникают не из-за самого материала, а неправильного его применения. Чтобы данные дефекты не возникали, необходимо придерживаться следующих правил:

1. Предельная высота стен в доме из бруса не должна превышать 4,5 метра.

2. Соотношение наружных и внутренних стен должно быть в пределах 80% наружных и 20% внутренних.

3. Если план уже есть и ничего нельзя изменить, нужно защитить наружные стены от перепадов температуры и влажности. Для этого их изолируют минватой и гидробарьером, обшивают декоративными материалами..

4. Отделка наружных стен в виде шлифовки и обработки защитными водоотталкивающими средствами.

5. Если щели всё же появились, то наружные стены необходимо обшить на подвижном каркасе. Для герметизации щелей используют герметики для срубов зарубежного производства, например, PermaChink (США).

6. Заготовки коробки строения должны быть смонтированы на участке сразу же после подгонки деталей в цеху, в противном случае это обернётся свободными деформациями [5].

Выводы. В производстве деревянного домостроения наиболее качественным материалом является стеновой многослойный клееный брус. Однако нарушение технологических режимов при изготовлении и хранении бруса приводит к возникновению дефектов, что значительно снижает срок службы сооружения и создает дополнительные сложности при монтаже. Применение

качественных материалов и соблюдение технологических режимов позволяет получить брус высокого качества.

Список литературы.

1. Роббин Обомсавин. Деревянные дома: искусство и мастерство. М.: Изд. «Дома пресс», 2006. 156 с.
2. Шапиро А. Деревянный дом: традиции и новаторство. Изд. «Красивые дома пресс», 2013. 232 с.
3. Юрмалайнен П. Строим сами деревянный дом. Справочное пособие. – М.: Строиздат. 1992. – 168 с.
4. Клееный брус. Википедия. [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D0%B5%D1%91%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B1%D1%80%D1%83%D1%81 – (Дата обращения: 7.03.16)
5. Технологии клееного бруса, укладка, строительство домов. [Электронный ресурс]. URL: <http://knigastroitelya.ru/materialy/tehnologiya-kleenogo-brusa.htm> (Дата обращения: 7.03.16)
6. Метод ускоренной импрегнации древесины / Овсянников С.И., Грошиков В.В. // Сб. науч. трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции «Актуальные направления научных исследований XXI века: Теория и практика», ВГЛТА, Воронеж : 2014, № 3, часть 2. С. 309 – 310.

Анотація.

**ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА
СТІНОВОГО КЛЕЄНОГО БРУСУ
Овсянніков С.І., Богданов І.І.**

В роботі розглянуті технологічні особливості виробництва стінового клеєного бруса для дерев'яного домобудування. Запропоновані оптимальні методи виробництва ламелей та клеєного бруса. Розглянуті причини виникнення браку та шляхи їх усунення.

Abstract.

**PECULIARITIES OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF
MANUFACTURING OF WALL GLUED BEAM
Ovsyannikov S.I., Bogdanov I.**

The article considers the technological features of the production of wall glued beam for wooden houses building. The optimum methods of production of lamellas and glued laminated timber. Examines the causes of defects and methods of their elimination.

УДК 647. 038. 3: 681.2.083

КОРЕЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ВИХІДНИХ СИГНАЛІВ УДАРНОГО ДАТЧИКА ПРИ НЕРУЙНІВНОМУ КОНТРОЛІ ДЕФЕКТІВ ФАНЕРИ

Головач В.М., кандидат технічних наук, Баранова О.С., аспірант
(Національний університет біоресурсів і природокористування України)

У статті проведений кореляційний аналіз вихідних сигналів ударного датчика при неруйнівному контролі дефектів фанери. Досліджено, що обрані вихідні параметри сигналів ударного датчика можуть використовуватись при контролі якості фанери незалежно один від одного.

Правильно обраний метод дефектоскопії надає можливість ефективного контролю внутрішніх дефектів фанери. Останнім часом набувають широке використання методи неруйнівного контролю, які засновані на вимірюванні власних коливань, теоретичні та експериментальні основи даного методу в області деревообробки висвітлені в роботах Поліщука О.М., Піжуріна А.А [1,2].

Метод вільних коливань простий у реалізації, система може бути більш мобільною, що робить можливим установку системи і на заключній стадії виробництва, а також безпосередньо після пресування [3,4].

Для виявлення кореляції між обраними сигналами ударного датчика були проведені досліді по розподілу рівнів вихідного сигналу ударного датчика на зразках фанери розміром $0,3 \times 0,2 \times 0,022$ м та $0,4 \times 0,4 \times 0,01$ м. Зразки були розмічені на 100 рівних ділянок розміром $0,02 \times 0,03$ м та $0,04 \times 0,04$ м. Виміри проводились в центрі цих ділянок. Схема вимірювання зразка з дефектом показана на рис.1.

Вихідними параметрами в досліді були обрані: число пульсацій n , частота пульсацій f і коефіцієнт гармонік K_2 вихідного сигналу ударного датчика [5].

У табл. 1, 2, 3 і рис. 2, 3, 4 наведено результати дослідів на зразках фанери розміром $0,4 \times 0,4 \times 0,01$ м.

Аналіз результатів дослідів показав що кожний з обраних вихідних параметрів дозволив виявити дефект у фанері. Значення вихідних параметрів сигналу ударного датчика в місці дефекту виявилися у всіх випадках найменшими (значення виділені в табл.1; 2; 3).

В таблиці 4 приведені значення коефіцієнтів кореляції між значеннями вихідних параметрів сигналів ударного датчика в досліді з зразками фанери розміром $0,4 \times 0,4 \times 0,01$ м та $0,3 \times 0,2 \times 0,022$ м.

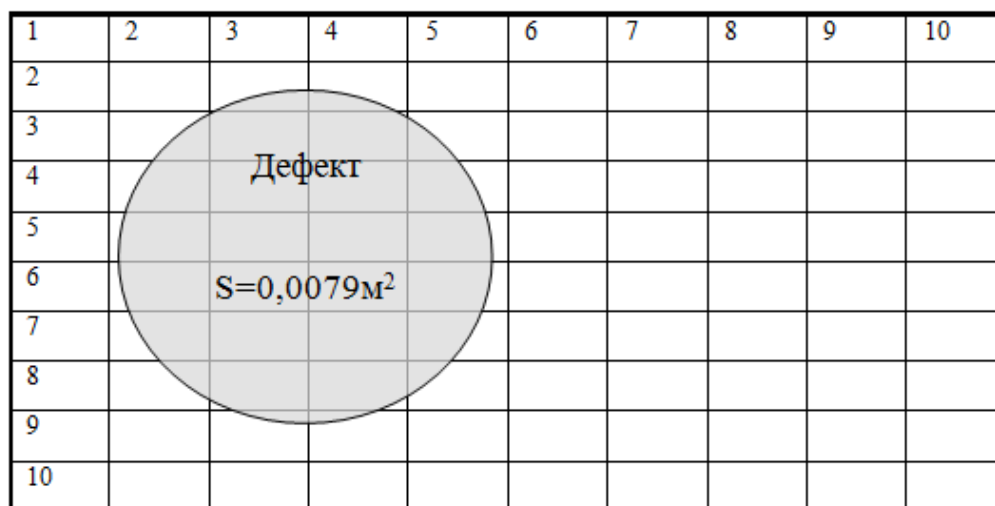


Рисунок 1. Схема вимірювання розподілу рівнів вихідного сигналу ударного датчика на пластині фанери з дефектом.

Таблиця 1- Розподіл числа пульсацій n по площині фанери

Довжина,м	Усереднені дані по 4-х значеннях					
0,08	9,75	9	8,5	9,25	9,25	Середнє значення=9,88
0,16	9,5	11,5	10	11,5	10,5	Стандарт.відхилення=1,16
0,24	7,75	8,75	9,25	11,5	9	Мін. значення =7,25
0,32	10,25	11,75	10,5	10	10,25	Макс.значення=11,75
0,4	10,25	10,5	7,25	11,25	10	
Ширина,м	0,08	0,16	0,24	0,32	0,4	

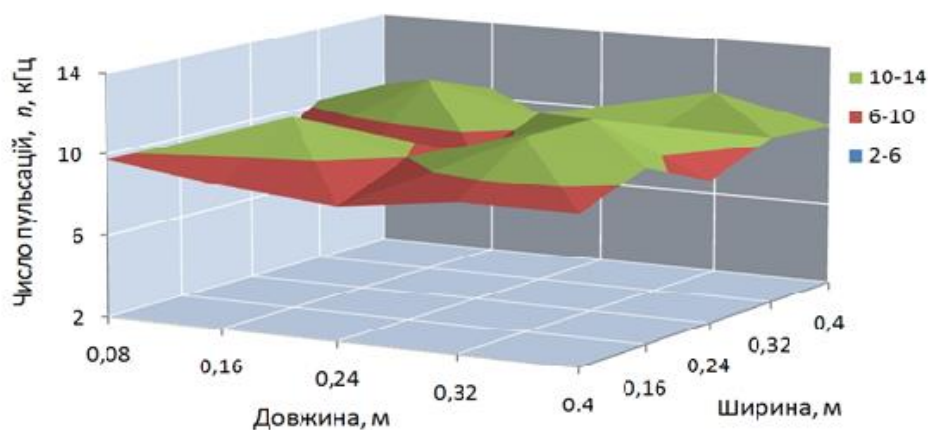
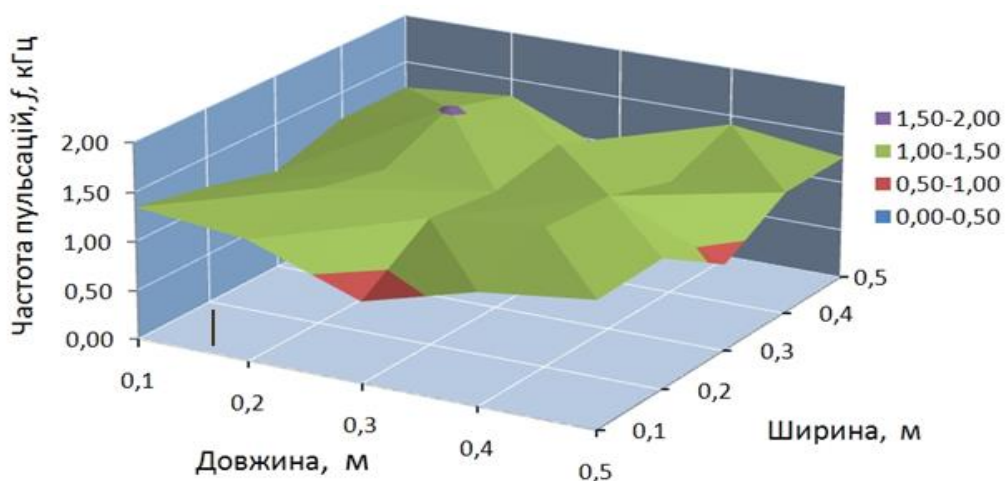


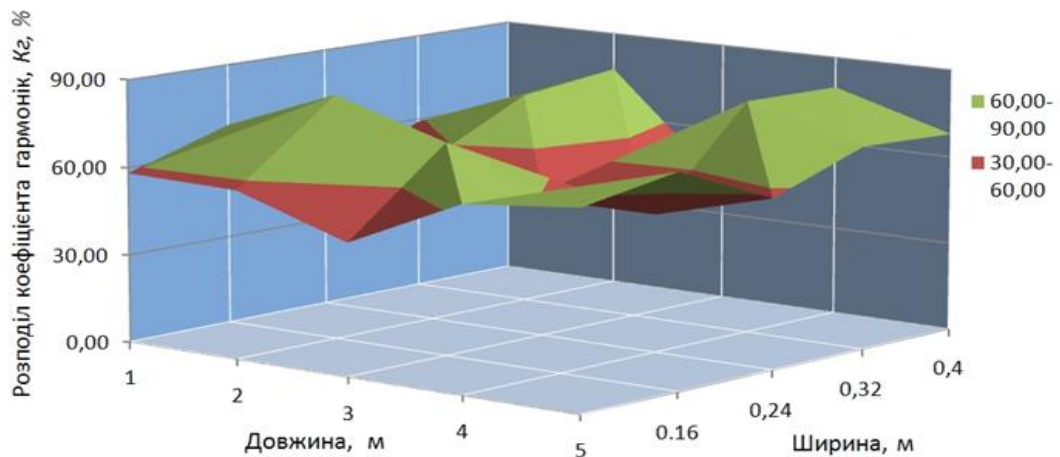
Рисунок 1. Розподіл числа пульсацій n по площині фанери

Таблиця 2- Розподіл частоти пульсацій f по площині фанери

Довжина,м	Усереднені дані по 4-х значеннях					
0,08	1,35	1,23	0,83	1,14	1,28	Середнє значення=1,23
0,16	1,20	1,39	1,29	1,41	1,31	Стандарт.відхилення=0,18
0,24	1,01	1,23	1,21	1,37	0,88	Мін. частота, кГц =0,83
0,32	1,23	1,53	1,35	1,16	1,25	Макс.частота, кГц=1,53
0,4	1,22	1,32	0,85	1,41	1,26	
Ширина,м	0,08	0,16	0,24	0,32	0,4	

Рисунок 2. Розподіл частоти пульсацій f по площині фанериТаблиця 3 - Розподіл коефіцієнта гармонік K_2 по площині фанери

Довжина,м	Усереднені дані по 4-х значеннях					
0,08	58,10	57,33	44,93	62,93	66,90	Середнє значення=62,33
0,16	69,05	84,05	72,58	57,60	72,58	Стандарт.відхилення=12,18
0,24	42,50	56,45	49,63	47,10	57,70	Мін. значення =40,80
0,32	59,08	73,15	54,03	80,13	69,33	Макс.значення =84,05
0,4	57,53	77,18	40,80	79,63	67,90	
Ширина,м	0,08	0,16	0,24	0,32	0,4	

Рисунок 3. Розподіл коефіцієнта гармонік K_2 по площині фанери

Таблиця 4- Значення коефіцієнтів кореляції між значеннями вихідних параметрів сигналів ударного датчика

Кореляції між:	Розміри фанери		
	0,3*0,2*0,022 м		0,4*0,4*0,01 м
	Фанера без дефекту	Фанера з дефектом (розшарування)	Фанера з дефектом(сучок)
числом пульсацій n та частотой пульсацій f	-0,36	0,27	0,87
числом пульсацій n та коефіцієнтом гармонік K_2	0,52	-0,40	0,29
частотой пульсацій f та коефіцієнтом гармонік K_2	-0,83	-0,50	0,34

Значна кореляція ($K_{n,f} = 0,87$) спостерігається між числом пульсацій n і частотою пульсацій f вихідного параметра ударного датчика в дослідах з фанерою з дефектом розміром 0,4*0,4*0,01м. Це можна пояснити схожістю цих параметрів, тому що найбільшу амплітуду у вихідному сигналі ударного датчика має резонансна частота коливань фанери.

Також виявилася значна кореляція ($K_{f,K_2} = 0,83$) між частотой пульсацій f та коефіцієнтом гармонік K_2 вихідного параметра ударного датчика в дослідах з фанерою без дефекту розміром 0,3*0,2*0,022 м. Це можна пояснити тим, що при відсутності дефектів у фанері її коливання при дії на неї ударного імпульсу мають форму близьку до чистої синусоїди, а відсутність додаткових коливань робить параметри вихідних сигналів схожими. Кореляція між коефіцієнтом гармонік K_2 , числом пульсацій n та частотой пульсацій f виявилася незначною.

Інші кореляційні залежності також виявилися незначними.

Таким чином, можна зробити висновок, що вибрані вихідні параметри сигналів ударного датчика можуть використовуватись при контролі якості фанери незалежно один від одного.

Список літератури

1. Основы научных исследований в деревообработке : [учеб. для вузов для специальностей 260200 "Технология деревообработки", 170400 "Машины и оборудование лесного комплекса"] / А. А. Пижурин, А. А.Пижурин ; Моск. гос. ун-т леса. - Москва : Издательство Моск. гос. университета леса, 2005. - 304 с..
- 2.Защук И.В. Электроника и акустические методы испытания строительных материалов, -М.:Высшая школа, 1967,-248 с.
- 3.Агранат Б.А., Кириллов О.Д., Преображенский Н.А., Хавский Н.Н. Ультразвук в гидрометаллургии, - М.: Металлургия. 1969, -с.12.
- 4.Бабаков Н.М. Теория колебаний, - М. Наука, 1968, с.329-342
5. Головач В.М., Баранова О.С. Аналіз впливу характеристик дефекту фанери на кількість пульсацій вихідного сигналу ударного датчика / Головач В.М., Баранова О.С. // Науковий вісник НЛТУ України. – 2015. - №25.10 – с.280

Аннотация

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ВЫХОДНЫХ СИГНАЛОВ УДАРНОГО ДАТЧИКА ПРИ НЕРАЗРУШАЮЩЕМ КОНТРОЛЕ ДЕФЕКТОВ ФАНЕРЫ

Головач В.М., Баранова О.С.

В статье проведен корреляционный анализ выходных сигналов ударного датчика при неразрушающем контроле дефектов фанеры. Исследовано, что выбранные выходные параметры сигналов ударного датчика могут использоваться при контроле качества фанеры не зависимо друг от друга.

Abstract

CORRELATION ANALYSIS OF SHOCK SENSOR OUTPUT SIGNAL DURING THE NDT OF PLYWOOD DEFECTS

Golovach V.M., Baranova O.S.

In the articles studied the correlation analysis of shock sensor output signals in the non-destructive testing of plywood defects. Found that output signal of shock sensor can be used for independent quality control of plywood.

УДК 684.4.04

**ВИКОНАННЯ ПРИНЦИПУ ЛІНІЙНОГО СУМУВАННЯ
ПОШКОДЖЕНЬ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ДОВГОВІЧНОСТІ
ДЕРЕВИННОКОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ**

О.В. Анциферова, аспірант¹
(НУБіП України)

Стаття присвячена дослідженню впливу лінійного сумування пошкоджень деревиннокомпозиційних матеріалів, зокрема деревинноволокнистих плит середньої щільності та ламінованих стружкових плит (СП) під час вивчення довговічності. Аналізуються різні підходи до вивчення принципу лінійного сумування пошкоджень та розглядається прискорений метод досліджень поведінки деревиннокомпозиційних матеріалів під час дискретного навантаження.

Довговічність конструкційного матеріалу – це його властивість зберігати працездатність до настання граничного стану при визначених умовах експлуатації. Згідно з роботою [1] існує фізична та споживча довговічність. Фізична довговічність характеризується часом до її повного руйнування, а функціональна – визначається часом до моменту втрати матеріалом або виробом своїх споживчих та функціональних властивостей. Проблема лінійного сумування пошкоджень композиційних матеріалів на основі деревини має важливе значення як при конструюванні нових матеріалів так і для визначення функціональної довговічності виробів, які знаходяться в експлуатації. Важливо дослідити та описати поведінку деревиннокомпозиційних матеріалів під час дискретного навантаження, так як вироби у процесі експлуатації не весь час перебувають під навантаженням, періоди навантаження чергуються з періодами відпочинку.

Під час дослідження процесів навантаження та релаксації твердого тіла можна використати принцип лінійного сумування пошкоджень або принцип Бейлі: часом до руйнування (фізична довговічність) чи до заданого рівня деформації (споживча довговічність) вважається час існування твердого тіла, який не залежить від часу релаксації, тобто під час загального часу навантаження у матеріалі накопичуються незворотні зміни, які викликають поділ тіла на частини. Цей процес описується рівнянням, яке носить назву рівняння Бейлі:

$$\int_0^{\tau} \frac{dt}{\tau[\sigma(t)]} = 1 \quad (1)$$

де τ – довговічність, с; σ – навантаження, МПа; t – час дії навантаження, с

¹ Науковий керівник – кандидат технічних наук Л. М. Бойко

Рівняння характеризує принцип накладання або сумування руйнувань твердого тіла у моменти часу від початку навантаження до того моменту, коли сума витрачених частин ресурсу довговічності буде дорівнювати одиниці. Цей принцип справедливий не тільки для процесів руйнування, але також для процесу деформування. Але при багатократному навантаженні значно втрачається міцність (критерій Майнера) і принцип Бейлі не виконується [1, 3].

Для стружкових плит без покриття виконання принципу Бейлі було перевірено у роботі [2]. Згідно з описаною методикою були випробувані зразки на поперечний згин. Одна партія зразків випробовувалася при неперервному навантаженні, а для іншої створювалося дискретне навантаження – дія сили (60 хвилин) чергувалася з відпочинком (60 хвилин). Експеримент проводився при температурі 40 °С. При опрацюванні результатів досліджень виявилось що для стружкових плит принцип Бейлі виконується, адже довговічність зразків у обох випадках однакова та під навантаженням накопичуються руйнування, які не заліковуються після її зняття, тому час навантаження додається.

Метою роботи є дослідження поведінки деревиннокомпозитних матеріалів по схемі “навантаження – відпочинок”. Випробування проводили за допомогою стенду на базі розривної машини Р5 для дослідження матеріалів на міцність за методикою визначення межі міцності на згин згідно ДСТУ EN 310:2003 [5]. На згин випробували деревинноволокнисту плиту середньої щільності товщиною 10, 16, 19 мм та ламіновану стружкову плиту товщиною 10 та 16 мм. Потім починали навантажувати зразок до величини, яка складала 3/4 максимальної руйнуючої сили, після досягнення цієї величини машину зупиняли та чекали 5 хвилин, а після зупинки знову навантажували до повного руйнування зразка. Зразки були згідно описаної схеми були випробувані при температурах 20, 40, 60, 80 °С. Діаграма руйнування зразка наведена на Рисунок 1.

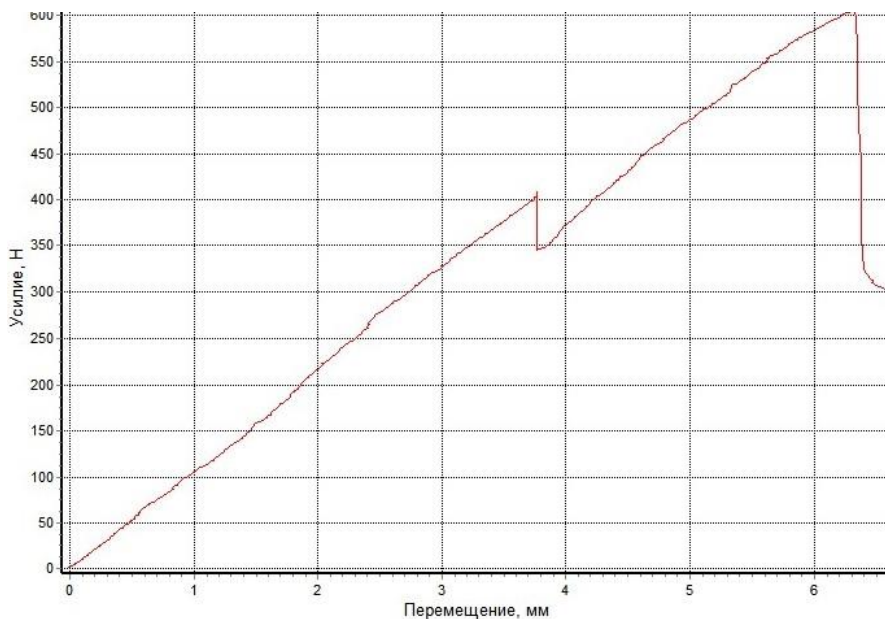


Рисунок 1 – Діаграма руйнування деревинноволокнистої плити середньої щільності товщиною 10 мм

Діаграма ілюструє зниження сили навантаження під час зупинки, а потім сила навантаження зростає до руйнування зразка. Слід зазначити, що випробування проводилися зі зразками різної щільності. Залежність, що спостерігається на діаграмі справедлива для матеріалів з однаковою щільністю, якщо щільність буде меншою, тоді зразок може не досягти 3/4 сили руйнування або зламатися під час зупинки. Отримані результати досліджень наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 - Вплив характеру навантаження на межу міцності деревиннокомпозиційних матеріалів

Матеріал та схема навантаження	Межа міцності, МПа при температурі випробувань			
	20 °C	40 °C	60 °C	80 °C
МДФ товщиною 10 мм без покриття (звичайна схема навантаження)	39	38	37	34
МДФ товщиною 10 мм без покриття (схема навантаження по принципу Бейлі)	35	30	29	19
МДФ товщиною 16 мм без покриття (звичайна схема навантаження)	32	31	30	27
МДФ товщиною 16 мм без покриття (схема навантаження по принципу Бейлі)	30	29	27	23
МДФ товщиною 19 мм без покриття (звичайна схема навантаження)	32	31	30	27
МДФ товщиною 19 мм без покриття (схема навантаження по принципу Бейлі)	28	27	20	16
Ламінована СП товщиною 10 мм без покриття (звичайна схема навантаження)	11	10	9	6
Ламінована СП товщиною 10 мм без покриття (схема навантаження по принципу Бейлі)	9	8	6	4
Ламінована СП товщиною 16 мм без покриття (звичайна схема навантаження)	18	17	16	13
Ламінована СП товщиною 16 мм без покриття (схема навантаження по принципу Бейлі)	17	16	13	9

З таблиці можна встановити, що зі зміною схеми навантаження зменшується межа міцності матеріалів на декілька одиниць. Більш наглядно це

видно на

Рисунок 2. Такий характер залежності спостерігається для всіх випробуваних матеріалів.

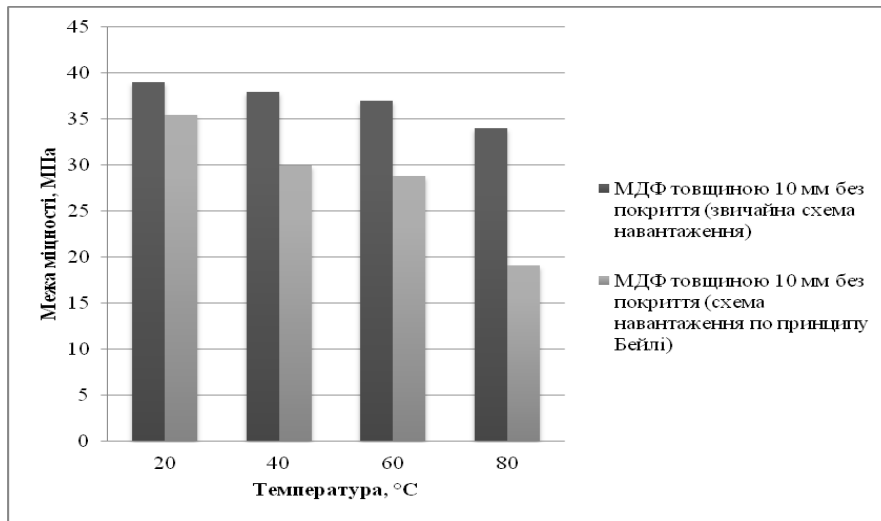


Рисунок 2 – Значення межі міцності при різних схемах навантаження та температурах для деревинноволокнистої плити товщиною 10 мм без покриття

У роботі [6] було запропоновано прискорений спосіб прогнозування довговічності та розраховані термоактиваційні параметри для вище вказаних матеріалів. Згідно з вище наведеною роботою було визначено довговічність матеріалу, який працює на згин за звичайною схемою навантаження та схемою за принципом Бейлі при таких експлуатаційних параметрах: $T = 293 \text{ K}$; $\sigma = 5 \text{ МПа}$ Для розрахунків було використано наступну формулу:

$$\tau = \tau_m \exp \left[\frac{U_0 - \gamma \sigma}{R} (T^{-1} - T_m^{-1}) \right], \quad (2)$$

де τ_m – мінімальна довговічність, с; U_0 – максимальна енергія активації руйнування, кДж·моль; γ – структурно–механічний параметр, кДж/(моль·МПа); T_m – гранична температура існування твердого тіла (температура деструкції), К; R – універсальна газова стала, кДж/(моль·К); τ – час до руйнування (довговічність), с; σ – напруження, МПа; T – температура, К.

Результати розрахунків наведено у табл. 2.

Таблиця 2 - Розрахунок довговічності за звичайною схемою навантаження та схемою за принципом Бейлі

Термоактиваційні параметри МДФ товщиною 10 мм без покриття				Довговічність за звичайною схемою навантаження, рік	Довговічність за схемою за принципом Бейлі, рік
$\lg \tau_m, \text{с}$	$U_0, \text{кДж/моль}$	$\gamma, \text{кДж/(моль·МПа)}$	T_m, K		
-0,72	213	4,7	511	1,63	1,56

Проведені дослідження підтвердили гіпотезу про те, що процес руйнування деревиннокомпозиційних матеріалів є термоактиваційним та підкоряється принципу лінійного сумування пошкоджень. З таблиці 2 видно, що довговічність матеріалу залежить від схеми навантаження, але вона незначно впливає на значення довговічності. Довговічність матеріалу, з якого виготовлений виріб, при схемі постійної дії навантаження та його поступового збільшення з деякою заданою швидкістю на 4 % більше ніж довговічність матеріалу, який експлуатується за схемою “навантаження – релаксація під заданим значенням навантаження”. Також з проведених досліджень можна зробити висновок про зниження міцності матеріалу під час експлуатації за дискретною схемою. Подальші дослідження будуть присвячені розробці методу прогнозування довговічності, який враховує особливості роботи конструктивних елементів корпусних меблів при дискретному навантаженні та вивченню впливу кліматичних факторів на срок служби конструкційних матеріалів.

Список літератури

1. Бойко Л. М. Методика оцінки довговічності личкованих стружкових плит у конструкціях корпусних меблів / Л. М. Бойко // Вісник ХНУ / Технічні науки. – Хмельницький, 2012. – № 1. – С. 24 – 28.
2. Ратнер С. Б. Физическая механика пластмасс. Как прогнозируют работоспособность? / С. Б. Ратнер, В. П. Ярцев. – М. : Изд-во “Химия”, 1992. – 320 с.
3. Богословский В. Н. О возможности прогноза долговечности строительных материалов и конструкций на основе кинетического подхода / В. Н. Богословский, В. М. Райтман, Н. А. Парфентьева. // Известия вузов. Строительство. – Новосибирск, 1982. – № 9. – С. 62 – 68.
4. Киселева О. А. Прогнозирование работоспособности древесно-стружечных и древесноволокнистых композитов в строительных изделиях: дис. кандидата техн. наук : 05.23.05 / Киселева Олеся Анатольевна. – Воронеж, 2003. – 208 с.
5. Плити деревинні. Визначення модуля пружності та границі міцності під час згинання (EN 310:2003, IDT) : ДСТУ EN 310:2003. – [Действует от 01.07.2005]. – К. : Госпотребстандарт Украины, 2003. – 10 с. – (Національний стандарт України).
6. Патент на корисну модель № 100484 Україна, МПК (2015.01) G01N 3/00. Спосіб прогнозування довговічності виробів із деревини та деревних композиційних матеріалів. / С. М. Кульман, Л. М. Бойко, О. В. Анциферова. – Номер заявки u 2015 01371; заявл. 18.02.2015; опубл. 27.07.2015, Бюл. № 24.

Аннотация

**ВЫПОЛНЕНИЕ ПРИНЦИПА ЛИНЕЙНОГО СУММИРОВАНИЯ
ПОВРЕЖДЕНИЙ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ДОЛГОВЕЧНОСТИ
ДРЕВЕСНОКОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

О.В. Анциферова

Статья посвящена исследованию влияния линейного суммирования повреждений древеснокомпозиционных материалов, в частности древесных плит средней плотности и ламинированных стружечных плит (СП) при изучении долговечности. Анализируются различные подходы к изучению принципа линейного суммирования повреждений и рассматривается ускоренный метод исследований поведения древеснокомпозиционных материалов при дискретной нагрузке.

Abstract

INVESTIGATION OF DURABILITY MEDIUM DENSITY FIBERBOARD

O.V. Antsyferova

The article investigates the influence of linear summation of damage to wood composites, including medium density fibreboards and laminated chipboard in the study of durability. Different approaches to the study of the principle of linear summation of damage and accelerated research examined the behavior of wood composite materials during discrete loads.

УДК 674.093

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАСПИЛОВКИ БРЕВЕН НА
ШПАЛЫ**

Янушкевич А. А., доцент, кандидат технических наук

Бабич Д. П., ассистент

(Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск, Республика Беларусь)

Предложена методика составления несимметричных поставок. Выполнен сравнительный анализ способов распиловки бревен на шпалы и обрезные доски. Разработана технологическая схема лесопильного потока на базе ленточнопильных станков с комплексной механизацией транспортных операций.

Введение. Деревянные шпалы широко используются при строительстве многочисленных подъездных путей железных дорог и на линиях метрополитена.

Преимуществом деревянных шпал по сравнению с железобетонными, которые используются на магистральных линиях железных дорог, являются простота изготовления и снижение шума и вибрации при движении поездов, что положительно сказывается на окружающей среде. Недостаток деревянных шпал, т.е. подверженность биопоражениям от воздействия атмосферных факторов, устраняется благодаря пропитке их антисептиками.

В соответствии со стандартами шпалы для железных дорог и метро имеют значительные размеры поперечного сечения. Так, например, шпалы типа Пд для подъездных путей железных дорог имеют толщину 160 мм, а ширину верхней и нижней пластей 160 и 230 мм соответственно. Длина шпалы 2,75 м. Шпалы таких размеров можно выпиливать только из бревен сравнительно крупных диаметров (более 26 см).

Учитывая дефицит в Беларуси пиловочного сырья таких размеров, актуальным является изыскание способов и схем его распиловки на шпалы. Решению этой важной задачи и посвящена настоящая работа.

Основная часть. Распиловка бревен на шпалы может осуществляться по симметричным или несимметричным поставам. Теоретические положения распиловки бревен по симметричным поставам нашли широкое отражение в специальной литературе. Несимметричные поставы предполагают смещение бруса (шпалы) относительно центра торца бревна при его распиловке. Поэтому при выпилке шпал по несимметричным поставам возможно использование бревен меньших диаметров по сравнению с распиловкой по симметричным поставам.

Разработанная методика составления несимметричных поставов описана в работах [1, 2]. На первом этапе определяются расстояния от центра торца бревна до верхней X_1 и нижней X_2 пластей шпалы (бруса) в зависимости от диаметра бревна и размеров поперечного сечения шпалы (рис. 1).

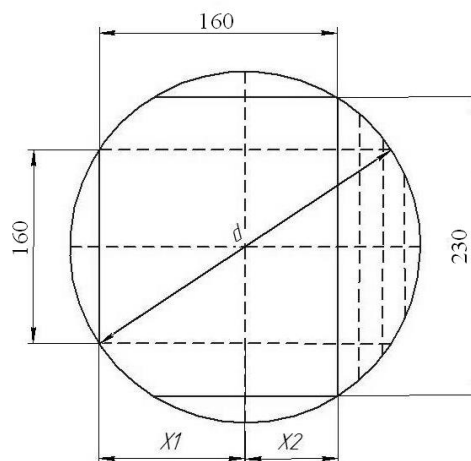


Рис. 1. Схема несимметричного постава.

Зависимость величин X_1 и X_2 от диаметра бревна для железнодорожных шпал II типа представлена на рис. 2.

На втором этапе составления несимметричного постава определяется количество и толщина досок, выпиливаемых из зоны бревна за верхней и нижней пластинами шпалы (бруса). При этом используются известные таблицы и графики профессора Н. А. Батина для составления поставов [3]. Расстояние от центра торца бревна до пластей выпиливаемых досок определяются с учетом X_1 и X_2 (рис. 2).

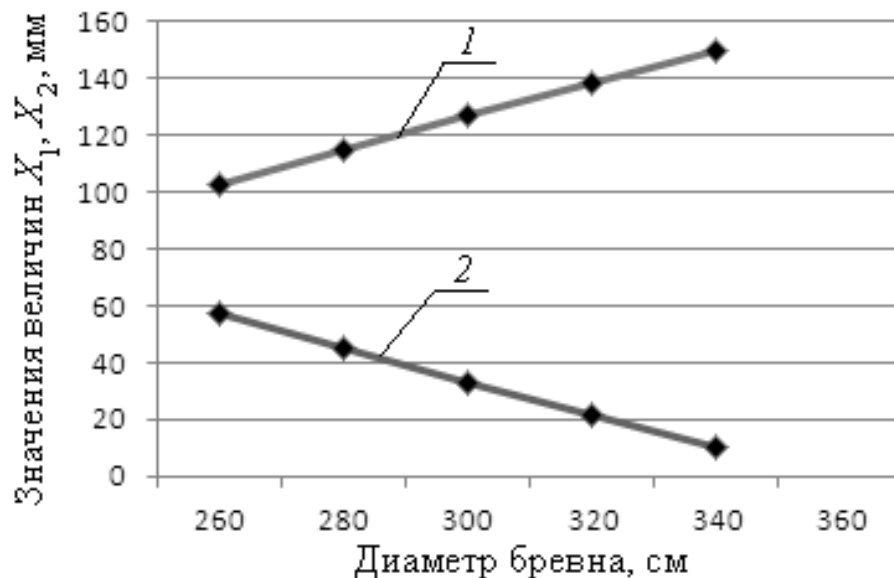


Рис. 2. Характер изменения величин X_1 и X_2 в зависимости от диаметра бревен при выпилке шпал II типа для железных дорог:

1 – величина X_1 ; 2 – величина X_2 .

По указанной методике были составлены несимметричные поставы для распиловки бревен диаметром 26-34 см на шпалы типа II для железных дорог и обрезные доски толщиной 50, 40, 32, 25 и 19 мм. Расчет поставов выполнен в соответствии с методикой, приведенной в [1,4].

Для сравнения по известным методикам [3,4] были составлены и рассчитаны симметричные поставы.

В работе выполнен анализ следующих способов распиловки бревен на шпалы:

1) по разработанной методике были составлены несимметричные поставы на выпилку одной шпалы типа II для железных дорог, а также обрезных досок из бревен диаметром 28 – 34 см;

2) по известной методике были составлены симметричные поставы для выпилки тех же шпал и досок из бревен таких же диаметров;

3) по симметричным поставам на две шпалы и доски распиливались бревна диаметром 36 – 40 см;

4) кроме того, исследовался способ когда бревна длиной 5,5 м условно распиливались на два отрезка длиной 2,75 м равной длине шпалы. Затем для

каждого отрезка были составлены поставки и определен объемный выход пилопродукции из бревна.

Результаты расчета поставов, то есть определение объемного выхода пилопродукции при распиловке бревен длиной 5,5 м, а также отрезков бревен длиной 2,75 м, указанными способами приведены на рис. 3 и 4.

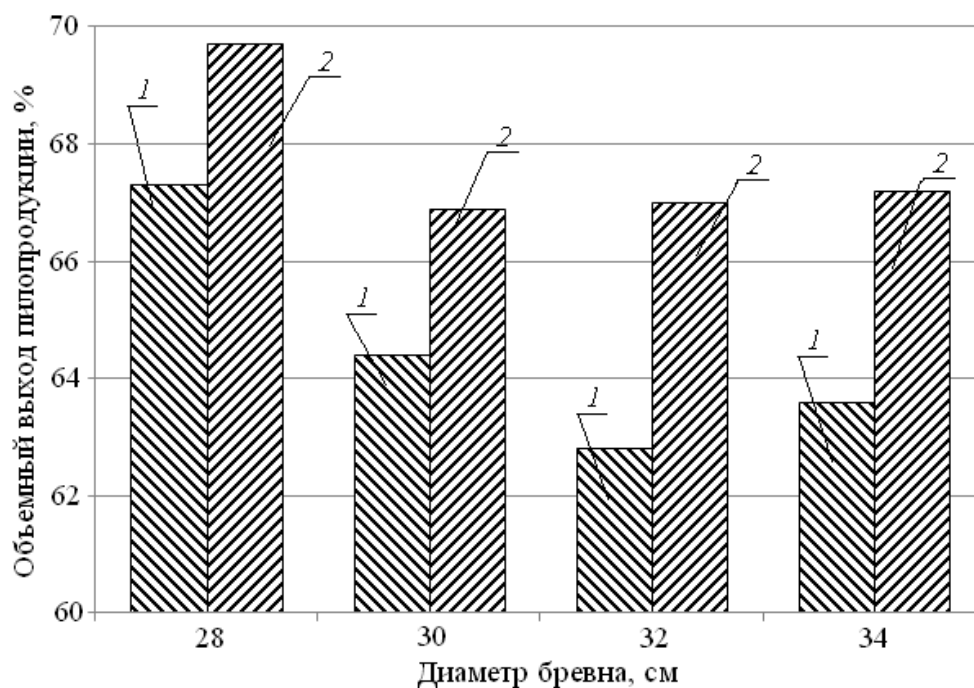


Рис. 3. Объемный выход пилопродукции при распиловке бревен по несимметричным поставам:

1— для бревен длиной 5,5 м; 2— для бревен длиной 2,75 м.

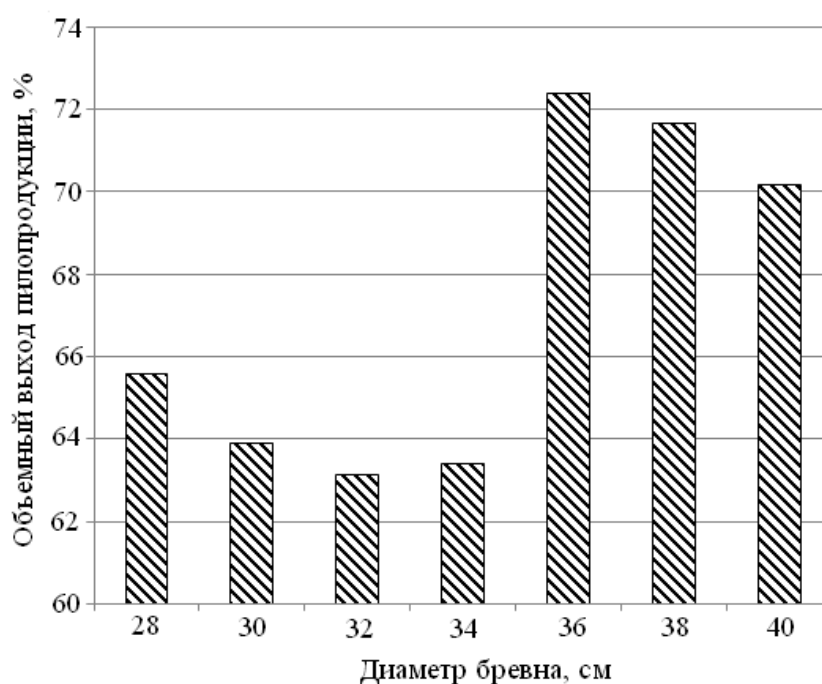


Рис. 4. Объемный выход пилопродукции при распиловке бревен по симметричным поставам.

Сравнительный анализ способов раскря бревен на шпалы позволяет сделать следующие выводы:

1) распиловка бревен диаметром 28 – 34 см по несимметричным поставам обеспечивает больший объемный выход пилопродукции по сравнению с распиловкой их по симметричным поставам;

2) предварительная торцовка бревен на отрезки равные длине шпал и их распиловка по отдельным поставам позволяет повысить объемный выход пилопродукции;

3) распиловка бревен диаметром 36 – 40 см на две шпалы по симметричным поставам обеспечивает сравнительно высокий выход пилопродукции.

Учитывая, что ленточнопильные станки обеспечивают меньшую ширину пропила, а также требуемое качество поверхности шпал, для осуществления распиловки бревен указанными способами на шпалы и обрезные доски была разработана технологическая схема лесопильного потока, представленная на рис. 5.

В потоке установлены двухпильные ленточнопильные станки: ЛЛК-2 (с тандемным расположением пил) и ЛБЛ-1 (с симметричным расположением пильных агрегатов). Для обработки необрезных досок в потоке используются торцовочный и обрезной станки, а также предусмотрена комплексная механизация транспортных операций.

Если распиливаются длинные бревна, в потоке за станком ЛБЛ-1 устанавливается торцовочный станок для поперечного раскря бруса на шпалы требуемой длины.

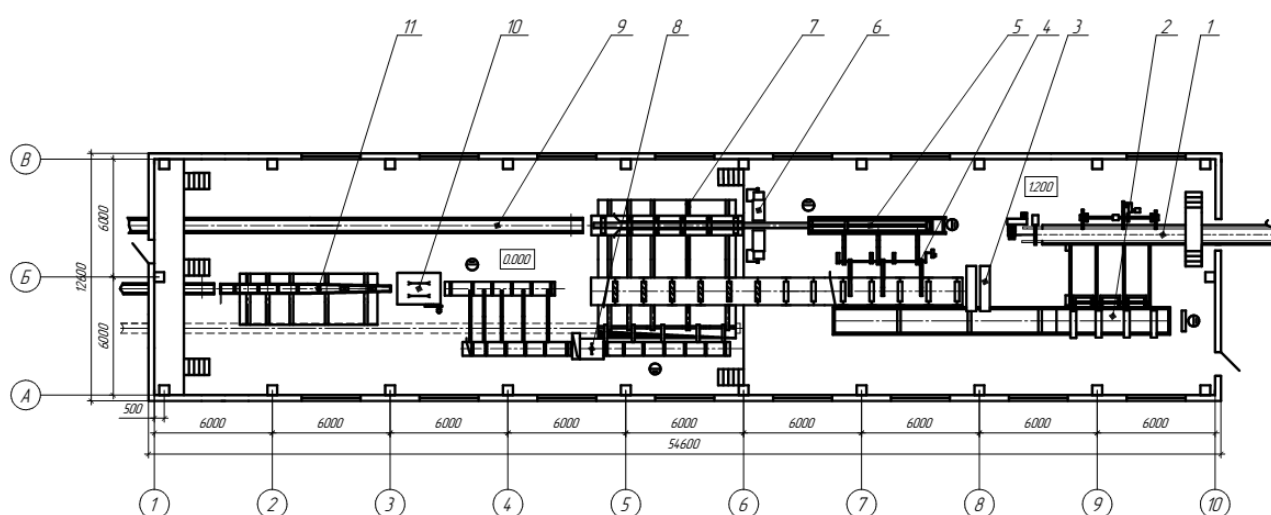


Рис. 5. Технологическая схема лесопильного потока для выпилки шпал: 1 – бревнотаска; 2 – зажимная тележка; 3 – ленточнопильный станок ЛЛК-2; 4 – брусоперекладчик; 5 – зажимающий и подающий механизм; 6 – ленточнопильная установка ЛБЛ-1; 7 – поперечный цепной конвейер; 8 – торцовочный станок ЦКБ 40-01; 9 – ленточный конвейер; 10 – обрезной станок Ц2Д-7А; 11 – рейкоотделительное устройство.

Расчетная годовая производительность лесопильного потока по распиловке бревен диаметром 28 – 34 см составляет 18 – 22 тыс. м³ в зависимости от размеров пиловочного сырья.

Заключение. Разработанная методика составления несимметричных поставов, обеспечивающих рациональный раскрой бревен, а также предлагаемая технологическая схема лесопильного потока на базе ленточнопильных станков с комплексной механизацией транспортных операций могут быть использованы при проектировании цехов по выпуску шпал и обрезных досок.

Список литературы

1. Песоцкий А. Н. Лесопильное производство / А.Н Песоцкий. – М.: Лесн. пром-ть, 1970. – 432 с.
2. Янушкевич А. А. Несимметричные поставки на распиловку бревен: составление и расчет / А. А. Янушкевич, Н. В. Усович, В. В. Иванова // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: материалы Междунар. науч.-техн. конференции. Вологод. гос. университет. – Вологда: ВоГУ, 2015. С. 90-93.
3. Батин Н.А. Раскрой пиловочного сырья на пиломатериалы : учеб.метод. пособие / Н. А. Батин, – Минск : БТИ, 1985. – с. 24 – 25.
4. Янушкевич А. А. Технология лесопильного производства: учебник для ВУЗов / А. А. Янушкевич. – Минск: БГТУ, 2010. – 330 с.

Анотація

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗПИЛЮВАННЯ КОЛОД НА ШПАЛИ

Янушкевич А. А., Бабіч Д. П.

Запропоновано методика складання несиметричних поставів. Виконано порівняльний аналіз способів розпилювання колод на шпали і обрізні дошки. Розроблено технологічну схему лісопильного потоку на базі стрічкостругових верстатів з комплексної механізацією транспортних операцій.

Abstract

IMPROVING OF THE TECHNOLOGY OF SAWING LOGS FOR THE RAILWAY SLEEPERS PRODUCTION

Yanushkevich A. A., Babich D. P.

The non-symmetrical sawing scheme is suggested. A comparative analysis of the methods of sawing logs for the sleepers and edged boards production is given. The technological scheme of the sawmill stream based on band sawing including a comprehensive mechanization of transport operations is developed.

УДК 674.816.2

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МАКУЛАТУРНОГО ШЛАМУ У ВИРОБНИЦТВІ ДЕРЕВИННО-ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ

Шепелюк І. Р. Аспірант

(Національний лісотехнічний університет України)

Проаналізовано можливості використання макулатурного шламу як наповнювача у виробництві деревинно-полімерних матеріалів. На основі результатів досліджень побудовано залежності впливу кількості шламу у складі ДПМ на фізико-механічні властивості виготовленого композиту.

Ключові слова: вторинний поліетилен, макулатурний шлам, деревинно-полімерні матеріали.

Постановка наукової проблеми

Внаслідок недосконалості технології целюлозно-паперового виробництва (ЦПВ) утворюється значна кількість відходів, зокрема, первинний, вторинний та макулатурний шлами. Однак, такі відходи не знаходять подальшого технологічного застосування, а, в основному, вивозяться на сміттєзвалища збільшуючи їхні площі і суттєво забруднюючи довкілля. Тому раціональним та економічно обґрунтованим напрямком розв'язання даної проблеми є повторне використання відходів у виробництві матеріалів певного призначення.

Основними сферами повторного використання відходів ЦПВ є будівельна галузь [1], виробництво волокнистих плит [2, 3], а також стружкових та інших деревинних та деревинно-полімерних матеріалів (ДПМ) [4, 5].

Макулатурний шлам, на відміну від первинного та вторинного, найменш використовується у виробництві плитних матеріалів, тому можливість застосування його як наповнювача для виготовлення ДПМ є досить цікавою та перспективною. Характерним для макулатурного шламу є високий відсоток золи, незначна кількість пошкоджених волокнистих частинок та залишки друкарської фарби. У виробництві ДПМ макулатурний шлам використовується як альтернатива деревному борошну. Застосування, як клею вторинного поліетилену у виробництві ДПМ дасть змогу утилізувати не лише шлам ЦПВ, а й полімерні відходи. Композит на основі таких компонентів може оптимально поєднувати у собі позитивні властивості як макулатурного шламу, так і вторинного поліетилену.

Мета роботи – дослідити властивості деревинно-полімерного матеріалу на основі вторинного поліетилену з використанням, як наповнювача, макулатурного шламу.

Матеріали та методи дослідження. Для виконання експериментальних досліджень використовували подрібнені відходи термозбіжної плівки, яку виготовляють із поліетилену високого тиску вищого сорту, температура

плавлення якого 106...108°C, а також макулатурний шлам, висушений до абсолютно сухого стану та подрібнений.

Виготовляли одношарові ДПМ у вигляді плит, товщиною 7 мм, щільністю 800 кг/м³ за такого співвідношення компонентів макулатурний шлам:вторинний поліетилен – 10:90; 20:80; 30:70; 40:60.

Деревинно-полімерні матеріали виготовлялись шляхом плоского пресування за таких режимних параметрів пресування: 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 плити витримувалися в холодному пресі при тиску 1,5 МПа до температури 40...50°C.

За критерії оцінки якості 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. На основі проведених досліджень встановлено, що водопоглинання прямопропорційно залежить від вмісту наповнювача. Із збільшенням вмісту макулатурного шламу, водопоглинання матеріалу збільшується. Поліетилен є стійким та інертним матеріалом до дії води та відштовхує її, а макулатурний шлам, за рахунок наявності в своєму складі целюлозно-волокнистих частинок має особливість вбирати воду. Із збільшенням вмісту шламу на кожні 10% водопоглинання збільшується майже вдвічі. (рис.1).

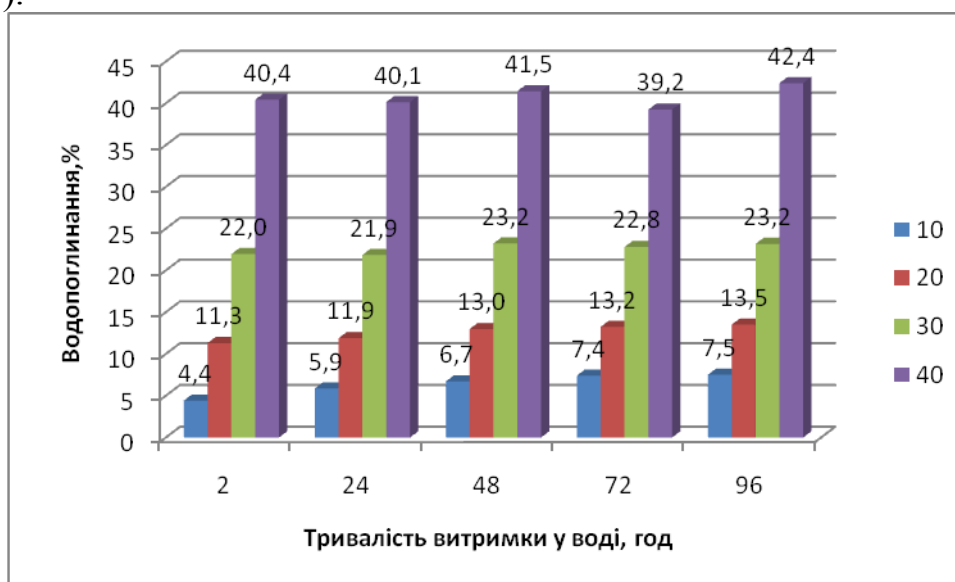


Рисунок 1. Залежність водопоглинання від тривалості витримки у воді матеріалів з різним вмістом макулатурного шламу

При визначенні набрякання за товщиною матеріалів, зміни товщини практично не спостерігається. Лише при вмісті шламу 40% помічається незначне її збільшення.

Питомий опір витягуванню шурупів оберненопропорційно залежить від вмісту макулатурного шламу. Із збільшенням його кількості на кожні 10% даний показник суттєво зменшується. Зокрема, для матеріалів, із вмістом шламу 10%, питомий опір витягуванню шурупів складає 13,1 Н/мм, при 20% – зменшується в 1,47 рази, а при вмісті наповнювача 30-40% – менший в 3,64 рази. Погіршення здатності утримувати шурупи із збільшенням вмісту шламу пояснюється зменшенням щільності матеріалу, оскільки щільність самого шламу є значно нижча за щільність поліетилену. А також із збільшенням вмісту шламу погіршується якість перемішування компонентів композиції при їх виготовленні і послаблюється зв'язок між ними (рис.2).

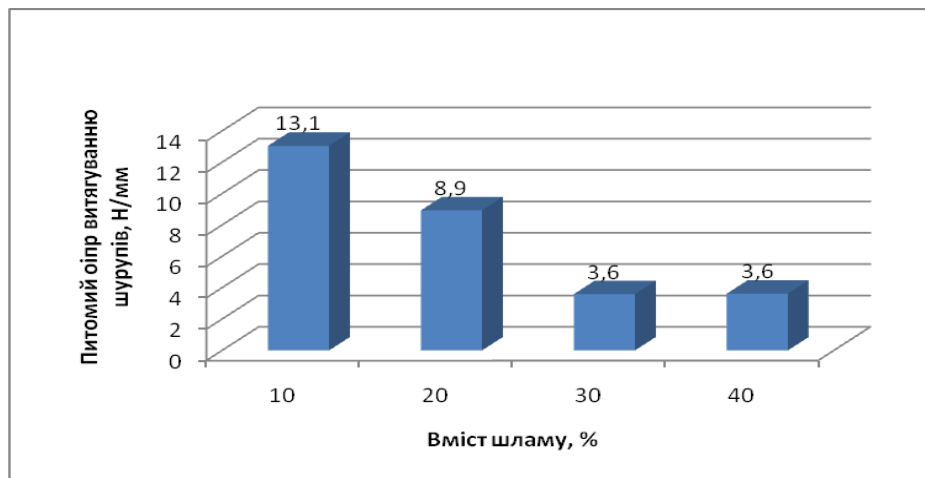


Рисунок 2. Залежність питомого опору витягуванню шурупів ДПМ від вмісту макулатурного шламу

Досліджуючи виготовлений матеріал на міцність на статичне згинання, встановлено, що він володіє значними деформаціями вигину. Тому під час випробування за методикою EN 310 руйнівне навантаження визначити не можливо.

Висновки та рекомендації. Використання макулатурного шламу як наповнювача у виробництві деревинно-полімерних матеріалів є можливим при раціонально обґрунтованому його вмісті. Проте, при виготовленні композиту шляхом плоского пресування, перемішування компонентів композиції відбувається в сухому стані, внаслідок чого не вдається забезпечити рівномірність перемішування суміші та необхідне зчеплення між інгредієнтами. 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.

Список літератури

1. Ahmad S. Study of concrete involving use of waste paper sludge ash as partial replacement of cement / S. Ahmad, M. Iqbal Malik, M. Bashir Wani, R. Ahmad // JOSR. J. Eng. – 2013. – V. 3, № 11. – P. 6-15.
2. Ethan Davis. The incorporation of paper deinking sludge into fiberboard. / E. Davis, S. M. Shaler, B. Goodell. // Forest products journal, Vol. 53 (11/12), 2003. – P. 46-54.
3. Xinglian Geng. Characteristics of paper mill sludge and its utilization for the manufacture of medium density fiberboard. / X. Geng, S. Y. Zhang, J. Deng. // Wood and Fiber Science, Vol. 39 (2), 2007. – P. 345-351.
4. Bajpai P. Management of Pulp and Paper Mill Waste / P. Bajpai. – Switzerland. Springer International Publishing, 2015. – 193 p.
5. Soucy J. The potential of paper mill sludge for wood-plastic composites / J. Soucy, A. Koubaa, S. Migneault, B. Riedl // Industrial Crops and Products. – 2014. – № 54. – P. 248-256.

Анотация.

**Исследование возможности использования макулатурного скопа в
производстве древесно-полимерных материалов**
Шепелюк И. Р.

Проанализированы возможности использования макулатурного скопа в качестве наполнителя в производстве древесно-полимерных материалов. На основании результатов исследования построены зависимости влияния количества скопа в составе ДПМ на физико-механические свойства изготовленного композита.

Abstract.

**Study the possibility of using recycled sludge in the production of wood-
polymer materials**
Shepelyuk I. R.

Analyzed the possibility of using recycled sludge as filler in the production of wood-polymer materials. Based on the research results plotted exposure amounts of sludge consisting of WPC on physical and mechanical properties of the produced composite.

УДК 691.075.5

МОДЕЛЮВАННЯ ШВИДКОСТІ ВИГОРЯННЯ ДЕРЕВИНИ ЗАХИЩЕНОЇ ВОГНЕЗАХИСНИМ ПОКРИТТЯМ

Цапко О.Ю.¹, Цапко Ю.В.², докт. техн. наук, ст. наук. співр.

(¹ТОВ «Д-33», ²Національний університет біоресурсів і природокористування України)

Розроблено фізичну модель швидкості вигорання деревини та її математичну інтерпретацію, особливістю якої є наявність показника інтенсивності сповільнення реакцій горіння при застосуванні вогнезахисного покриття. Встановлено зниження швидкості вигорання деревини вогнезахисною покриттям, що наглядно підтверджує достовірність розробленої моделі.

Загорання деревини у більшості випадків супроводжується появою полум'я, в якому відбувається екзотермічна реакція взаємодії газоподібних продуктів піролізу матеріалу з киснем. Аналіз результатів досліджень кінетики процесу термічного розкладу деревини [1, 2], показує, що максимальна швидкість втрати маси у зразків, які мають відповідний рівень захисту здвинута в низькотемпературну область, енергія активації збільшується, що характеризує зниження активності окислювальних процесів, а дослідженнями проведеними [3, 4] показано, що із модифікуванням збільшується захисний шар коксу на поверхні деревини, що впливає на вигорання матеріалу та зниження ефективного перерізу будівельної конструкції.

Поширення полум'я під час горіння природних та синтетичних матеріалів є чинником, що визначає інтенсивність і динаміку розвитку пожежі та залежить від ефективності захисту і швидкості вигорання зразків у процесі полуменевого горіння. На даний час у країнах Європейського співтовариства введено систему сертифікації і класифікації будівельних матеріалів за ступенем пожежної небезпеки, в якій одним з основних є показник пожежної небезпеки, виражений у формі похідної швидкості тепловиділення під час горіння матеріалу [5, 6].

Мета роботи. Визначення умов зниження швидкості вигорання деревини при поверхневому обробленні вогнезахисним покриттям.

Матеріали та методика досліджень. Для визначення характеристик тепловиділення матеріалів під час їхнього горіння використовується рівняння, що пов'язує швидкість тепловиділення під час горіння матеріалу з швидкістю вигорання і нижчою теплотою згорання [3]:

$$Q = \eta m Q_n S, \quad (1)$$

де η – коефіцієнт повноти згорання летких продуктів розкладу речовини у полум'ї (приймається 0,85);

m – масова швидкість вигорання матеріалу, кг/(м²·с);

Q_n – нижча теплота згорання матеріалу, кДж/кг;

S – площа поверхні зразка, що перебуває під дією теплового впливу, м^2 .

Необхідно відзначити, що величина зміни швидкості вигорання Δm , яку віднесено до проміжку часу $\Delta \tau$, протягом якого пройшли ці зміни, визначає масу матеріалу, що вигоріла з одиниці об'єму зразка. Під час побудови математичної моделі швидкості вигорання матеріалу приймаємо, що зміна в часі питомої маси зразка пропорційна різниці між початковою і поточною питомою масою та інтенсивністю горіння, описується диференціальним рівнянням виду [7]:

$$\frac{dm}{d\tau} = \alpha(m_0 - m) + \omega, \quad (2)$$

де τ – час з моменту запалення, с;

α – коефіцієнт пропорційності, що залежить від виду горючого матеріалу і ефективності захисних речовин, приймається за константу, с^{-1} ;

m_0 – початкова швидкість вигорання матеріалу, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$;

$\omega = \omega(\tau)$ – функція джерела запалювання, що характеризує інтенсивність зміни питомої маси зразка у полум'ї, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с}^2)$.

Функція ω , яка входить в рівняння (2), дозволяє врахувати вплив на тепловиділення різних факторів, наприклад, вогнезахисного покриття, яке після теплової дії утворює на поверхні зразків коксовий шар, що перешкоджає нагріванню зразка зовні та поглинає частину внутрішньої теплоти.

Як початкову умову для рівняння (2) використовуємо залежність:

$$m(0) = m_0, \quad (3)$$

при чому в загальному випадку $m_0 \neq 0$.

Таким чином, у математичній інтерпретації, задача зводиться до розв'язання диференціального рівняння (2) з початковою умовою (3).

Рівняння (2) є лінійним диференціальним рівнянням типу [8]

$$\frac{dm}{d\tau} + \alpha m = \beta(\tau), \quad (4)$$

де $\beta(\tau) = \alpha m_0 + \omega(\tau)$, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с}^2)$;

Загальний інтеграл рівняння (2) приводиться до наступного вигляду:

$$m = e^{-\alpha\tau} \left[\int \beta(\tau) e^{\alpha\tau} d\tau + C \right], \quad (5)$$

де C – константа інтегрування, що знаходиться з початкової умови.

Якщо зробити припущення, що в силу факторів, які перешкоджають прискоренню реакцій горіння (наявність захисту) функція $\omega(\tau)$ є експоненціальна:

$$\omega(\tau) = \omega_0 e^{-\gamma\tau}, \quad (6)$$

де ω_0 – інтенсивність згорання матеріалу в початковий момент часу, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с}^2)$;

γ – показник інтенсивності сповільнення реакцій горіння за рахунок дії захисних речовин, с^{-1} .

Після підстановки (6) в (5) та інтегрування отримуємо наступний вираз для розрахунку швидкості вигорання:

$$m = e^{-\alpha\tau} \left(m_0 e^{\alpha\tau} + \frac{\omega_0}{\alpha - \gamma} e^{(\alpha-\gamma)\tau} + C \right), \quad (7)$$

де C – константа інтегрування, тоді, з урахуванням (3)

$$C = -\frac{\omega_0}{\alpha - \gamma}. \quad (8)$$

В результаті рівняння для розрахунку швидкості вигорання захищених целюлозовмісних матеріалів остаточно набуває вигляду:

$$m = m_0 + \frac{\omega_0}{\alpha - \gamma} \cdot (e^{-\gamma\tau} - e^{-\alpha\tau}). \quad (9)$$

На рис. 1 приведено один із варіантів розрахунку швидкості вигорання за (9).

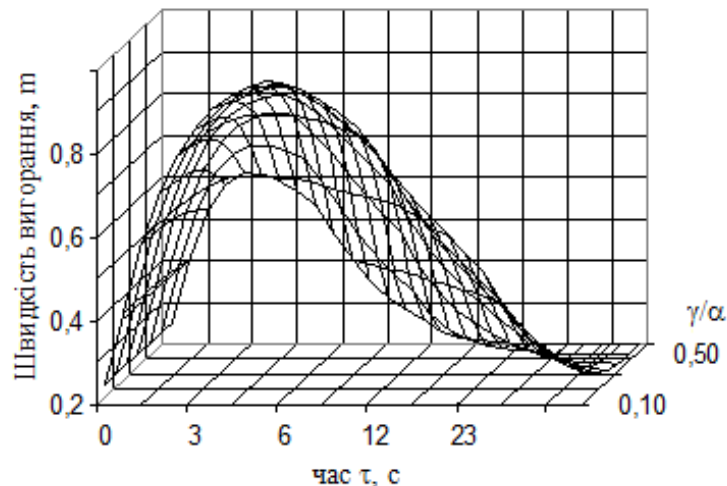


Рисунок 1 – Динаміка швидкості вигорання при $m_0 = 0,2 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ та $\alpha = 0,51 \text{ с}^{-1}$

Розглянемо граничні випадки. Якщо зразок не оброблений захисними речовинами, то математично це означає, що $\alpha \gg \gamma$ або $\gamma \rightarrow 0$.

Тоді рівняння (9) набуває наступного вигляду:

$$m_{\gamma \rightarrow 0} = m_0 + \frac{\omega_0}{\alpha} (1 - e^{-\alpha\tau}). \quad (10)$$

Це означає, що відразу після запалювання зразка починається стадія вільного розвитку пожежі й максимальна швидкість вигорання становить:

$$\hat{m}_{\gamma \rightarrow 0} = m_0 + \omega_0 / \alpha. \quad (11)$$

досягається, через нескінченно великий проміжок часу, але за допустимої похибки розрахунку ε це проходить в момент часу

$$\hat{\tau}_{\gamma \rightarrow 0} = \frac{1}{\alpha} \ln \varepsilon, \quad (12)$$

і потім починається період стаціонарного розвитку пожежі до повного згоряння зразка. В безрозмірних змінних (10) запишеться у вигляді

$$\bar{m}_{\gamma \rightarrow 0} = 1 - e^{-\bar{\tau}}, \quad (13)$$

де в нашому випадку $\bar{\tau} = \alpha \cdot \tau$ – безрозмірний час.

У випадку ідеального модифікування $\alpha < \gamma$ чи при $\alpha \rightarrow 0$ з рівняння (9) отримуємо:

$$m_{\alpha \rightarrow 0} = m_0 - \frac{\omega_0}{\gamma} (e^{-\gamma \cdot \tau} - 1), \quad (14)$$

звідки випливає, що з моменту початку впливу на зразок теплового джерела починається стадія припинення горіння. Максимальна швидкість вигорання буде $\hat{m} = m_0$, а мінімальна $\check{m}$ – початкова, яка знижена до рівня

$$\check{m}_{\alpha \rightarrow 0} = m_0 - \frac{\omega_0}{\gamma}. \quad (15)$$

Після підстановки в (15) безрозмірних перемінних

$$\bar{m}_{\alpha \rightarrow 0} = \frac{m_{\alpha \rightarrow 0} - \check{m}_{\alpha \rightarrow 0}}{m_0 - \check{m}_{\alpha \rightarrow 0}} \quad \text{і} \quad \bar{\tau} = \gamma \cdot \tau \quad (16)$$

На відміну від (13) маємо

$$\bar{m}_{\alpha \rightarrow 0} = e^{-\bar{\tau}}. \quad (17)$$

Результати досліджень. Перевірка адекватності розробленої моделі.

Для визначення значень цих параметрів проведено експериментальні дослідження, де в якості об'єкту досліджень використовували деревину (ГОСТ 2140 [9]) та деревину оброблену вогнезахисним покриттям.

Для проведення дослідження використовували установку з визначення групи горючості матеріалів згідно з ГОСТ 12.1.044 [10], яка додатково була оснащена пристроєм для реєстрації зміни маси зразка в ході випробувань (рис. 3.4). Спочатку були проведені випробування необроблених зразків деревини. Після температурного впливу на необроблені зразки, відбувалось займання матеріалів, які досліджувались. Потім були проведені випробування зразків деревини, які були оброблені антипіренами та антисептиком.

На рисунку 2 представлено динаміку швидкості вигорання зразків, яку визначали експериментально.

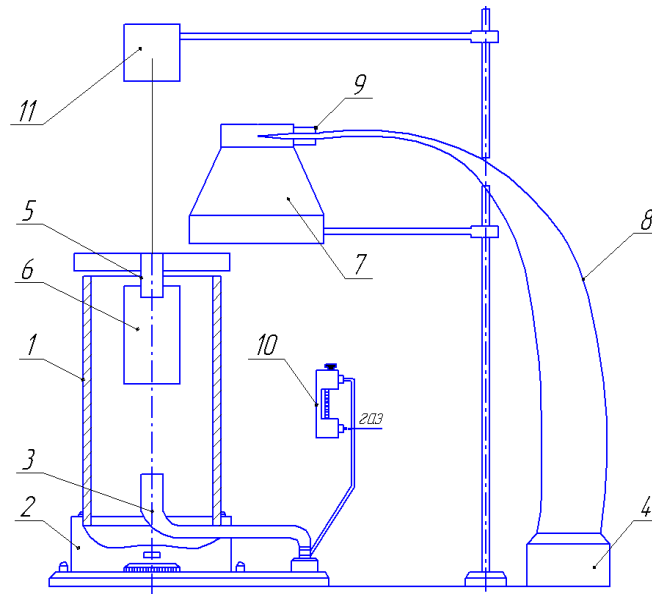


Рисунок 2 – Установка для визначення швидкості вигорання деревини:
1 – керамічний короб; 2 – підставка; 3 – газовий пальник; 4 – потенціометр КСП-4; 5 – держак зразка; 6 – зразок; 7 – зонт; 8 – термоелектричний перетворювач; 9 – верхній патрубок зонта; 10 – ротаметр; 11 – ваги.

Отримані залежності показують, що швидкість вигорання необробленого зразка деревини ($\gamma = 0$) значно підвищується в початковий період впливу теплового потоку, а потім, в зв'язку з обугленням поверхні, уповільнюється. Наявність захисних речовин знижує швидкість вигорання матеріалу [11, 12].

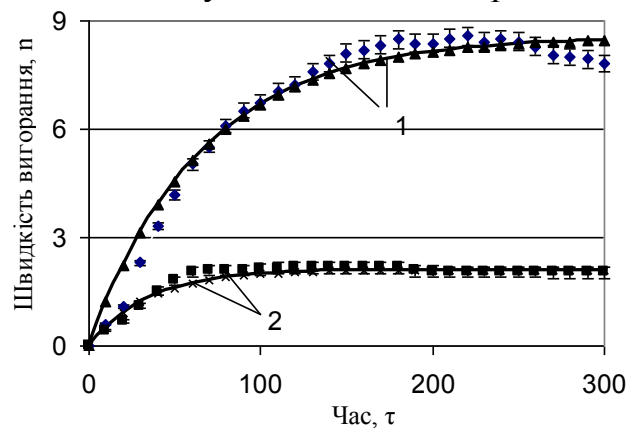


Рисунок 3 – Залежність швидкості вигорання зразка деревини m_i в часі τ : 1 – необроблений; 2 – вогнезахисний покриттям

Експериментальні дані оброблювали методом найменших квадратів. Мінімізувалась дисперсія

$$D = [m(\tau_i) - m_i]^2, \quad (18)$$

де τ_i – час проведення замірів, с;

$m(\tau_i)$ – теоретичні значення швидкості вигорання, які розраховані за формулою (10), (14);

m_i – експериментальні значення швидкості вигорання.

Після мінімізації D розраховували середнє квадратичне відхилення σ по формулі

$$\sigma = \sqrt{D/(n - n_0)}, \quad (19)$$

де n – число вимірів; n_0 – число невідомих параметрів.

Для всіх експериментів приймалося $m_0 = 0$, так як попереднє займання зразків не проводилося і значення $n_0 = 0$.

Результати оброблення експериментальних даних по горінню зразків деревини наведено в табл. 1.

Таблиця 1 - Результати оброблення експериментальних даних по горінню зразків деревини

Зразок деревини сосни	Значення параметра			
	$\omega_0, \text{г}/(\text{м}^2 \cdot \text{с}^2)$	$\alpha \cdot 10^3, \text{с}^{-1}$	$\gamma \cdot 10^3, \text{с}^{-1}$	$\sigma, \text{г}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$
необроблений	0,13	15,20	0,03	4,81
Вогнезахисний покриттям, з витратою 260 г/м ²	0,06	0,009	28,4	2,78

Характерною особливістю для всіх зразків в початковій стадії є процес нагріву зразка, а потім для необроблених характерним є процес займання та горіння зразка тобто відношення параметрів $\alpha > \gamma$.

Для необроблених зразків показник розвитку горіння (α) становить $0,0152 \text{ с}^{-1}$, а припинення (γ) ≈ 0 , за таких значень досягається максимальна швидкість вигорання, яка становить близько $8,2 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$. Показники швидкості розвитку і припинення горіння для деревини обробленої вогнезахисним покриттям, суттєво відрізняються від попереднього, а саме, показник припинення швидкості горіння $\gamma = 0,0284 \text{ с}^{-1}$ за показника розвитку горіння $\alpha \approx 0, \text{с}^{-1}$. За такої кількості захисного засобу досягається мінімальна швидкість вигорання $2,11 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$. Розрахована за отриманими залежностями швидкість тепловиділення необробленої деревини становить $38,4 \text{ кВт}$, а обробленої – $1,17 \text{ кВт}$.

Висновок. Таким чином, у результаті проведених досліджень отримано аналітичне рівняння (9), яке дає можливість провести розрахунок швидкості вигорання матеріалів за наявності захисних речовин, що дозволяє зробити прогноз впливу вогнезахисних покриттів на швидкість горіння зразків деревини.

Список літератури

1. Корольченко А.Я. Пожарная опасность строительных материалов. Учебное пособие / А.Я. Корольченко, Д.В. Трушкин. – М: Изд. “Пожнаука”, 2005. – 231 с.
2. Цапко Ю.В. Дослідження умов вигорання дерев’яних будівельних конструкцій /Ю.В. Цапко// Організація управління в надзвичайних ситуаціях:

Матеріали 14-ї Всеукр. наук.-практ. конф. Київ: ІДУЦЗ УЦЗУ, 2012. – С. 415-419.

3. Сивенков А.Б. Огнезащитные покрытия на основе модифицированных полисахаридов. Часть 3. Характеристики тепловыделения при пламенном горении и теплофизические свойства / А.Б. Сивенков, Б.Б. Серков // Пожаровзрывобезопасность. – М.: ВНИИПО, 2002. – Вып. 3. – С. 13-19.

4. Цапко Ю.В. Визначення впливу модифікаторів деревини на вогнестійкість дерев'яних конструкцій / Ю.В. Цапко // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Збірник наукових праць. Рівне: НУВГП, 2013.- Вип. 25. – С. 472-479.

5. Огнезащитные покрытия на основе модифицированных полисахаридов. Часть 2. Дымообразующая способность и токсичность продуктов горения / [А.Б. Сивенков, Б.Б. Серков, Р.М. Асеева и др.] // Пожаровзрывобезопасность, 2002, № 2, – С. 21-26.

6. Демехин В.Н. Пожарная опасность и поведение строительных материалов в условиях пожара / В.Н. Демехин, В.М. Лукинский, Б.Б. Серков. - СПб.: ООО "Ковэкс", 2002. – 142 с.

7. Моделирование пожаров и взрывов / Под ред. Н.Н. Брушлинского и А.Я. Корольченко. - М: Изд. "Пожнаука", 2000. – 492 с.

8. Справочник по математике (для научных работников и инженеров) / Г. Корн, Т. Корн.- М.: Наука, 1974. – 832 с.

9. Видимые пороки древесины. Классификация, термины и определения, способы измерения (ГОСТ 2140-81) [Дата введения 1983-01-01]. - М.: Издательство стандартов, 1981. – 17 с.

10. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения (ГОСТ 12.1.044–1989 Межгосударственный стандарт) - [Дата введения 1991–01–01]. - М.: Издательство стандартов, 1990. – 143 с.

11. Цапко Ю.В. Визначення параметрів швидкості вигорання зразків вогнезахищених целюлозовмісних матеріалів / Ю.В. Цапко // Науковий вісник будівництва. Харків: ХДТУБА, ХОТБ АБУ, 2007.- Вип. 42. – С. 185-191.

12. Цапко Ю.В. Визначення ефективності вогнезахисту целюлозовмісних матеріалів / Ю.В. Цапко // Зб. наук. праць. - Львів: ЛПІБ, 2005. - Вип.7.- С. 132-137.

Аннотация

МОДЕЛИРОВАНИЕ СКОРОСТИ СГОРАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ, ЗАЩИЩЕННОЙ ОГНЕЗАЩИТНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ

Цапко А.Ю., Цапко Ю.В.

Разработана физическая модель скорости выгорания древесины и ее математическая интерпретация, особенностью которой является наличие показателя интенсивности замедления реакций горения при применении

огнезащитного покрытия. Установлено снижение скорости выгорания древесины, огнезащищенным покрытием, что наглядно подтверждает достоверность разработанной модели.

Abstract

DESIGN SPEED COMBUSTION WOOD PROTECTED FIRE PROTECTIVE COATINGS

Tsapko O.Ju., Tsapko Ju.V.

Developed a physical model of wood burn rate and its mathematical interpretation, which feature is the presence indicator intensity slowdown combustion reactions in the application of fire-proof coatings. The decrease rate of wood burn flame-protected coating that clearly verifies developed model.

УДК 621.93

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ФОРМАТНИХ ВЕРСТАТІВ ТА ПИЛЯЛЬНИХ ЦЕНТРІВ У СУЧАСНИХ УМОВАХ ВИРОБНИЦТВА МЕБЛЕВИХ ВИРОБІВ

Павленко Н.О., Сивко С.П.

(Малинський лісотехнічний коледж)

В статті наводиться порівняльний аналіз використання форматних верстатів та пиляльних центрів. Розглянуто конструкцію, принцип роботи, системи керування та автоматизацію названого устаткування.

Спеціалізованим обладнанням для розкроювання плит є центри з ЧПК на базі круглопилкових верстатів з рухомим пиляльним супортом і притисочною балкою (для стислості – «пиляльні центри»). Дослівний переклад назви цього обладнання з німецької, англійської і деяких інших мов – «пилки для плит».

Доцільність придбання пиляльних центрів для серійного виробництва сумнівів не викликає. Центри із заднім завантаженням плит і максимальною висотою пропилю хоч і коштують вдсятеро дорожче від звичайного форматного верстата, але і працюють вдсятеро швидше. Нікому не спаде на думку замінити такий центр 10-15 форматними верстатами.

Ефективність застосування пиляльних центрів для індивідуального і дрібносерійного виробництва не така очевидна. Так на європейських фабриках часто можна побачити такі центри, які виготовляють меблі на замовлення.

Найдоступніше рішення – оснащення форматних верстатів пристроями індикації розмірів на поздовжньому і поперечному упорах, а також головною і підрізною пилкою. Це може дати від 5 до 20% економії часу, залежно від частки налагодження в загальному часі роботи.

Наступний крок – автоматизація позиціонування упорів і пилок із застосуванням програмного керування і можливістю зберігати в пам'яті необхідні параметри налаштувань у вигляді робочих програм. Це дає змогу ще більше скоротити допоміжний час на налаштування. Частка часу на налаштування максимальна при виконанні разових замовлень, коли на одному верстаті необхідно виконувати і звичайний розкрій, і запилювання крайок під кутом, і вибирати пази або чверті. Економія часу в цьому випадку може сягати 50%! Якщо при цьому йдеться про виготовлення дорогих меблів, то всі витрати на автоматизацію гарантовано окуповуються.

Однак що більший обсяг виробництва і менша частка складних робіт (кути, нахили, пази, чверті), то менший ефект від індикації та автоматизації позиціонування. При поділі різних видів робіт між кількома верстатами: розкроювання плит на смуги, розкроювання смуг на деталі, розкроювання під кутом – вигащ від автоматизації мінімальний. Залишається, звичайно, комфорт і зниження імовірності помилок налаштування. Але якщо для досягнення цих цілей оснастити верстат індикацією за €1,5-3 тис. цілком обґрунтовано, то доцільність придбання верстата за €30-35 тис. з автоматизованими приводами позиціонування залежить від ціни тих помилок у налаштуванні, уникнути яких він допоможе. Ще один спосіб підвищити продуктивність – придбати пильний центр із переднім завантаженням. При вартості €75-85 тис. такі центри вп'ятеро дорожчі від найдорожчих форматних верстатів. Але 5-ти кратного зростання продуктивності можна очікувати тільки при розкроюванні пакетів максимальної висоти. Такий режим роботи нетиповий для дрібносерійного виробництва. При розкроюванні, в основному, по 1-2, іноді по 3-5 плит пиляльний центр зможе замінити не більше двох форматних верстатів.

Отже, окрім зростання продуктивності, пиляльний центр може дати ще щось. Щоб зрозуміти що саме, порівняємо форматні верстати і пиляльні центри.

Аналіз конструкції і принцип дії форматних верстатів та пиляльних центрів. У форматних верстатах заготовку, яка лежить на каретці, переміщують вручну, і конструктори змушені виявляти винахідливість, щоб зробити цю каретку якомога жорсткішою, але при цьому легкою, її напрямні – точними і довговічними, але компактними. В результаті, при виборі форматних верстатів популярним є обговорення технічних деталей: форми і матеріалу напрямних, наявності кульок або роликів, кількості камер в алюмінієвому профілі каретки тощо. Налагоджувальники прекрасно знають, що працездатність форматних верстатів залежить від того, як ретельно виставлена каретка і упори, як відрегульовані підтримувальні ролики і т.д.

У пиляльних центрах переміщують пиляльний супорт, а заготовку надійно фіксують притиском. При розробці центрів конструктори не обмежені ні

габаритами, ні вагою вузлів і агрегатів. Напрямні вибирають такого перерізу, який потрібен, привід – такої потужності, яка необхідна. У результаті продуктивності, точності і довговічності досягають простими технічними рішеннями. Ці параметри закладені в конструкції центру і не залежать ні від майстерності верстатника, ні від досвіду налагоджувальника. А налагодження центру, як це не дивно, простіше, ніж налагодження форматного верстата.

Потреба у виробничій площі. Одного погляду на пиляльний центр і форматний верстат достатньо, щоб сказати, що верстат набагато менший від «центру». Але якщо брати до уваги розмір робочої зони з урахуванням переміщення заготовок, то форматний верстат потребує не так уже й мало місця – приблизно 7,0х5,5м. Для пиляльного центру з переднім завантаженням потрібно майже стільки ж місця – 6,5х6,5м або трохи більше. Отже, застосування пиляльного центру дасть змогу отримати приріст продуктивності при економії виробничої площі.

Система керування, автоматизація форматних верстатів та пиляльних центрів. Тільки в найпросунутішому форматному верстаті з програмним керуванням і автоматичними приводами позиціонування упорів і пил, а також зв'язком з офісним комп'ютером можна передавати у верстат дані із програми оптимізації розкроювання. При цьому розкроює все одно людина: саме вона вирішує, яку заготовку покласти у верстат для розкрою, як орієнтувати її у верстаті, притискає її до упорів, виконує черговий пропил.

Найпростіший пиляльний центр оснащений стандартним комп'ютером. Будь-якій особі, знайомій з азами «Windows», не становить труднощів розібратися в системі керування центром. Програма оптимізації може бути встановлена як в офісі, так і безпосередньо на комп'ютері пиляльного центру. У верстат передають план розкроювання, який складається з кількох пакетів, для кожного з яких складена своя карта розкроювання. Є можливість складання планів розкрою вручну. Уже відпрацьовані плани зберігаються в архіві, звідки їх можна викликати для повторного виконання. За допомогою візуалізації процесу розкрою в режимі імітації роботи центру можна контролювати нові плани розкроювання. Під час пиляння візуалізація також допомагає побачити, який пропил у певний момент виконує центр, які деталі вже готові, як розташувати чергову заготовку щодо упорів. Система керування підказує, як можна одночасно розкроїти однакові заготовки. Крім того, в центрі за допомогою лазерного сенсора автоматизоване налаштування на довжину пропилю, як при поздовжньому, так і при поперечному розкроюванні. Центр автоматично вимірює висоту пакета і відповідно до неї налаштовує величину підймання притискної балки і висоту підймання головної пилки. Для визначення координати першого пропилю слугує пристрій вимірювання ширини плити (смуги). Після того, як заготовка зафіксована захоплювачами центру і програма розкрою стартувала, оператору залишається тільки спостерігати за процесом.

Переміщення заготовок. При роботі на форматному верстаті розкроєні смуги потрібно прибирати з верстату і тимчасово складувати перед подальшим розкроюванням їх на деталі. Правильно вибраний пиляльний центр дає змогу всі смуги залишати на приймальних столах з «повітряною подушкою» і по черзі розкроювати їх на деталі. По-перше, це зручно, по-друге, зводить до мінімуму імовірність пошкодження заготовок.

Переваги, які мають пиляльні центри порівняно з форматними верстатами, зростають пропорційно до вартості виробничої площі, розміру заробітної плати верстатників і налагоджувальників, ціни матеріалів і готової продукції. Цим пояснюється те, що в Європі навіть на невеликих підприємствах, які працюють на замовлення, застосовують пиляльні центри.

Ефективність застосування пиляльних центрів на наших теренах навіть у дрібносерійних і індивідуальних виробництвах також зростає, при цьому підвищення продуктивності відіграє не головну роль. Крім того, якщо завдання економії витрат на персонал має винятково економічний характер, то в умовах тотального дефіциту кваліфікованих кадрів робочих спеціальностей, проблема полягає не в розмірі фонду заробітної плати, а у фізичній неможливості забезпечити виробництво необхідною кількістю працездатного персоналу. Підвищення продуктивності без збільшення кількості кваліфікованих робітників є на сьогодні найпривабливішою перевагою пиляльних центрів.

Список літератури

1. Амалнукий В.В. Станки и инструменты лесопильного и деревообрабатывающего производства. – М.: Лесная промышленность, 1985.
2. Потемкин Л.В. Деревообрабатывающие станки и автоматические линии. – М.: Лесная промышленность, 1987.
3. Лунина Н.С. Станки и инструменты лесопильного и деревообрабатывающего производства. – М.: Экология, 1991.

Аннотация

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФОРМАТНЫХ СТАНКОВ И ПИЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВА МЕБЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Павленко Н.О., Сивко С.П.

В статье приводится сравнительный анализ использования форматных станков и пильных центров. Рассмотрены устройство, принцип работы, системы управления и автоматизации называемого оборудования.

Abstract

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE USE OF SAWS AND SAWING CENTERS IN THE MODERN CONDITIONS OF PRODUCTION OF FURNITURE PRODUCTS

Pavlenko N.O., Syvko S.P.

The article deals with a comparative analysis of use of saws and sawing centers. The article reviewed the device, the operating principle, control systems and automation equipment.

POSSIBLE STRUCTURES OF GLUED WOOD

Mchedlishvili V.

(University Colledge Lillebaelt, Odense, Danmark)

The article reveals the advantages and prospects of use of glued wooden constructions in modern construction and architecture. Analysis of domestic and foreign experience use the FTC (glued wooden constructions) allows you to discard the current patriotic project practice bias against the use of these structures. For example, buildings renowned architects discovered the possibilities of artistic expression data structures.

One of the most important developments in the field of wood construction, which gained recognition, is a laminated wood. Wooden glued structures (WGS) began to be applied even in 30-40-ies of the last century, their use is widely practiced since 1960-IES, and the vast majority of sports facilities is done with their application. Laminated wood is used in buildings and structures of different purpose. Compared with similar concrete constructions, the use of glued constructions allows to reduce a lot of designs in 4-5 times, the laboriousness of manufacture and installation of more than in 2 times. The greatest economic effect of glued constructions can be achieved when they overlap large spans. The analysis shows that, if the span more than 24 m, the economy grows in favor of wood: the more, the cheaper the cost structure, made in wood (saves costs to 30%). Their use in buildings and structures exposed to chemically aggressive environment impact. also Practiced integrated application bearing wooden glued constructions, together with lightweight protecting. Glued constructions are widely used in bridge construction. The distinctive features of such constructions are durability and ease of installation.

The WGS through the massiveness, density and integrity have higher reliability than conventional fire wood constructions. For example, the German experts, an impressive book "Atlas of wooden constructions" (translated and published in 1985), not only provide practical methods for calculating (tables and graphs) fire resistance

of ordinary and glued wooden structural elements, but also compelling evidence that fire glued elements in -1.4 1.2 times higher than similar items from ordinary wood. While noting the stability of fire-technical qualities WGS Unlike conventional wooden constructions, reliability varies greatly depending on shrinkage cracks, buckles and knots.

The leading company for the production of wooden glued structures claim that the WGS have a unique combination of properties: ecological purity and high artistic quality vie with technological advantages. This resistance to stress — including seismic — with low weight, ability to withstand aggressive media, e.g., effects of potassium salts, harmful for metal and concrete. In the WGS possible curved elements of the various sections and lengths that allow you to overlap the fabric constructions (up to 100 m). They can be easily machined, do not require high costs for Assembly (preparing for installation on production), do not give shrinkage and cracking, and the impact for feed supplements can easily be corrected correct design. In addition, unlike metal and reinforced concrete tree is radioprozračnyj material. Advantage over the whole bar is the ability to create a flexible layout with the dismantling of temporary partitions.



Figure. 1. Motorway bridge in Denmark.

Used wooden glued constructions of the Danish FIR. The bridge has two lanes of the carriageway in four rows, each 55 meters long, 3.5 meters wide, 2 meters in height and weighing around 55 tons.

Glued timber structures have high aesthetic quality and original architectural forms and design solutions. For example, the effect of the elastic ease construction can be achieved so that the design is not based on internal wall: metal tightening grounds with inserted into wood reinforcing rods passes efforts "to the point".

In Europe, the popular water parks and indoor pools, arches which usually are made of glued wooden constructions. The wide application of glued wooden constructions in public buildings says the fact that, in Germany, 66% of sports buildings and 25% of the Pavilion is erected type buildings with the use of such designs. The same ratio of sports buildings and pavilions noted in Switzerland. In the countries of Northern Europe and Scandinavia, where the timber industry is developed, bent tree received a special distribution. Danish architect Joachim Exner (Joachim Exner) reconstructed the Castle, not imitating, and constructing a modern

variation on the theme of the Romano-Gothic arches. Supports of Glulam beams resemble Gothic columns, "blossoming" ribs of the vault. Graceful columns support not only overlap, but also suspended loggias and the filled section of the façade.

The tree's ability to bend, creating forms smooth outlines, identified a number of experiments of architects and designers of the 20th century, associating works with forms of wildlife. For example, the basis of the method of Alvar Aalto was giving curved sawn into thin layers of solid wood. Glued together plates and wooden pasta (Aalto) different elastic strength and aesthetic superiority over the curved contours of the wood frames of the previous generation furniture company, for example, is sinking. Method of bonding elements provided more freedom. In derevokleenyh structures through connection segments of arbitrary magnitude of opportunities has widened. Among the technology, not to mention the aesthetic advantages — the use of wood waste.



Reconstruction of Koldinghus Castle, Jutland, Denmark. Inger and Johannes Exner. 1994.

The creativity of renowned Spanish architect Enrique Miralesa has very bright plastic language, its architecture is complicated and wordy. Wood plays an important role in shaping the image of its buildings. One example is the reconstruction of the Santa Caterina market in Barcelona. The market has gained a new roof, reminiscent of a huge shutter tridacna shell with wavy edges. Derevokleeny arches are not only a constructive function, but also are the primary tool for creating artistic expressiveness of a building. New roof forms the market space and fits into the architecture of the surrounding area. Enric was awarded the main awards for this project.

Of all building materials wood has the high aesthetic and environmental advantages, the most expressive texture, "warmth". Such properties are required in buildings for public use in sports facilities where the designs seek to leave open in the Interior. The combination of the inexhaustible possibilities of glued wooden constructions makes the construction of them in engineering samples of invention. Diversity and aesthetic qualities of the design of bent wood are comparable only with

nervûrnymi the arches of Gothic cathedrals. At present, the introduction of wooden structures in the world going at a rapid pace and is constantly being improved.

List of literature

1. G. Rybachenko, architect Benedetta Tal'âbuè: Blessed on creativity, the magazine "Siberian House No. 10 (82), October, 2010.
2. Aalto a. at a crossroads between humanism and materialism, masters of architecture/architecture under Gen. Ed. A. Ikonnikova, I. L. Mazza, G. M. Orlova. M., 1972. C. 388-392.
3. Electronic Journal: <http://www.bustler.net>, Bustler José Cruz Ovalle Receives the Spirit of Nature Wood Architecture Award, October 08, 2008
4. Internet portal www.archinfo.ru: Barcelona: Vein Miralles, 18.12.2008
5. Irina Kokkinaki, Derevokleenye design: the State of the question, an architectural newsletter # 5 (92):-M., 2006
6. Internet-source: <http://www.nbks.ru/stati/kleenie.aspx>
7. A.g. Lokshin, the relevance of the issue of fire safety in the application of glued and conventional wooden constructions in Russia: journal "window. Doors. Stained glass ", no. 3 2005/

Аннотация

ПОТЕНЦИАЛ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КЛЕЕНОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Мчедлишвили В.

Статья раскрывает преимущества и перспективы использования деревянных клееных конструкций в современном строительстве и архитектуре. Приведен анализ использования КДК (клееных деревянных конструкций) на примере зарубежного опыта.

Анотація

ПОТЕНЦІАЛ КОНСТРУКЦІЙ З КЛЕЄНОЇ ДЕРЕВИНИ.

Мчедлішвілі В.

Стаття розкриває переваги та перспективи використання дерев'яних клеєних конструкцій у сучасному будівництві та архітектурі. Проведено аналіз використання КДК (клеєних дерев'яних конструкцій) на прикладі закордонного досвіду.

УДК 674.817

ДО ПИТАННЯ ВИРОБНИЦТВА БОРОШНА З ДЕРЕВНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ДЕРЕВИННО-ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИТІВ

Нездоймишапка Ю.М., асистент

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

Основою для виробництва деревинно-композитних матеріалів є борошно з деревинних матеріалів. Для його виробництва розроблена конструкція подрібнювача – дезінтегратора, за допомогою якого виконується одночасно дві функції – подрібнення та сушіння. Досліджено фракційний склад отриманого борошна за розмірами часток.

Вступ. З кожним роком в світі зростає потреба у виробках з деревинно-полімерних композитів (ДПК). Найбільш стрімке зростання виробів з ДПК у США, де передбачається збільшення попиту на ці вироби у 2,5 рази порівняно з 2006 роком (до \$2,5 млрд) [1]. У європейських країнах планується зростання ринку ДПК до 2013 року на 15-18% щорічно.

Сировиною для виробництва ДПК є подрібнена деревина, полімери та спеціальні добавки. Окрім деревини, як наповнювач можуть застосовувати й частинки однорічних рослин (солома, льон, рисове лушпиння тощо) та відходи целюлозно-паперової промисловості. Процентний вміст деревини або іншої сировини з наявністю целюлози, залежно від вимог до кінцевого продукту, має становити від 49 до 95% [2]. Для збільшення міцності додають незначну кількість хімічних волокон.

Для покращення якості поверхні виробів для меблів, підлоги, стінових панелей та забезпечення здатності цих матеріалів "дихати" і візуальної ідентичності деревини, частку деревини в композиціях збільшують. Для покращення якості поверхні та міцності виробів з ДПК необхідно застосовувати сировину з мінімальною вологістю, інакше при нагріванні утворюються пухирці пари, які призводять до появи внутрішніх і зовнішніх дефектів виробу. Для виробництва ДПК необхідною умовою є рівень вологості деревної маси не вище 2%. Це означає, що деревина повинна бути висушена або безпосередньо перед завантаженням в екструдер, або висушена й герметично запакована.

Одним із методів отримання виробів з ДПК є інжекційне формування – лиття під тиском. Цей метод висуває низку додаткових вимог до переробленої суміші. Щоб у процесі формування забезпечити рівномірний розподіл розплавленої маси, повинні бути однорідні деревні частки. Склад та розміри сировини також впливають на інтенсивність корозії робочої поверхні форм. Як відмічається в роботі [3], найбільші витрати енергії при виробництві деревних гранул витрачається на процес сушіння (до 40-55% від загальних витрат

енергії). Таким чином, збільшення виробництва ДПК базується на забезпеченні якісної сировини у вигляді деревного або рослинного борошна частками розміром близько 1 мм та вологістю до 2%.

Метою роботи є розробка методу і засобів отримання деревного борошна з одночасним сушінням сировини.

Результати роботи. Методика отримання деревного або рослинного борошна полягає у попередньому подрібненні сировини до часток розміром 5-8 мм. Це можуть бути тріска, тирса, стружка тощо. Далі сировина за допомогою шнекового живильника подається до роторного подрібнювача – дезінтегратора. Подрібнені частки відокремлюються в повітряному циклоні. При необхідності борошно проходить сепарацію за розмірами і досушування. Готова сировина подається для перемішування з полімерами і формування виробів за допомогою екструдерів, інжекційного або ротаційного формування.

Конструкція розробленого дезінтегратора складається (рис. 1) з двох роторів, що обертаються на зустріч друг другу. Ротори оснащені штифтами або зубчастими пластинами з коловим розташуванням. Сировина через полий вал подається до камери подрібнення, проходячи скрізь ножі роторів подрібнюється і виноситься потоком повітря. Відокремлення часток від повітря здійснюється в повітряному циклоні.

При подрібненні сировина нагрівається і провітрюється потоком повітря. Розміри часток сировини по мірі проходження камери подрібнення зменшуються, при цьому пришвидшується їх вологовіддача. Таким чином, при подачі сировини з початковою вологістю 40-50% маємо подрібнену масу вологістю до 10-12%, а після проходження циклону відокремлення – до 8%.

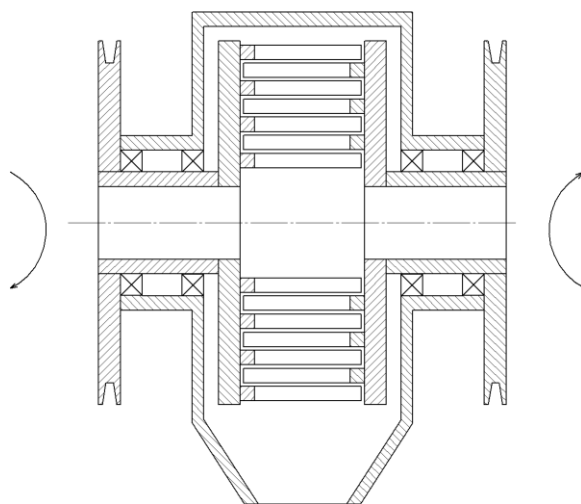


Рисунок 1 – Принципова схема конструкції роторного подрібнювача – дезінтегратора.

Зразки подрібненої сировини (борошна) представлені на рис. 2. Розміри часток деревини (рис. 2, а) не перевищують 1,4 мм за довжиною і 0,4 мм завтовшки. Середні розміри становлять 0,3-0,4 мм довжини і 0,15-0,25 мм товщини. Кінці деревних часток розпушені на волокна. Іншу структуру мають

частки соломи (рис. 2, б). Основна маса має розміри 0,6-0,8 мм довжини і 0,2-0,4 мм товщини, іноді трапляються довгі частки (до 4-5 мм), але товщиною не більше 0,5 мм.

Для розділення подрібненої сировини на фракції за розміром було використано вібраційний сепараційний стіл, за допомогою якого отримано 8 фракцій борошна соломи за один прохід сировини, з яких 2 фракції розміром більш 2 мм довжини були об'єднанні в одну. Провівши сепарацію борошна із соломи на вібраційному столі встановлено, що крупні частки (довжиною більш 2 мм) становлять до 15 % від загальної маси (рис. 2, г), розміри дрібних часток не перевищують 0,5 мм довжини. Солома має рівні краї злому, майже прямокутної форми. Борошно з соломи гарно піддається зволоженню і тістоутворенню.

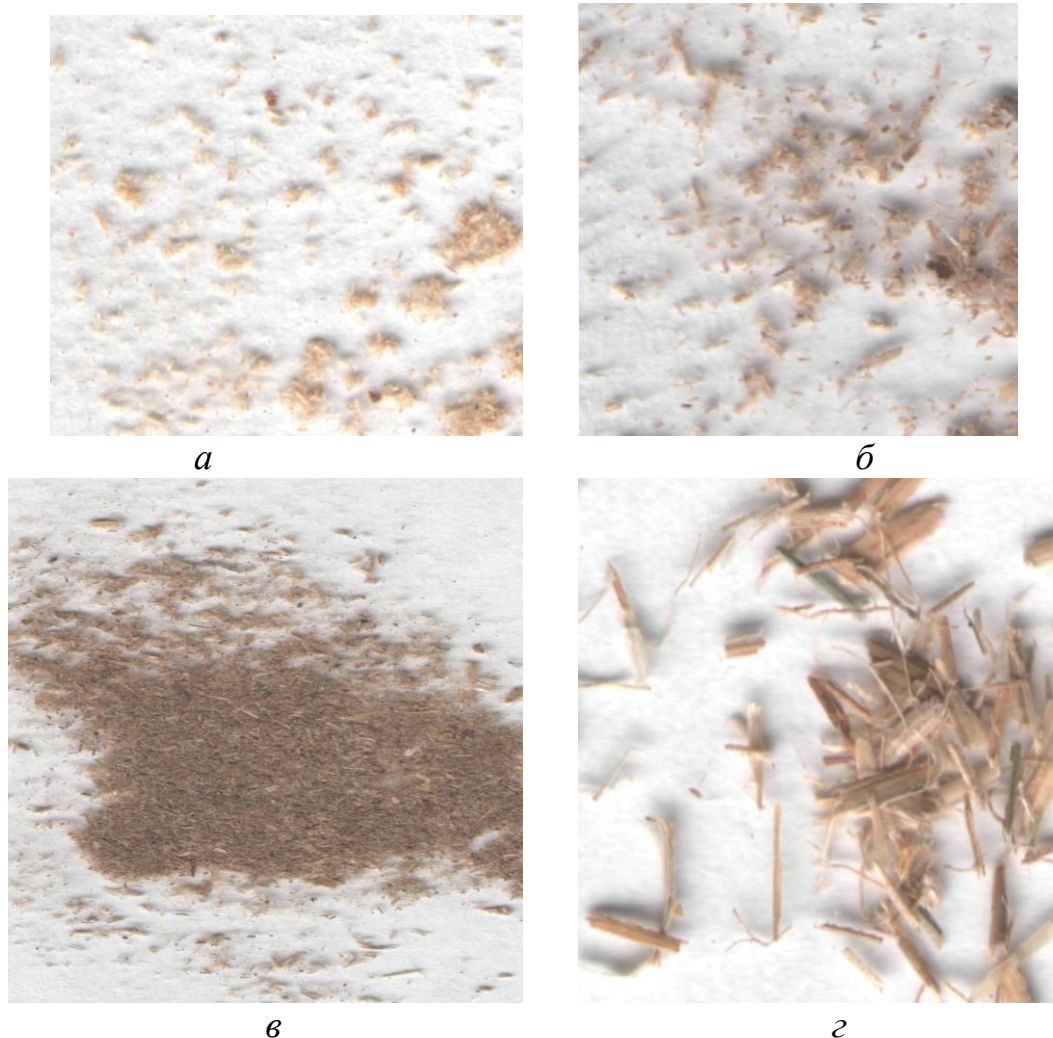


Рисунок 2 – Зразки борошна після подрібнення на дезінтеграторі (масштаб збільшення 100:1):

а – борошно з деревини; *б* – борошно із соломи; *в* – дрібна фракція борошна соломи після сепарації; *г* – крупна фракція борошна соломи після сепарації.

Висновки. В європейських країнах і в Україні збільшується попит на вироби з ДПК в середньому на 13-18% щорічно. Покращення якості виробів з ДПК забезпечується при використанні борошна з деревини або рослинних матеріалів. Розроблена конструкція подрібнювача для подрібнення деревини і рослинних матеріалів дозволяє отримувати деревинне або рослинне борошно з розмірами часток менш 1 мм. Процес подрібнення супроводжується одночасним сушіння сировини до кінцевої вологості 8-10%. Для розділення борошна на фракції за розміром доцільно використовувати вібраційний сепаратор.

Список літератури

1. Деревинно-полімерні композити: ситуація на європейському ринку // Всеукраїнська галузева газета «Деревообробник». – 2011. - №1(259). - С. 9
2. Лужняк В. Методи виробництва ДПК // В.Лужняк // Всеукраїнська галузева газета Деревообробник. – 2011. - №1(259). С. 8.
3. Нездоймышапка Ю.Н. Обоснование выбора технологий брикетирования растительного биосырья на основе энергосбережения / Ю.Н. Нездоймышапка // Вісник ХНТУСГ "Системотехніка і технології лісового комплексу". – Х., Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенко., 2011. – Вип.. 111. – С. 37-43.

Аннотация

К ВОПРОСУ ПРОИЗВОДСТВА МУКИ С ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИТА

Нездоймышапка Ю.Н.

Основой для производства древесно-композитных материалов является мука из древесины и растительных материалов. Для ее производства разработана конструкция измельчителя – дезинтегратора, с помощью которого выполняется две операции одновременно – измельчение и сушка. Проведены исследования фракционного состава муки по размерам частиц.

Abstract

THE PROBLEM WITH FLOUR PRODUCTION MATERIALS FOR WOOD WOOD- POLYMER COMPOSITES

Nezdoymyshapka U.

Basis for manufacture of wood composition materials is the flour from wood and vegetative materials. The grinder design is developed for its manufacture, with which help it is carried out two operations simultaneously – crushing and drying. Researches of fractional structure of a flour on the sizes of particles are conducted.

РОЗДІЛ 2 ОБЛАДНАННЯ ЛІСОВОГО КОМПЛЕКСУ

УДК 674.09:674.093

ЩОДО ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗКРОЮ ЛІСО- ТА ПИЛОМАТЕРІАЛІВ

Марченко Н.В., кандидат технічних наук, доцент; Мазурчук С.М., асистент; Борячинський В.В., аспірант (НУБіП України)

Проаналізовано програмні продукти для формування планів розкрою лісоматеріалів на продукцію різного призначення. Представлено опис розробленої програми з автоматизованого планування розкрою колод на пиломатеріали та викладено результати експериментальних досліджень з визначення якості твердолистяних пиломатеріалів тепловим методом неруйнівного контролю

Ключові слова: План розкрою, неруйнівні методи оцінювання, корисний вихід, ціннісний вихід, програма розкрою

Автоматизація технологічних процесів розкрою лісо- й пиломатеріалів є передумовою раціонального використання деревини, призводить до зменшення впливу людського фактору на корисний вихід і якість продукції та обумовлює підвищення ефективності використання деревної сировини. Проте, якість сировини і розташування в ній вад раз від разу змінюються, що ускладнює процес автоматизованого керування розмірно-якісними параметрами отримуваної продукції.

Покращення процесів розкрою деревини можливе за рахунок підбору планів розкрою, які відповідали б специфікації споживача, що, з огляду на ринковий асортимент продукції, являється занадто трудомістким процесом. Такий стан питання спонукає спеціалістів з лісопиляння до вдосконалення існуючих і створення нових, більш дешевих, гнучких комплексів автоматизованого планування розкрою лісопродукції та оцінювання її якісних параметрів.

Пошук ефективних методів, способів та схем розкрою колод та пиломатеріалів на пилопродукцію є складною багатокритеріальною задачею, ефективне вирішення якої практично неможливе без використання спеціалізованого програмного забезпечення, що розроблене з використанням сучасних наукових засобів і передбачає аналіз величезної кількості інформації та вибір оптимального варіанту. До того ж, розвиток комп'ютерної індустрії сприяв широкому використанню різних електронно-обчислювальних машин для складання оптимізаційних схем розкрою пиловочної сировини [1-3].

На сьогодні існує велика кількість розробок з комп'ютерного програмування раціонального розкрою лісоматеріалів [4-11], одні з яких націлені на отримання радіальних пиломатеріалів [6,7,11,12], інші – заготовок або пиломатеріалів змішаного виду [4,5,8,9,10]. Відомими на сьогодні у нас є програми «Дровосек» [8], «Русский лес» [9], «ДЕКОсофт» [10], «Радиальный раскрой» [11] і подібна до неї - «Радиальный раскрой бревен» [12].

Програма «Дровосек» дозволяє розраховувати постави при виробництві пиломатеріалів за їх номінальними розмірами із заданими допусками, «Русский лес» дає можливість розрахувати плани розкрою за розмірними параметрами колод, за способом розпилювання, за специфікаційними розмірами необхідних обрізних дощок. Ці програмні продукти призначені для розрахунку симетричних поставів при використанні розвальної та брусорозвальної схем розкрою колод на лісопилних рамах, круглопилкових і стрічкопилкових верстатах.

Програму «ДЕКОсофт» орієнтовано на використання однопилкових верстатів, де реалізується індивідуальний розкрій, та на можливість отримання планів розкрою з максимальним виходом випиляних дощок у вартісному виразі. Також цим продуктом передбачено позмінну систему видачі завдань і контроль їх виконання на виробництві.

Програма «Радиальный раскрой» визначає максимально можливий вихід обрізних пиломатеріалів радіального розкрою з розпилюваних колод за їх розмірними параметрами, товщиною пропилу, поперечним перетином необхідних обрізних радіальних дощок. Крім цього програмою передбачено врахування допустимого обзела та величини невикористовуваної зони колоди. Алгоритм радіального розпилу цієї програми, як і подібної до неї – «Радиальный раскрой бревен», розроблено на основі секторно-кутового методу. Також такими програмами передбачено блок оптимізації карт розкрою за критерієм максимального корисного виходу, який згенерує найкращий для кожного діаметру колод план розкрою.

Робота у напрямі автоматизованого планування розкрою колод також інтенсифікувалась і в Україні на базі НЛТУ [6] та НУБіП України [4,5]. Наприклад, на основі запропонованої методики визначення радіальності пиломатеріалів було розроблено програмне забезпечення для розрахунку планів розпилювання круглих лісоматеріалів на пилопродукцію спеціального призначення [6], яким передбачена можливість розкрою колод різними схемами та оптимізація отриманих результатів.

Кожен з розглянутих програмних продуктів з планування розкрою колод має свої переваги і недоліки, основними з яких залишаються: достатня трудомісткість процесу (підприємства працюють з досить великим розмірним діапазоном сировини й пилопродукції); неможливість без засобів сканування об'єктивно врахувати якісну характеристику колод і пиломатеріалів, що надходять до розкрою на заготовки; концентрація на формуванні планів розкрою більше за товщинами пиломатеріалів, ніж за їх ширинами.

Врахування розмірно-якісної характеристики сировини за експериментально встановленими коефіцієнтами пропонується у новому програмному продукті «Технолог лісопиляння» (рис.1), розробленому в мові програмного забезпечення Delfi 7. Метою створення даної програми була простота і доступність у використанні, можливість застосування на підприємствах різної виробничої потужності та швидкого адаптування до особливостей конкретного підприємства. Програма орієнтована на отримання максимального виходу специфікаційних пиломатеріалів і заготовок за базовими схемами розкрою на лісопильному устаткуванні будь-якого виду залежно від фактичних параметрів колод. Враховано також оптимізацію планів розкрою, отримання найбільшого ціннісного виходу продукції та розрахунок економічного ефекту. Результатом моделювання процесу пиляння колод у програмі «Технолог лісопиляння» також є карти розкрою на кожен сортимент, за якими безпосередньо можливо здійснювати розкрій на лісопильному устаткуванні.

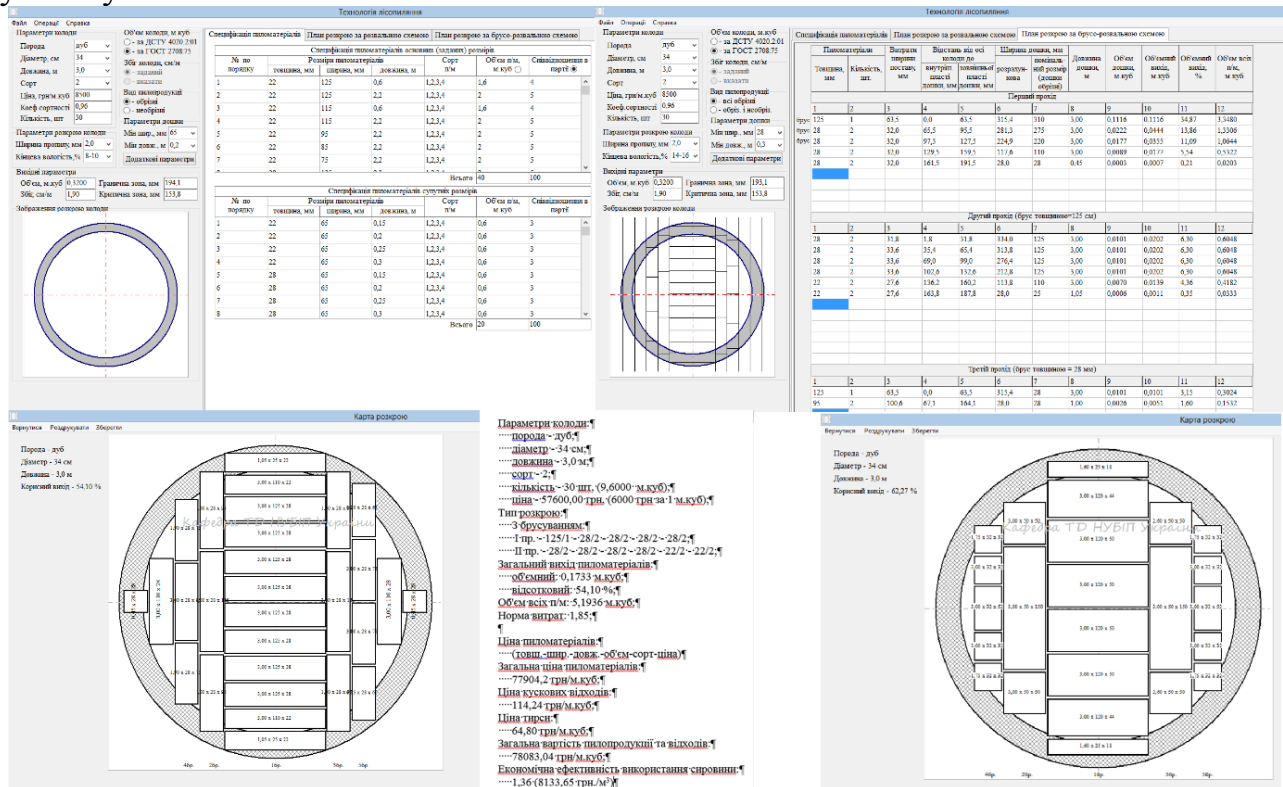


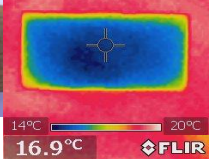
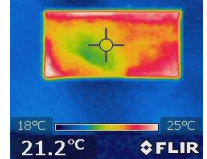
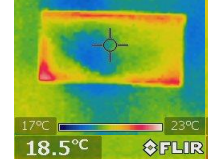
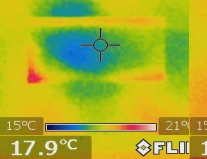
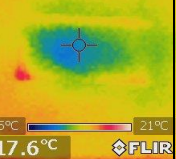
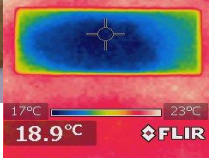
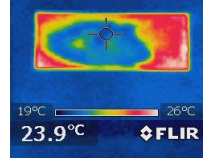
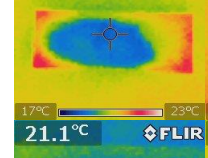
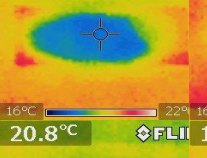
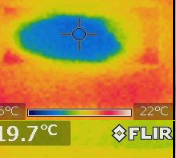
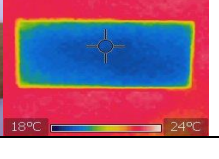
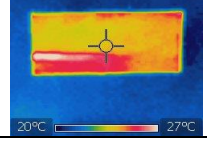
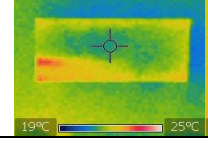
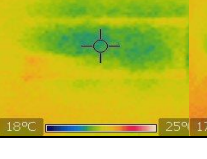
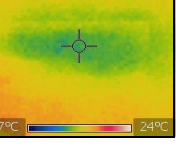
Рисунок 1 – Вікна вводу специфікацій, виводу карт і планів розкрою з аналізом у програмі «Технолог лісопиляння»

У програмі «Технолог лісопиляння» передбачено індивідуальний розкрій дошок на заготовки та можливість здійснення виробничого контролю за прогнозованими й фактичними результатами розкрою.

Слід відмітити, що на сьогодні досить складно здійснювати розкрій дошок, особливо листяних порід деревини, без попереднього оцінювання їх якості автоматизованими методами неруйнівного контролю. Однак, на заводі масового використання такого оцінювання стоїть, перш за все, висока вартість

їх реалізації в Україні, яка разом із значною матеріалоємністю виробництва може призвести виробництво до збитковості. Тому актуальним є питання пошуку більш дешевих методів автоматизованого визначення якості пиломатеріалів, одним з яких може бути тепловий. З цією метою в рамках даної роботи було виконано кілька серій експериментальних досліджень з визначення якості твердолистяних пиломатеріалів за допомогою тепловізора (табл.1), які підтвердили можливість використання в технологічному процесі виробництва пиляних заготовок з пиломатеріалів теплового методу оцінювання якості пиломатеріалів. Результати експериментальних досліджень можуть слугувати основою для розробки технології, пристроїв та автоматизованих систем комп'ютерного керування процесів розкрою пиломатеріалів на заготовки.

Таблиця 1 – Частина масиву даних експериментальних досліджень параметрів оцінювання якості дубових пиломатеріалів

№ п/п	Цифрове зображення зразка	Зображення теплового випромінювання зразка перед експериментом	Зображення теплового випромінювання зразка після нагрівання через 20 с.	Зображення теплового випромінювання зразка після охолодження на протязі:		
				60 с.	120 с.	180 с.
1		15.1°C 	22.1°C 	19.7°C 	17.0°C 	17.3°C 
						
2		16.9°C 	21.2°C 	18.5°C 	17.9°C 	17.6°C 
						
3		18.9°C 	23.9°C 	21.1°C 	20.8°C 	19.7°C 
						

Загалом моделювання процесу розкрою пиломатеріалів, зокрема генерування схем розкрою, на бездефектні ділянки, що використовуються для зрощування за довжиною, з урахуванням їх розмірно-якісної характеристики, є однією з актуальних багатокритеріальних задач реального виробництва, рішення якої полягає у напрямі використання автоматизованих неруйнівних методів контролю, доступних практично всім виробникам.

Отже, існуючі автоматизовані системи з розкрою та оцінювання якості лісо- і пиломатеріалів не є універсальними. Вибір їх для застосування на конкретному підприємстві визначається, в першу чергу, конкретними вимогами

існуючої на виробництві практики і залежить від специфікації пилопродукції, матеріалу, конструкції досліджуваного об'єкта, стану його поверхні, характеристики дефектів, що підлягають виявленню, сфер застосування продукції, умов контролю і техніко-економічних показників.

Список літератури

1. Nordmark U. Value Recovery and Production Control in the Forestry Wood Chain using Simulation Technique: Doktoral Thesis / Urban Nordmark // Lulea University of Technology, Division of Wood Technology, Skelleftea Campus, 2005. – 224 p.
2. Winn M.F., ALOG: A spreadsheet-based program for generating artificial logs// M.F.Winn, H.Randolph, R.H.Wynne, P.A.Araman // Forest Products Journal. – 2004. – V. 54 (1). – P. 62-66.
3. Occena L.G. A prototype interactive Graphic sawing program / L.G.Occena, D.L.Schmoldt // MU-IE Technical Report 019501. – 1995. – 17 p.
4. Коваль В.С. Автоматизація процесів розкрою пиломатеріалів з урахуванням їх розмірно-якісної характеристики / В.С.Коваль, С.М.Мазурчук // Науковий вісник НУБіП України, “Лісівництво та декоративне садівництво”. – Вип. 171.(Ч.2).– К.: НУБіП, 2012. – С. 208 – 214.
5. Марченко Н.В. Складання плану розкрою сировини з застосуванням математичних методів / Н.В.Марченко, Т.В.Коваль // Одеса: ОГАСА, ООО «Внешреклам-сервис», 2012. – №16, Ч.1. – С. 162-165.
6. Маєвський В. Програмне забезпечення для розрахунку схем розпилювання круглих лісоматеріалів на пилопродукцію спеціального призначення / В. Маєвський, Є. Миськів, В.Максимів // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – 2008. – № 616 : Комп'ютерні науки та інформаційні технології. – С. 15-20.
7. Марченко Н.В. Особливості технології пиляння деревини на радіальні пиломатеріали / Н.В. Марченко // Науковий збірник «Вісник Чернігівського державного технологічного університету»/ Технічні науки. – Чернігів: Черніг. нац. технол. ун-т. – 2013. – № 4(69). – С.216–221 (режим доступу у базі РИНЦ: <http://elibrary.ru/item.asp?id>).
8. Інформаційний портал [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://logger-soft.ru/>
9. Інформаційний портал [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://vezds.vologda.ru/russianforest.html>
10. Інформаційний портал [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.dekosoftware.ru/product/415/index.htm>
11. Інформаційний портал [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://vezds.vologda.ru/radial_raskr.html
12. Інформаційний портал [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.1c-soft.ru/radial_cutting.htm

Аннотация

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСКРОЯ ЛЕСО- И
ПИЛОМАТЕРИАЛОВ**

Марченко Н.В., Мазурчук С.Н., Борячинский В. В.

Проанализированы программные продукты для формирования планов раскроя лесоматериалов на продукцию разного назначения. Представлено описание разработанной программы по автоматизированному планированию раскроя бревен на пиломатериалы, изложены результаты экспериментальных исследований по определению качества твердолиственных пиломатериалов тепловым методом неразрушающего контроля

Abstract

**WAYS TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF CUTTING OF TIMBER AND
LUMBER**

Marchenko N., Mazurchuk S., Boryachinsky V.

Analyzed software products for generating plans cutting timber for the products of different functions. The description of the program developed for automated planning of cutting logs for lumber, presents the results of experimental studies on the definition of quality hardwood lumber thermal NDT

УДК 630*8

**ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЄВРОСТАНДАРТІВ НА
ЛІСОМАТЕРІАЛИ В ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО УКРАЇНИ**

Зражва С. Г., к. с.-г.н., доцент, Спірочкін А. К., к.т.н.

(Національний університет біоресурсів і природокористування України)

Проаналізовано умови для впровадження системи євростандартів на лісоматеріали в лісовому господарстві України. Проведено порівняльне визначення якості колод сосни за ГОСТ 9463–88 та ДСТУ EN 1927:2005 на двох пробних площах. Результати показали, що середній коефіцієнт сортності колод під час оцінки за ДСТУ EN 1927:2005 виявився на 0,6 (ППІ) і на 0,3 (ППІІ) ступеня якості нижчим, ніж під час оцінки за ГОСТ 9463–88. Це свідчить про необхідність розробки нової системи цін на лісоматеріали в Україні.

Згідно договору про Асоціацію України з Євросоюзом протягом найближчих років національне господарство України повинно перейти на

використання євростандартів. Якщо для вітчизняної промисловості Кабмін України визначив термін переходу – перше січня 2016 року, то для сільського господарства і харчової промисловості дозволено відтермінування переходу, але конкретні дати не визначені. Оскільки контроль за діяльністю Державної агенції лісових ресурсів виконує Мінагрополітики України, а окремих постанов щодо лісового господарства не прийнято, то пропозиції щодо організаційних заходів, термінів, обсягів і джерел фінансування слід розробляти силами самої галузі.

Об'єктом досліджень є системи стандартизації лісоматеріалів, що чинні в Україні і Євросоюзі.

Предметом досліджень є технологія переходу національного господарства України від чинної системи стандартів до євростандартів у питаннях, які стосуються лісоматеріалів.

Метою досліджень є розроблення алгоритму переходу від чинної системи стандартів на лісоматеріали до євростандартів.

Під час ознайомлення з євростандартами на технічні умови лісоматеріалів звертають на себе увагу суттєві відміни у їх побудові та нормуванні вад у порівнянні з чинними в Україні, що використовуються в лісовому господарстві та інших галузях міждержавними стандартами країн СНД. Отже, для орієнтовної оцінки і поглибленого аналізу відмін між вітчизняною і західноєвропейською системами стандартизації у 2015 році було проведено попередній експеримент, у якому на 2-х пробних площах на прикладі 207 колод сосни звичайної була проведена паралельна оцінка їх якості за чинними ГОСТ 9463–88 [1] і ДСТУ EN 1927:2005 [2]. Для вимірювання розмірів було використано чинний ДСТУ 4020–2–2001 [3] за варіантом вимірювання діаметрів сортиментів у верхньому відрізі без кори.

Дві пробні площі було закладено у Корогодському та Луб'янському лісництвах ВЛГ «Чорнобильська Пуща» на ділянках суцільних лісосік на згарищах шляхом поштучного обліку ділових сортиментів у наявних на момент експерименту штабелях. Характеристику насаджень, де були закладені пробні площі представлено у табл. 1.

Таблиця 1 – Характеристика насаджень, у яких було закладено пробні площі

№ пп	Лісництво, квартал, виділ, № пробної площі	Вік, років	Висота, м	Діаметр, см	Повнота	Бонітет	Склад насадження	Тип умов місцезростання	Площа проби, га	Запас, м³/га
1	Корогодське л-во, кв.284, виділи 6 і,8, пробн. пл. №1	70	21	24	0,7	II	10 С	B ₂	0,20	189
2	Луб'янське л-во, кв.398, виділ. 9, пробн. пл. №2	63	18	24	0,85	II	10С	A ₂	0,20	228

Дані таблиці 1 свідчать про те, що пробні площі були закладені у типових соснових насадженнях Полісся України, заготовлені у них сортименти можуть бути використані для попереднього дослідження особливостей євростандартів.

Результати порівняльного визначення якості колод сосни за ГОСТ 9463–88 та ДСТУ EN 1927:2005 показали, що на 2-х пробних площах середній коефіцієнт сортності колод при оцінці за ДСТУ EN 1927:2005 виявився на 0,6 (ПП1) і на 0,3 (ПП2) ступеня якості нижчим, ніж при оцінці за ГОСТ 9463–88 (табл. 2).

Таблиця 2 – Вірогідність значущості різниць між середніми значеннями за вибірками

Номера пробних площ	Середні значення сортності колод по вибіркам за ГОСТ 9463–88	Середні значення сортності колод по вибіркам за ДСТУ EN 1927:2005	Значення критерія Стьюдента	Вірогідність за Стьюдентом
ПП1	2,9±0,3	3,5±0,2	1,7	0,911
ПП2	3,2±0,3	3,5±0,2	0,8	0,576

Як видно з табл. 2, комплекс сортоутворюючих вад сортиментів на ПП1 дав вірогідність отриманої різниці в якості на рівні 0,911, а на ПП2 – на рівні 0,576. Тобто, різні вади мають різну вагу за розглянутими стандартами. Аналіз особливостей у врахуванні вад за даними нормативними документами показав, що нормативи вад євростандарту більш прискіпливі для сучків, тріщин, форми поперечного перерізу колод, при оцінці пошкоджень гнилизною, червоточинами, грибними забарвленнями, ніж за ГОСТ 9463–88. Крім того, євростандарт має нормативи на середню ширину річного шару, збіжність колод, напливи, зміщення серцевини, смоляні кишеньки, що відсутні у ГОСТ 9463–88. Тільки нормативи на кривизну за ДСТУ EN 1927:2005 «м'якші», ніж за ГОСТ 9463–88. Так, за євростандартом допускається 2 % кривизни у першій групі якості, а у ГОСТ 9463–88 за третім сортом.

Євростандарт на технічні умови круглих лісоматеріалів хвойних порід мають суттєві відміни у структурі та нормуванні вад у порівнянні з чинними в Україні міждержавними стандартами країн СНД, що використовуються в лісовому господарстві та інших галузях.

У євростандарті ДСТУ EN 1927:2005 на технічні умови для круглих хвойних лісоматеріалів на відміну від ГОСТ 9463–88 передбачено розподіл продукції за чотирьома групами якості, а не за трьома сортами. При цьому, четверта група якості дуже близька за умовами до вітчизняної деревини дров'яної для технологічних потреб, а умови за першими трьома групами якості не відповідають умовам за 1–3-м сортами.

Є велика вірогідність, що середній коефіцієнт сортності партії колод при оцінці за ДСТУ EN 1927:2005 буде нижчим, ніж при оцінці за ГОСТ 9463–88.

Отже, під час переходу на систему євростандартів необхідно буде розробити нову систему цін на основі середніх біржових цін у Євросоюзі на аналогічні лісоматеріали (зі скидкою на транспортування та зберігання, оскільки внутрішній ринок виснажений). Нові преїскуранти необхідно буде підправити на основі експериментів з оцінки типових партій лісоматеріалів по породам за лісогосподарськими округами, виходячи з необхідності отримати за лісопродукцію сумарну кількість коштів не меншу, ніж ми отримуємо при сучасній системі цін.

Крім того, слід враховувати, що чинні сортиментні таблиці в Україні прив'язані до ГОСТ 2708–75 «Лесоматериалы круглые. Таблицы объемов». Тому, при переході на систему євростандартів є необхідність перевірити всі сортиментні таблиці по всім деревним породам з точки зору достатності їх точності для влучення у інтервал $\pm 10\%$ після оприходування лісоматеріалів у результаті лісозаготівель за об'ємними таблицями ДСТУ 4020–2–2001. Після цього розробити нові сортиментні таблиці для тих випадків, де похибка буде мати недопустимі відхилення. Для цих же випадків необхідно розробити нові норми на всі лісозаготівельні, навантажувально-розвантажувальні операції, транспортні операції і норми розходу паливно-мастильних матеріалів, зірочки, шини, ланцюги, чокери, покришки, троси. Для цих же сортиментів необхідно розрахувати нові нормативи виходу пиломатеріалів. Крім того, необхідно розробити додаткові об'ємні таблиці ДСТУ 4020–2–2001, щоб охопити більшість порід, що заготовляють в Україні.

Список літератури

1. Лесоматериалы круглые хвойных пород. Технические условия : ГОСТ 9463–88. – [Введ. 1991–01–01]. М. : ФГУП Стандартиформ, 2008. – 10 с. – (Міждержавний стандарт країн СНД).
2. Лісоматеріали круглі хвойні. Класифікація за якістю : ДСТУ EN 1927:2005. – [Чинний від 2010–01–07]. К. : Держстандарт України, 2010. – 15 с. – (Національний стандарт України).
3. Лісоматеріали круглі. Лісоматеріали круглі та пиляні. Методи обмірювання та визначення об'ємів. Частина 2 : ДСТУ 4020–2–2001. – [Чинний від 2001–01–07]. К. : Держстандарт України, 2001. – 22 с. – (Національний стандарт України).

Аннотація

ПРО ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ ЕВРОСТАНДАРТОВ НА ЛЕСОМАТЕРИАЛЫ В ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО УКРАИНЫ

Зражва С. Г., Спирочкин А. К.

Проанализированы условия для внедрения системы евростандартов на лесоматериалы в лесном хозяйстве Украины. Проведено сравнительное определение качества колод сосны по ГОСТ 9463-88 и ДСТУ EN 1927:2005 на

двух пробных площадях. Результаты показали, что средний коэффициент сортности колод при оценке по ДСТУ EN 1927:2005 оказался на 0,6 (ПП1) и на 0,3 (ПП2) степени качества ниже, чем при оценке по ГОСТ 9463–88. Это свидетельствует о необходимости разработки новой системы цен на лесоматериалы в Украине.

Abstract

ABOUT THE INTRODUCTION OF EUROPEAN STANDARDS SYSTEM ON TIMBER FORESTRY IN UKRAINE

Zrazhva S. G., Spirochkin A. K.

The conditions for the introduction European standards system for timber in forestry in Ukraine is analyzed. The comparative definition of quality pine logs according to GOST 9463–88 and DSTU EN 1927: 2005 is conducted on two test areas. The results showed that the average coefficient of grading decks as assessed by DSTU EN 1927: 2005 was at 0.6 (TA1) and 0.3 (TA2) quality level lower than when the assessment in accordance with GOST 9463-88. This demonstrates the need to develop a new timber pricing system in Ukraine.

УДК 674.055:621.95:674.815

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ВИНТОВЫХ СВЕРЛ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ВЫСОКОЕ КАЧЕСТВО ОБРАБОТКИ ЛАМИНИРОВАННЫХ ПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

А. Ф. Аникеенко, канд. техн. наук, старший преподаватель;

А. Ю. Тишевич, студент 5-го курса

(Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, РБ)

Статья описывает особенности новых конструкций сборных винтовых сверл для сквозного сверления плитных материалов. Проведен анализ рекомендуемых режимов сверления ламинированных древесностружечных плит. Выделены недостатки в теории резания при определении режимов сверления. Описаны дефекты, возникающие при сверлении ламинированной древесностружечной плиты, как на входе в материалу, так и на выходе из него. Предложена новая конструкция сборных винтовых сверл, позволяющая механическим путем изменять скорость подачи при сверлении, тем самым предотвращать появления дефектов на поверхности ламинированной древесностружечной плиты.

Анализируя различные литературные источники, а также рекомендации производителей дереворежущего инструмента, можно сделать вывод, что

теоретические рекомендации по технологическим режимам сверления ламинированных древесностружечных не всегда применимы.

Практически во всех источниках указывают только частоту вращения сверла, не учитывая второй важный технологический параметр — скорость подачи. Производители инструмента рекомендуют режимы в довольно широких диапазонах для каждой конкретной конструкции сверла без учета материала обработки, что не является правильным. Более того, они чаще руководствуются критерием сохранения работоспособности сверл, упуская такие критерии, как качество обработанной поверхности и производительность. За редким исключением учитывают энергетическую составляющую при выдаче рекомендаций.

В современной ламинированной древесностружечной плите (рис. 1) можно выделить три основных слоя: ламинат (декоративное покрытие), покрывающий поверхность плиты; связующее и непосредственно сама плита.

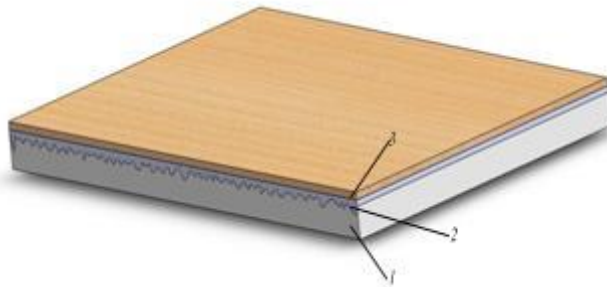


Рис.1. Структура плиты: 1 – плита ДСтП; 2 – связующее; 3 – ламинат

В связи с тем, что все три слоя отличаются физико-механическими свойствами, возникает необходимость использовать технологические режимы, удовлетворяющие качественной обработке всех трех слоев. Наиболее сложно выбрать технологические режимы для обработки хрупкого и очень твердого ламината. Неправильно выбранный режим обработки приводит к появлению сколов (рис. 2), что недопустимо. Логично использовать небольшую скорость подачи и большую скорость вращения сверла, чтобы исключить появление таких дефектов. Такой подход позволяет избавиться от брака, но крайне негативно сказывается, во-первых, на производительности, во-вторых, на периоде стойкости инструмента и, в-третьих на энергопотреблении.

Следующим этапом обработки является слой связующего, но он настолько мал, что им можно пренебречь, после него нужно обрабатывать саму плиту, которая имеет градиент плотности по толщине-более плотные слои у поверхности плиты и менее плотные в середине. В отличие от ламината этот слой более рыхлый и менее твердый, и для его обработки логично было бы выбрать технологические режимы с высокой скоростью подачи, чтобы обеспечить наибольшую производительность.



Рис. 2. Дефект обработки сверлением

И если материал ламинирован с двух сторон, а нужно получить сквозное отверстие то опять возникает необходимость учитывать хрупкость материала на выходе сверла. В итоге процесс сверления ЛДСтП можно разделить на несколько этапов (рис. 3).

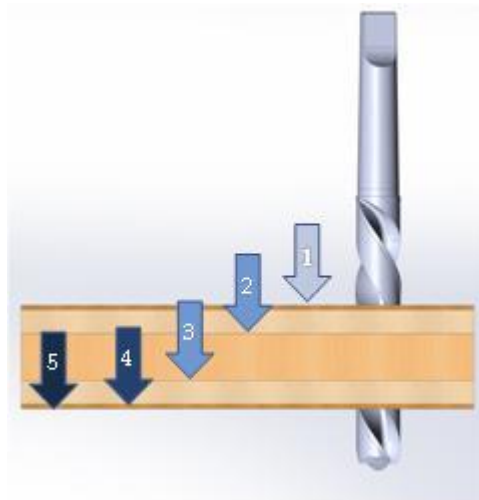


Рис. 3. Этапы сверления ЛДСтП

Исходя из всего вышесказанного, логично было бы изменять технологические режимы на каждом этапе обработки (рис. 4), тогда можно было бы добиться и высокого качества продукции без брака, и высокой производительности.

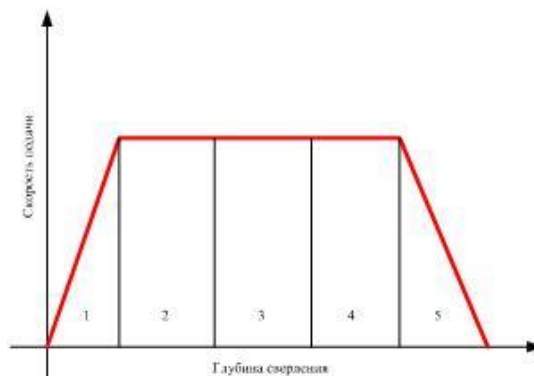


Рис. 4. График изменения скорости подачи в зависимости от этапов обработки

Для подтверждения эффективности данной методики были проведены лабораторные испытания. В качестве лабораторной установки использовали многооперационную машину с числовым программным управлением (ЧПУ) Rover b 4.35. Возможности машины позволяют программно изменять технологические режимы обработки в реальном режиме времени и измерять потребляемую мощность.

Результаты лабораторных исследований полностью подтвердили гипотезу эффективности метода динамического изменения технологических режимов.

К большому сожалению, у большинства многошпиндельных сверлильных станков, использующихся на деревообрабатывающих предприятиях, нет возможности изменять технологические режимы динамически непосредственно в процессе сверления, что делает невозможным использование такого подхода.

В случае использования обрабатывающих центров с числовым программным управлением (ЧПУ) оператор в состоянии изменить режимы динамически в процессе работы принудительно, но это превращает полностью автоматизированный процесс обработки на машинах с ЧПУ в подобие ручной обработки. Так как процесс зачастую происходит на значительном удалении от оператора, то в рамках серийного производства осуществить такого рода принудительное изменение технологических режимов практически невозможно. Логичным выходом из ситуации было бы изменение управляющей программы, но, к сожалению, не все модели станков с ЧПУ позволяют изменять эти параметры поставляемым программным обеспечением.

Выходом в данной ситуации может быть создание инструмента, позволяющего вне зависимости от технических возможностей оборудования, на котором происходит обработка, менять технологические режимы динамически.

Авторами была предложена конструкция такого инструмента (рис. 5, 6).

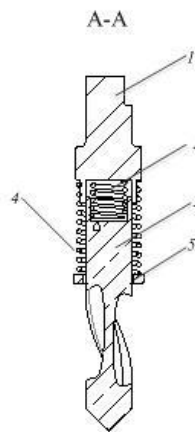
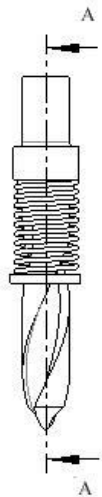


Рис. 5. Сверло сборное для сверления ЛДСтП: 1- хвостовик, 2 - внутренний упругий элемент, 3 - режущая часть, 4 - внешний упругий элемент, 5- предохранительный элемент (шайба)

Рис. 6. Сверло сборное для сверления ЛДСтП

Сверло представляет собой сборную конструкцию, состоящую из режущей части, которая может быть любой конструкции с подрезателями и без них, соединенную с хвостовиком через упругий элемент, и еще одного упругого элемента, установленного поверх режущей части. На торце внешнего упругого элемента находится защитная шайба, которая предохраняет ламинат от возможного повреждения.

Внутренний упругий элемент в момент соприкосновения режущей части сверла с обрабатываемым материалом сжимается и тем самым уменьшает скорость подачи. Расчет данного упругого элемента сводится к условию, что сила упругости пружины должна быть больше силы сопротивления подаче $F_{\text{упр}} \geq F_0$ (рис.7)

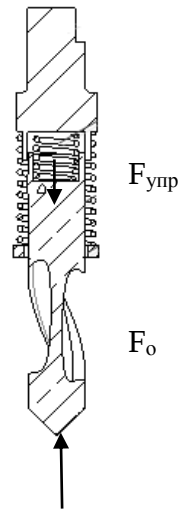


Рис. 7. Расстановка сил

Далее сверло работает как обычное, т. к. упругий элемент сжат. Внешний упругий элемент работает в момент, когда процесс завершается, т. е. когда сверло выходит из обрабатываемого материала при сверлении насквозь. Внешний элемент опирается на поверхность заготовки, что также обеспечивает снижение скорости подачи.

Для определения параметров пружины, необходимо рассчитать ее жесткость. Ввиду упрощения расчётов составим дифференциальное уравнение второго порядка.

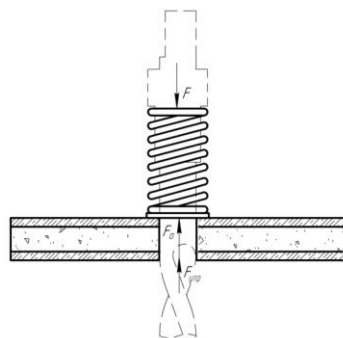


Рис. 8. Расстановка сил

Для этого запишем второй закон Ньютона для рассматриваемой ситуации.

$$F - F_{\text{упр}} - F_o = ma \quad (1)$$

где F – тяговое усилие, Н;

$F_{\text{упр}}$ – сила упругости, Н;

F_o – сила сопротивления, Н;

m – масса инструмента, кг;

a – ускорение инструмента, м/с²

Так как $F_{\text{упр}} = c \cdot x$, где c – коэффициент жесткости упругого элемента, Н/м; x – деформация упругого элемента, м. Ускорение a есть вторая производная от пути, то получим следующее дифференциальное уравнение:

$$F - cx - F_o = m\ddot{x} \quad (2)$$

Решим данное общее уравнение:

$$m\ddot{x} + cx = F - F_o \quad (3)$$

$$\ddot{x} + \frac{c}{m}x = \frac{F - F_o}{m} \quad (4)$$

Для простоты решения уравнения произведем подстановку $\ddot{x} = z^2$, $x = 1$. Дифференциальное уравнение примет вид:

$$z^2 + \frac{c}{m} = 0 \quad (5)$$

Решив уравнение (5) получим комплексные корни, где i – мнимая единица.

$$z_{1,2} = \pm \sqrt{\frac{c}{m}}i \quad (6)$$

Таким образом, частное решение данного уравнения ищем в виде

$$x_1 = C_1 \cos\left(\frac{c}{m}t\right) \quad (7)$$

$$x_2 = C_2 \sin\left(\frac{c}{m}t\right) \quad (8)$$

где C_1 и C_2 – постоянные интегрирования; t – время

Тогда решение примет вид:

$$x = \frac{F - F_o}{c} + C_1 \cos\left(\sqrt{\frac{c}{m}}t\right) + C_2 \sin\left(\sqrt{\frac{c}{m}}t\right) \quad (9)$$

Для нахождения постоянных интегрирования проинтегрируем выражение (9), а так же зададимся начальными условиями.

Начальные условия: $x = 0$; $t = 0$; $\dot{x} = 0$

$$\dot{x} = -C_1 \sin\left(\sqrt{\frac{c}{m}}t\right)\sqrt{\frac{c}{m}} + C_2 \cos\left(\sqrt{\frac{c}{m}}t\right)\sqrt{\frac{c}{m}} \quad (10)$$

Таким образом, подставив начальные условия в оба выражения получим решение:

$$\begin{cases} 0 = \frac{F - F_o}{c} + C_1 \\ 0 = C_2 \sqrt{\frac{c}{m}} \end{cases} = \begin{cases} C_1 = -\frac{F - F_o}{c} \\ C_2 = 0 \end{cases}$$

$$x = \frac{F - F_o}{c} - \frac{F - F_o}{c} \cos\left(\sqrt{\frac{c}{m}}t\right) \quad (11)$$

Таким образом, данная конструкция сверла позволит реализовать изменение скорости подачи на этапе входа и выхода инструмента из обрабатываемого материала.

Изменяя параметры упругих элементов, можно использовать данный инструмент для различных плитных материалов с разным покрытием по толщине и плотности.

Заключение. Использование данного типа инструмента при сверлении плитных материалов позволит в значительной мере сократить количество брака, увеличить производительность вместе со снижением энергопотребления. Предполагаемая стоимость изготовления подобного сверла при серийном производстве значительно меньше затрат на устранение брака или модернизацию используемого оборудования.

Список литературы

1. Вихренко, В. С. Прикладная теория колебаний / В. С. Вихренко // учебное пособие. – Минск, 2002.

Аннотация

**ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ВИНТОВЫХ СВЕРЛ,
ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ВЫСОКОЕ КАЧЕСТВО ОБРАБОТКИ
ЛАМИНИРОВАННЫХ ПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

А. Ф. Аникеев, А. Ю. Тишевич

Статья описывает особенности новых конструкций сборных винтовых сверл для сквозного сверления плитных материалов. Проведен детальный анализ рекомендуемых режимов сверления ламинированных древесностружечных плит. Выделены недостатки и полное отсутствие теоретических основ рассмотренных режимов. Описаны дефекты, возникающие при сверлении ламинированной древесностружечной плиты, как на входе в заготовку, так и на выходе. Предложена новая конструкция сборных винтовых сверл, позволяющая механическим путем изменять скорость подачи при сверлении, тем самым предотвращать появления дефектов на поверхности ламинированной древесностружечной плиты.

Abstract

**CONSTRUCTION FEATURES OF SCREW DRILLS, PROVIDING HIGH
QUALITY DURING THE LAMINATED BOARDS PROCESSING**

Anikeyenko A. F., Tishevich A. U.,

This article describes the features of the new designs prefabricated spiral drill bits for drilling through materials. Detailed analysis of the recommended modes of drilling in laminated chipboard. The highlighted shortcomings and complete lack of the theoretical foundations of the considered modes. Describes the defects that are generated during drilling of laminated particle Board, as at the entrance into the workpiece and the output. The new design prefabricated spiral drills, which allows mechanical means to change the feed speed during drilling, thereby preventing the occurrence of defects on the surface of laminated chipboard.

УДК 674.055:621.924.2

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАСАТЕЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ СИЛЫ РЕЗАНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ШЛИФОВАНИИ ДРЕВЕСИНЫ

Костюк О. И., младший научный сотрудник;

Гришкевич А. А., кандидат технических наук, доцент

(Белорусский государственный технологический университет, г. Минск)

При обработке древесины и древесных материалов в производстве широко используется шлифовальное оборудование, что повышает интерес к исследованию данной тематики. В статье описывается выполнение эксперимента по определению касательной составляющей силы резания при шлифовании древесины. Создана экспериментальная установка, на которой определялась касательная составляющая сила резания при изменяемом удельном давлении, которое регистрировалось с помощью динамометра. Предлагаемая методика позволяет с большей точностью определять касательную составляющую силы и мощность резания.

Для изучения касательной составляющей силы резания (рис. 1), влияющей на мощность, при шлифовании древесины ранее использовались методики, реализованные в эксперименте, где применялось промышленное оборудование с числовым программным управлением, оснащенное современной контрольно-измерительной аппаратурой [1]. Однако получать данные с большой степенью точности не предоставляется возможным ввиду большого количества факторов, влияющих на этот показатель, которые связаны с кинематикой машины и динамикой процесса шлифования.

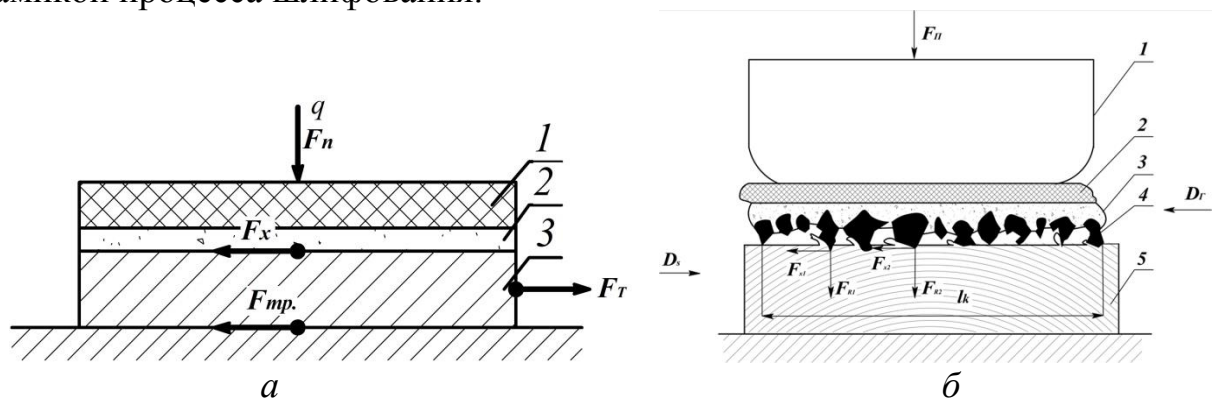


Рис. 1. а) структурная схема эксперимента:

1 – основа для крепления шлифовальной шкурки; 2 – шлифовальная шкурка; 3 – образец древесины

б) Силы резания при шлифовании древесины: 1 – прижим (балка);

2 – основа шлифовальной ленты (бумага); 3 – связующие;

4 – зерно (абразив); 5 – древесины (заготовка);

Частично это влияние можно уменьшить, если провести экспериментальные исследования, используя статическое нагружение на материал шлифовальной шкуркой. Известно, что количество активных, т. е. взаимодействующих с обрабатываемой поверхностью зерен зависит от зернистости инструмента, степени округления абразивных зерен, площади контакта с обрабатываемым материалом и величины давления.

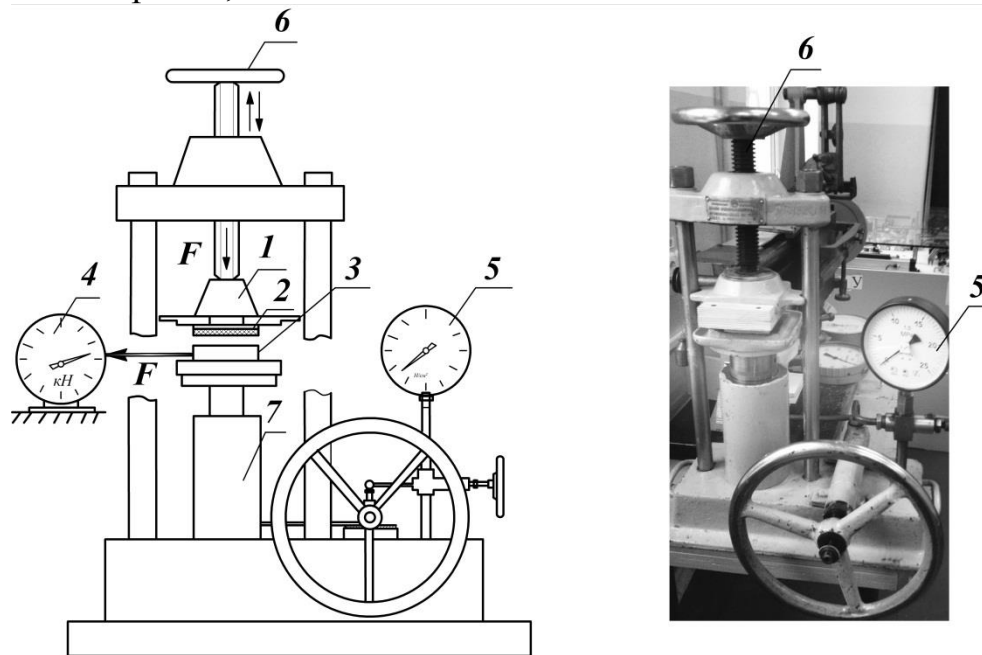
Для этого была создана экспериментальная установка, представленная на рис. 2, на которой определялась касательная составляющая силы резания при изменяемом удельном давлении. Исследуемая порода – сосна, береза. Использовалась шлифовальная шкурка зернистостью P80, P150.

Соотношение стандартов FEPA и ГОСТ 3647-1980 показывает, что шлифовальная шкурка зернистостью P80 (по FEPA) соответствует №20 (по ГОСТ 3647-1980), а P150 – №10.

Известны и теоретические зависимости по определению мощности на резание при шлифовании древесных материалов [2,3].

Сравнивались кинематические, статические и теоретические значения и вычислялась величина их изменения.

Зависимость влияния зернистости шлифовальной шкурки и удельного давления на касательную составляющую силы резания древесины сосны представлены на рис. 3,4.



1 – основа для крепления шлифовальной шкурки; 2 – шлифовальная шкурка;
3 – образец древесины; 4 – динамометр; 5 – манометр; 6 – регулировочный винт;
7 – поршень гидравлического пресса

Рис. 2 – Экспериментальная установка по определению силы резания от состояния шлифовальной шкурки

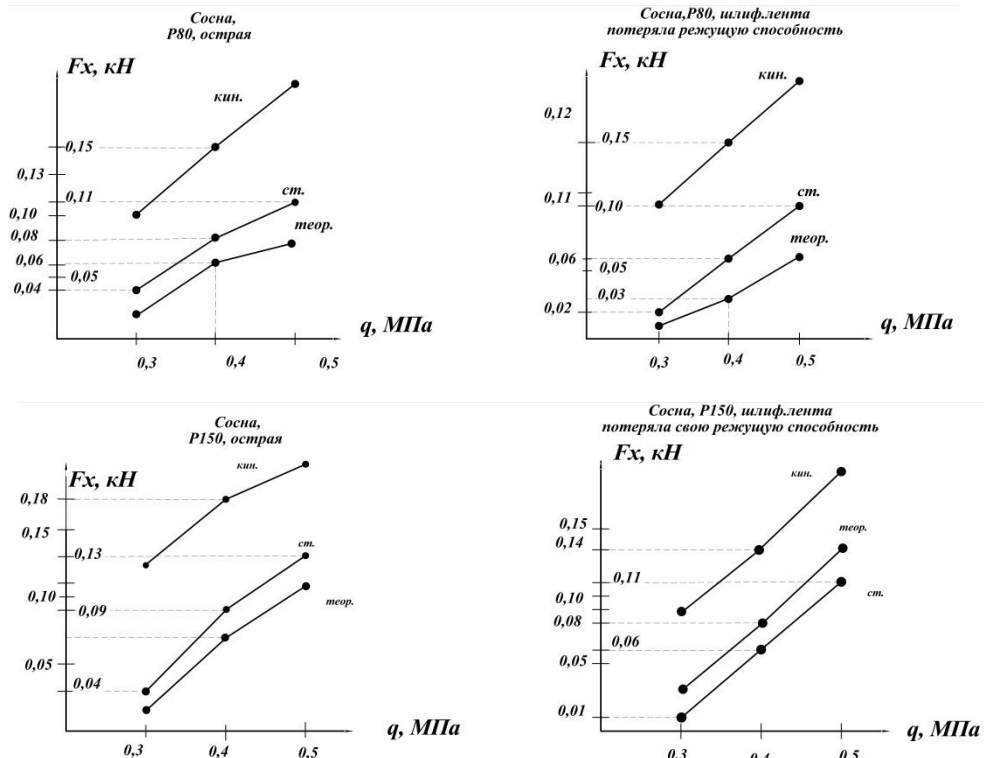


Рис. 3. Зависимость влияния зернистости шлифовальной шкурки и удельного давления на касательную составляющую силы резания при шлифовании древесины сосны

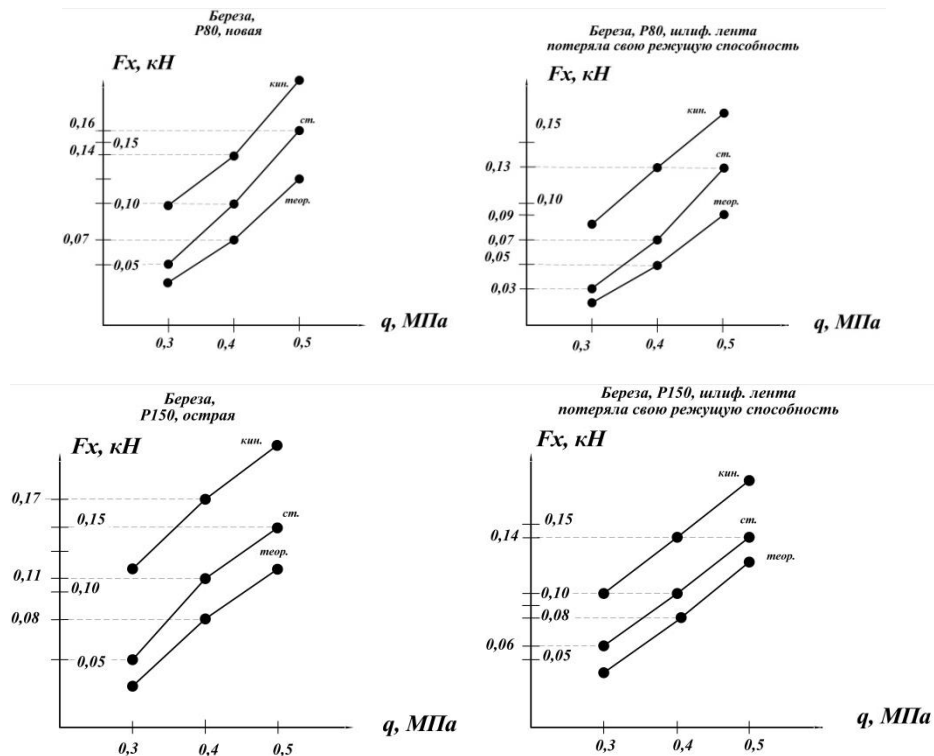


Рис. 4. Зависимость влияния зернистости шлифовальной шкурки и удельного давления на касательную составляющую силы резания при шлифовании древесины березы

По данным эксперимента установлено, что касательная составляющая силы резания сосны (P80, острая) на 35 – 47 % меньше в сравнении с полученными данными в работе [1].

Выводы: 1. При увеличении давления касательная составляющая силы резания увеличивается, это связано в первую очередь с увеличением силы трения из-за взаимодействия древесины со шлифовальной лентой;

2. Из графических зависимостей следует, что касательная составляющая силы при больших скоростях резания больше, чем по экспериментальным и теоретическим данным, это в первую очередь связано с затратами усилий на преодоление сил трения в кинематических парах машины.

3. В зависимости от зернистости шлифовальной шкурки, породы древесины различие показателей статического и кинематического нагружения шлифовальной шкурки составляют:

- древесины сосны (P80, острая) – 46,6 %;
- древесины сосны (P80, шлиф. лента потеряла свою режущую способность) – 60 %;
- древесины сосны (P150, острая) – 35,2 %
- древесины сосны (P150, шлиф. лента потеряла свою режущую способность) – 28,5 %;
- древесины березы (P80, острая) – 28,5 %;
- древесины березы (P80, шлиф. лента потеряла свою режущую способность) – 46,1 %;
- древесины березы (P150, острая) – 35,2;
- древесины березы (P150, шлиф. лента потеряла свою режущую способность) – 28,5 %.

Список литературы

1.Фридрих, А. П., Гришкевич, А. А., Костюк, О. И. Влияние технологических режимов на потребляемую мощность при шлифовании / А. П. Фридрих, А. А. Гришкевич, О. И. Костюк // Труды VIII Международного евразийского симпозиума. – 2013. Лесная и деревообработ. пром-сть. С.174-180.

2. Любченко, В.И. Резание древесины и древесных материалов / В.И. Любченко: - Москва. Лесная промышленность, 1986.

3. Бершадский, А.Л., Цветкова, Н.И. Резание древесины. / А.Л. Бершадский, Н. И. Цветова. Мн.: «Вышэйшая школа», 1975.

Аннотация

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАСАТЕЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ СИЛЫ РЕЗАНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ШЛИФОВАНИИ ДРЕВЕСИНЫ

Костюк О. И., Гришкевич А. А.

При обработке древесины и древесных материалов в производстве широко используется шлифовальное оборудование, что повышает интерес к

исследованию данной тематики. В статье описывается выполнение эксперимента по определению касательной составляющей силы резания при шлифовании древесины. Создана экспериментальная установка, на которой определялась касательная составляющая сила резания при изменяемом удельном давлении, которое регистрировалось с помощью динамометра. Предлагаемая методика позволяет с большей точностью определять касательную составляющую силы и мощность резания.

Abstract

TECHNIQUE OF DETERMINATION THE TANGENTIAL OF THE CUTTING FORCE AND RESULTS OF RESEARCHES WHEN GRINDING WOOD

Kostiyk O. I., Grishkevich A. A.

In the production the woodworking grinding equipment in the processing of wood and wood-based materials is widely used, what increases the interest to research this subject. The article describes how to perform an experiment to determine the tangential of the cutting force when grinding wood and wood materials. An experimental installation was created, where the tangential of the cutting force at a certain specific pressure was determined. The experimental installation on which the tangent of the cutting force in case of changeable unit pressure which registered by means of a dynamometer was defined is created. The offered technique allows to define a tangent of the cutting of force and power of cutting with a bigger accuracy.

УДК 631.358.42

ДИНАМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ЗАПОБІЖНОЇ МУФТИ ГВИНТОВОГО КОНВЕЄРА

О.М.Клендій, к.т.н.

(Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України «Бережанський агротехнічний інститут»)

У статті представлена схема роботи запобіжної муфти гвинтового конвеєра, проведений динамічний розрахунок її роботи. Представлені графічні залежності, за результатами яких можна дослідити вплив різноманітних параметрів системи на динамічні навантаження у привідних ланках конвеєра. Також представлений стенд для експериментальних випробувань механізму та проведено порівняння отриманих теоретичних та експериментальних досліджень роботи запобіжної муфти гвинтового конвеєра.

Вступ. Застосування гвинтових конвеєрів дає можливість здійснювати технологічні процеси з високою продуктивністю та надійністю при транспортуванні сипких та кускових матеріалів.

Однак, при роботі таких конвеєрів з кусковими та важко подрібнюваними матеріалами, досить часто виникає забивання робочого органу, що ускладнює виконання технологічного процесу.

Аналіз досліджень і публікацій. Реверсування заклиненого робочого органу можна виконати за допомогою планетарних запобіжних пристроїв, що забезпечують зворотне повертання шнека від незначного кута повороту до декількох повних обертів з наступним відновленням початкового положення. Також можливий спосіб осьового відведення заклиненого гвинтового робочого органу за допомогою кулькових запобіжних муфт з профільним виконанням лунок, як при виході із зачеплення, так і при їх входженні.

Аналіз відомих досліджень [1; 2; 3] показав, що основними недоліками існуючих запобіжних пристроїв, які забезпечують реверсування перевантажених робочих органів є їх конструктивна та технологічна складність, велика матеріаломісткість, ненадійність в роботі. Також вони мають значні габаритні розміри, а при їх роботі виникають великі динамічні навантаження, внаслідок значних сил інерції ведених ланок приводу та робочого органу з автоматичним відновленням його початкового положення.

Постановка завдання. З метою підвищення експлуатаційних показників гвинтових конвеєрів розроблено конструкцію запобіжної муфти для гвинтового конвеєра, яка у випадку зникнення перевантаження забезпечить осьове відведення робочого органу в напрямку протилежному до напрямку транспортування матеріалу при автоматичному відновленні робочого стану.

Основний зміст. Для вирішення поставленої задачі розроблено конструкцію запобіжної муфти гвинтового конвеєра. На рис.1 показана схема її роботи. При заклиненні робочого органу відбувається основне розчеплення півмуфт, тобто здійснюється вихід кульок з лунок на величину h по лінії ab , що спричиняє розмикання кінематичного ланцюга приводу. Далі кульки переміщуються по похилих робочих канавках (з кутом нахилу β) веденої півмуфти (лінія bc), і таким чином здійснюється плавне «м'яке» осьове відведення гвинтового робочого органу на максимальну величину x_2 , що суттєво зменшує динамічне навантаження на привід конвеєра. Внаслідок подальшого обертання ведучої півмуфти кульки заходять у початкове положення, рухаючись при цьому по похилих зворотних канавках з кутом нахилу γ на торцевій поверхні веденої півмуфти (лінія de) і здійснюється переміщення шнека на величину x_3 , тобто відбувається плавне відновлення робочого стану гвинтового конвеєра.

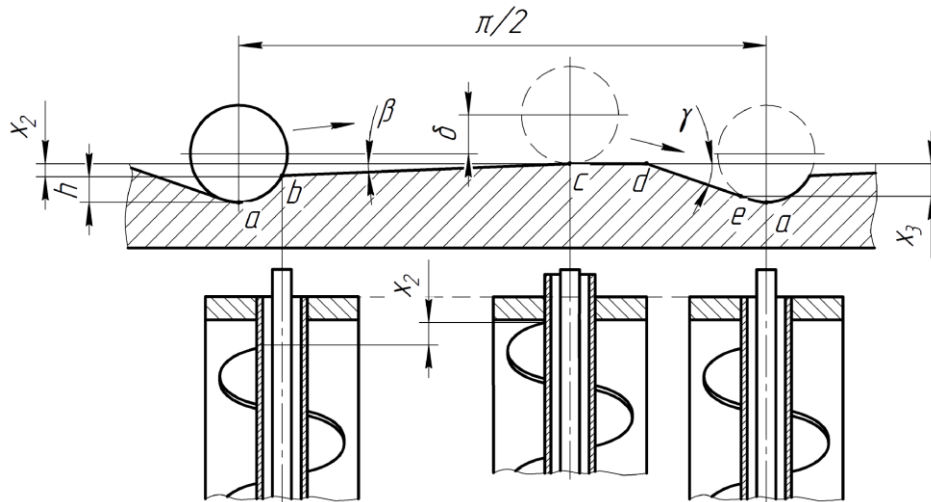


Рис. 1. Схема роботи запобіжної муфти

При визначенні конструктивних параметрів запобіжної муфти гвинтового конвеєра необхідно враховувати також дію динамічних навантажень, абсолютні значення яких будуть відрізнятися від статичних.

Для цього розглянемо динамічну модель привода, зображеного на рис. 2, що описується системою диференціальних рівнянь руху [4]:

$$\begin{aligned} J_1 \ddot{\varphi}_1 &= T_d - c_1(\varphi_1 - \varphi_2); \\ J_{21} \ddot{\varphi}_2 &= c_1(\varphi_1 - \varphi_2) - T_m; \\ J_{22} \ddot{\varphi}_3 &= T_m - c_2(\varphi_3 - \varphi_4); \\ J_3 \ddot{\varphi}_4 &= c_2(\varphi_3 - \varphi_4) - T_r, \end{aligned} \quad (6)$$

де T_d - обертовий момент приводу; T_m - обертовий момент взаємодії півмуфт; T_r - момент опору на валу робочого органу; c_1 - приведена крутна жорсткість елементів приводу між двигуном і ведучою півмуфтою; c_2 - приведена крутна жорсткість елементів приводу між веденою півмуфтою і валом робочого органу; φ_1 - кут закручування валу приводу; φ_2 - кут закручування ведучої півмуфти; φ_3 - кут закручування веденої півмуфти; φ_4 - кут закручування валу робочого органу; J_1 - зведений момент інерції приводу; J_{21} - зведений момент інерції ведучої півмуфти; J_{22} - зведений момент інерції веденої півмуфти; J_3 - зведений момент інерції валу робочого органу.

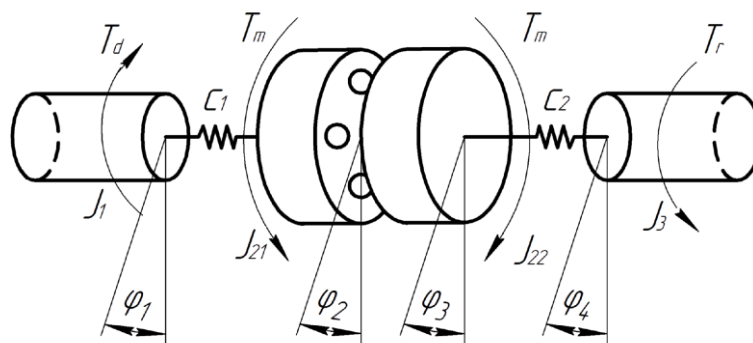


Рис. 2. Динамічна модель запобіжної муфти гвинтового конвеєра

Обертний момент взаємодії півмуфт T_m визначається багатьма параметрами муфти: геометричними розмірами півмуфти та профілем елементів зачеплення; жорсткістю та початковим натягом притискної пружини; масою рухомої, в осьовому напрямку, частини півмуфти разом із шнеком та частиною вантажу; впливом сил тертя (проте, при якісному змащенні, він достатньо малий і ним можна знехтувати).

Встановлено, що залежність моменту визначається конструктивними, масовими та пружними характеристиками муфти, а також різницею кутів взаємного повороту півмуфт і їх похідними.

Після підстановок та відповідних перетворень отримано вираз для визначення обертового моменту T_m

$$T_m = \frac{A+B+C+D}{E}; \quad (1)$$

де складові виразу запишуться

$$A = \frac{m\left(\frac{D}{2}\right)^2 \left[r \sin \theta_0 - \frac{D}{2}(\varphi_2 - \varphi_3) \right]^2}{r^2 - \left[r \sin \theta_0 - \frac{D}{2}(\varphi_2 - \varphi_3) \right]^2} \left[\frac{c_1(\varphi_2 - \varphi_3)}{J_{21}} + \frac{c_2(\varphi_2 - \varphi_3)}{J_{22}} \right]; \quad (2)$$

$$B = - \frac{m\left(\frac{D}{2}\right)^3 (\dot{\varphi}_2 - \dot{\varphi}_3)^2 \left[r \sin \theta_0 - \frac{D}{2}(\varphi_2 - \varphi_3) \right]}{r^2 - \left[r \sin \theta_0 - \frac{D}{2}(\varphi_2 - \varphi_3) \right]^2}; \quad (3)$$

$$C = - \frac{m\left(\frac{D}{2}\right)^3 (\dot{\varphi}_2 - \dot{\varphi}_3)^2 \left[r \sin \theta_0 - \frac{D}{2}(\varphi_2 - \varphi_3) \right]^3}{\left\{ r^2 - \left[r \sin \theta_0 - \frac{D}{2}(\varphi_2 - \varphi_3) \right]^2 \right\}^2}; \quad (4)$$

$$D = c \frac{D}{2} \left\{ \lambda_0 + h - r + \sqrt{r^2 - \left[r \sin \theta_0 - \frac{D}{2}(\varphi_2 - \varphi_3) \right]^2} \right\} \frac{r \sin \theta_0 - \frac{D}{2}(\varphi_2 - \varphi_3)}{\sqrt{r^2 - \left[r \sin \theta_0 - \frac{D}{2}(\varphi_2 - \varphi_3) \right]^2}}; \quad (5)$$

$$E = 1 + \frac{m\left(\frac{D}{2}\right)^2 \left[r \sin \theta_0 - \frac{D}{2}(\varphi_2 - \varphi_3) \right]^2}{r^2 - \left[r \sin \theta_0 - \frac{D}{2}(\varphi_2 - \varphi_3) \right]^2} \left(\frac{J_{21} + J_{22}}{J_{21} J_{22}} \right). \quad (6)$$

На рис. 3 зображені графіки зміни крутного моменту при провертанні півмуфти.

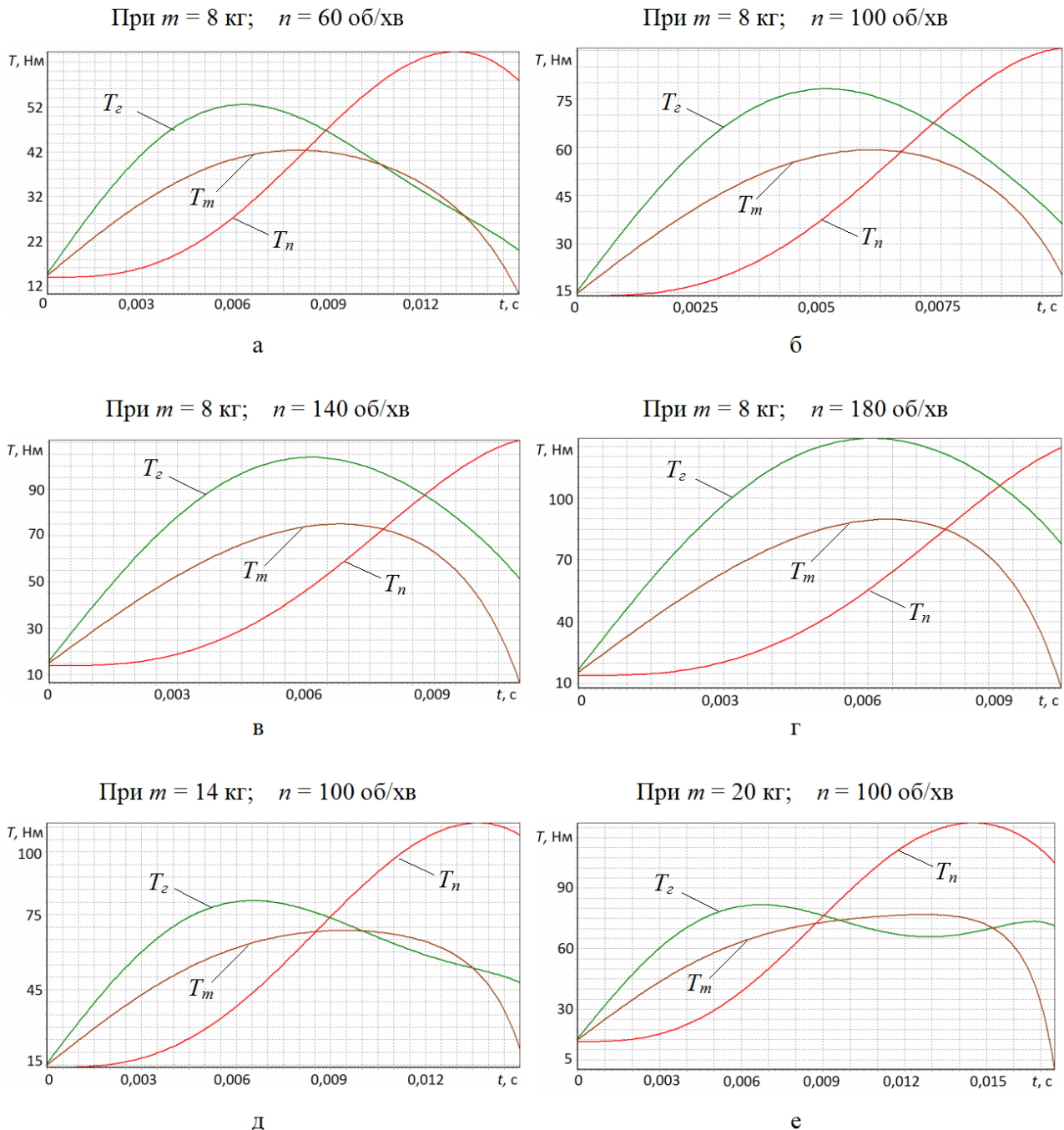


Рис. 3. Графіки зміни обертового моменту при провертанні півмуфти

Момент $T_n = c_1(\varphi_2 - \varphi_1)$ характеризує обертовий момент приводу; момент $T_z = c_2\varphi_3$ - це момент, який виникає в заклиненій веденій півмуфті та робочому органі. При проведенні досліджень були прийняті такі значення параметрів: $J_1 = 40$ кг·м²; $J_{21} = 0,0157$ кг·м²; $J_{22} = 0,00925$ кг·м²; $c_1 = c_2 = 1600$ Нм/рад; $c = 10000$ Н/м; $h = 4,6$ мм; $r = 12$ мм; $D = 115$ мм; $\delta_0 = 15$ мм. При цьому частота обертання n змінювалась в діапазоні 60...180 об/хв, а маса m - від 8 кг до 20 кг.

З графіків встановлено, що збільшення частоти обертання n призводить до зростання обертових моментів системи. При зміні частоти обертання від 60 об/хв до 180 об/хв обертовий момент T_n зростає на 52,3 %, T_z збільшується на 59,8 %, а T_m зростає на 51,9 %. Також встановлено, що збільшення маси рухомих ланок m призводить до зростання навантажень на привід. При збільшенні маси від 8 кг до 20 кг обертовий момент T_n зростає на 36,7 %, T_z - на 15,6 %, а T_m - на 34,5 %.

Для проведення досліджень розроблено експериментальний стенд для визначення параметрів та режимів роботи запобіжної муфти, який представлено на рис. 4. Він складається із рами 10, на якій розміщений гвинтовий конвеєр, що містить направляючу трубу 7, в якій розташований шнековий робочий орган 6. Зі сторони завантаження матеріалу встановлений бункер 5, а в зоні його вивантаження вікно з регульованою заслінкою 9 та гальма валу шнека 8. Привід робочого органу здійснюється від електродвигуна 3 через запобіжну муфту 4.

Для пуску двигуна та регулювання частоти його обертання використовували перетворювач частоти Altivar 71 і програмне забезпечення *Power Suite v.2.5.0*.

Методика проведення експериментальних досліджень полягає в наступному [5]. Кусковий або сипкий матеріал завантажується у бункер із гвинтовим робочим органом і транспортується у зону вивантаження. Навантаження може задаватись як гальмівним елементом, так і перекриттям шиберної заслінки.

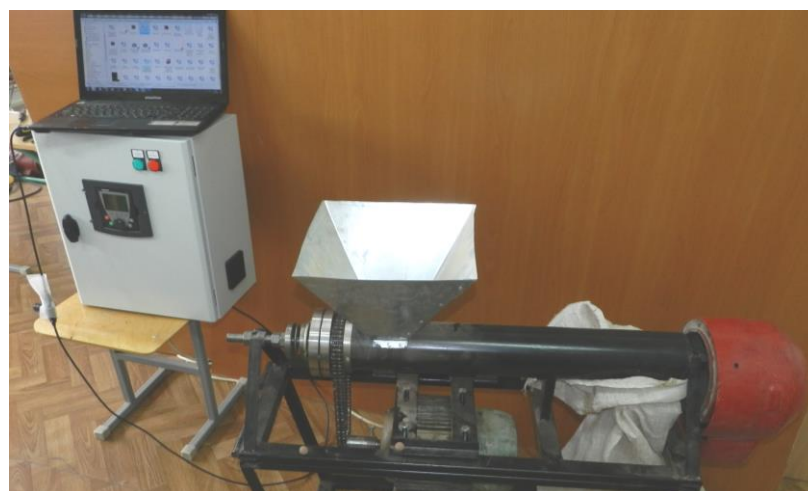
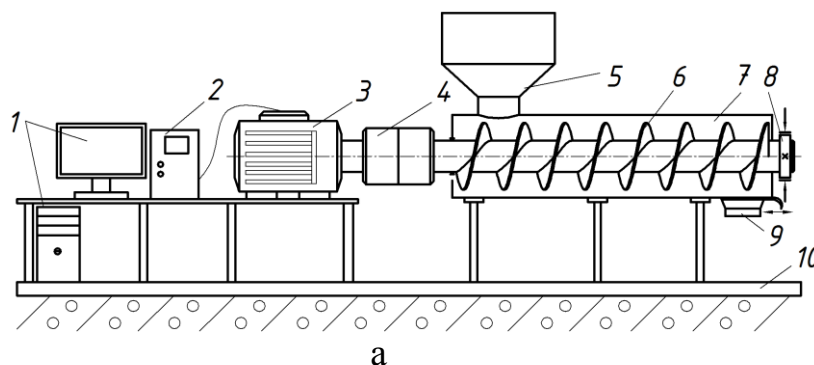


Рис. 4. Конструктивна схема (а) та загальний вигляд (б) стенду для дослідження конвеєра із запобіжною муфтою

Результати експериментальних досліджень при спрацюванні запобіжної муфти у вигляді кривих зміни частоти обертання привідного валу, крутного моменту та потужності фіксуються на дис-плеї комп'ютера. Змінюючи ті чи інші параметри встановлювали вплив на значення крутного моменту T та потужності двигуна N в залежності від частоти обертання робочого органу n при його перевантаженні. Для побудови графічних залежностей використовувались пікові (максимальні) значення отриманих в результаті досліджень даних. Досліди проводились для чотирьох частот обертання робочого органу, а саме: $n = 60; 100; 140$ і 180 об/хв.

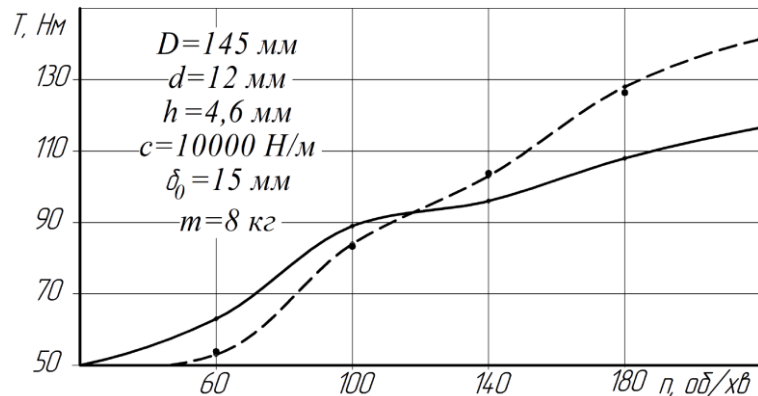


Рис. 5 - Графік зміни обертового моменту від зміни частоти обертання робочого органу гвинтового конвеєра

На рис. 5 представлені результати порівняння теоретичних (суцільна лінія) і (штрихова лінія) досліджень запобіжної муфти. Встановлено, що похибка між результатами проведених досліджень знаходиться в межах 4,5...18,6%.

Таким чином, за результатами порівняльних досліджень встановлено, що попередньо проведений динамічний розрахунок запобіжної муфти гвинтового конвеєра адекватно відображає реальні процеси спрацювання розробленої запобіжної муфти в екстремальних умовах експлуатації.

Висновки. На основі проведеного патентного огляду, та аналізу існуючих конструктивно-технологічних схем запропоновано нову конструкцію запобіжної муфти гвинтового конвеєра яка у випадку виникнення перевантаження дозволяє здійснити осьове відведення шнека в напрямку протилежному до напрямку транспортування матеріалу при автоматичному відновленні робочого стану.

Представлена схема роботи запобіжної муфти гвинтового конвеєра, проведений динамічний розрахунок її роботи. На основі якого встановлено, що збільшення частоти її обертання n призводить до зростання обертових моментів системи. Так, при зміні частоти обертання муфти від 60 об/хв до 180 об/хв обертовий момент T_n зростає на 52,3 %, T_z збільшується на 59,8%, а T_m зростає на 51,9 %. Також встановлено, що збільшення маси рухомих ланок m призводить до зростання навантажень на привід. При збільшенні маси від 8 кг до 20 кг обертовий момент T_n зростає на 36,7 %, T_z - на 15,6 %, а T_m - на 34,5 %.

Також представлений стенд для експериментальних випробувань механізму та проведено порівняння отриманих теоретичних та експериментальних досліджень

роботи запобіжної муфти гвинтового конвеєра. Встановлено, що похибка між результатами проведених досліджень знаходиться в межах 4,5...18,6%.

Список літератури

1. Поляков В.С. Справочник по муфтам / Поляков В.С., Барабаш И.Д., Ряховський О.А., – Л.: Машиностроение, 1979. – 344 с.
2. Силовий розрахунок шарнірних елементів гнучкого валу гвинтового робочого органу / Павлова І.О., Вітровий А.О. // Вісник Тернопільського державного технічного університету. Том 8. - Тернопіль: ТДТУ, 2003. 44 – 49 с.
3. Гевко Б.М., Гевко Р.Б., Рогатынский Р.М. Сулимов В.К. Предохранительное устройство. БИ №2, 15.01.91. АС №1620399.
4. Гевко Р.Б. Динамічний розрахунок запобіжного пристрою шнекового транспортера / Р.Б. Гевко, Ю.Б. Гладько, М.І. Шинкарик, О.М. Клендій // Вісник інженерної академії України. – К., 2014. – № 2. – С. 163–168.
5. Гевко Р.Б. Методика проведення досліджень шнекового транспортера із запобіжним пристроєм / Р.Б. Гевко, О.М. Клендій // Сільськогосподарські машини: Збірник наукових статей. – Випуск 24. – Луцьк: Ред.- вид. Відділ Луцького НТУ, 2013. – С. 67 – 75.

Аннотация

ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОЙ МУФТЫ ВИНТОВОГО КОНВЕЙЕРА

А.Н. Клендий

В статье представлена схема работы предохранительной муфты винтового конвейера, проведенный динамический расчет ее работы. Представлены графические зависимости, по результатам которых можно исследовать влияние различных параметров системы на динамические нагрузки в приводных звеньях конвейера. Также представлен стенд для экспериментальных испытаний механизма и проведено сравнение полученных теоретических и экспериментальных исследований работы предохранительной муфты винтового конвейера.

Abstract

DYNAMIC CALCULATION OF THE SAFETY CLUTCH OF SCREW CONVEYOR

O.M. Klendii

The article presents a scheme of the safety clutch of screw conveyor, the calculation carried out by a dynamic of its work. Graphically depending is present on the results of which can investigate the influence of various parameters of the system on the dynamic loads in the drive links of the conveyor. Also presented stand for the experimental test engine and a comparison of theoretical and experimental research work overload clutch of screw conveyor.

УДК 674.093.6.051

СПОСІБ ВИМІРЮВАННЯ НЕЗРІВНОВАЖЕНОСТІ ДЕРЕВОРІЗАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ

Сірко З.С., к.т.н.

(Національний університет біоресурсів і природокористування України)

Торчиловський Д.П.

(Український державний науково-дослідний інститут
нанобіотехнологій та ресурсозбереження)

Описано статичну незрівноваженість та статичне балансування дереворізальних інструментів. Розроблено пристрій для вимірювання статичної незрівноваженості інструментів, а також їх радіального та торцевого биття.

Постановка проблеми. Незрівноваженість дереворізальних інструментів викликає появу у верстаті вібрацій, які скорочують термін роботи верстата, руйнують підшипники та фундаменти, значно знижують якість оброблення деталей із деревини та деревинних матеріалів.

Зменшення дисбалансу інструментів дозволить значно підвищити термін експлуатації устаткування, зменшити рівень його шуму та покращити якість продукції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для визначення статичної незрівноваженості інструментів використовують пристрої, що складаються із горизонтальних напрямних у вигляді ножів [1]. Недоліком відомих пристроїв є наявність на поверхнях, якими контактує оправка з інструментом, що підлягає балансуванню, вм'ятин та виколів і інших пошкоджень поверхонь, які трапляються під час вимірювання незрівноваженості важких інструментів та під час довготривалої експлуатації. Контактні поверхні являють собою скошені металеві пластини під кутом 30-40° до горизонталі і є фактично лініями, якими контактують оправки з інструментом і які досить чутливі до ударних навантажень.

Метою досліджень є вдосконалення пристроїв для балансування дереворізальних інструментів.

Матеріали і методика досліджень. В процесі досліджень використовували пили дискові з пластинками із твердого сплаву за ГОСТ 9769-79, пласкі круглі пили за ГОСТ 980-80, насадкові фрези за ГОСТ 11290-80. Незрівноваженість інструментів визначали згідно ГОСТ 22061-76. Статичне балансування інструментів виконували за відовими методиками на відомих пристроях, а також за методикою на спеціально розробленому приладі для вимірювання статичної незрівноваженості інструментів, а також їх радіального та торцевого биття [2].

Результати досліджень. Для визначення статичної незрівноваженості інструментів використовували схему (рис.1), на якій зображений диск, центр ваги

якого зміщений відносно осі обертання на величину $e_{cm} = OC$ внаслідок наявності незрівноважених мас m_1 і m_2 [3].

Відцентрову силу визначають за формулою:

$$F_c = \sum F_i = \omega^2 \sum m_i r_i = \omega^2 \sum D_i = \omega^2 D = \omega^2 m_p e_{cm}, \quad (1)$$

де: m_i – незрівноважені маси, г;

r_i – ексцентриситет незрівноваженої маси, см;

m_p – маса диску, г;

ω – кутова швидкість, с^{-1} ;

D_i – дисбаланс від i маси, г·см;

D – головний вектор дисбалансів, г·см;

F_i – відцентрова сила від i -ої маси, Н;

e_{cm} – ексцентриситет центра маси диску.

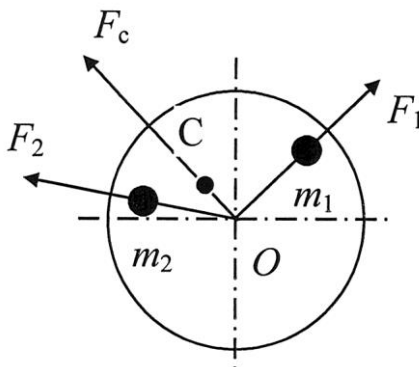


Рисунок 1. Схема статичної незрівноваженості

Статичне балансування інструментів, що обертаються, рекомендується проводити за співвідношенням їх довжини L та діаметра D , рівному $L/D \leq 0,2$. Найбільш простий пристрій для статичного балансування (рис.2) включає дві призми 1 із вуглецевої інструментальної сталі У8. Опорні крайки призм виставляють строго горизонтально і на однаковій висоті (точність 0,02 мм на довжині 1000 мм). На призми встановлюється цапфами 2 оправлення з інструментом 3, що підлягає балансуванню.

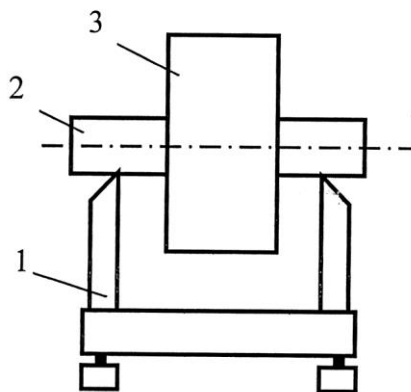


Рисунок 2. Пристрій для балансування

Інструмент насаджують на оправлення з посадкою $H7/h7$. Діаметр цапфи оправлення повинен бути не більше 15 мм. Оправлення та призми (ножі) загартовують ($HRC50-52$). Балансування виконують в декілька етапів.

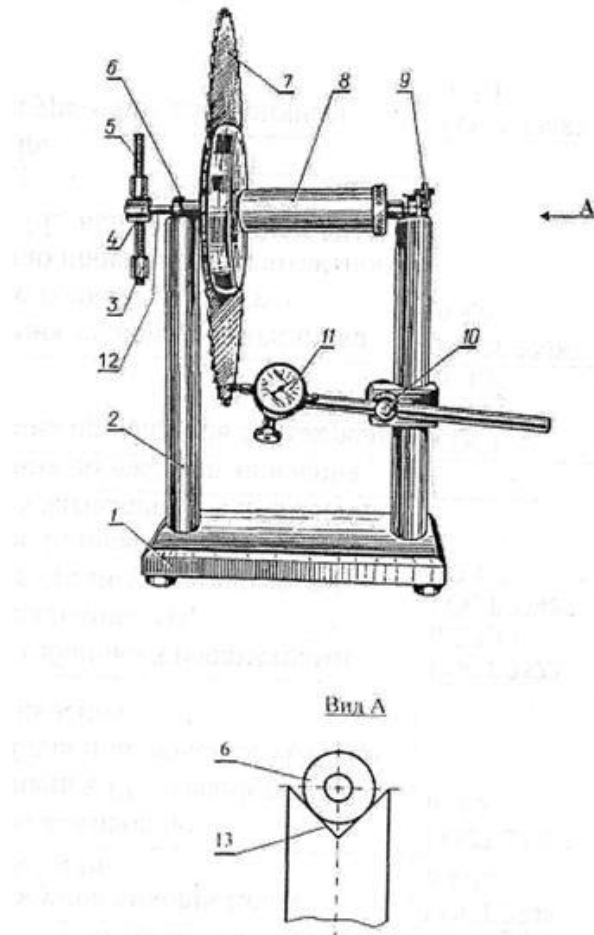
Спочатку виконують грубе балансування. Різальний інструмент закріплюють на оправленні таким чином, як на шпинделі верстата. В такому положенні оправлення кладуть на призми. Під дією статичного моменту оправлення покотиться призмами, і центр ваги інструменту переміститься в нижню точку траєкторії руху, та буде знаходитися поблизу точки рівноваги.

На торцевій поверхні інструменту наносять крейдою риску 1, що проходить через центр обертання вертикально і яка приблизно показує положення зміщеного центра ваги. Потім оправлення з інструментом повертають в любую сторону на 90° . Риска 1 займе горизонтальне положення, і на інструмент буде діяти максимальний статичний момент. Оправлення відпускають, і воно котиться по призмах. Коли інструмент зупиниться за його радіусом наносять крейдою риску 2, що показує положення зміщеного центра ваги. Операцію проводять ще один раз, під час цього оправлення з інструментом встановлюють на призмах таким чином, щоб риска 2 знаходилась в горизонтальній площині з іншої сторони від осі обертання. Після затухання коливальних рухів оправлення положення рівноваги відмічають вертикальною рисою 3. Надалі вважають, що зміщений центр ваги лежить на лінії, що являє собою бісектрису кута, який знаходиться між рисками 2 і 3. Цю лінію позначають рисою 4 та називають важкою рисою, на ній розміщений центр ваги. Протилежну лінію від осі обертання оправлення називають легкою.

Усунення явної статичної незрівноваженості інструменту проводять наступним чином. Для цього оправлення орієнтують на призмах так, щоб риска 4 знаходилась в горизонтальній площині. До легкої сторони інструменту у зручному місці закріплюють зрівноважуючий вантаж (кусочки пластиліну) такої величини, за якої на оправлення з інструментом перестає діяти статичний момент. Величину зрівноваженого вантажу підбирають дослідним шляхом за багаторазового повторення досліду. Під час правильного підбору величини зрівноважуючого вантажу мітка 4 залишається в горизонтальній площині, як справа, так і зліва від осі обертання.

В Національному університеті біоресурсів і природокористування України та в Українському державному науково-дослідному інституті нанобіотехнологій та ресурсозбереження (УкрНДІНанобіотехнологій) створено пристрій для вимірювання незрівноваженості та биття інструментів (патент України №81448). Пристрій (рис. 3) містить основу 1, стійки 2, тягарці 3, змінну насадку 4, стержень 5, шарикопідшипники 6, дискову пилку 7, валик 8, притискач 9 для фіксації шарикопідшипників, притискач 10 для закріплення індикатора, індикатор годинникового типу 11, конічне подовження 12, призматичні виїмки 13 у верхніх кінцях стійок.

Для визначення дисбалансу на валик 8 надівають інструмент. Валик встановлюють на стійки 2, що закріплені на основі 1, при цьому шарикопідшипники 6 розміщують в призматичних виїмках 13 та фіксують притискачем 9. На інструменті, наприклад, крейдою проставляють мітку в



Для цього переміщують тягарці 3 в змінній насадці 4, що надіта на конічне подовження 12, по стержню 5, добиваючись при цьому зупинки інструменту в будь-якому положенні, орієнтуючись на мітку (мітка знаходиться в довільному місці). За шкалою, що знаходиться на стержні 5, визначають відстань від центру змінної насадки 4 (від осі обертання) і за відомою формулою знаходять величину дисбалансу.

Список літератури.

- 135

2. Пат. 81448 Україна, МПК E21B47/00. Пристрій для вимірювання биття та незрівноваженості інструментів / Сірко З.С., Д'яконов В.К.; заявник Національний університет біоресурсів і природокористування України. – № u 2013 01827; заявл. 14.02.2013; опубл. 25.06.2013, Бюл. №12.

3. Балансировка возвращающихся режущих инструментов [Электронный ресурс]. – Режим доступа. www.wood.ru.

Аннотация

СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ НЕУРАВНОВЕШЕННОСТИ ДЕРЕВОРЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Сирко З.С., Торчилевский Д.П.

Описано статическую неуравновешенность та статическую балансировку дереворежущих инструментов. Разработано устройство для измерения статической неуравновешенности инструментов, а также их радиальное и торцевое биение.

Abstract

METHOD OF MEASURING OF MENTAL INSTABILITY OF WOODWORKING TOOLS

Sirko Z., Torchilevskiy D.

Described static unbalance is the static balancing of woodworking tools . A device for the measurement of static unbalance tools , as well as axial and radial runout .

УДК 620.178:621.793

СТРУКТУРНО-ФАЗОВИЙ СТАН І ЗНОСОСТІЙКІСТЬ ВАКУУМНИХ ЙОННО-ПЛАЗМОВИХ ПОКРИТТІВ

Гасій О.Б., кандидат технічних наук

(Національний лісотехнічний університет України, м. Львів)

Визначено триботехнічні характеристики процесу тертя інструментальної сталі Р6М5 з вакуумним йонно-плазмовим покриттям з TiN по сухій деревині сосни в залежності від кількості проходів і напряму волокон. Досліджено фазовий склад і структуру покриття. Виявлено структурні перетворення кристалічної ґратки, викликані стискаючими напруженнями.

1 Постановка проблеми. У сучасній деревообробній промисловості спостерігається тенденція до зростання швидкостей різання, підвищення вартості інструменту, що призводить до збільшення витрачання дефіцитних матеріалів і

коштів на одиницю випущеної продукції. У зв'язку з цим актуальним є питання підвищення фізико-механічних властивостей інструменту, в першу чергу його твердості, зносостійкості, теплостійкості та міцності. Перспективним напрямом підвищення зносостійкості інструментальних матеріалів є їх поверхневе зміцнення, зокрема, методом КІБ.

2 Аналіз останніх досліджень. Йонно-плазмові покриття, що наносяться методом КІБ, знайшли широке застосування для підвищення стійкості металорізального інструменту. На сьогоднішній день детально вивчено вплив параметрів процесу КІБ на властивості покриттів і основи, а також працездатність інструментів з покриттями на основі хімічних сполук TiN, ZrN, Mo₂N, TiC та іншими. Дослідженням фізики процесу йонно-плазмового напilenня та впливу покриттів на експлуатаційні характеристики матеріалів присвячені роботи В.Г.Падалки, А.А.Еттінганга, А.І.Анікеєва, В.П.Табакова, В.А.Синопальникова, І.І.Аксьонова, А.А.Андрєєва, В.М.Мацевитого, О.В.Соболя, С.В.Малихіна та інших. В той же час слід відзначити, що більшість досліджень спрямовано на оптимізацію електрофізичних характеристик процесу та вдосконалення конструкції установок; недостатньо уваги приділяється питанню застосування цих покриттів для зміцнення дереворізального інструменту.

3 Мета дослідження. Дослідження зносостійкості інструментальних сталей в умовах тертя ковзання в контакт з деревиною представляють значний інтерес з точки зору виявлення можливості застосування йонно-плазмових покриттів для поверхневого зміцнення дереворізального інструменту. У зв'язку з тим, що фізико-механічні та експлуатаційні властивості будь-яких покриттів в першу чергу визначаються їх структурно-фазовим станом, метою роботи також є і його дослідження.

4 Результати дослідження. В якості об'єкта дослідження обрано вакуумне йонно-плазмове покриття з TiN, яке широко використовується для зміцнення металорізального інструменту. Дане покриття одержували при дотримуванні наступних режимних параметрів [1]:

- матеріал випаровувача – Ti;
- струм дуги – 100 А;
- робочий газ – N₂;
- тиск газу – 0,4...0,5 Па;
- опорна напруга – 150 В;
- температура підкладки – 450 °С;
- товщина покриття – 5...6 мкм.

Оцінку триботехнічних властивостей покриття здійснено для пари тертя „сталевий індентор - деревина (сосна)” на трибометрі ТМ-90. Циліндричний індентор діаметром 5 мм з конусом при вершині з радіусом заокруглення 0,5 мм виготовлено зі сталі Р6М5. Зразки розміром 32x16x5 мм виготовлено з деревини сосни в сухому стані (вологість 12 %) з поздовжнім і поперечним розміщенням волокон. Основні механічні характеристики зразків:

- границя міцності при розтягу: вздовж волокон – 103 МПа; поперек волокон – 5,4 МПа;

- ударна в'язкість – $4,1 \cdot 10^4$ Дж/м²;

- статична твердість поверхні: торцевої – 28 МПа; радіальної - 23,5 МПа; тангенціальної - 24,5 МПа.

Випробування на трибометрі проведено при навантаженні 0,3 Н і зворотньо-поступальному русі індентора з середньою швидкістю 0,02 м/с. Силу тертя фіксували при разовому проході індентора (F_{mp1}) і після шести проходів (F_{mp6}). Навантаження індентора здійснювали спеціальними тягарцями через навантажувальний пристрій, що дозволяє ступенево змінювати навантаження від 0,02 Н до 0,5 Н. Зразок з деревини кріпився на плоских пружинах, величина деформації яких пропорційна силі тертя. Результати досліджень, які свідчать про вплив йонно-плазмового покриття на триботехнічні показники інструментальної сталі Р6М5, наведено в таблиці 1 [2].

Встановлено, що зі збільшенням часу випробувань сила тертя як під час руху вздовж волокон, так і поперек них зростає, тобто $F_{mp1} < F_{mp6}$. Очевидно, що зі збільшенням часу випробувань відбувається неодноразова деформація зруйнованих волокон, внаслідок цього слід від індентора, який має вигляд лунки (рис. 1), набуває сидловидної форми. Ця форма сприяє проникненню індентора на певну глибину (на даній породі деревини вона становить 0,014...0,016 мм). Глибину лунок визначали після переміщення індентора по деревині протягом 1 хв вздовж волокон. Краї лунки гладкі. Твердість покриття з TiN різко зростає в порівнянні з незміцненою сталлю Р6М5 (7600...7800 проти 2200...2500 МПа), що зменшує значення сили тертя, при цьому глибина лунки збільшується до 0,023...0,025 мм, тобто на 60%.

Рентгеноструктурний аналіз проводили на дифрактометрі ДРОН-3,0 в Cu-K α випромінюванні. Зйомку проводили в діапазоні кутів 2θ 20°–90° з кроком 0,05° і витримкою в точці 3 с. Отримані дані аналізували методом Рітвельда з використанням програмного пакету GSAS [3]. Текстуру покриття аналізували з використанням функції Марча-Доллаза [4], що входить до пакету GSAS. Кількісний аналіз покриття проводили на мікрорентгеноспектральному аналізаторі „Camebax” та скануючому електронному мікроскопі ZEISS EVO 40XVP з системою рентгенівського мікроаналізу INCA Energy.

Таблиця 1 - Результати триботехнічних досліджень пари тертя „сталь – суха деревина (сосна)” ($V = 0,02$ м/с; $P = 0,3$ Н)

Матеріал індентора і тип покриття	Напрямок волокон			
	вздовж		поперек	
	Сила тертя $F_{тр}$, Н			
	F_{mp_1}	F_{mp_6}	F_{mp_1}	F_{mp_6}
Сталь Р6М5	0,07	0,075	0,08	0,085
Р6М5 + TiN	0,035	0,04	0,04	0,045

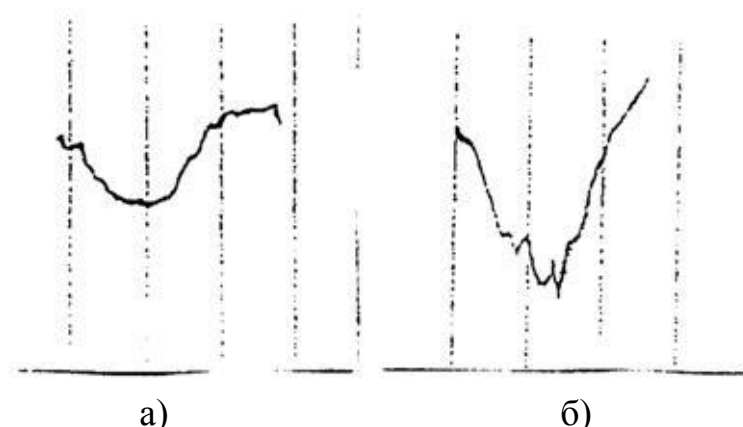


Рисунок 1 - Профілограми зразків деревини після випробувань протягом 1 хв при $P = 0,3 \text{ Н}$ і $V = 0,02 \text{ м/с}$ (матеріал зразка – сосна, напрям волокон – вздовж): а – тертя в парі зі сталлю Р6М5; б – в парі зі сталлю Р6М5 + TiN. Вертикальне збільшення – 1000, горизонтальне – 20

Кількісний склад TiN відповідає його стехіометричному співвідношенню. На електронному зображенні поверхні не спостерігається виразного рельєфу покриття (рис. 2), що підтверджує результати досліджень з визначення його шорсткості: $R_a = 0,75 \text{ мкм}$, що лише на 31% більше, ніж шорсткість основи [5]. Відомо, що сполука TiN є фазою втілення зі структурою ГЦК - ґратки з параметром комірки $a = 4,250 \text{ Å}$ [6]. Аналіз відносних інтенсивностей дифракційних піків фази TiN показав чітко виражену аксіальну текстуру в кристалографічному напрямку [111], про що свідчить значно підвищена інтенсивність дифракційних піків (111) та (222) (рис. 3, а). Зерна TiN переважно орієнтовані таким чином, що площина (111) є паралельною до площини підкладки. Уточнення дифракційних даних методом Рітвельда з використанням функції Марча-Доллаза для опису текстури показало, що параметр комірки ГЦК - ґратки $a = 4,271 \text{ Å}$ та коефіцієнт текстури (параметр Марча) для площини (111) $r = 0,203$. Знаючи значення параметра Марча r , можна визначити ступінь текстурованості фази за формулою [7]:

$$\eta = \sqrt{\frac{(1-r)^3}{1-r^3}} \times 100\% \quad (1)$$

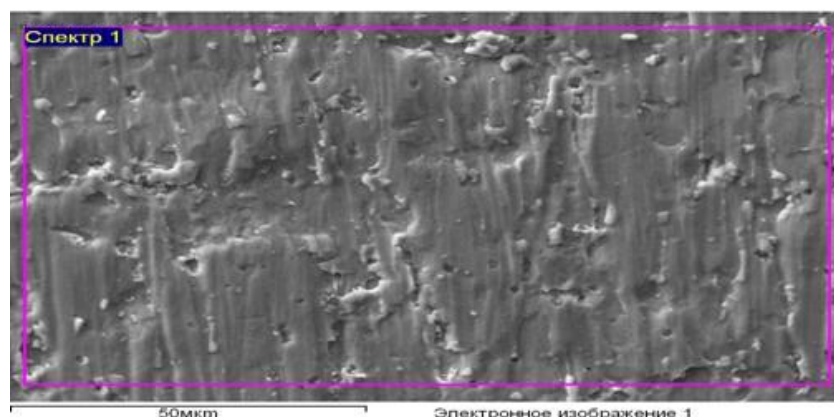
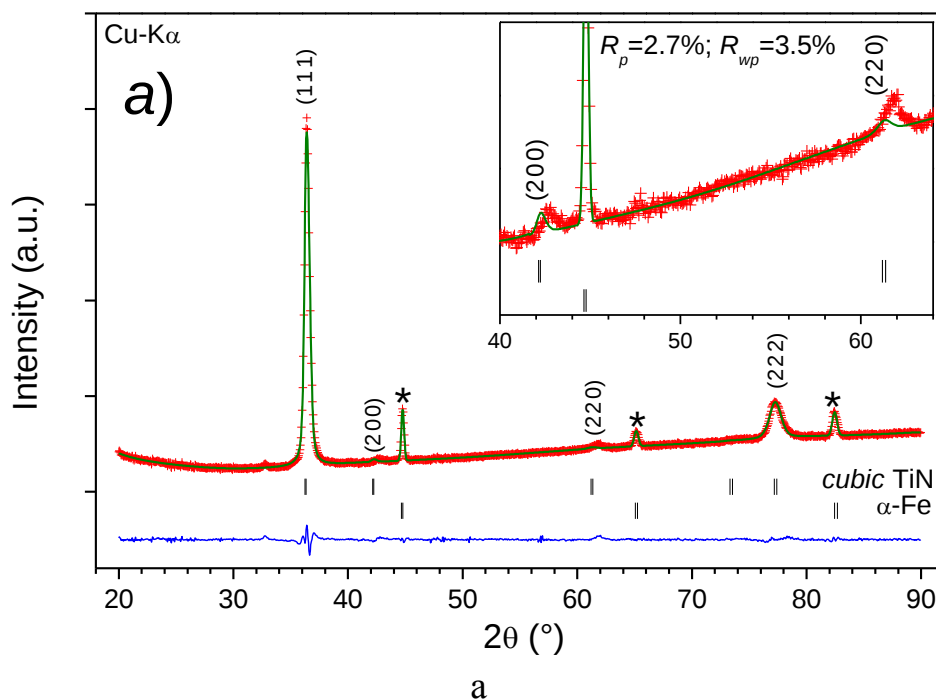


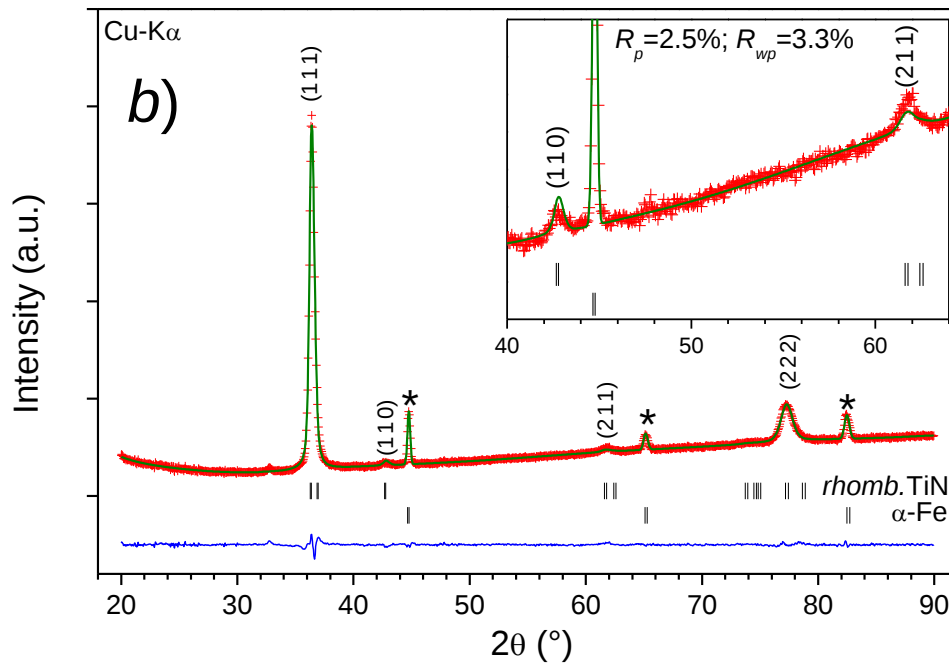
Рисунок 2 - Рельєф поверхні покриття із TiN

Одержане значення параметра η відповідає ступеню текстурованості $\eta=71\%$. Уточнення фази TiN в ГЦК - гратці показало значний зсув положень піків (200) та (220) відносно теоретично розрахованих значень 2θ приблизно на $0,5^\circ$ (вкладка на рис. 3, а). Такий зсув є свідченням деформації кубічної гратки. З аналізу ймовірних структурних переходів виявлене положення дифракційних піків найбільше відповідає ромбоєдричній (тригональній) сингонії. Схематично трансформацію кубічної гратки в ромбоєдричну показано на рис. 4. Слід зазначити, що кристалографічна площина (111) в кубічній та ромбоєдричній гратках збігається. Уточнення структури TiN в ромбоєдричній гратці показало кращу збіжність між експериментальними та теоретичними дифракційними профілями, на що вказує зменшення профільного фактора розбіжності уточнення R_p з 2,7 % до 2,5 % і зваженого профільного фактора розбіжності уточнення R_{wp} – з 3,5 % до 3,3 % (рис. 3, б). Співвідношення між параметрами комірки кубічної та ромбоєдричної ґраток визначається за формулою:

$$a_{rh} = b_{rh} = c_{rh} = \frac{\sqrt{2}}{2} a_c, \quad (2)$$

де a_{rh} , b_{rh} , c_{rh} - параметри комірки ромбоєдричної гратки;
 a_c - параметр комірки кубічної гратки.





б

Рисунок 3 - Експериментальний (+), розрахунковий (верхня лінія) і узагальнений (нижня лінія) дифракційні профілі покриття із TiN: а – кубічна гратка; б – ромбоєдрична гратка. Вертикальні риси відповідають положенням брегівських піків складових фаз. Зірочкою відзначено відбиття від підкладки.

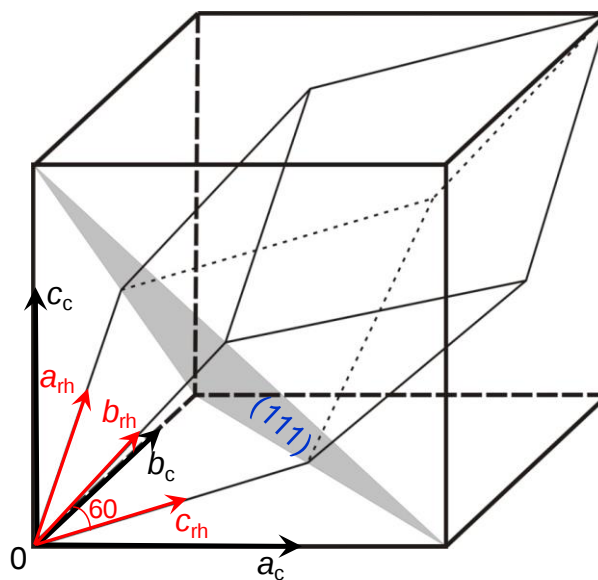


Рисунок 4 - Трансформація структури покриття із TiN з кубічної гратки в ромбоєдричну

Уточнений період гратки TiN становить $a=3,002 \text{ \AA}$, що на 29 % менше, ніж в кубічній гратці; кут між ребрами $\alpha=59,23^\circ$. Причиною ромбоєдричної деформації є стискання кубічної гратки в площині (111) внаслідок напружень, зумовлених

нанесенням покриття. Параметр Марча для площини (111) в ромбоєдричній ґратці становить $r=0,232$, що відповідає ступеню текстурованості $\eta=68\%$.

5. Висновки. Результати проведених досліджень свідчать про те, що напилення вакуумних йонно-плазмових покриттів на інструментальні сталі підвищують їх триботехнічні характеристики під час роботи в контакті з деревиною, і цю технологію доцільно використовувати для зміцнення дереворізального інструменту. В одержаному покритті наявна чітко виражена текстура. Виявлено структурні перетворення в покритті з TiN, що проявляються в трансформації кубічної ґратки в ромбоєдричну. Цей процес супроводжується виникненням стискаючих напружень, що є передумовою підвищення зносостійкості та границі витривалості.

Список літератури

1. Голубець В.М. Захисні властивості і зносостійкість вакуумних йонно-плазмових покриттів / В.М. Голубець, О.Б. Гасій, Я.В. Щуйко – Львів: ВТФ „Друксервіс”, 2008. – 103 с.
2. Вплив виду нанесеного покриття на триботехнічні властивості ріжучого інструменту / Білоус О.В., Голубець В.М., Юга О.Й., Гасій О.Б. // Наук.вісник: Проблеми деревообробки на рубежі XXI століття: наука, освіта, технології. – Львів: Престижінформ. – 1999. – Вип. 9.5. – С. 239-245.
3. Larson A.C, von Dreele R.B. General structure analysis system (GSAS). - Los Alamos Neutron Science Center, 1994. – 224 p.
4. Dollase W.A. Correction of Intensities for Preferred Orientation in Powder Diffractometry: Application of the March Model // Journal of Applied Crystallography. – 1986. – Vol.19. – P.267-272.
5. Голубець В.М., Гасій О.Б. Вплив технологічних параметрів на деякі характеристики йонно-плазмових покриттів // Проблеми трибології. – 2004. - № 1. – С. 67-71.
6. Duwez P., Odell F. Phase Relationships in the Binary Systems of Nitrides and Carbides of Zirconium, Columbium, Titanium, and Vanadium // Journal of The Electrochemical Society. – 1950. – Vol. 97. – P. 299-304.
7. Zolotoyabko E. Determination of the degree of preferred orientation within the March–Dollase approach // Journal of Applied Crystallography. – 2009. Vol. 42. – P.513-518.

Аннотация

Структурно-фазовое состояние и износостойкость вакуумных йонно-плазменных покрытий

Гасій О.Б.

Определены триботехнические характеристики процесса трения инструментальной стали Р6М5 с вакуумным ионно-плазменным покрытием из TiN по сухой древесине сосны в зависимости от количества проходов и

направления волокон. Исследованы фазовый состав и структура покрытия. Выявлены структурные преобразования кристаллической решетки, вызванные сжимающими напряжениями.

Abstract

The structural-phase state and wear resistance of vacuum ion-plasma coatings

Hasiy O.

Tribotechnical characteristics of friction of tool steel R6M5 with TiN vacuum ion-plasma coating on dry pine wood, depending on the number of passes and the direction of fibers were determined. The phase composition and coating structure were researched. The structural transformations of the crystal lattice caused by compressive stresses were found.

УДК 674.02:621.923

АНАЛІЗ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ОБРОБЛЕННІ МАСИВНОЇ ДЕРЕВИНИ АБРАЗИВНИМИ КРУГАМИ

Голубець В.М., доктор технічних наук,

Гончар І.М., кандидат технічних наук

Степанишин В.І., кандидат технічних наук

(Національний лісотехнічний університет України, м. Львів)

Проаналізовано особливості протікання теплових процесів у зоні контакту інструмент-заговка при шліфуванні жорсткими абразивними кругами. Визначено шляхи зниження контактної температури при абразивному обробленні деревини.

1. Постановка проблеми. Процес шліфування характеризується тим, що при швидкісному мікрорізанні виникає велика кількість теплових імпульсів в зоні контакту шліфувального інструмента з оброблюваним матеріалом. Температурні процеси в зоні шліфування характеризуються швидким зростанням температури, дуже нетривалим витримуванням і швидким охолодженням.

2. Мета досліджень Теплові явища при абразивному обробленні мають вплив у першу чергу на зносостійкість та ресурс роботи шліфувального інструмента. Враховуючи неможливість збільшення теплопровідності деревини, шляхи підвищення ефективності її абразивного оброблення слід шукати у підвищенні теплофізичних характеристик абразивної маси кругів або через інтенсивний відвід теплоти із зони контакту шляхом використання певних охолоджуючих середовищ та способів охолодження зони контакту. Останній

фактор може мати найсуттєвіший вплив на контактну температуру, оскільки при зниженні температури матеріалу його теплопровідність значно зростає.

3. Аналіз досліджень. Теоретично і експериментально встановлено, що практично вся механічна енергія мікрорізання окремими абразивними зернами перетворюється в теплову. Ця енергія певним чином розподіляється між оброблюваною деталлю, шліфувальним інструментом, стружкою та охолоджуючим середовищем, якщо таке використовують.

Згідно з експериментальними даними [1] під час абразивного оброблення металів близько 80% теплоти переходить до оброблюваного матеріалу. Очевидно, що при шліфуванні деревини температурний баланс буде суттєво відрізнятися, оскільки коефіцієнт теплопровідності оброблюваного матеріалу є значно нижчим (сталі - $1,1 \dots 1,2 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{C}$, деревини – $0,1 \dots 0,2 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{C}$ [2]).

Під час шліфування розрізняють температуру миттєву, яка виникає в момент контакту абразивного зерна з деталлю, контактну – в зоні контакту круга зі заготовкою та середню температуру, яку мають деталь та шліфувальний круг відразу після виходу з контакту.

У металообробці миттєві температури можуть досягати температури плавлення металу [1]. Вони мають позитивний вплив на процес оброблення, оскільки підвищують пластичність оброблюваного матеріалу і значно полегшують процес стружкоутворення.

Згідно з даними [3] миттєва температура в зоні контакту активного зерна з деревиною може досягати 1000°C . Однак вона не має жодного позитивного впливу на процес стружкоутворення, оскільки деревина не відноситься до термопластичних матеріалів. Навпаки, наявність у структурі деревини різних порід різноманітних органічних речовин викликає їх підвищену адгезію до поверхні абразивних зерен під дією високої контактної температури. У результаті цього мікроскопічна стружка, що утворюється у процесі шліфування, може налипати на абразивні зерна і значно знижувати їх різальну здатність. Слід зауважити, що явище налипання органічних речовин, що є у структурі деревини, можна спостерігати і на задній поверхні ножів під час фрезерування деревини.

Аналіз досліджень [4,5,6] абразивного оброблення деревини шліфувальними кругами показує, що хорошу оброблюваність абразивами мають такі породи як дуб, бук, береза. Значно гірше, через часте засалювання абразивного інструмента, обробляються ясень, явір, хвойні породи. Пояснити це можна тим, що згідно з даними [2] ці породи мають у своїй структурі більше різноманітних смол чи цукристих речовин.

Контактна температура в зоні абразивного оброблення є завжди нижчою за миттєву і саме вона має визначальний вплив на цей процес. У металообробці інтенсивний відвід теплоти зі зони контакту круга з деталлю відбувається переважно за рахунок великої різниці між температурою поверхневого шару оброблюваної деталі і її основною масою, а також завдяки високій теплопровідності оброблюваного матеріалу. Оскільки теплопровідність деревини є дуже низькою то тепловий потік під час її оброблення буде спрямований в різальний інструмент.

Умови оброблення є визначальними факторами, які мають вплив на процес виникнення та розподілу теплоти у процесі шліфування. Сюди в першу чергу слід віднести: режимні фактори, механічні та фізичні характеристики абразиву, зв'язки та оброблюваного матеріалу, а також теплофізичні властивості охолоджуючого середовища. На відміну від абразивної обробки металів, теплофізичні властивості деревини не можуть позитивно впливати на процес абразивного оброблення.

Щодо впливу режимних факторів слід зазначити, що зі збільшенням навантаження на абразивні зерна, кількість теплоти, що виділяється, також збільшується. Однак залежність контактної температури у зоні оброблення від режимних параметрів є досить складною.

Наприклад, зі збільшенням величини подачі навантаження на кожне зерно зростає, зате зменшується час контакту абразивного круга з оброблюваною поверхнею. За даними [7] при великих подачах у деревообробці ніколи не спостерігають припалювання оброблюваної поверхні. Малі подачі, за рахунок збільшення часу контакту інструмента з оброблюваною деревиною під час шліфування, викликають припаювання оброблюваної поверхні, що незаперечно вказує на суттєве підвищення контактної температури оброблення.

Збільшення швидкості різання зменшує навантаження на кожне абразивне зерно, зате кількість теплових імпульсів за одиницю часу зростає. З другого боку час дії теплових імпульсів зменшується. Але разом з тим змінюються умови тертя між абразивом та оброблюваним матеріалом. У результаті, згідно з даними [8], при збільшенні швидкості різання контактна температура в зоні оброблення зростає.

Склад абразивної маси за даними [8] має значний вплив на розподіл теплоти в процесі оброблення. Так під час обробки твердого сплаву ВК8 алмазним кругом на органічній зв'язці, кількість теплоти, що йде в деталь у 2,5...3 рази менша ніж під час обробляння абразивним кругом.

4. Висновки. Теплові явища при абразивному обробленні мають вплив у першу чергу на зносостійкість та ресурс роботи шліфувального інструмента. Враховуючи неможливість збільшення теплопровідності оброблюваного матеріалу, шляхи підвищення ефективності абразивного оброблення деревини слід шукати у підвищенні теплофізичних характеристик абразивної маси кругів або через інтенсивний відвід теплоти із зони контакту шляхом використання певних охолоджуючих середовищ та способів охолодження зони контакту. Останній фактор може мати найсуттєвіший вплив на контактну температуру, оскільки при зниженні температури матеріалу його теплопровідність значно зростає.

Список літератури

9. Лоскутов В.В. Шлифование металлов.- М.: Машиностроение, 1985.-256с.
10. Уголев Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения.- М.: Лесная промышленность, 1986.- 368с.

11. Яцюк А.І. Новый способ механической обработки древесины.- Львов.: Вища школа, 1975.- 253с.
12. Бугаенко Я.П. Разработка рецептуры абразивного инструмента и оптимальных режимов. Шлифование паркетных изделий из древесины/ Автореф. дис. канд. наук.- Львов, 1984.- 20с.
13. Бирюченко Н.В. Разработка абразивных кругов и оптимальных режимов калибрования-шлифования деталей музыкальных инструментов из древесины клена./ Автореф. дис. канд. наук.- Львов, 1985.- 23с
14. Гончар И.Н. Повышение эффективности абразивной обработки материалов скользящей поверхности лыж./ Автореф. дис. канд. наук.- Львов, 1988.- 21с.
15. Заяць І.М. Обробка деревини і деревних матеріалів абразивами.-Львів: Атлас, 2001.- 219с.
16. Палинский В.И., Новоселов Ю.А. Определение теплового поля при многопроходном шлифовании твердых сплавов.- Вестник машиностроения, 1963, №11.- С.46-51.

Аннотация

АНАЛИЗ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ МАССИВНОЙ ДРЕВЕСИНЫ АБРАЗИВНЫМИ КРУГАМИ

Гончар И.Н.

Проанализировано особенности протекания тепловых процессов в зоне контакта инструмент-заготовка при шлифовании жесткими абразивными кругами. Определены пути снижения контактной температуры при абразивной обработке древесины.

Abstract

HEAT BALANCE PECULIARITIES DURING THE WOOD GRINDING WITH THE ABRASIVE DISKS

Honchar I.

The peculiarities of the heat-processes passing in the area of contact have been analyzed during the rigid abrasive-disks grinding. The ways of contact-temperature reducing have been determined during/when... the wood abrasive-working.

УДК 674.055:621.914.2

ФРЕЗЕРНЫЙ ДЕРЕВОРЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ С ИЗМЕНЯЕМЫМИ УГЛАМИ РЕЗАНИЯ И УСЛОВИЕ ЕГО РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Гришкевич А. А., канд. техн. наук, доцент; Вихренко В. С., доктор физико-математ. наук, профессор; Гаранин В. Н., канд. техн. наук, доцент; Аникеенко А. Ф., канд. техн. наук, старший преподаватель (Белорусский государственный технологический университет, г. Минск)

В статье рассмотрена новая конструкция адаптивного фрезерного инструмента, имеющая возможность изменять угол наклона кромки, передний и задний углы, а также угол наклона в радиальном направлении (переход цилиндрического на коническое фрезерование).

Сегментный узел, на котором крепится нож, имеет три степени свободы относительно корпуса фрезы. Основной проблемой при эксплуатации инструмента с подвижными элементами является фиксация движущихся частей во время разгона. С целью определения условий устойчивой его работы на этапах разгона и торможения фрезы или в процессе резания требуется исследование распределения действующих на него сил, включая силы инерции. Установлено, чем ниже угловая скорость разгона инструмента, тем больше времени требуется сдерживать сегментный узел от смещения относительно корпуса инструмента и поэтому для фиксации сегментного узла необходимо предусматривать механизм, предотвращающий в момент разгона смещение ножей относительно выставленных положений. В результате расчетов была получена зависимость минимально допустимого коэффициента трения в процессе разгона фрезы.

Обработка древесины и древесных материалов методом фрезерования остается значимым технологическим процессом в столярно-строительном и мебельном производствах. Получение при этом продукции установленного качества согласно нормативно-технической документации с одновременным снижением энергетических затрат является и сегодня насущным вопросом для научных исследований. В этом направлении в настоящее время ведутся работы на кафедре деревообрабатывающих станков и инструментов и уже разработана новая конструкция фрезы сборной, которая позволяет вести исследовательские работы благодаря возможности в конструкции инструмента изменять положение ножа относительно оси вращения (угол наклона кромки λ) и изменять передний и задние углы [1].

Рассматриваемая фреза (рисунок 1) позволяет уменьшить составляющие силы резания, повысить суммарную стойкость инструмента, устранить сколы на обработанной поверхности.

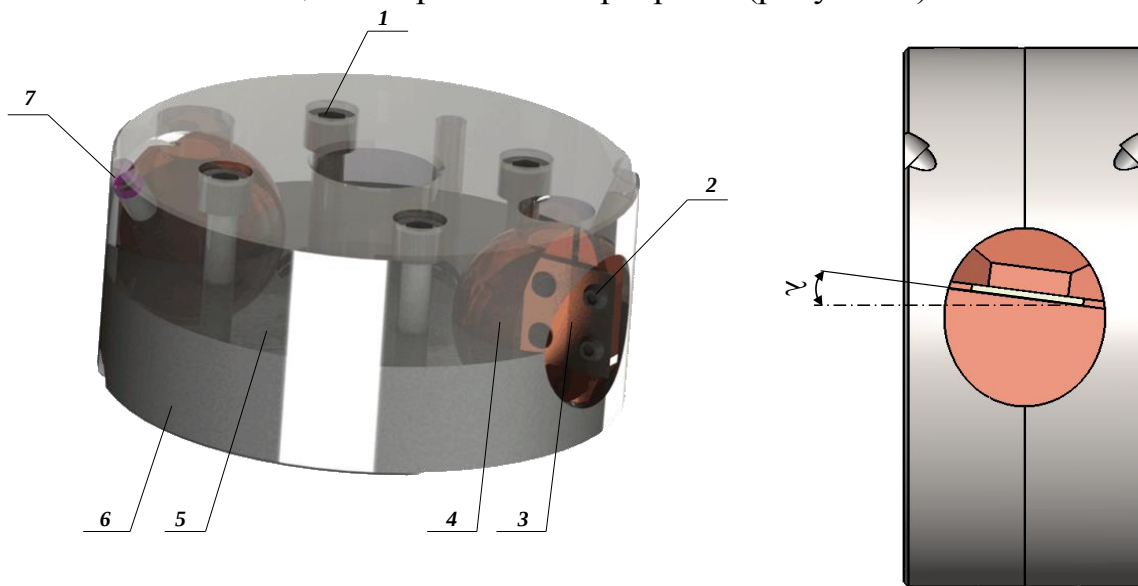
Однако, как указывалось в [1], конструкция инструмента требует доработки, что ведет к необходимости проведения дополнительных

теоретических расчетов, особенно в режимах ее разгона и торможения, которым и посвящена данная работа.

Новая конструкция фрезы (рисунок 1) состоит из крепежных винтов 1, винтов для фиксации ножа 2, ножа 3, сегментного узла 4, на котором крепится нож, являющегося частью шара, и контактирует с корпусом 5,6 по части сферической поверхности. Сегментный узел фиксируется винтами 7. Сегментный узел имеет три вращательных степени свободы относительно корпуса фрезы, что обеспечивает широкие возможности по установке ориентации ножа как для целей научных исследований, так и при использовании в производстве с целью оптимизации процессов обработки заготовок.

С целью определения условий устойчивой работы сегмента на этапах разгона - торможения фрезы или в процессе резания необходимо исследовать распределение действующих на него сил, включая силы инерции. Для этого определим координаты центра тяжести и компоненты тензора моментов инерции сегментного узла в сборе с ножом.

Так как сегментный узел симметричен относительно плоскости деления двух частей корпуса фрезы, делаем разрез по оси симметрии и разбиваем на простейшие фигуры, что позволяет рассчитать положение центра тяжести без использования специализированных программ (рисунок 2).



1 – крепежный винт; 2 – винт для фиксации ножа; 3 – нож; 4 – сегментный узел; 5,6 – левая и правая части корпуса фрезы; 7 – винт для фиксации сегмента; λ – угол наклона кромки.

Рис. 1. Фреза адаптивная сборная с изменяемыми угловыми параметрами

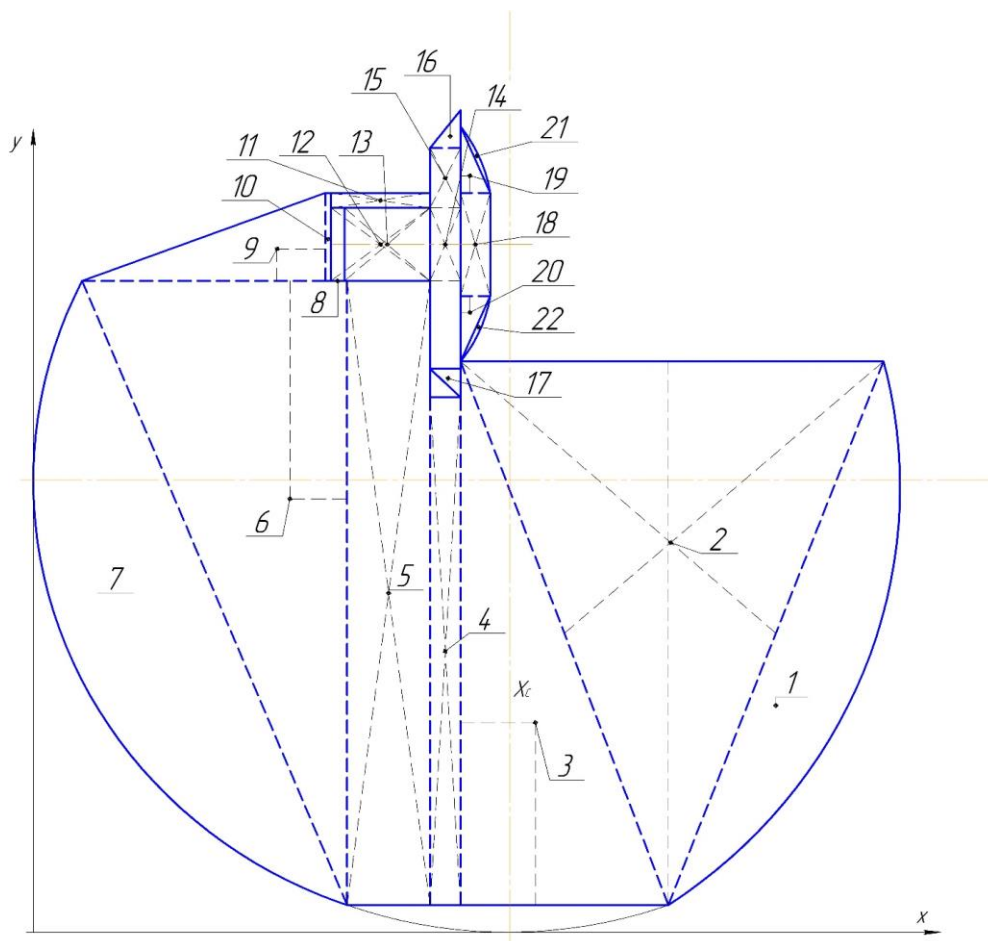


Рис.2. Схема для расчета центра масс системы

Однако более точные результаты можно получить, если воспользоваться одной из таких программ как SolidWorks. Для этого была построена 3D модель сегментного узла и выполнены соответствующие вычисления. Результаты вычислений приведены ниже (рисунок 3). Отметим, что на рисунках расстояния указаны в миллиметрах, тогда как в формулах и в результатах вычислений используются основные единицы системы СИ (кг, м, с).

Основная проблема при эксплуатации инструмента с подвижными элементами – это фиксация движущихся частей во время разгона. При установившейся работе инструмента такая проблема отсутствует, поскольку на сегментный узел действуют большие центробежные (нормальные) силы инерции, обеспечивающие силы трения, достаточные для стабилизации позиционирования всех элементов фрезы.

Центр масс: (мм)

$X = -0.68$

$Y = -3.36$

$Z = 0.00$

Главные оси инерции и главные моменты инерции:

Относительно центра масс.

$$I_x = (0.98, -0.21, 0.00) \quad P_x = 26112.07$$

$$I_y = (0.00, 0.00, -1.00) \quad P_y = 26956.43$$

$$I_z = (0.21, 0.98, 0.00) \quad P_z = 34689.64$$

Момент инерции:

Взято относительно центра масс с привязкой к системе координат тела.

$$L_{xx} = 26496.34$$

$$L_{xy} = -1774.37$$

$$L_{xz} = 0.11$$

$$L_{yx} = -1774.37$$

$$L_{yy} = 34305.38$$

$$L_{yz} = -0.01$$

$$L_{zx} = 0.11$$

$$L_{zy} = -0.01$$

$$L_{zz} = 26956.43$$

Момент инерции:

Взято относительно центра масс с привязкой к общей системе координат.

$$I_{xx} = 28468.77$$

$$I_{xy} = -1303.12$$

$$I_{xz} = 0.11$$

$$I_{yx} = -1303.12$$

$$I_{yy} = 34417.97$$

$$I_{yz} = 0.00$$

$$I_{zx} = 0.11$$

$$I_{zy} = 0.00$$

$$I_{zz} = 29041.46$$

Рис. 3. Результаты расчетов по программе SolidWorks

Составим расчетную схему сегментного узла (рисунок 4) и зададимся следующими параметрами:

$\omega = 800 \text{ с}^{-1}$ – угловая скорость вращения инструмента;

$\varepsilon = 800 \text{ с}^{-2}$ – угловое ускорения инструмента в режиме разгона;

$m = 0,2 \text{ кг}$ – масса подвижной части.

Во время разгона момент центробежной силы инерции, действующей на сегментный узел, в соответствии с расположением центра масс, стремится повернуть его по ходу часовой стрелки. Поэтому силы трения, предотвращающие этот поворот, должны быть направлены, как указано на рисунке 4.

Предположим, что нормальное давление распределено пропорционально углу, составляемому направлением нормального усилия с горизонтальной осью. Задачу сведем к плоской, а направление результирующего нормального усилия определим интегрированием распределенной нагрузки по углу. Для упрощения расчетов пренебрегаем некоторой асимметрией распределения нормальных реакций в правой и левой частях рисунка 4. Будем полагать, что нормальные реакции N_1 и N_2 составляют с горизонтальной осью одинаковый угол φ в обеих частях рисунка. Вычисления показывают, что $\varphi \cong 10^\circ$. Нормальная Φ_n , касательная Φ_τ силы инерции и момент сил инерции относительно центра масс M_C^Φ определяются по известным соотношениям ($R = 0,05 \text{ м}$ – расстояние центра масс сегментного узла до оси вращения фрезы) [2]:

$$\Phi_n = ma_n = m\omega^2 R, \quad \Phi_\tau = ma_\tau = m\varepsilon R, \quad M_C^\Phi = I_{Czz} \varepsilon. \quad (1)$$

Составим в рамках принципа Даламбера [2] три уравнения динамического равновесия сегментного узла: суммы проекций сил на оси x , y и сумму моментов сил относительно центра сферы, соответственно

$$-\Phi_n \sin \psi - \Phi_\tau \cos \psi - F_{\text{тр}1} \sin \varphi - F_{\text{тр}2} \sin \varphi + N_2 \cos \varphi - N_1 \cos \varphi = 0 \quad (2)$$

где $F_{\text{тр}1}$ и $F_{\text{тр}2}$ – результирующие силы трения, действующие на сегментный узел со стороны опорных поверхностей 5 и 6 корпуса фрезы, Н;

ψ – угол между линией, проходящей через центр тяжести сегментного узла и осью вращения фрезы, и вертикальной осью на рисунке 4;

$$\Phi_n \cos \psi - \Phi_\tau \sin \psi + F_{\text{тр}1} \cos \varphi - F_{\text{тр}2} \cos \varphi - N_2 \sin \varphi - N_1 \sin \varphi = 0 \quad (3)$$

$$-x\Phi_n - y\Phi_\tau + (2/\pi)r(F_{\text{тр}1} + F_{\text{тр}2}) + M_C^\Phi = 0, \quad (4)$$

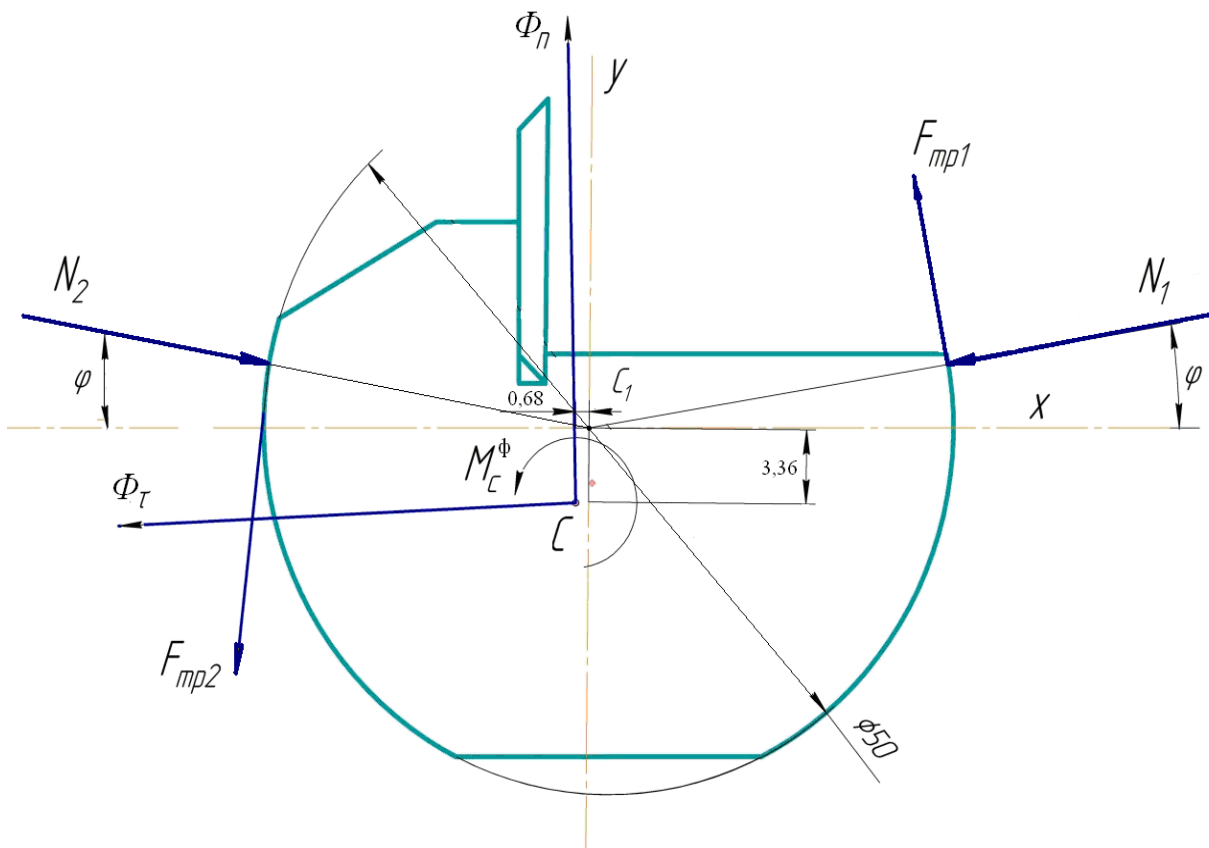


Рис. 4. Схема распределения сил, действующих на сегмент во время разгона фрезы

$R = 0,05$ м – расстояние от оси вращения фрезы до центра тяжести сегментного узла;

$r = 0,025$ м – радиус сферической поверхности сегментного узла;

$x = 0,00068$ м и $y = 0,00336$ м – плечи сил инерции относительно центра масс.

Отметим, что при переходе к плоской модели плечи сил трения относительно оси сферы изменяются от r до нуля, и интегрирование по угловой переменной приводит к появлению множителя $(2/\pi)$ в уравнении (4).

Решая задачу по методу предельного равновесия [2], т. е. полагая, что силы трения достигли своих предельных значений, определим минимальное значение коэффициента трения $\bar{f}$ (для сокращения обозначений в последующих уравнениях фигурирует приведенный коэффициент трения f , отличающийся от действительного множителем $\pi/2$ согласно уравнению (5)), достаточное для обеспечения относительного равновесия сегментного узла в корпусе фрезы:

$$F_{\tau j} = f N_j, \quad f = (2/\pi) \bar{f} \quad j=1,2, \quad (5)$$

где N_j – результирующая нормальная реакция опорной поверхности j , Н.

Используя уравнение (5) в уравнениях равновесия (2) и (3), перепишем последние в виде:

$$(N_2 - N_1) \cos \varphi - f(N_2 + N_1) \sin \varphi = \Phi_n \sin \psi + \Phi_\tau \cos \psi, \quad (6)$$

$$(N_2 + N_1) \sin \varphi + f(N_2 - N_1) \cos \varphi = \Phi_n \cos \psi - \Phi_\tau \sin \psi, \quad (7)$$

решение которых позволяет определить сумму нормальных реакций

$$N_1 + N_2 = \frac{\Phi_n (\cos \psi - f \sin \psi) - \Phi_\tau (\sin \psi + f \cos \psi)}{(1 + f^2) \sin \varphi}. \quad (8)$$

Подставляя полученный результат в уравнение (4) с использованием (5), приходим к уравнению

$$\frac{f}{1 + f^2} \frac{\Phi_n (\cos \psi - f \sin \psi) - \Phi_\tau (\sin \psi + f \cos \psi)}{\sin \varphi} r = x \Phi_n + y \Phi_\tau - M_C^\Phi, \quad (9)$$

которое сводится к квадратному уравнению относительно искомого минимально допустимого значения коэффициента трения

$$f^2 - 2bf + c = 0, \quad (10)$$

где b и c находим по следующим зависимостям:

$$b = \frac{1}{2B} (\varepsilon t^2 \cos \psi - \sin \psi), \quad c = \frac{1}{B} \left(\frac{x}{r} \varepsilon t^2 + \frac{y}{r} - \frac{J_C}{mrR} \right) \sin \varphi, \quad (11)$$

где J_C – момент инерции сегментного узла относительно точки C , кг·м²;

B – коэффициент, который находим по следующей зависимости:

$$B = \left(\frac{x}{r} \sin \varphi + \sin \psi \right) \varepsilon t^2 + \left(\frac{y}{r} - \frac{J_C}{mrR} \right) \sin \varphi + \cos \psi \quad (12)$$

При получении записанных соотношений предполагалось, что разгон фрезы происходит равноускоренно $\omega = \varepsilon t$, $\varepsilon = \omega_{\text{ном}}/\tau$, τ – время разгона, $\omega_{\text{ном}}$ – номинальная угловая скорость вращения фрезы в установившемся режиме.

При положительных значениях коэффициентов b и c в качестве решения уравнения (10) следует принять

$$f = b - \sqrt{b^2 - c} \quad (13)$$

На рисунке 5 показана зависимость от времени минимально допустимого значения коэффициента трения $\bar{f}$, найденная по уравнению (13) (с учетом (5)), при различных угловых ускорениях на этапе разгона фрезы. Результаты расчетов показывают, что по мере увеличения угловой скорости (пропорционально времени) минимально допустимое значение коэффициента трения асимптотически стремится к пределу 0,0075, что значительно меньше коэффициента трения стали по стали (около 0,1).

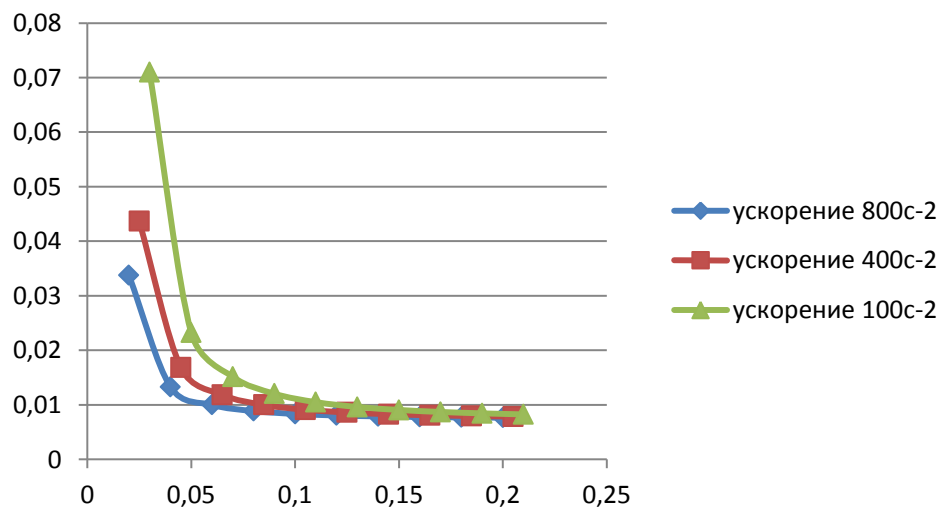


Рис. 5. График зависимости коэффициента трения $\bar{f}$ от времени t

При $b^2 < c$ действительные решения уравнения (13) отсутствуют и при $b^2 - c < 0$ (рисунок 6) в предположении малости коэффициента трения его следует искать согласно выражению

$$f = \frac{c}{2b} = \frac{(x/r)\epsilon t^2 + (y/r) - (J_c / mrR)}{|\epsilon t^2 \cos \psi - \sin \psi|}. \quad (14)$$

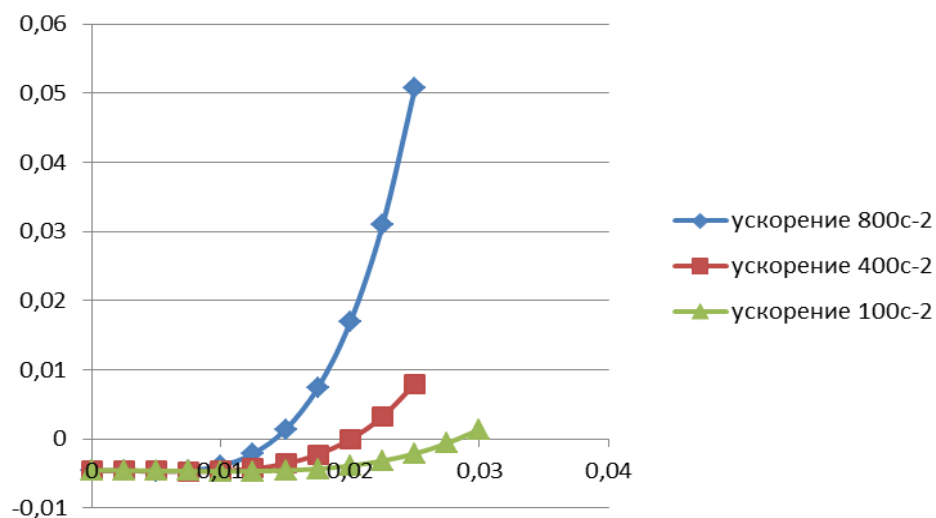


Рис. 6. График зависимости $b^2 - c$ от времени t

Отметим, что условие $b > 0$ выполняется для моментов времени

$$t > \sqrt{\operatorname{tg} \psi / \varepsilon}, \quad (15)$$

При меньших временах после начала разгона фрезы вследствие действия момента сил инерции M_C^Φ силы трения будут действовать противоположно указанным на рисунке 4 направлениям.

Поскольку решение уравнения (10) приводит к значениям коэффициента трения, значительно меньшим единицы, то можно пренебречь слагаемым f^2 в этом уравнении, и для любых моментов времени определять коэффициент трения по соотношению (14).

Таким образом, для фиксации сегментного узла необходимо предусматривать механизм, предотвращающий в момент разгона смещение ножей относительно выставленных положений. Причем, как видно из графика на рисунке 6, чем ниже угловая скорость разгона инструмента, тем больше времени требуется сдерживать сегментный узел от смещения относительно корпуса инструмента.

Выводы: В результате расчетов была получена зависимость минимально допустимого коэффициента трения в процессе разгона фрезы. Полученные результаты показали, что при не слишком малых временах с начала разгона коэффициент трения порядка 0,1, характерный для сопрягаемых стальных деталей, надежно обеспечивает фиксацию сегментного узла относительно корпуса фрезы. При малых временах возникающие силы инерции не велики, и для обеспечения фиксации узла достаточно использовать одно из простейших фиксирующих приспособлений, например, один или два винта небольшого сечения.

Список литературы

1. Гришкевич, А.А. Особенности фрезерного сборного инструмента с изменяемыми углами: передним и наклона режущей кромки // А.А. Гришкевич, А.Ф. Аникеенко, В.Н. Гаранин // Труды БГТУ. – 2014. – Сер II (166): Лесная и деревообработ. пром-сть. – С. 175-177.
2. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики: учеб. для вузов. – 12-е изд., стер – М.: Высш. Шк., 1998. – 416 с.

Аннотация

ФРЕЗЕРНЫЙ ДЕРЕВОРЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ С ИЗМЕНЯЕМЫМИ УГЛАМИ РЕЗАНИЯ И УСЛОВИЕ ЕГО РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Гришкевич А. А., Вихренко В. С., Гаранин В. Н., Аникеенко А. Ф.

В статье рассмотрена новая конструкция адаптивного фрезерного инструмента, имеющая возможность изменять угол наклона кромки, передний и задний углы, а также угол наклона в радиальном направлении (переход цилиндрического на коническое фрезерование). Сегментный узел, на котором

крепится нож, имеет три степени свободы относительно корпуса фрезы. Основной проблемой при эксплуатации инструмента с подвижными элементами является фиксация движущихся частей во время разгона. С целью определения условий устойчивой его работы на этапах разгона и торможения фрезы или в процессе резания требуется исследование распределения действующих на него сил, включая силы инерции. В результате расчетов была получена зависимость минимально допустимого коэффициента трения в процессе разгона фрезы.

Abstract

THE MILLING WOODCUTTING TOOL WITH CHANGEABLE ANGLES OF CUTTING AND THE CONDITION OF ITS WORKING CAPACITY

Grishkevich A. A., Vikhrenko V. S., Garanin V. N.

The article deals with a new design of the adaptive milling tool having the ability to change the edge inclination, the cutting and back angles, and the edge inclination in the radial direction (transition from cylindrical to conic milling). Segment assembly on which the blade is fixed has three degrees of freedom relative to the mill body. The main problem when operating the instrument with moving parts is to fix the moving parts during acceleration. For the purpose of determining the conditions of its stable operation during acceleration and deceleration of the mill or cutting process the study of the distribution of acting forces, including inertia forces is required. The dependence of the minimum coefficient of friction during acceleration of the mill was obtained on the basis of calculations.

УДК 629.1.01

ДОСЛІДЖЕННЯ ГОРИЗОНТАЛЬНО-ПОПЕРЕЧНИХ КОЛИВАНЬ НАПІВПРИЧЕПУ

**Калінін Є.І., к.т.н., доцент, Шуляк М.Л., к.т.н., доцент,
Поляшенко С.О., к.т.н., доцент**

*Харківський національний технічний університет
сільського господарства імені Петра Василенка*

В роботі розглядається питання про вплив наявності підвіски напівпричепу на характер його коливань. Проведений порівняльний аналіз схем з урахуванням підвіски та без неї.

Вступ. Опис процесу кочення еластичного колеса за допомогою рівнянь статички і витрат потужності не дозволяють отримати повного уявлення про

роботу такої складної статично невизначеної системи, якою є еластичне колесо. Рівняння силового та потужностного балансів містять більше невідомих, ніж рівнянь, потрібних для їх визначення. Для точного розв'язання задачі необхідні додаткові рівняння можна отримати з розгляду роботи оболонки шини, представленої навіть у вигляді спрощеної розрахункової схеми. Такий підхід дозволяє оцінити вплив конструкції і матеріалу окремих елементів шини на основні зовнішні характеристики колеса. Однак такі розв'язання є досить складними, і тому на практиці широко використовується метод розгляду зовнішньої механіки колеса, що дозволяє отримати експериментально-аналітичний зв'язок між його основними зовнішніми характеристиками. Цей метод заснований на спільному розв'язанні рівнянь силового і потужностного балансів колеса, а також введення ряду величин за визначенням і обґрунтованих припущень. Такий підхід дозволяє оцінити вплив параметрів еластичного колеса на роботу всього енергетичного засобу.

Аналіз останніх досягнень та публікацій. Відомо, що при деяких режимах руху транспортного засобу по дорогах можуть виникнути горизонтально-поперечні коливання – «вихляння». Основна причина зазначеного явища – деформованість шин [1], для врахування якої можуть бути використані відомі теорії І. Рокара, Дж. Г. Грейданса, М. В. Келдиша [2]. Найбільшого поширення в силу її простоти отримала теорія І. Рокара.

Мета та постановка задачі. В даній роботі ставиться завдання дослідження горизонтально-поперечних коливань одного типу напівпричепа із застосуванням теорії бічного відведення Рокара.

Вирішення задачі. Схема напівпричепа показана на рис. 1. Розглядається обернена задача, тобто приймаємо, що точка зчипки нерухома, а поверхня дороги подається під колеса з постійною швидкістю v .

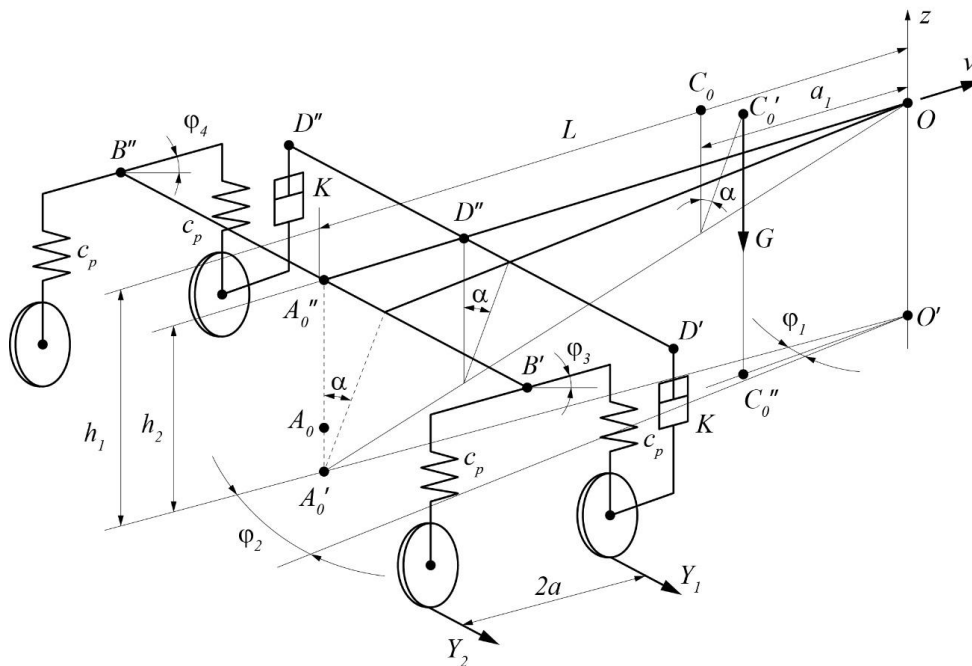


Рисунок 1 – Схема горизонтально-поперечних коливань напівпричепа

Коливання напівпричепа приймаються достатньо малими, зазорів в зчіпному пристрої немає, а кочення шин по дорозі відбувається без прослизання.

Ресори незалежної балансірної підвіски напівпричепа прийемо у вигляді твердих балок, що мають можливість вільно обертатися навколо вісі $B'B''$, з пружними елементами жорсткості c_p на кінцях. Амортизатори з коефіцієнтами опору K кріпляться до осей передніх коліс і до кузова напівпричепа в точках D' і D'' .

Напівпричіп представлений чотирьохмасовою системою: маса M_1 підресореної частини напівпричепа розташована в точці C_0 (при невідхиленому положенні кузова напівпричепа) на висоті h_1 від поверхні дороги; маса M_2 непідресорених частин, які в нашому випадку представлені масами чотирьох коліс, розташована в точці A_0 ; m_1 та m_2 – маси ресор, розташованих в точках B' та B'' .

Характерною особливістю напівпричепа є те, що його підресорена частина, яка жорстко пов'язана з дишлом, являє собою тверде тіло, що шарнірно закріплене в точці зчіпки. Тому вісь крену повинна проходити через точку O . З іншого боку, для напівпричепа з незалежною балансірною підвіскою точка A'_0 розташовується в площині дороги [3]. Отже, підресорена частина напівпричепа через наявність підвіски може здійснювати поперечні коливання навколо вісі крену OA'_0 .

Передбачається, що положення вісі крену постійне незважаючи на перерозподіл навантажень на колеса. Кут крену рами напівпричепа, заміряний в вертикальній площині, що проходить через точку A_0 , позначений α . Цей кут виражається через φ_1 і φ_2 , де φ_1 – координата, що визначає відхилення центру мас M_1 від нейтрального положення, φ_2 – координата, що визначає відхилення проекції точки A_0 на опорній поверхні від нейтрального положення поздовжньої вісі напівпричепа. З рис. 1 можна визначити залежність кута крену α від координат φ_1 і φ_2 :

$$\alpha = \frac{L}{h_2}(\varphi_2 - \varphi_1), \quad (1)$$

де L – база напівпричепа.

Введено також φ_3 і φ_4 – координати кутів повороту правої і лівої ресори навколо вісі $B'B''$. Приріст Δh_1 запишеться через координати φ_1 і φ_2 на підставі (1) наступним чином:

$$\Delta h_1 = \frac{L^2}{2h_2^2} \left(h_1 - h_2 \frac{L - a_1}{L} \right) (\varphi_2 - \varphi_1)^2. \quad (2)$$

З урахуванням (1) та (2) вирази кінетичної і потенційної енергій і дисипативної функції системи мають вигляд:

$$T = \frac{1}{2} \left[\sum_{i=1}^4 I_i \dot{\varphi}_i^2 + E(\dot{\varphi}_2 - \dot{\varphi}_1)^2 \right], \quad (3)$$

$$\Pi = \frac{1}{2} c_p \frac{a^2}{2} (\varphi_3^2 + \varphi_4^2) + \frac{1}{2} \left[c_1 - M_1 g \frac{L^2}{2h_2^2} \left(h_1 - h_2 \frac{L - a_1}{L} \right) \right] (\varphi_2 - \varphi_1)^2, \quad (4)$$

$$R = \frac{1}{2} k_1 (\varphi_2 - \varphi_1)^2, \quad (5)$$

де

$$E = L^2 \left(1 + \frac{B_2^2}{4h_2^2} \right) (m_1 + m_2); \quad (6)$$

$$c_1 = \frac{B_1^2 L^2}{h_2^2} c_p; \quad (7)$$

$$k_1 = \frac{B_2^2 L^2}{2h_2^2} k_\partial, \quad (8)$$

B_1 – ресорна колія; B_2 – відстань $D'D''$; I_1 і I_2 – моменти інерції підресореної і невідресореної частин напівпричепа відносно вісі z ; I_3 , I_4 – моменти інерції ресор відносно вісі гойдання ресор.

Відповідно до теорії І. Рокара [4] деформований пневматик прийнятий у вигляді жорсткого диска, наділеного властивістю бічного відведення. Отже, до даної системи додатково включені дві сили бічного відведення Y_1 і Y_2 передньої і задньої пари коліс, які визначаються наступним чином:

$$Y_1 = k \left(\frac{L - a}{v} \varphi_2 + \varphi_2 \right), \quad (9)$$

$$Y_2 = k \left(\frac{L + a}{v} \varphi_2 + \varphi_2 \right), \quad (10)$$

де k – коефіцієнт опору боковому відведенню.

Узагальнені сили, які діють на напівпричеп, на основі рівняння (4) будуть дорівнювати:

$$Q_2 = -k \left(\frac{L^2 + a^2}{v} \varphi_2 + 2L \varphi_2 \right), \quad Q_1 = 0. \quad (11)$$

На основі (3) та (5) рівняння Лагранжу II-го роду представляється у вигляді:

$$A\ddot{\bar{X}} + B\dot{\bar{X}} + C\bar{X} = 0$$

$$\bar{X} = \begin{pmatrix} \varphi_1 \\ \varphi_2 \end{pmatrix} \quad (12)$$

$$I_i \varphi_i + c_p \frac{a^2}{2} \varphi_i = 0, \quad i = 3, 4$$

де

$$A = \begin{pmatrix} I_1 + E & -E \\ -c_2 & c_2 + 2kL \end{pmatrix}, \quad (13)$$

$$B = \begin{pmatrix} k_1 & -k_1 \\ -k_1 & k_1 + k \frac{L^2 + a^2}{v} \end{pmatrix}, \quad (14)$$

$$C = \begin{pmatrix} c_2 & -c_2 \\ -c_2 & c_2 + 2kL \end{pmatrix}, \quad (15)$$

$$c_2 = c_1 - M_1 g \frac{L^2}{2h_2^2} \left(h_1 - h_2 \frac{L - a_1}{L} \right). \quad (16)$$

Останні два рівняння системи (12) відокремилися. Це говорить про те, що коливання ресор кінематично не пов'язані з коливаннями підресореної і невідресореної мас.

Надалі будемо розглядати тільки перші два рівняння системи (12), що описують горизонтально-поперечні коливання напівпричепа:

$$A\ddot{\bar{X}} + B\dot{\bar{X}} + C\bar{X} = 0. \quad (17)$$

Система (17) є лінійною системою диференціальних рівнянь з постійними коефіцієнтами. При виконанні умов симетричності і позитивної визначеності матриць A , B і C система буде асимптотично стійкою [5].

Перевірка цих умов приводить до критерію стійкості виду:

$$c_1 > M_1 g \frac{L^2}{2h_2^2} \left(h_1 - h_2 \frac{L - a_1}{L} \right). \quad (18)$$

З (18) видно, що збільшення висоти центру підресореної маси або величини підресореної маси може призвести до порушення стійкості і перекидання напівпричепа. Зменшення вертикальної жорсткості ресор також призводить до втрати стійкості руху напівпричепа.

При виконанні умови (18) розв'язанням системи (17) буде затухаючий коливальний процес або монотонне прагнення координат φ_1 і φ_2 до нейтрального положення.

Особливий інтерес представляє випадок заблокованою підвіски ($\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi$). В цьому випадку виведення системи диференціальних рівнянь, що описують горизонтально-поперечні коливання, приводить до рівняння виду:

$$(I_1 + I_2)\ddot{\varphi} + k \frac{L^2 + a^2}{v} \dot{\varphi} + 2kL\varphi = 0. \quad (19)$$

Декремент згасання, який визначається цим рівнянням, дорівнює:

$$D = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{8L(I_1 + I_2)}{k(L_2 + a^2)^2} v^2 - 1}}. \quad (20)$$

Порівняння декрементів згасання для схеми із заблокованою підвіскою з декрементами згасання координати φ_2 системи (17) дає можливість з'ясувати вплив підвіски на характер досліджуваної стійкості напівпричепа.

Для ілюстрації використання викладеної методики розглянута модельна схема з наступними значеннями параметрів [6]:

$E = 2126 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; $I_1 = 123215 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; $I_2 = 14361 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; $M_1 = 4500 \text{ кг}$; $c_p = 225000 \text{ кг/с}^2$; $c_1 = 12155500 \text{ кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}^2$; $L = 7,35 \text{ м}$; $k_1 = 982220 \text{ кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}$; $h_1 = 2,75 \text{ м}$; $a_1 = 0,605 \text{ м}$; $h_2 = 1,05 \text{ м}$; $v = 22 \text{ м/с}$.

Коефіцієнт опору бічному відведенню k був прийнятий на рівні $176580 \text{ кг}\cdot\text{м/рад}\cdot\text{с}^2$.

Чисельний розрахунок системи (17) при різних значеннях v і k , і фіксованих інших параметрах показав, що збільшення швидкості і зменшення коефіцієнта опору бічному відведенню призводить до збільшення часу згасання горизонтально-поперечних коливань напівпричепа і, отже, сприяє виникненню і підтримці цих коливань. Лімітаційна швидкість [1] дорівнює приблизно 8 м/с .

На рис. 2 наведені розв'язки системи (17) при різних значеннях c_1 . З графіка видно, що при швидкості руху 22 м/с напівпричіп здійснює затухаючі (горизонтальні) коливання.

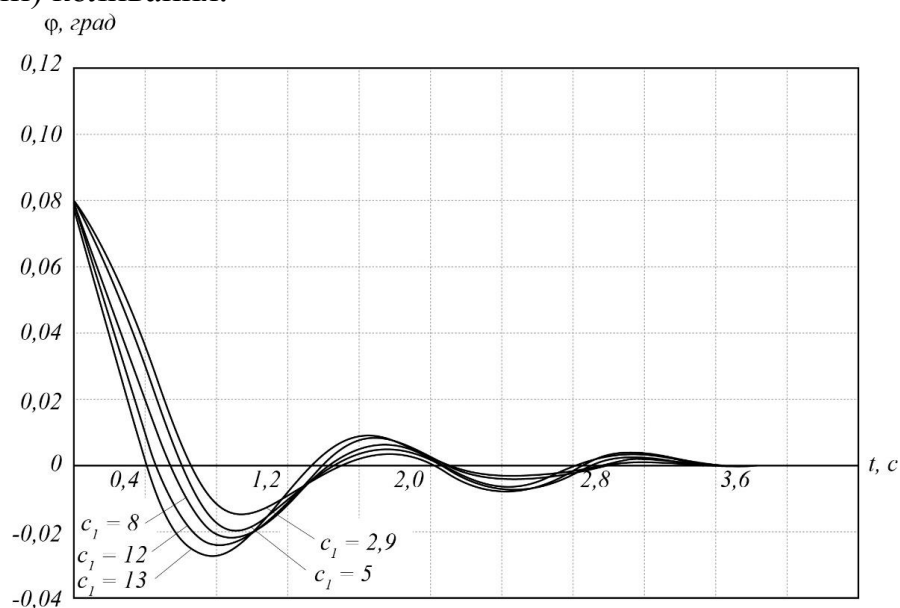


Рисунок 2 – Поведінка координати φ_2 в залежності від часу для різних значень приведеної вертикальної жорсткості ресори c_1

Результати розрахунку декрементів для розглянутих схем наведені на рис. 3.

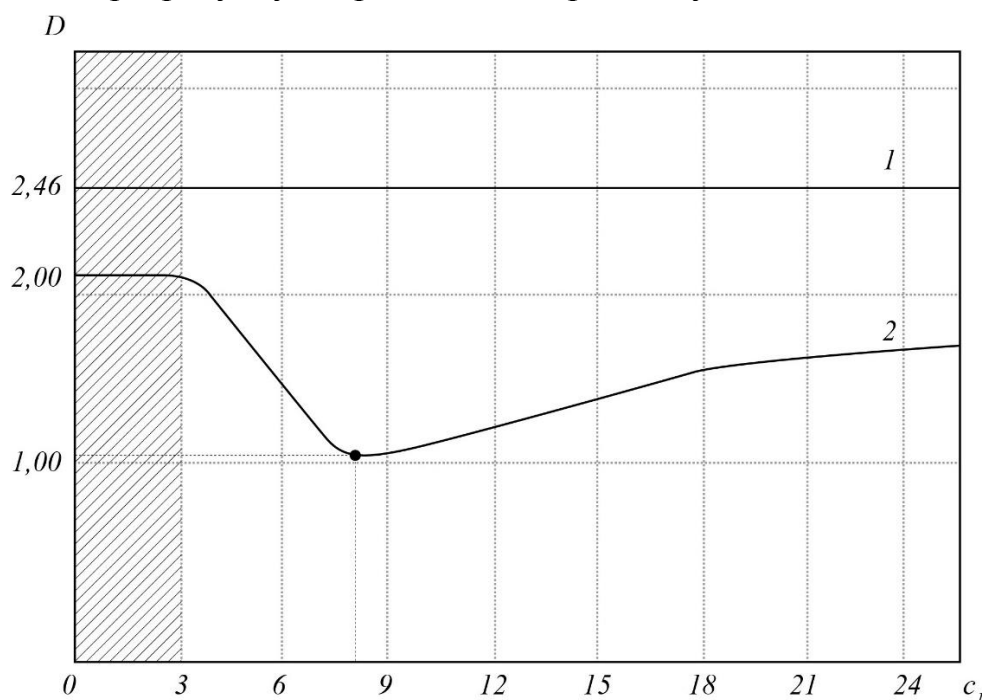


Рисунок 3 – Залежність декременту згасання координати φ_2 від вертикальної жорсткості ресори c_1 :

1 – заблокована підвіска ($D = \text{const}$); 2 – робоча підвіска; $c_1 < 2,9$ – зона нестійкого руху напівпричепу

Висновки. На підставі отриманих чисельних розв'язань на ПК системи (17) були визначені декременти згасання D_2 координати φ_2 для відповідних значень параметра c_1 . Поряд з цим було визначено декремент згасання D за формулою (20). З рис. 3 впливає (крива 2), що зменшення приведеної вертикальної жорсткості ресори до значення близько $8 \text{ кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}^2$ призводить до зменшення декременту згасання, або що те ж саме, до погіршення стійкості.

Подальше зменшення c_1 до $2,9 \text{ кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}^2$ (що відповідає $c_2 \approx 0$) призводить до збільшення декременту згасання, або до підвищення стійкості, що цілком узгоджується з висновками деяких авторів про те, що введення (урахування) підвіски покращує стійкість причіпного пристрою.

Розрахунок показав також, що декремент згасання, обчислений для схеми із заблокованою підвіскою, більше будь-якого декременту, обчисленого для схеми з урахуванням підвіски. Даний висновок підтверджує думку, що підвіска погіршує стійкість руху причіпного пристрою, в ряді випадків сприяє виникненню і підтримці його горизонтально-поперечних коливань.

Список використаних джерел

1. Закин Я.Х. Прикладная теория движения автопоезда / Я.Х. Закин. – М.: Транспорт, 1967. – 356 с.

2. Неймарк Ю.И. Динамика неголономных систем / Ю.И. Неймарк, Н.А. Фуфаев. – М.: Наука, 1967. – 520 с.
3. Ротенберг Р.В. Подвеска автомобиля и его колебания / Р.В. Ротенберг. – М.: Машиностроение, 1960. – 356 с.
4. Рокар И. Неустойчивость в механике. Автомобили. Самолеты. Висячие мосты / И. Рокар. – М.: Иностранная литература, 1959. – 288 с.
5. Гантмахер Ф.Р. Лекции по аналитической механике / Ф.Р. Гантмахер. – М.: Наука, 1966 – 300 с.
6. Кобылянский И. Полуприцепы и их динамические характеристики / И. Кобылянский // Автомобильный транспорт. – 1963. – №4. – С. 13-15.

Аннотация

ИССЛЕДОВАНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНО-ПОПЕРЕЧНЫХ КОЛЕБАНИЙ ПОЛУПРИЦЕПА

Калинин Е.И., Шуляк М.Л., Поляшенко С.А.

В работе рассматривается вопрос о влиянии наличия подвески полуприцепа на характер его колебаний. Проведён сравнительный анализ схем с учетом подвески и без нее.

Abstract

STUDY OF HORIZONTAL AND TRANSVERSE VIBRATIONS SEMITRAILER

Y. Kalinin, M. Shulyak, S. Polyashenko

The article describes the impact of the presence of the semitrailer suspension on the nature of its vibrations. The comparative analysis of schemes based on the suspension, and without it.

УДК 621.891:620.179

ВПЛИВ ШВИДКОСТІ КОВЗАННЯ ТА ЗБЛИЖЕННЯ В ТРІБОСПОЛУЧЕННІ НА ЧАСТОТУ ІМПУЛЬСІВ АКУСТИЧНОЇ ЕМІСІЇ

Літовка С.В., к.т.н., доц.

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

Проведено теоретичне дослідження частоти імпульсів акустичної емісії як функції швидкості ковзання та зближення поверхонь у трібосполученнях машин лісового комплексу. Показано, що при збільшенні швидкості ковзання

трібосполучення прямопропорційно збільшується частота імпульсів акустичної емісії. При збільшенні зближення поверхонь частота імпульсів на початковому етапі збільшується інтенсивно і далі настає момент насичення.

Вступ. Основною причиною виходу з ладу в процесі експлуатації машин лісового комплексу є зношування їх поверхонь тертя. Це приводить до зниження показників надійності машин, а точніше, зниження терміну служби механізмів. Тому однією з основних задач, пов'язаних з розвитком сучасного машинобудування, є задача забезпечення міцності й надійності конструкцій машин лісового комплексу. При цьому залишається відкритим питання про кількісну оцінку нагромадження ушкоджень у реальних конструкціях. Досить ефективним щодо цього є метод акустичної емісії (АЕ) [1].

Аналіз публікацій. Як показує аналіз публікацій, найбільший прогрес у розвитку методу АЕ зв'язаний насамперед з можливістю виявлення появи й розвитку дефектів на самій ранній стадії функціонування трібосистеми. Крім того, метод дозволяє одержувати інформацію про об'єкт дослідження *in situ*, а не *post factum*, як це відбувається у випадку застосування більшості інших дослідницьких методів [2-4].

Відомі експериментальні дослідження сигналів АЕ присвячені пошуку закономірностей зміни акустико-емісійних параметрів при зміні зовнішніх характеристик тертя [5-8]. У цих дослідженнях відзначається, що характер фрикційних процесів і ступінь їх впливу на фрикційні параметри трібосполучень багато в чому визначається властивостями дискретного контакту, до яких сприйнятливі параметри АЕ.

Внаслідок цього, для розробки методик діагностики рухливих сполучень необхідно знати взаємозв'язок і представляти характер зміни цих параметрів від керованих зовнішніх факторів.

Ціль роботи. Метою даної роботи є встановлення функціональної залежності між швидкістю ковзання, зближенням у трібосполученні та частотою імпульсів АЕ.

Основна частина. У процесі тертя контакт мікронерівностей поверхонь існує кінцевий час, який визначається швидкістю ковзання та навантаженням. Динаміка плям контакту створює флуктуюче по глибині й у часі поле механічних напруг. Тому тертя твердих тіл можна розглядати як поверхневий динамічний процес одночасного виникнення і розпаду безлічі плям контакту [9].

При моделюванні акустичних властивостей фрикційного контакту при сухому терті в основу було покладене твердження, що акустичні сигнали виникають у результаті силової взаємодії мікронерівностей контактуючих тіл (рис. 1).

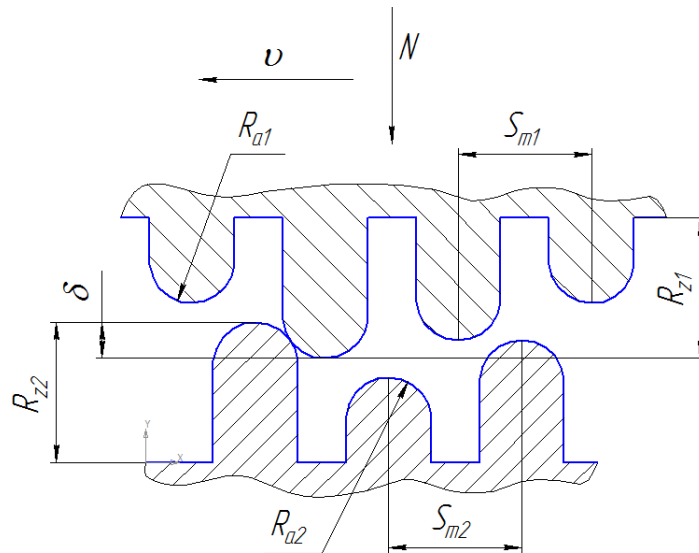


Рис. 1. Схема моделі контакту мікронерівностей трібосполучення

При виборі розрахункових співвідношень робимо наступні допущення: модель шорсткуватих поверхонь складається зі сферичних сегментів радіусом R , розташованих на твердій підставі; зближення двох поверхонь визначається навантаженням у трібосполученні; найближчі контакти не впливають один на одного; розподіл сферичних сегментів таке, що відтворюється реальний розподіл матеріалу по висоті шорсткуватого шару; навантаження прикладається нормально щодо підстави мікронерівностей; у процесі взаємодії виступів мікронерівностей один з одним відбувається пружна деформація останніх.

Моделювання проводиться для пари «кільце – кільце», поверхні взаємодіють торцевими сторонами.

При зближенні контактуючих поверхонь, тобто зі збільшенням нормальної сили, збільшуються контактні деформації, відповідно частина виступів, які раніше в контакт не вступали, тепер будуть контактувати. У міру зближення поверхонь середній інтервал часу між окремими імпульсами скорочується залежно від законів розподілу вершин мікронерівностей на контактуючих поверхнях.

Частота імпульсів АЕ пропорційна середній кількості контактів в одиницю часу, яка визначається по формулі [10]:

$$n_r = n_c \int_0^{\delta} \left[\int_0^{R_{z1}} \varphi_1(x) dx \right] \cdot \varphi_2(x) dx, \quad (16)$$

де n_c – загальне число виступів мікронерівностей на номінальній площі контакту по меншій поверхні тертя $F_{\min}$ визначається через середній крок нерівностей по вершинах [10]:

$$n_c = \frac{F_{\min}}{S_{m2}^2}; \quad (17)$$

R_{z1} – максимальна висота вершин мікронерівностей, м; δ – зближення поверхонь, м; $\varphi_1(x), \varphi_2(x)$ – щільності ймовірностей законів розподілу вершин мікронерівностей першого й другого тіл; S_{m2} – середній крок мікронерівностей по вершинах (ухвалюється менший), м.

Щільність ймовірностей законів розподілу вершин мікронерівностей першого й другого тіл добре описується нормальним законом розподілу, особливо для поверхонь із нерегулярним профілем [11]:

$$\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma} \cdot e^{-\frac{(x-M)^2}{2\sigma^2}}, \quad (18)$$

де M – математичне очікування відхилення профілю, м; σ – середнє квадратичне відхилення профілю, м.

Індекси 1 і 2 при абривіатурах величин відповідають вказівці на поверхні тертя.

Частота імпульсів АЕ для модельної пари «кільце – кільце» визначаємо по формулі:

$$\nu = n_r \cdot \frac{v_{ck}}{S_{m2}}, \quad (19)$$

де v_{ck} – швидкість ковзання мікронерівностей, м/с.

Підставляючи у вираз (19) залежності (16), (17) і (18) одержуємо:

$$\nu = \frac{v_{ck}}{S_{m2}} \cdot \frac{F_{\min}}{S_{m2}^2} \cdot \int_0^{\delta} \left[\int_0^{R_{z1}} \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma_1} \cdot e^{-\frac{(x-M_1)^2}{2\sigma_1^2}} dx \right] \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma_2} \cdot e^{-\frac{(x-M_2)^2}{2\sigma_2^2}} dx. \quad (20)$$

Для розрахунків у першому наближенні припускаємо, що радіус кривизни вершини вістря мікронерівності дорівнює середньоарифметичному відхиленню профілю R_a .

Для розрахунків ухвалюємо наступні дані:

– радіус кривизни вершин вістря мікронерівності

$$R_{a1} = 0,8 \cdot 10^{-6}; R_{a2} = 0,125 \cdot 10^{-6} \text{ м};$$

– максимальна висота вершин мікронерівностей, $R_{z1} = 3,2 \cdot 10^{-6} \text{ м};$

– зближення поверхонь варіюється в діапазоні $R_{z2}, \delta = 0 \dots 0,6 \cdot 10^{-6} \text{ м};$

– номінальна площа контакту по меншій поверхні тертя, $F_{\min} = 0,015 \text{ м};$

– середній крок мікронерівностей по вершинах, $S_{m2} = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ м};$

– математичне очікування відхилення профілю,

$$M_1 = 1,6 \cdot 10^{-6} \text{ м}, M_2 = 0,2 \cdot 10^{-6} \text{ м};$$

– середнє квадратичне відхилення профілю, $\sigma_1 = 0,92 \cdot 10^{-6}$ м, $\sigma_2 = 0,15 \cdot 10^{-6}$ м.

– швидкість ковзання мікронерівностей, $v_{ck} = 0 \dots 5$ м/с.

Результати дослідження. Результати розрахунків частоти імпульсів АЕ залежно від швидкості ковзання та зближення поверхонь представлено на рисунку 2.

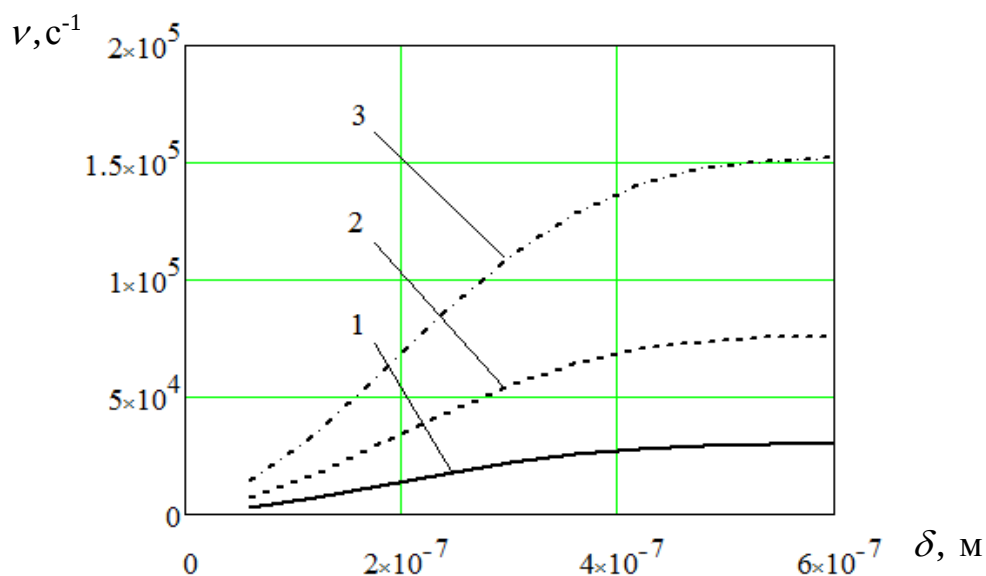


Рис. 2. - Графік залежності частоти імпульсів АЕ від швидкості ковзання та зближення поверхонь трібосполучення (1 – $v_{ck} = 1$ м/с, 2 – $v_{ck} = 2,5$ м/с, 3 – $v_{ck} = 5$ м/с)

З аналізу залежності (20) й графіка на рисунку 2 видно, що частота імпульсів АЕ збільшується при збільшенні зближення і швидкості ковзання поверхонь. Показане, що частота імпульсів АЕ прямопропорційно залежить від швидкості ковзання і для представлених максимальних значень швидкості ковзання та зближення досягає 150 кГц. Дані значення добре корелюють із експериментальними даними [2,12].

Крім цього, на графіку видно, що при збільшенні зближення поверхонь частота імпульсів АЕ на початковій стадії збільшується інтенсивно і далі інтенсивність знижується. Можна припустити, що настає момент насичення сигналу.

Висновки. На підставі теоретичних досліджень встановлено функціональний зв'язок частоти імпульсів АЕ зі швидкістю ковзання поверхонь і зближенням у трібосполученні. Показане, що при збільшенні швидкості ковзання трібосполучень прямопропорційно збільшується частота імпульсів АЕ. При збільшенні зближення поверхонь частота імпульсів на початковому етапі збільшується інтенсивно і далі настає момент насичення сигналу.

Список литературы

1. Свириденко А. И., Мышкин Н. К., Калмыкова Т. Ф. и др. Акустические и электрические методы в триботехнике. Минск: Наука и техника, 1987. – 280 с.
2. Рубцов В.Е. Использование акустической эмиссии для анализа процессов изнашивания при трении скольжения / В.Е. Рубцов, Е.А. Колубаев, А.В. Колубаев, В.Л. Попов // Письма в ЖТФ. – 2013. – Т. 39. – Вып. 4. – С. 79-84.
3. Маленко П. И. Исследование методом акустической эмиссии поверхностей трения в условиях смазывания / Конденсированные среды и межфазные границы. – 2011. – Т.13. – № 2. – С. 164—171.
4. Баранов А.В. Ультразвуковой мониторинг работы трибосопряжений / А.В. Баранов, С.В. Тарасевич, В.А. Вагнер // Ползуновский вестник. – 2012. – Вип. 1/1 – С. 23-27.
5. Рапопорт П.С. и др. Исследование динамики процесса трения металлов методом акустической эмиссии. - Трение и износ. 1981, Т.2. №2. С. 304 - 309.
6. Филатов СВ. Акустическая эмиссия при абразивном изнашивании материалов // Трение и износ. – 1982. – Т.3. – №3. – С. 559 – 562.
7. Щавелин В.М., Сарычев Г.А. Исследование акустического излучения, возникающего в зоне фрикционного контакта твердых тел // Трение и износ. – 1983. – Т.4. – №5. – С. 808 - 815.
8. Козочкин М.П., Смирнов В.В. Экспериментальное исследование акустических явлений при трении твердых тел.// Трение и износ. – 1983. – Т. 4. – № 6. – С. 991-994.
9. Фадин Ю.А. Динамика разрушения поверхности при сухом трении // Письма в Журнал технической физики. - 1997. -Т. 23. - № 15. - С. 75-78.
10. Рыжов Э.В. Контактное взаимодействие твердых тел при статических и динамических нагрузках. / Э.В. Рыжов, Ю.В. Колесников, А.Г. Суслова – Киев: Наук. Думка, 1982. – 172 с.
11. Рудзит Я.А. Статистический расчёт радиуса закругления вершин микронеровностей / Я.А. Рудзит // Вопросы механики и машиностроения. – 1968. – Т. 23, № 3. – С. 66–74.
12. Деев А.А. Акустические колебания в фрикционном контакте как способ контроля поверхностей трения на этапе приработки двигателей внутреннего сгорания / Вестник Рязанского государственного университета им. С.А. Есенина. – 2010.- Вып. 3. – С. 132-148.

Аннотация

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ СКОЛЬЖЕНИЯ И СБЛИЖЕНИЯ В ТРИБОСОПРЯЖЕНИЯХ НА ЧАСТОТУ ИМПУЛЬСОВ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ

Литовка С.В.

Проведено теоретическое исследование частоты импульсов акустической эмиссии как функции скорости скольжения и сближения поверхностей в

трибосопряжениях машин лесного комплекса. Показано, что при увеличении скорости скольжения трибосопряжений прямопропорционально увеличивается частота импульсов акустической эмиссии. При увеличении сближения поверхностей частота импульсов на начальном этапе увеличивается интенсивно и далее наступает момент насыщения.

Abstract

INFLUENCE OF SLIDING SPEED AND BINDING IN THE FRICTION UNITS ON PULSE FREQUENCY OF ACOUSTIC EMISSION

Litovka S.V.

A theoretical study of the pulse frequency of acoustic emission as a function of sliding speed and binding of surfaces in the friction units of machines of forest complex has been conducted. It is shown that an increase of the sliding speed of friction units has allowed to increase in direct proportion the pulse frequency of acoustic emission. With increasing binding of surface the pulse frequency initially increases rapidly and then comes a point of saturation.

УДК 621.52

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВАКУУМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Автухов А.К., к.т.н., доцент, Саблина М.А., аспирант

(Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени П.Василенка)

В данной статье проведен анализ технологий деревообрабатывающей промышленности с применением вакуумного оборудования. Приведены рабочие характеристики и типы вакуумных насосов, а так же рассмотрены причины основных неисправностей и пути их устранения.

Введение. Уже многие годы вакуумное оборудование используется в технологиях деревообработки.

Если говорить, например, о прижиге, транспортировке и ламинировании деталей, то без вакуумных насосов пластинчато-роторного и водокольцевого типа не обойтись.

Надежность прижима древесных деталей при их обработке должна быть велика. Для этого широко применяют сухие пластинчато-роторные насосы, обеспечивающих вакуум 150 мбар. Насосы предназначены для круглосуточной работы и очень просты в обслуживании.

Для процессов ламинирования и изготовления сэндвич-панелей применяют маслоуплотняемые пластинчато-роторные вакуумные насосы. Ламинирование деталей из дерева требует высокого качества и стабильности работы масляных насосов. Необходимое давление для данных процессов составляет от 20 до 80 мбар (зависит от процесса и его температуры).

Анализ публикаций. Важным фактором при повышении эффективности работы технологического оборудования является поддержание постоянства вакуумного режима. Даже незначительное нарушение режима работы вакуумных установок приводит к снижению качества продукции, повышению расхода электроэнергии и нарушению технологических процессов. Необходимость поддержания высокой технической готовности вакуумных насосов и установок, непродолжительный период резервного времени для восстановления работоспособности обуславливают повышенные требования к качеству ремонта вакуумных насосов, а также его специфику.

В работе (1) предлагается метод аналитического определения внутренней поверхности жидкостного кольца на основе взаимодействия потока рабочей жидкости и термодинамического потока газовой фракции. Получена математическая зависимость изменения рабочей газовой фазы по углу поворота рабочего колеса с учетом погружения лопаток рабочего колеса в жидкостное кольцо позволяет разработать более точные методики расчета для повышения эффективности жидкостно-кольцевых вакуумных насосов.

В работе (2) предложена модернизация конструкции вакуумного насоса пластинчатого типа при его ремонте, обеспечивающая повышение долговечности, стабилизацию вакуума и снижение затрат на привод. Разработана теоретическая модель повышения ресурса РВН за счет выбора материала рабочих поверхностей деталей, контактирующих друг с другом, и уменьшения скорости их относительного перемещения.

В работе (3) разработан метод оптимизации конструктивных параметров жидкостно-кольцевых вакуум-насосов, основывающийся на выборе функционала, обеспечивающего минимум удельной мощности жидкостно-кольцевых вакуум-насосов с учетом различных физических факторов.

В работе (4) предложены уточненная формула определения формы внутренней поверхности жидкостного кольца, усовершенствованные методики расчета действительной быстроты действия и эффективной мощности одноступенчатого ЖВН, что позволяет осуществлять проектирование новых и совершенствование существующих конструкций одноступенчатых ЖВН.

Цель – провести анализ использования вакуумных насосов в деревообработке и определить наиболее применяемые типы.

Изложение основного материала. Вакуумное (мембранное) прессование - технология, которая позволяет укутывать декоративной пленкой отдельные мебельные детали. Главное достоинство - возможность отделять сложные профилированные заготовки, такие, например, как мебельные дверцы (фасады) с заранее выфрезерованными декоративными углублениями. В вакуумном прессе нагретая ПВХ-пленка плотно облегает поверхность детали, точно повторяя ее

форму. Эта технология также позволяет с высоким качеством облицовывать детали натуральным шпоном. Фанерованная мебель ценится выше ламинированной, но требует более бережного отношения, поскольку по своим механическим свойствам шпон заметно уступает ламинату.

В вакуумных прессах используют три типа насосов: масляные пластинчатые роторные насосы, "сухие" пластинчато-роторные насосы, водокольцевые вакуумные насосы, иногда вакуумные насосы для "кондиционеров" холодильной техники, но последние не являются лучшим решением для прессования. Для вакуумных прессов с нагревом или "термовакuumных" прессов используют масляные насосы. Данный тип вакуумных насосов обеспечивает необходимый уровень прессования. Безмасляные насосы "сухие" встраивают в пресса без нагрева, обусловлено конструкцией насоса, сухой насос работает за счет трения и в процессе работы сильно нагревается, поэтому его не рекомендуют устанавливать на пресса с нагревом. Иногда с целью экономии в вакуумных прессах применяют водокольцевые вакуумные насосы.

Что же касается производительности, то часто предлагаются насосы завышенной производительности для прессов и довольно дорогостоящих.. Однако для процесса прессования завышенная производительность не требуется. Самый популярный насос для встраивания в пресса PVR EM-40 на 40 м³/ч. Тем самым клиент переплачивает деньги за насос, той производительности, которая не требуется для пресса. Масляные вакуумные насосы производства P.V.R (Италия) лучший вариант для комплектации мембранного вакуумного пресса. Выгодная цена и достаточно производительности. Вакуумный насос EM40 (2/20мбар) используют на вакуумных прессах с размером стола 1400 на 2500 мм. Для вакуумных прессов с большим размером стола или с двумя рабочими столами рекомендовано использовать насосы серии EU 65 (0,5мбар) и 105. В некоторых случаях, когда размер стола 1000 мм на 2500 мм выгодно использовать насосы на меньшую производительность EM20, EM28 соответственно на 20 и 30 м³/час.

Аспирационные системы. Работа любого деревообрабатывающего станка сопровождается выделением большого количества древесных отходов (стружка, опилки, пыль), поэтому система аспирации - неременный атрибут деревообрабатывающих производств.

Вакуумная аспирационная система предназначена для удаления стружки, опилок, пыли, получаемых в процессе обработки древесины, бумаги, пластика, стройматериалов, а также для удаления отходов при производстве пластиковых окон и дверей и т. п., для очистки (фильтрации) загрязненного воздуха и возврата его в помещение (степень очистки 99%). Использование вакуумных систем аспирации позволяет сократить до 100% потери теплоэнергии, связанные с отказом от использования традиционной вытяжной вентиляции (типа циклон), путем замены полностью или частично. Кроме того, позволяет экономить до 40% электроэнергии за счет резкого сокращения затрат на приточную вентиляцию, подключения электродвигателя вакуумной системы к пусковой кнопке обслуживаемого станка (оборудования). В системах применяются вакуумные насосы роторно-пластинчатых типов охлаждаемых воздухом. Наличие прямого

привода и движущихся частей позволяет уменьшить потери энергии, изнашивание компонентов, снизить возможность дефектов и стоимость планового технического обслуживания. Например, насосы UV серии, применяемые в аспирационных системах, могут работать в разных климатических условиях, в том числе в условиях жаркого и(или) влажного климата. Минимальное остаточное давление ниже 1/0,5 мбар, диапазон рабочих давлений в пределах от 50 до 1000 мбар.

Импregnация. Защита древесины методом глубокой вакуумной пропитки — наиболее эффективный способ уберечь её от вредных и разрушающих воздействий на длительный срок. После глубокой вакуумной пропитки древесины современными антисептиками и антипиренами она уже не нуждается в защите на протяжении всего срока эксплуатации. Срок её службы возрастает во много раз.

Наиболее популярными и востребованными среди специалистов деревообработки и профессионалов по защите древесины являются автоклавные вакуумные установки, которые сочетают в себе высочайшее качество изготовления, широкий арсенал функциональных возможностей, простоту эксплуатации и приемлемую цену.

Вакуумные установки предназначены для глубокой пропитки древесины и пиломатериалов по технологии «вакуум-давление-вакуум». Технология пропитки «вакуум-давление-вакуум» является наиболее современной технологией защиты древесины основанной на глубоком проникновении в древесину защитных средств (антисептиков и антипиренов) на водной основе. Данная технология защиты является наиболее долговременной, при которой не требуется повторная защитная обработка деревянных изделий на протяжении всего срока эксплуатации. При пропитке обеспечивается защита 1-4 классах.

Выдержка древесины в вакууме на первом этапе способствует поглощению древесиной жидкости, так как из полостей удаляется воздух. Повторная выдержка в вакууме служит для подсушки поверхности сортиментов. Глубина вакуума составляет примерно 0,08 МПа, жидкостное давление - до 1,5 МПа. Общий цикл пропитки длится несколько часов и зависит от многих факторов.

Вакуум-насос применяемый в автоклавных установках создает пониженное давление (вакуум), которое необходимо:

- в пропиточном автоклаве в начале и конце процесса пропитки,
- в маневровом автоклаве и других резервуарах для засасывания в них жидкостей,
- в пропиточном и маневровом автоклавах для удаления паров воды при сушке древесины в пропитывающей жидкости под вакуумом.

В пропиточных установках большой производительности используют преимущественно ротационные водокольцевые вакуум-насосы РМК-3, РМК-4 и улучшенной конструкции ВВН-12. Глубина вакуума, создаваемого этими насосами, доходит до 0,09 МПа. На установках малой производительности устанавливают вакуум-насосы ВВН-1,5, ВВН-3, ВВН-6 (цифра, стоящая за буквами ВВН, характеризует производительность насоса, м³/мин).

Вакуумная сушка древесины. Существенным отличительным признаком вакуумно-импульсного способа сушки древесины от всех существующих является вакуумно-импульсное воздействие на продукт обработки за счет объемных соотношений сушильной и вакуумной камер с последующим углублением вакуума в сушильной камере вакуум-насосом, при котором удаление влаги из капилляров древесины до 70-80% происходит без фазового перехода (испарения).

Глубина вакуума зависит от давления пара воды и энергии связи влаги с материалом. В древесине вода в двух энергетических состояниях: свободная с теплотой испарения 2395,2 кДж/кг и связанная с теплотой испарения 27790,5 кДж/кг. А они в свою очередь зависят от температуры.

Давление пара воды связано с влажностью древесины и температурой древесины. В камере сушки, когда она не соединена с ресивером, давление создается только за счет пара воды из древесины и это пар будет только насыщенный при данной температуре.

для сушки хвойных пород древесины при удалении свободной влаги (конец импульсного вакуумирования) при температуре 80 градусов давление составит 350 мм. рт.ст.

При удалении связанной влаги при тех же температурах и влажности древесины 8-9% вакуум составит около 120 мм.рт. ст. Снижение давления в камере сушки и в ресивере ниже равновесного объясняется более высокой производительностью вакуумного насоса, т.е. откачкой пара влаги по сравнению с процессом диффузии и испарения влаги из древесины. Например, производительность ВВН-6 составляет при 350 мм. рт.ст. 5 м³/мин., а влаги испаряется 3 м³/мин. Особенно это заметно при удалении связанной влаги за счет возрастающей роли диффузии влаги в капиллярах древесины.

Минимальное давление в ресивере, но не в камере сушки, зависит от температуры ресивера, которая в свою очередь зависит от количества сконденсированной влаги и выделившейся теплоты конденсации и при 20 градусах не может быть меньше 20 мм. рт.ст. В реальности из-за более высокой температуры в ресивере на практике она составляет 70-80 мм.рт.ст.

Итак, из выше сказанного, что в деревообрабатывающей промышленности широкое применение нашли платинчато-роторные и водокольцевые вакуумные насосы.

При использовании пластинчато-роторных вакуумных насосов особое внимание уделяется чистоте откачиваемой среды. Основной причиной механических неисправностей следует считать попадание посторонних предметов, например, мелких осколков стекла, в рабочую камеру насоса. При этом на поверхности ребра и уплотняющих пластинах появляются раковины и царапины, которые приводят к разгерметизации камеры сжатия. Иногда причиной разгерметизации служит осмаливание рабочих поверхностей окисленным маслом.

Водокольцевые вакуумные насосы (ссылка) относятся к числу немногих безмасляных форвакуумных насосов. Они не требуют повторной фильтрации газа и не чувствительны к попаданию в них вместе с отсасываемым газом пыли, влаги,

песка и других примесей. Все это остается в жидкостном кольце, а из машины выходит очищенный газ. В то же время наличие постоянного движения жидкости не дает возможности частицам отлагаться внутри корпуса они выносятся из машины вместе с уходящей жидкостью.

Водокольцевые вакуумные насосы обеспечивают равномерное отсасывание и подачу сжимаемого газа. Они могут производить отсасывание газа и одновременно подавать его в емкость с давлением, большим атмосферного. Одним из существенных достоинств насоса является изотермичность процесса сжатия, являющаяся необходимой в целом ряде производств: при сжатии ацетилена, углекислого газа, хлора и других газов.

Если в отсасываемых газах имеется большое количество водяных паров, то при соприкосновении с жидкостью они конденсируются в машине, в результате чего растет ее производительность. Основным недостатком водокольцевых насосов является относительно низкий вакуум. В отечественных водокольцевых вакуумных насосах предельный вакуум при нулевой производительности составляет 90-95% (80-40 мм рт.ст.). В отдельных экземплярах достигается вакуум до 20 мм рт.ст., но это не является стабильным. Двухступенчатые насосы некоторых зарубежных фирм обеспечивают вакуум до 10 мм рт.ст.

Вывод. На основе проведенного анализа, можно сделать вывод, что деревообрабатывающая промышленность включает довольно широкий спектр технологических операций с применением вакуумного оборудования. Наиболее предпочтительными являются вакуумные установки на базе водокольцевых вакуумных насосов. Однако, ВВН имеют ряд недостатков связанных с большими энергозатратами на создание вакуума. Даже незначительное нарушение режима работы вакуумных установок приводит к снижению качества продукции, повышению расхода электроэнергии и нарушению технологических процессов.

Поэтому, в настоящее время возникает необходимость в разработке технологических параметров водокольцевых вакуумных насосов и правил их эксплуатации при использовании в деревообрабатывающей промышленности.

Список литературы

1. Радионов Ю.В., Воробьев Ю.В., Никитин Д.В., Шлыкова И.В. Влияние конфигурации жидкостного кольца на рабочие параметры жидкостнокольцевого вакуумного насоса // Вестник ТГТУ Вып №1, том 12, 2006 – С. 129-136
2. Захарин, А. В. Повышение эффективности работы вакуумного насоса пластинчатого типа / А. В. Захарин // Техника в сельском хозяйстве. - 2011. - № 6. - С. 16-18
3. Воробьев Ю.В., Родионов Ю. В., Никитин Д.В. Оптимизация конструктивных параметров жидкостнокольцевых вакуум-насосов // Вестник ТГТУ Том 16 ,№2. 2010 – с.394-402

4. Никитин Д.В. Совершенствование конструкции и обеспечение заданных эксплуатационных характеристик жидкостнокольцевых вакуум-насосов // Автореф. Канд.техн.наук., спец.ВАК РФ 05.02.13 –

Анотація

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ВАКУУМНОГО ОБЛАДНАННЯ В ДЕРЕВООБРОБНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Автухов А.К., Сабліна М.О., Жванко Д.

В даній статті проведено аналіз технологій деревообробної промисловості із застосуванням вакуумного обладнання. Наведені робочі характеристики та типи вакуумних насосів, а також розглянуто причини основних несправностей та шляхи їх усунення.

Abstract

ANALYSIS OF THE USE OF A VACUUM EQUIPMENT IS IN WOODWORKING INDUSTRY

Avtukhov A., Sablina M., Zhvanko D.

In this article the analysis of technologies of woodworking industry is conducted with application of a vacuum equipment. The brought working descriptions over and types of vacuum pumps, and also reasons of basic disrepairs and ways of their removal are considered.

УДК 621.8

АНАЛІЗ НАВАНТАЖЕНОСТІ ТЕЛЕСКОПІЧНОЇ СТІЛИ КРАНОВО-МАНІПУЛЯТОРНОЇ УСТАНОВКИ

Яришко О.В., доцент, к.т.н., Татар В.В., магістр

(Харківський національний автомобільно-дорожній університет)

Для оцінки навантаженості елементів конструкції гідроманіпулятора розроблено тривимірну твердотільну модель і проведено комп'ютерне моделювання процесів роботи з використанням програми Autodesk Inventor Professional. Обґрунтовано вибір виду поперечного перерізу секцій телескопічної стріли та наведено результати аналізу їх напружено-деформованого стану.

Вступ. Зростаючи об'єми та розширення спектру вантажів, що перевозяться машинами лесного комплексу неминує ставлять перед перевізниками питання про необхідність наявності в парку автомобілів, оснащених краном-маніпулятором (КМУ) [1]. КМУ сьогодні з успіхом виконують не тільки

навантажувально-розвантажувальні операції, але і широко використовуються в монтажних технологіях, де потрібні маневреність, особлива точність виконання робочих рухів, плавність переміщення і стабільність положення вантажу. Зростанню своєї популярності КМУ багато в чому зобов'язані конструкціям використовуваних стріл. Саме стріла визначає можливості маніпулятора як з погляду вантажопідйомності, так і визначення межі робочої зони.

Аналіз публікацій. Конструкція стріли повинна задовольняти наступним найважливішим вимогам [2]: форма секції повинна бути придатна для економічно виправданого виробництва стріл; для зменшення контактних сил між окремими телескопічними секціями вони повинні бути спроектовані такої форми, щоб в зонах контакту виникали мінімальні додаткові зусилля; між секціями повинні бути передбачені невеликі зазори для забезпечення бічної стійкості і малого кута закручування; для зниження маси можливе використання високоміцних сталей з дрібнозернистою структурою. При цьому висока здатність навантаження цих сталей може бути реалізована тільки за відсутності можливості появи ризику "випучування" (місцевої втрати стійкості) в тонких стінках поперечного перетину стріли. При перевірці місцевої стійкості повинні враховуватися як подовжні зусилля в стрілі, так і зусилля, що діють в напрямі упоперек стріли. Для забезпечення міцності і недопущення прогинів, як це може трапитися при ґратчастій будові стріли, на маніпуляторних установках, стріли виготовляються коробчастими. У конструкціях КМУ сьогодні можна зустріти велику кількість різновидів перетинів стріл. Треба відзначити, що для принципового поліпшення експлуатаційних показників конструктори пішли по шляху збільшення кількості граней в перетині короба. Дослідження в області стріл кранів показали, що чим більше граней в профілі, тим ефективніше розподіляється напруження по перетину. На рисунку 1 показані деякі перетини, що використовуються для секцій стрілових кранів і краново-маніпуляторних установок [3]. Кожен з представлених профілів має свої переваги і недоліки. Наприклад, перетин 1, не дивлячись на його простоту, до теперішнього часу широко використовується американською фірмою Manitex на кранах вантажопідйомністю до 45 т. Коробчатий профіль застосовують виробники короткобазових кранів Terex, Grove, Tadano, Kato на моделях вантажопідйомністю до 80 т.

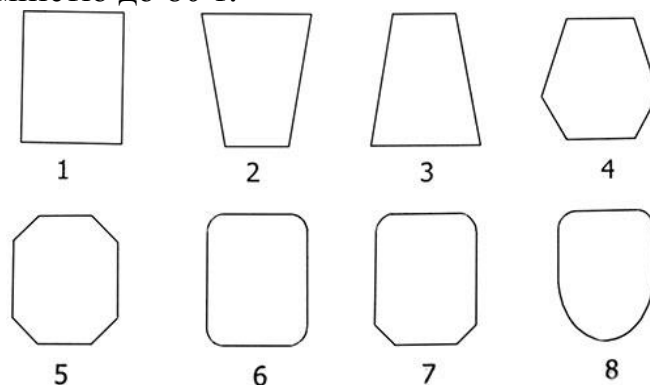


Рисунок 1 - Різновид перетинів телескопічних секцій стрілових кранів і краново-маніпуляторних установок.

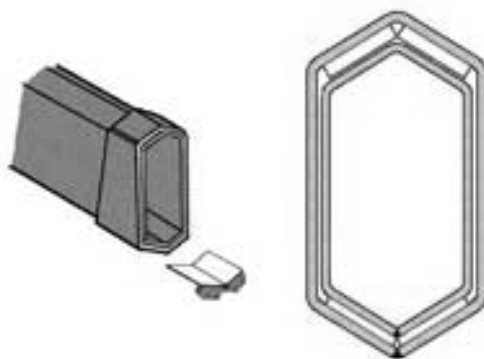


Рисунок 2 - Шестигранний (гексагональний) профіль стріли кранів-маніпуляторів.

Шестигранний профіль стріли (рис. 2) був вперше розроблений і представлений покупцям шведською компанією Ніаб. Завдяки своїй формі і великій опорній поверхні стріла відмінно тримає навантаження, має збільшений термін служби, вигідне співвідношення власної маси і міцності. Тепер услід за Ніаб гексагональний перетин застосовується багатьма виробниками кранів-маніпуляторів.

Профілі прямокутного перетину сьогодні застосовуються тільки в маніпуляторах невеликої вантажопідйомності. Прямокутний перетин в окремих випадках замінюється трапецієвидним. Іноді широким виконується нижній пояс перетину (перетин 3 рис. 1), і секції з такими профілями утворюють масивні і відносно короткі телескопічні стріли. У іншому варіанті 4-гранного профілю широким роблять верхній пояс перетину, і товщину цієї полиці істотно підсилюють (перетин 2 рис. 1). Вважається, що такий профіль значно знижує небезпеку викривлення при навантаженні, що вигинає.

Мета работы. Для оцінки навантаженості елементів конструкції гідроманіпулятора розробимо тривимірну твердотільну модель (рис. 3) і проведемо комп'ютерне моделювання процесів роботи з використанням системи гібридного (твердотільного і поверхневого) параметричного моделювання за допомогою програми Autodesk Inventor [4-5].

Основна частина. Краново-маніпуляторна установка (рис. 3) складається з неповоротної рами (1) з висувними опорами (9), опорно-поворотного пристрою (2), поворотної колони (3), рукояті (4), телескопічної стріли з основною (5) та висувними секціями (6, 7, 8). Неповоротна рама (8), зварена зі сталевих гнутих профілів, сприймає всі навантаження, що виникають при роботі, і тим самим розвантажує раму базового шасі. Висувні опори (9), кожна з яких має окреме керування, надають гідроманіпулятору необхідну стійкість.

Опорно-поворотний пристрій (3) служить для розміщення поворотної колони, рукояті і телескопічної стріли й забезпечує їх плавне кругове обертання навколо горизонтальної осі, а також підйом на необхідний кут та висоту.

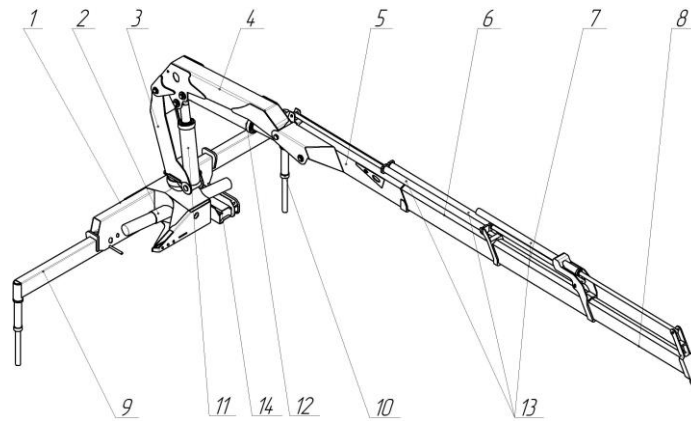


Рисунок 3 - Пристрій краново-маніпуляторної установки.

Розрахункова схема стріли (рис.4) відповідають вантажній характеристики: робота четвертою секцією телескопічної стріли з вагою вантажу – $Q_{\text{вантаж}} = 910 \text{ кг}$.

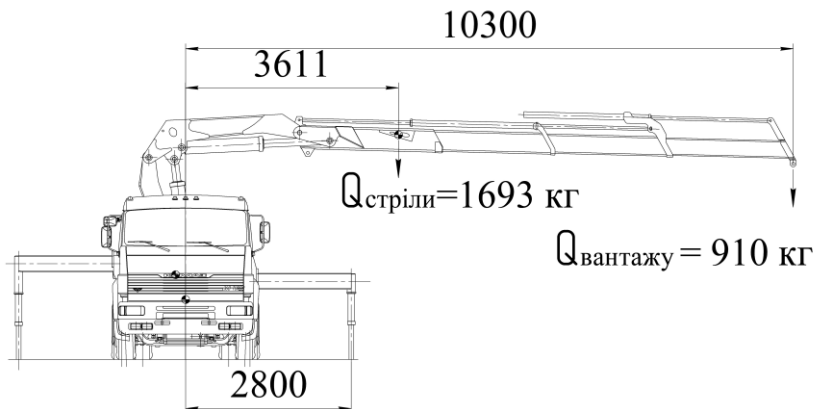
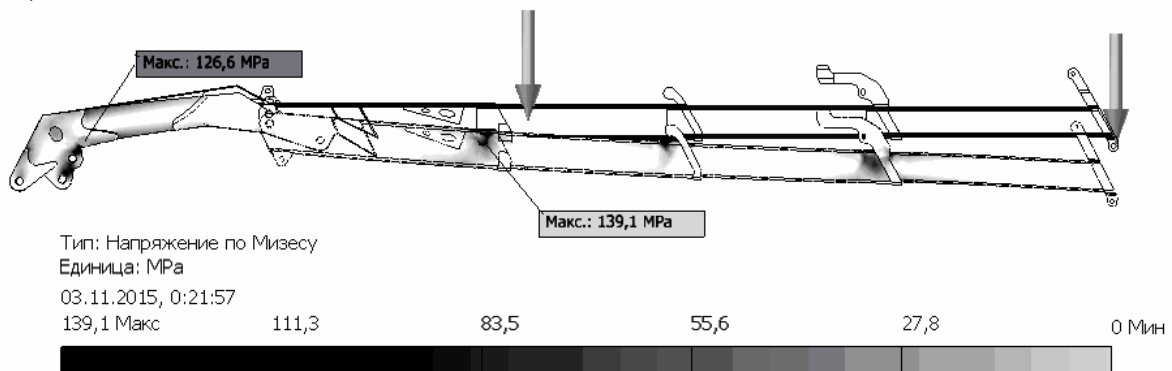
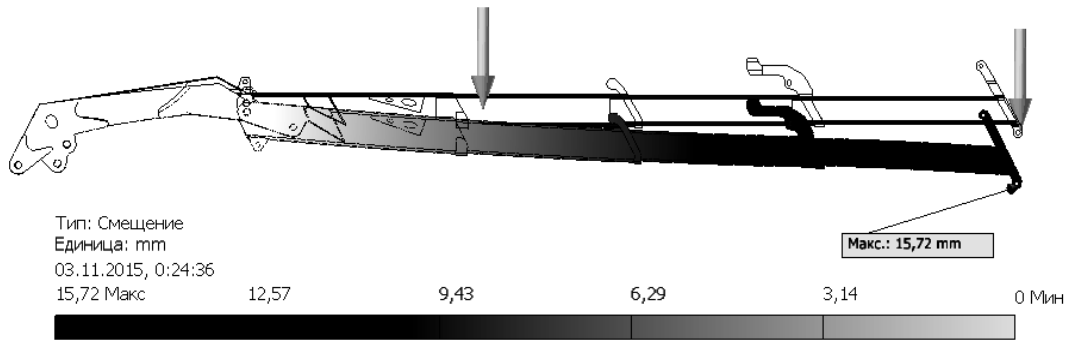


Рисунок 4 - Розрахункова схема стріли краново-маніпуляторної установки.

В процесі моделювання, задаючись параметрами матеріалу і накладаючи обмеження на функціонування системи, визначаємо значення максимального рівня напруги в конструкції технологічного устаткування. Отримані епюри дозволяють візуалізувати розподіл навантажень, визначати небезпечні перетини (рис. 5).



а)



б)

Рисунок 5 - Епюри розподілення еквівалентних напружень по Мізесу (а), переміщення (б) стріли краново-маніпуляторної установки.

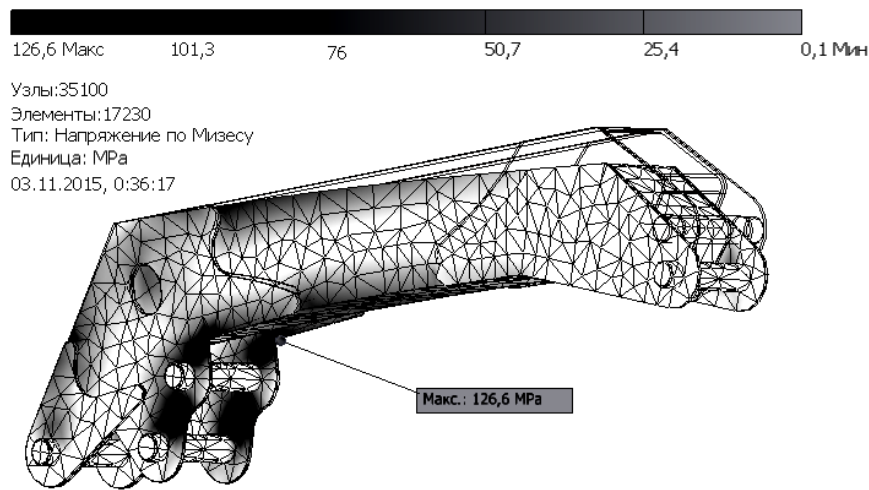


Рисунок 6 - Скінченно-елементна модель та розподілення еквівалентних напружень по Мізесу рукояті КМУ.

Проведені дослідження і отримані результати (рис. 6-8) дозволяють судити про рівні напруги в окремих елементах конструкції краново-маніпуляторної установки.

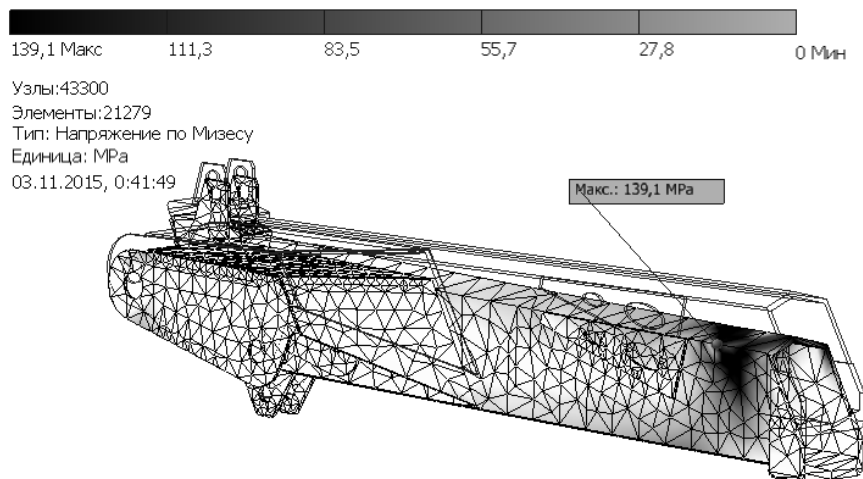


Рисунок 7 - Скінченно-елементна модель та розподілення еквівалентних напружень по Мізесу основної секції телескопічної стріли КМУ

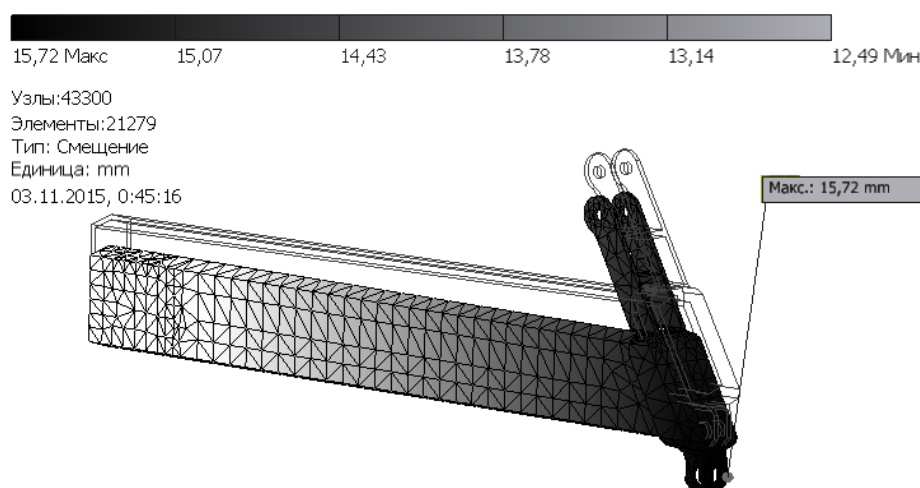


Рисунок 8 - Скінченно-елементна модель та розподілення переміщень кінцевої висувної секції телескопічної стріли КМУ.

Розроблені тривимірні параметричні моделі технологічного устаткування гідроманіпулятора дозволяють оперативно вносити корективи до конструкцій, опрацьовувати різні компоновальні і кінематичні схеми, визначати необхідні додаткові параметри (переміщення елементів конструкції, розподіл коефіцієнта запасу міцності, частотний і термічний аналізи, випробування на ударне навантаження, в тому і так далі).

Висновки. Застосування тривимірного моделювання при конструюванні і розрахунку технологічного устаткування лісових машин значно скорочує час на проектування і розрахунки, що у свою чергу підвищує економічний ефект конструкторських робіт, веде до зниження кінцевої ціни виробу, дозволяє візуалізувати об'єкти, в найкоротші терміни опрацьовувати велику кількість варіантів технічних рішень.

Список літератури

1. Смыков А.А. Повышение эффективности применения гидроманипуляторов ОАО «ММЗ» для лесохозяйственных и лесозаготовительных работ //Строительные и дорожные машины. 2013. № 1. С.11–15.
2. Гохберг М.М. Металлические конструкции подъемно-транспортных машин. – Л.: Машиностроение, 1976. – 456 с.
3. Соколов С.А. Металлические конструкции подъемно-транспортных машин: Учебное пособие. – СПб.: Политехника, 2005. – 423 с.
4. Том Трембли Autodesk Inventor 2013 и Inventor LT 2013. Основы. Официальный учебный курс /. – М.: ДМК-Пресс, 2013. – 348 с.
5. Curtis Waguespack. Mastering Autodesk Inventor 2014 and Autodesk Inventor LT 2014. – Sybex, 2013. – 1032 p.

Аннотация

АНАЛИЗ ПРОЧНОСТИ ТЕЛЕСКОПИЧЕСКОЙ СТРЕЛЫ КРАНОВО-МАНИПУЛЯТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Ярыжко А.В. Татар В.В.

Для оценки прочности элементов конструкции гидроманипулятора разработана трехмерная твердотельная модель и проведено компьютерное моделирование процессов работы с использованием программы Autodesk Inventor Professional. Обоснованно выбор вида поперечного сечения секций телескопической стрелы и приведены результаты анализа их напряженно-деформированного состояния.

Abstract

STRENGTH ANALYSIS OF THE TELESCOPIC BOOM CRANE-MANIPULATOR

A. Yaryzhko, V. Tatar

To assess the strength of the structural elements of crane-manipulator is developed 3-dimensional solid model using the program Autodesk Inventor Professional. Justify the choice of the form of the cross-section telescopic boom sections and the results of the analysis of stress-strain state.

УДК 631.2.15

КЛАСИФІКАЦІЯ МАШИН ДЛЯ ЛІСОТЕХНІЧНИХ РОБІТ ЗА НОРМАТИВНОЮ ПЕРІОДИЧНІСТЮ ВІДНОВЛЕННЯ ЇХ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ

Тітова Л.Л., Роговський І.Л., к.т.н.

(Національний університет біоресурсів і природокористування України)

В статті представлені результати обґрунтування класифікації основних машин для лісотехнічних робіт за нормативною періодичністю відновлення їх працездатності.

Постановка проблеми. Більшість досліджень в області планування технічної експлуатації базується на вивченні вірогідних потоків відмов машин для лісотехнічних робіт і в потребі заявочних (позапланових) ремонтів, які повинні вписуватись в систему відновлення працездатності. При цьому часто не враховуються детерміновані потоки планових заходів системи відновлення працездатності, на основі яких формуються програми технічного обслуговування і ремонту. Тому в основі розрахунку планових термінів лежать нормативні показники періодичності відновлення працездатності і особливе значення має

спосіб розрахунку термінів, який повинен сприяти отримання постійних за об'ємом добових програм відновлення працездатності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Авторами було встановлено планування термінів відновлення працездатності є розподіл їх об'ємів в плановому періоді і формування добових програм роботи пересувних і стаціонарних майстерень [1-5].

Метою досліджень є обґрунтування класифікації основних машин для лісотехнічних робіт за нормативною періодичністю відновлення їх працездатності.

Результати досліджень. В основі розрахунку планових термінів лежать нормативні показники періодичності відновлення працездатності машин для лісотехнічних робіт. Вони детерміновані, хоча і можуть у визначених межах відхилятися від встановлених даних. Величина допустимого відхилення складає 5-20%. Допустиме відхилення дозволяє переносити терміни проведення відновлення працездатності машин для лісотехнічних робіт, погоджуючи їх з конкретними організаційно-технологічними умовами, і тим самим більш гнучко формувати добові програми.

На практиці прагнуть до збалансованості об'ємів добових програм, так як в іншому випадку виникає нерівномірність використання засобів технічної експлуатації, а в дні «пік» відбувається порушення плану – графіка і частина програми залишається невиконаною. В цілому рівномірний вихід машин в ТО і ремонт сприяє підвищенню ритмічності лісопромислового виробництва. Однак при існуючих розмірах парків машин забезпечити потрібний баланс дуже проблематично. На рис. 1 представлено характерний розподіл кількості ТО-2 при складанні планів – графіків відновлення працездатності машин для лісотехнічних робіт в ДП Лугинське ТОВ «Європейська лісопереробна група». Між іншим встановлено, що при виконанні ТО-1 в 20% випадків, а ТО-2 в 35% випадків необхідний заявочний ремонт, який за витратами часу і вартості значно перевищує планове обслуговування. Загальна перевитрата витрат при цьому складає до 4000 грн. на одну середньооблікову машину в рік.

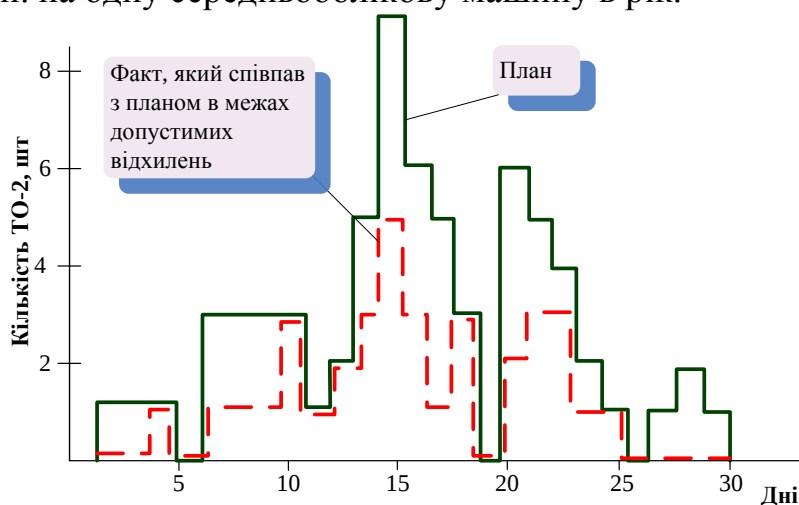


Рисунок 1 - Виконання ТО-2 в ДП Лугинське ТОВ «Європейська лісопереробна група»

Згладжування на графіках виконують зазвичай в місцях «піків» та «западин» відносно середніх об'ємів відновлення працездатності машин для лісотехнічних робіт, тобто виконують ті ж дії, що і при впорядкуванні наборів робіт, що поступили в довільному порядку. Вимоги на ТО і ремонти, які мають періодичний характер. Утворюють в часі специфічний потік, який нагадує відомий в теорії поточного лісопромислового виробництва кратно-ритмічний потік. Аналіз показує, що машини легко класифікувати у співвідношенні з нормативною періодичністю ремонту і ТО (табл. 1).

Таблиця 1 - Класифікація за нормативною періодичністю відновлення працездатності машин для лісотехнічних робіт

Група	Поточний ремонт	ТО-2	ТО-1	Заправлення паливом
1	960	240	50	8
2	1000	250	60	16
3	1200	500	100	24
4	2000	600	200	32

Наприклад, для основних лісових МЕЗ можна виділити 4 групи, маш.-год (табл. 1). Класифікація основних лісових МЕЗ за нормативною періодичністю (в маш.-год) заходів технічної експлуатації. Таке групування машин покладене в основу вирівнювання потоків вимог на ТО і ремонти. Для дослідження характеру розподілу об'ємів відновлення працездатності машин для лісотехнічних робіт одного виду в плановому періоді необхідно ввести систему відліку часу $g = \overline{1, \infty}$ з кроком S , відповідний реальним параметрам технічних впливів. Наприклад, для ТО машин для лісотехнічних робіт крок обираємо рівним зміни як величині того ж порядку, що і параметри допустимих відхилень від термінів обслуговування.

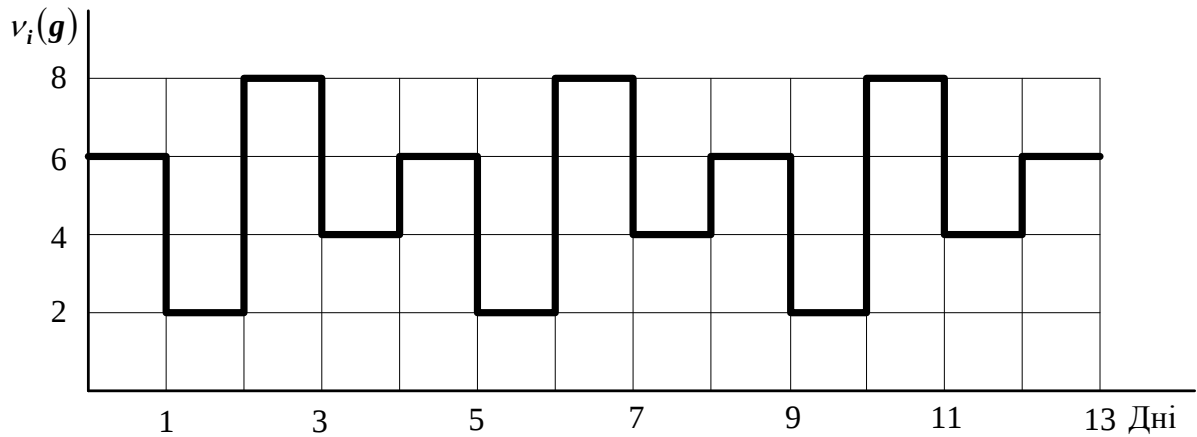
Позначимо періодичність відновлення працездатності машин для лісотехнічних робіт через $\tau_\beta = \tau_\beta^H / Q_\beta$, де τ_β^H – нормативна періодичність проведення технічного впливу для машини β , Q_β – тривалість робочого дня машини β . Розмірності усіх величин тут і далі встановлені за прийнятою системою відліку. Кожній групі машини P_i (i – номер групи; $i = \overline{1, m}$), виділений з умові:

$$P_i = \{\beta / \tau_\beta = \tau_i\}, \quad (1)$$

відповідає окремий потік вимог з періодичністю τ_i .

Інтенсивність окремого потоку $v_i(g)$, характеризуюча об'єм вимог в одиницю часу, певним чином змінюється в часі (рис. 2) і кількісно співпадає з числом лісових машин x_{ig} підлягають обслуговуванню (в точці часу g):

$$v_i(g) = x_{ig} \quad (2)$$

Рисунок 2 - Функція $v_i(g)$ при $\tau_i=4$.

Функція інтенсивності $v_i(g)$ володіє наступними властивостями, обґрунтованими періодичним характером вимог.

Інтенсивність вимог в точках часу, відрізняючи рівно на τ_i одиниць, однакова:

$$v_i(g - \tau_i) = v_i(g), \quad g = \overline{1, \infty}. \quad (3)$$

Сумарна інтенсивність вимог в кожному інтервалі (в τ_i одиниць) еквівалентна кількості безперервно зайнятих машин в групі P_i :

$$\sum_{e=1}^{\tau_i} v_i(g - e) = \sum_{e=1}^{\tau_i} x_i, \quad g - e = N_i, \quad g = \overline{1, \infty}, \quad (4)$$

де: N_i – кількість машин в групі P_i .

Існує рівномірний окремий потік з постійною середньою інтенсивністю вимог, рівний:

$$v_i^c = \frac{N_i}{\tau_i}. \quad (5)$$

Щоб досягнути постійної інтенсивності вимог загального потоку, необхідно розподіляти в обслуговування рівним по N_i/τ_i машин кожної групи $P_i (i = \overline{1, m})$.

Тоді загальний потік буде складатись з рівномірних окремих потоків. Тобто в свою чергу є рівномірним. Це впливає із властивостей окремих потоків. В реальних умовах відношення між параметрами N_i і τ_i може бути довільним і не обов'язково кратним, а середня інтенсивність v_i^c відповідно не завжди цілочисельною. Тоді умова (5) не буде строго виконуватись, так як функція $v_i(g)$, згідно виразу (2), може приймати значення тільки в цілих числах. Для того щоби врахувати неподільність вимог, необхідно передбачити мінімальні можливі коливання інтенсивності, що досягається перевіркою умови:

$$\nu_1^c \leq \nu_i(g) \leq \nu_2^c, \quad (6)$$

де: ν_1^c, ν_2^c – найближчі найменше і найбільше значення ν_i^c в цілих числах на протязі всього періоду τ_i .

В сукупності з властивістю (4) умова (6) забезпечить своєчасне виконання всіх технічних впливів. А стосовно властивості 1 такий режим збережеться і в наступних періодах. До цих пір розглядався потік вимог в системі відліку корисного робочого часу, тобто не враховувалась тривалість виконання вимог (t_i). Перехід до календарного часу пов'язаний з визначенням кількості безперервно зайнятих машин N_i із списку:

$$N_i = N_i^c \cdot K_i^T \quad (7)$$

де: N_i^c – облікова кількість машин в групі P_i ; K_i^T – коефіцієнт технічного використання машин групи P_i .

Реально існуючі виробничі потоки, як правило, мають змінну інтенсивність. При використанні запропонованого способу формування програм ТО і ремонтів необхідно спочатку домогтися рівномірності загального потоку. Такий перехідний період, на відміну від періоду розгортання кратно-ритмічного потоку, рівного в прийнятих позначеннях $\max \tau_i$, залежить від виду функцій $\nu_i(g)$. Існуючих окремих потоків і величин допустимих відхилень, в межах яких можна проводити згладжування плану-графіка. Для досліджуваного випадку величина $\max \tau_i$ слугуватиме нижньою границею періоду досягнення рівномірності загального потоку.

Висновок. Таким чином, потік вимог на проведення періодичних обслуговувань машин для лісотехнічних робіт володіє важливою регульовальною властивістю, забезпечуючи можливість рівномірного виходу машин в ТО і ремонт. Його доцільно використовувати для розподілу об'ємів відновлення працездатності машин для лісотехнічних робіт в плановому періоді при вирішенні задачі оперативно-календарного планування експлуатації парку машин в ДП Лугинське ТОВ «Європейська лісопереробна група». Для цього слід провести попередню класифікацію обслуговуючих машин в групі P_i і визначити середню інтенсивність окремих потоків ν_i^c . Далі в процесі вирішення задачі достатньо простежити за виконанням умови (4) і (6), включивши його в систему обмежень. Надалі умова рівномірності буде дотримуватись автоматично, без змін нормативних термінів відновлення працездатності машин для лісотехнічних робіт.

Список літератури

1. Тітова Л.Л. Методи технічного обслуговування лісових машин / Л.Л. Тітова, І.Л. Роговський // Вісник Харківського національного технічного

- університету сільського господарства імені Петра Василенка“. – Х.: ХНТУСГ, 2014. – Вип. 155. – С. 132–137.
2. Тітова Л.Л. Вагомість критеріїв при визначенні технічного рівня МЕЗ в системі технічного обслуговування / Л.Л. Тітова, І.Л. Роговський // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Х.: ХНТУСГ, 2013. – Вип. 134. – С. 282–286.
 3. Тітова Л.Л. Обґрунтування технічних заходів підтримання працездатності машин для лісотехнічних робіт / Л.Л. Тітова, І.Л. Роговський // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Х.: ХНТУСГ, 2015. – Вип. 160. – С. 189–195.
 4. Тітова Л.Л. Методичні положення потреби в мобільних засобах техобслуговування лісових МЕЗ / Л.Л. Тітова, І.Л. Роговський // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. – К., 2014. – Вип. 196, ч. 3. – С. 146–152.
 5. Тітова Л.Л. Аналіз періодичності техобслуговування машин для лісотехнічних робіт / Л.Л. Тітова, І.Л. Роговський // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. – К., 2015. – Вип. 212, ч. 1. – С. 322–328.

Аннотация

КЛАССИФИКАЦИЯ МАШИН ДЛЯ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОГО РАБОТ ПО НОРМАТИВНОЙ ПЕРИОДИЧНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИХ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Титова Л.Л., Роговский И.Л.

В статье представлены результаты обоснования классификации основных машин для лесотехнических работ по нормативной периодичности восстановления их работоспособности.

Abstract

CLASSIFICATION OF MACHINERY FOR TIMBER WORKS ON STANDARD FREQUENCY OF RESTORATION ITS WORKING CAPACITY

Titova L.L., Rogovskii I.L.

In paper the results of justification of classification of the main machinery for timber works on standard frequency of restoration of its working capacity are presented.

УДК 630.36

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ЛІСОЗАГОТІВЕЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ В УМОВАХ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ

Деняченко М.І., Яценко Ю.С., викладачі
(Малинський лісотехнічний коледж)

Подано короткий аналіз технічного забезпечення лісозаготівлі та ефективність застосування харвестерів та форвардерів. Установлено взаємозв'язок їх параметрів і окреслено перспективи застосування в умовах лісозаготівельного виробництва в зоні Полісся.

Актуальність теми: одним із основних завдань, що дозволяють підвищити економічну ефективність роботи підприємств лісової галузі, є впровадження нових технологій. Найбільш прогресивною для умов українського Полісся є сортиментна технологія на замовлення та пряме вивезення сортиментів «у двір споживача». З цією метою необхідно значно підняти роль маркетингової служби підприємств лісової галузі, розробити її структуру і визначити основні напрямки діяльності [1].

При використанні бензиномоторних пил на звалюванні дерев можуть застосовуватися системи машин: бензиномоторна пила + форвардер, бензомоторна пила + процесор + форвардер, бензомоторна пила + трелювальний трактор + процесор.

При використанні першої системи операції звалювання, обрізування сучків і кряжування виконуються бензомоторною пилою безпосередньо біля пня. Підгортання сортиментів проводиться уздовж волока. Транспортування сортиментів на вантажний майданчик здійснюється форвардером[2].



Рисунок 1 - Форвардер John Deere 1110D.

Ґрунти в умовах Полісся характеризуються надмірною зволоженістю та низькою несучою здатністю. В цих умовах надзвичайно важливими є питання збереження живого ґрунтового покриву, підросту тощо, і разом з цим – створення умов для руху лісозаготівельних та лісо транспортних машин [4].

При суцільних рубках головного користування ширина пасіки приймається рівною 15-20 м і умовно поділяється на п'ять стрічок.

Посередині пасіки розташовується волок шириною 5-6 м, по обидва боки від волока - стрічки шириною 3 м для складування заготовлених сортиментів, а з боків пасік - стрічки, вільні від сортиментів. Розробка пасік ведеться з підкладковим хлистом за наступною технологією: спочатку перпендикулярно основному напрямку валки проводиться спилування тонкомірного підкладного дерева з таким розрахунком, щоб воно розташовувалося на відстані 5-10 м попереду від чергової групи дерев, що підлягають звалюванню, і було піднесено на 50-70 см над поверхнею землі. Для цього підкладкове дерево валиться на раніше заготовлені сортименти або на мікропідвищення, після чого з нього обрізуються сучки. Потім на нього по черзі валяться дерева з наміченої групи, з яких також обрізуються сучки. Всі сучки залишаються на місці обрізки чи складаються на волоці, залежно від ґрунтових умов та прийнятої технології використання лісосічних решток. Кряжування хлиста проводиться відразу після обрізки сучків. При розробці лісосіки таким способом посередині пасіки утворюється вал сучків, який значно покращує прохідність сортиментовозів на заболочених ґрунтах і запобігає нарізуванню колії. Сортиментовоз, проїжджаючи по волоку, ущільнює сучки і утворює добре укріплений волок. Після транспортування заготовлених сортиментів пасіка залишається чистою, що не вимагає доочистки. При необхідності заготівлі сучків для подальшої переробки, вони складуються біля волока та вивозяться сортиментовозами на вантажний пункт, де перевантажуються на автомобілі. При такій технології сучки транспортуються в піднятому стані і не забруднюються, як це відбувається у випадку трелювання дерев у напівнавантаженому стані[6].

На рубках проміжного користування ширина пасіки збільшується до 30-40 м. Посередині її розробляється технологічний коридор шириною 3,5 м. До нього примикають стрічки складання сортиментів, ширина яких в межах 3-5 м, в залежності від вильоту маніпулятора форвардера і кількості сортиментів які підлягають складуванню, тобто від інтенсивності рубки. Розробку пасіки розпочинають з вирубки підліску з технологічного коридору і стрічок для складування сортиментів. Підлісок укладається рівномірно в коридорі, ширина якого 20-25 м. Потім дерева, що ростуть в коридорі, валяться і кряжуються на сортименти, які складуються по його сторонах. Після розробки технологічного коридору приступають до валки дерев, обрізки сучків і кряжування хлестів в іншій частині лісосіки по обидва боки технологічного коридору. Для полегшення роботи при кряжуванні та підгортанні сортиментів валку дерев проводять на підкладковий хлист.

Порубкові залишки укладаються на волок, що покращує працездатність волока і запобігає пошкодженню кореневої системи дерев, що залишаються на корені поблизу волока. Такі ушкодження в ялинових і осикових насадженнях можуть викликати інфікування деревини грибковими захворюваннями, особливо влітку.

При розробці лісосік системою машин бензиномоторна пила + процесор + форвардер на валці дерев доцільно використовувати спеціалізовані бензомоторні пилки, на обрізанні сучків, кряжуванні хлестів - процесори грейферного типу, на транспортуванні сортиментів - форвардери.

Пасічні волоки позначають через 15-16 м. Розробка лісосік при суцільних рубках починається з валки дерев перпендикулярно наміченим волокам. Після відходу лісоруба на безпечну відстань або переході на іншу пасіку роботу починає процесор, який пересуваючись перпендикулярно поваленим деревам, захоплює їх за комлеву частину, поміщає попереду себе і обробляє. Сучки використовуються для зміцнення волока, по якому переміщується форвардер.

Дерева, що знаходяться з лівого боку у напрямку руху процесора, гідроманіпулятором перетягуються на праву сторону, після чого обробляються за комлеву частину. Ширина пасіки, оброблюваної за один прохід - 15-17 м.

При вибіркових рубках спочатку розробляється валок, починаючи з віддаленої частини лісосіки. Дерева валяться вершиною в напрямку, протилежному напрямку трелювання.

Після прочищення волока дерева на ньому обробляються одномодульним процесором, який, розпочавши роботу з ближнього кінця волока, захоплює дерева за комлеву частину, здійснюючи послідовно обрізку сучків і кряжування хлестів на сортименти, які укладаються уздовж волока. Сучки і вершини залишаються на волоці і приминаються колесами під час руху машин.

Валка дерев на напівпасіках проводиться під будь-яким кутом до волоку в просвіти між залишеними на корені деревами; при цьому комлева частина або вершина зваленого дерева повинні знаходитися в зоні досяжності маніпулятора процесора. Ця умова припускає, що дерева, розташовані на стрічці, досяжний для процесорного агрегату, доцільно звалювати вершиною в напрямі від волока, а дерева, що ростуть поза цією зоною, необхідно звалювати вершиною в напрямі до волоку. Можливу максимальну ширину пасіки при цьому можна визначити за формулою:

$$B_{\pi} = 2 (R + H), \quad (1)$$

де R - ефективний виліт маніпулятора, м;

H - висота зрізаних дерев, м.

Переміщуючись уздовж волока, процесор послідовно обробляє повалені дерева, причому дерево, оброблюване з комлевої частини, розкрязується на сортименти при суміщенні з обрізанням сучків. У дерев, що захоплені процесорним агрегатом за вершину, спочатку обрізають сучки, а потім, після розвороту агрегату на 180° градусів, проводиться кряжування хлеста, починаючи з комлевого боку.

Трелювання сортиментів форвардером здійснюється в два прийоми. У перший прийом трелюють сортименти, випиляні після розрубання волока, для того, щоб пакети сортиментів не перешкоджали розробці напівпасік, а потім, після кряжування дерев, заготовлених на напівпасіках, проводиться другий прийом трелювання[3].

Розробка лісосік системою машин бензиномоторна пила + трелювальний трактор + процесор передбачає трелювання дерев на верхній склад. Дерева укладаються в штабель висотою до 1 м. При його укладанні повинно бути враховано забезпечення можливості процесору рухатися прямолінійно уздовж штабеля в безпосередній близькості від торців оброблюваних дерев. Гранично допустимий розбіг комлевих сторін повинен складати не більше 2 м. Використання для кряжування процесора припускає підсорткування дерев за породами та діаметром стовбура.

Процесор встановлюється на верхньому складі таким чином, щоб відстань між лівою межею і штабелем становило не більше 0,5 м. При цьому за рахунок повороту стріли процесора з однієї стоянки можуть оброблятися дерева на ділянці 2,5 м по довжині штабеля.

Для створення необхідного розриву між штабелями сортиментів вимагається формування другого штабеля на максимальній відстані від площини пропилу. Це досягається поверненням каретки протяжного механізму до площини пропилу після протягування хлиста більш ніж наполовину довжини сортименту, що укладається в дальній штабель. Таким чином, після відпилювання цього сортименту є можливість його переміщення, так як він закріплений в точці, близької до центру тяжіння. Однак у силу того, що конструкція каретки не забезпечує надійного утримування сортименту, в дальній штабель слід укласти балансову (тонкомірну) деревину.

При кряжуванні несортованої деревини можливе випилювання сортиментів двох довжин різного призначення. У цьому випадку всі випиляні сортименти можуть скидатися в один штабель і сортуватися надалі навантажувачем маніпуляторного типу або форвардером. Навантаження сортиментів на лісовоз може здійснюватися цими ж машинами.



Рисунок 2 - Харверстер Timberjack 1470D.

При використанні харверстерів лісосіка розділяється на пасіки шириною 12 м. Волоки розташовуються на лівій стороні пасіки. Валка дерев харвестером починається з правого боку від волока. Далі проводиться обрізка сучків і кряжування хлестів на сортименти, які розміщуються з лівого боку від харверстера. Після віддалення харверстера на 50 м, роботу може починати форвардер. Зазвичай машини працюють у різних лісосіках: форвардер починає роботу, коли харвестер вже розробив лісосіку.

Продуктивність харвестера збільшується в тому випадку, якщо заздалегідь видаляється підлісок[3]. До початку розробки лісосіки машинами слід бензиномоторною пилкою звалити і обробити великомірні дерева, діаметр яких перевищує максимальний, встановлений для даної машини.

При сортиментній технології менше ушкоджуються залишені на корені дерева, краще зберігається підріст.

Сортиментна технологія ефективна при проведенні рубок головного і проміжного користування, санітарно-гігієнічних рубок, освоєння лісів 1 групи.

Висновок: з розглянутих систем машин для сортиментної технології в умовах Полісся найбільш ефективна система: бензиномоторна пила + процесор + форвардер.

При великих обсягах заготівлі (50 і більше тис. м³/рік) більш ефективні спеціалізовані машини для заготівлі сортиментів на основі харверстера і форвардера. Переваги даної системи забезпечують високу продуктивність та ступінь механізації праці. Машини для сортиментної технології легші в порівнянні з традиційними трелювальними тракторами, краще керовані, мають вищі швидкісні показники і підвищені ергономічні властивості.

Список літератури

1. Державна цільова програма “Ліси України” на 2010–2015 роки. – Затверджена Постановою Кабінету Міністрів України від 16.09.2009 р. №977.
2. Адамовський М.Г., Бакай Б.Я. Аналіз і перспектива використання трелювальних тракторів у лісовому комплексі України. – В зб.: Науковий вісник Лісова інженерія: техніка, технологія і довкілля.- Львів: Укр ДЛТУ. - 2004, вип.14.3.- С.175-18
3. Білик Б.В., Адамовський М.Г. Проектування самохідних лісових машин: Вибір параметрів, компонування і тяговий розрахунок. – Львів: ЗУКЦ, 2004. – 160 с.
4. Библюк Н.І. Лісотранспорт в Українських Карпатах: головні етапи і тенденції розвитку. – В зб.: Науковий вісник: Лісова інженерія: техніка, технологія і довкілля.- Львів: Укр ДЛТУ. - 2004, вип.14.3.- С.183-194.
5. Библюк Н.І., Мачуга О.С. Лісозаготівельні комбайни: Особливості конструкції, функціональні схеми, перспективи. .- Львів: Укр ДЛТУ. - 2012, вип.16..
6. Сабадир А., Коржов В. Удосконалення гірських лісозаготівель // Лісовий і мисливський журнал. – 2008. – №2. – С. 16– 17. Статистичний збірник "Регіони України".- Київ.- 2014.- ч.І – ІІ.

7. Стиранівський О. Моделювання транспортного освоєння гірського лісового масиву з врахуванням потенційних екологічних ризиків. Праці ЛАНУ.-2004, вип.3.-с.133-138.

Аннотация

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ В УСЛОВИЯХ УКРАИНСКОГО ПОЛЕСЬЯ

Деняченко М.И., Яценко Ю.С.

Представлен краткий анализ технического обеспечения лесозаготовок и эффективность использования харвестеров и форвардеров. Установлена взаимосвязь их параметров и обозначены перспективы их использования в условиях лесозаготовительных работ в зоне Полесья.

Abstract

PROSPECTS OF FORESTRY COMPLEX USING IN POLISSIA ZONE

M. I. Deniachenko, Y. S. Yatsenko

It is given a brief analysis of the technical support of logging and the efficiency of harvesters and forwarders. It is established correlation of parameters and the prospects are outlined for its use in forestry production in Polissia zone.

УДК 630.37: 621.225

ДІЕЛЕКТРИЧНА ПРОНИКНІСТЬ АДСОРБЦІЙНОГО ШАРУ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН, ЯК ПОКАЗНИК, ЩО ХАРАКТЕРИЗУЄ ПРОТИЗНОСНІ ВЛАСТИВОСТІ РОБОЧОЇ РІДИНИ ГІДРОПРИВОДУ

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

¹⁾Харківський національний автомобільно-дорожній університет;

²⁾Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка)

У даній статті розглядається метод оцінки протизносної властивості робочої рідини для об'ємного гідроприводу мобільних машин, що заснований на вимірюванні діелектричної проникності адсорбційної плівки, яка утворюється поверхнево-активними речовинами з її складу. Описано особливості даного методу та здійснено аналіз отриманих результатів

Вступ. Сучасні лісозаготівельні, лісогосподарські, будівельні і дорожні машини оснащені об'ємним гідравлічним приводом навісного технологічного обладнання. Аналіз показників надійності гідронасичених машин показує, що близько 70% відмов в умовах експлуатації припадає на відмови гідросистем. Робота мобільних машин супроводжується значними пульсаціями навантаження на робочих органах [1, 2].

Відомо, що найбільш інтенсивно процес зношування поверхонь рухливих трибосполучень елементів гідроприводу відбувається в умовах граничного режиму змащення, який виникає при виникненні пульсацій навантаження на робочих органах машини, а також під час початку і закінчення їх руху. Зазначені умови виникають під час критичних тисків на площі контактування поверхонь сполучень, внаслідок появи між ними безпосереднього контакту, тобто без адсорбційної плівки на границі поділу поверхонь тертя [3]. Зниження питомого тиску, шляхом збільшення площі фактичного контактування поверхонь сполучень досягається шляхом формування на їхніх поверхнях адсорбційної плівки зі складу робочої рідини (РР), здатної витримувати значний тиск. Таким чином, здатність РР формувати на поверхнях тертя гідроагрегатів мобільних машин значною мірою впливає на їх ресурс.

Аналіз публікацій. Багато дослідників відзначають, що в процесі експлуатації гідроприводів машин відбувається спрацьовування присадок і виділення їх із складу РР разом з продуктами зношування [3, 4]. Зниження концентрації поверхнево-активних речовин (ПАР) в об'ємі РР і, відповідно, зменшення товщини адсорбційної плівки на поверхнях тертя є основною причиною підвищеної інтенсивності зношування поверхонь трибосполучень гідроприводів, що працюють у граничному режимі змащення.

Відомо, що адсорбована на поверхнях трибосполучення плівка ПАР являє собою структуроване, квазікристалічне утворення, що має властивості діелектрика [3, 5]. Зміна товщини і несучої здатності плівки ПАР неминуче супроводжується зміною її електрофізичних показників, таких як: тангенс кута діелектричних втрат ($\operatorname{tg}\delta$) і діелектричної проникності (ε).

Багато авторів відзначають, що діелектрична проникність (ε), як діагностичний параметр має ряд переваг у порівнянні з іншими електрофізичними показниками [6, 7]. По-перше, діелектрична проникність є комплексним показником, який характеризує властивості діелектрика досліджуваного середовища. По-друге, діелектрична проникність меншою мірою залежить від температури, при якій відбувається вимір [7].

Величина діелектричної проникності визначається за схемою вимірювального гнізда (рис. 1), у відповідності із ГОСТ 22372-77, шляхом виміру електричної ємності конденсатора та розрахунків діелектричної проникності по залежності

$$\varepsilon = \frac{1}{\varepsilon_0} \cdot C \cdot \frac{d}{S}, \quad (1)$$

де ε – діелектрична проникність речовини між обкладками;

ε_0 – електрична постійна;

S – площа обкладок конденсатора;

d – відстань між обкладками.

При такій вимірювальній схемі (рис. 1) діелектрична проникність (ε) є сумою діелектричної проникності РР у міжелектродному просторі (ε_{PP}) і діелектричної проникності плівки ПАР ($\varepsilon_{пл}$).

$$\varepsilon = \varepsilon_{PP} + 2\varepsilon_{пл} \quad (2)$$

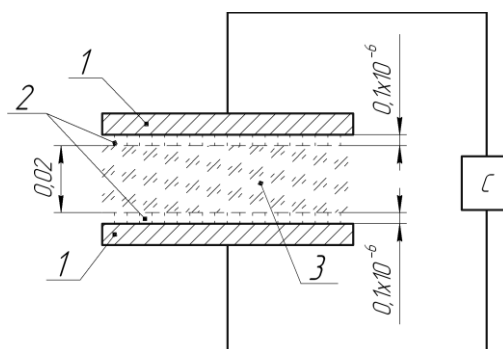


Рисунок 1 - Схема вимірювального гнізда за ГОСТ 22372-77 (1 – дискові електроди; 2 – адсорбційний шар ПАР; 3 – об'єм робочої рідини поміж електродами)

Результати досліджень моторних і трансмісійних мінеральних мастил [6, 7] виявили, що величина їх відносної діелектричної проникності перебуває в межах $\varepsilon=2,3\dots2,5$, а зміни цього показника в процесі експлуатації машини (350...500 мото-годин) склали $\Delta\varepsilon=0,04\dots0,012$. Отримані значення відносної діелектричної проникності характерні для рідких діелектриків, у той час як для структурованих, квазікристалічних молекулярних утворень величина відносної діелектричної проникності перебуває в діапазоні сотень або тисяч відносних одиниць [7]. Тому даний метод виміру не можна вважати таким, що характеризує стан адсорбованої на поверхнях трибосполучень плівки ПАР.

Мета роботи. Метою даної роботи є висвітлення можливості застосування діелектричної проникності адсорбційного шару ПАР, як показника, що характеризує протизносні властивості РР.

Основна частина. Відомо, що товщина мастильної плівки на поверхнях тертя може досягати величини розміру молекули ПАР ($\sim 20 \cdot 10^{-10}$ м), при цьому конструктивно складно виконати вимірювальний пристрій з дисковими електродами діаметром $5 \cdot 10^{-3}$ м у якого паралельність рухливих електродів була б менш ніж $2 \cdot 10^{-9}$ м. З метою виміру діелектричної проникності мастильної плівки використовувався вимірювальний пристрій з безпосереднім контактом електродів (рис. 2)

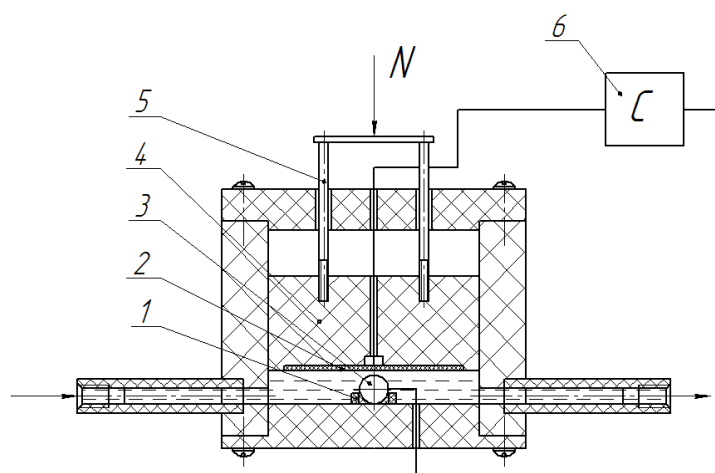


Рисунок 2 - Схема пристрою контролю електричної ємності мастильної плівки (1 – фіксатор кульки; 2 – пластинчастий електрод; 3 – кулька; 4 – поршень; 5 – механізм навантаження; 6 – вимірник ємності)

Пристрій (рис. 2) складається із пластинчастого і сферичного електродів. Сферичний електрод закріплений нерухомо, а до пластинчастого – покроково прикладається навантаження.

У місці взаємодії електродів здійснюється точкове контактування, що дозволяє зареєструвати електричну ємність у місці безпосереднього контакту адсорбційних плівок на поверхнях електродів.

Вимір електричної ємності адсорбованої плівки молекул ПАР із складу РР марки Mobil DTE 13М здійснювався шляхом лабораторного виміру її зразків з різним наробітком у гідроприводі мобільної машини.

Результати дослідження. За результатами лабораторних випробувань були отримані результати, що містяться на рисунках 3, 4

Аналіз результатів виміру ємності свідчать, що збільшення терміну наробітку РР у гідроприводі машини супроводжується збільшенням граничної ємності при навантаженні сполучення «кулька-площина» з одночасним зменшенням навантаження до моменту розриву адсорбційної плівки.

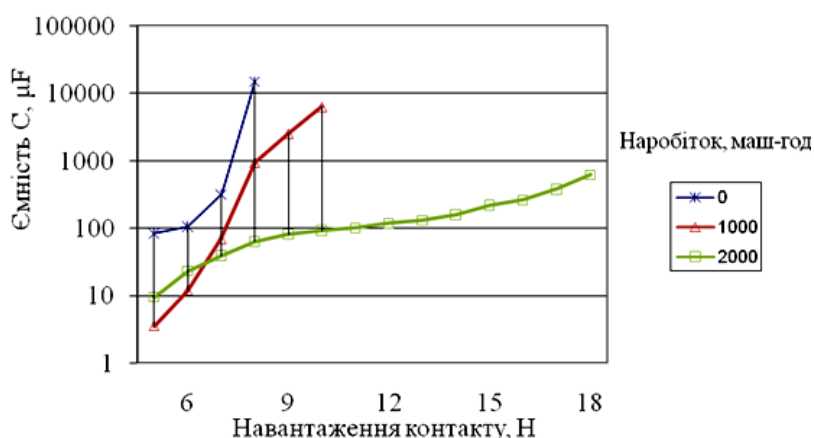


Рисунок 3 - Графік залежності електричної ємності від навантаження сполучення «кулька-площина»

Відносна діелектрична проникність плівки ПАР на поверхнях сполучення визначалася за виразом (1).

Визначення площі контакту сполучення «кулька-площина» S виконано виходячи з уявлення контактування відповідно до схеми на рис. 4

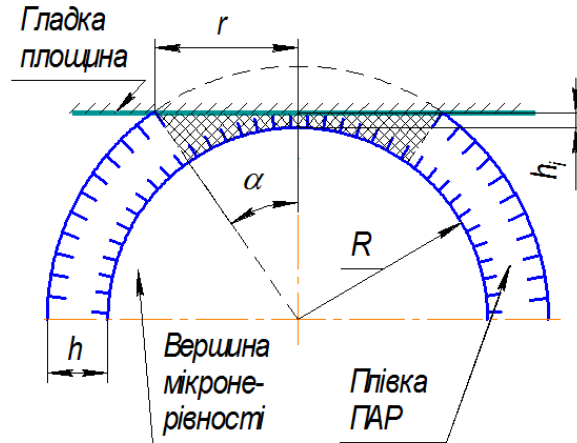


Рисунок 4 - Схема контакту сполучення «кулька-площина»

$$S = \pi [(R + 2 \cdot h) \cdot \operatorname{tg}(\alpha)]^2$$

За даними електричної ємності, з урахуванням функції її зміни від навантаження сполучення «кулька-площина», була розрахована відносна діелектрична проникність плівки ПАР. Результати розрахунків наведено на рис. 4.

Аналіз результатів доводять, що діелектрична проникність плівки ПАР має величину 10...800 умовних одиниць (рис. 5), що значно вище від значення діелектричної проникності РР. Результати випробування дозволяють стверджувати, що плівки ПАР на поверхнях має мезоморфний стан і таким чином для її характеристики треба застосовувати такі показники як несуча здатність, пружність і т.і.



Рисунок 5 - Графік залежності діелектричної проникності адсорбованого шару ПАР від навантаження сполучення «кулька-площина»

Висновки. Проведені дослідження показують: що адсорбований шар ПАР на поверхнях тертя є окремий елемент трібосистеми, який має властивості, що значно відрізняються від властивостей РР і має мезоморфний стан; діелектрична проникність адсорбованого шару ПАР є окремий показник, який комплексно характеризує його стан; використання застосованої в дослідженнях методики визначення діелектричної проникності адсорбованого шару ПАР РР гідроприводу мобільних машин дозволяє значно зменшити похибку вимірів.

Список літератури

1. Ничке В.В. Надежность прицепного и навесного оборудования тракторов / Ничке В.В. – Харьков: Вища школа, 1985. - 152 с.
2. Гринчар Н.Г. Методы и средства повышения эксплуатационной надежности гидроприводов дорожных и строительных машин. Дис. докт. техн. наук, 05.05.04.- Защищена 07.06.2007; Утв. 16.05.97/ Гринчар Н.Г.; Москва, 2007.- 369 с.
3. Надмолекулярные структуры жидких смазочных сред и их влияние на износ технических систем / уклад. Лисіков Є.М., Косолапов В.Б., Воронін С.В. – Харків, 2009. -273 с
4. Зорин В. А. Основы долговечности строительных и дорожных машин. М.: Машиностроение, 1986, 248 с.
5. Ахматов А.С. Молекулярная физика граничного трения / Ахматов А.С. – М.: Физматгиз, 1963. – 471 с.
6. Диэлектрическая проницаемость моторных и трансмиссионных масел транспортных машин / И. С. Наглюк, А. Б. Григоров // Наукові нотатки. - 2010. - Вип. 28. - С. 349-352.
7. Наглюк И.С. Концепция оценки свойств моторных и трансмиссионных масел транспортных машин по энергетическим параметрам. Дис. докт. техн. наук, 05.22.20.- Защищена 17.03.2013; Наглюк И.С.; Харьков, 2013.- 326 с.

Аннотация

**ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОНИЦАЕМОСТЬ АДСОРБЦИОННОГО СЛОЯ
ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ, КАК ПОКАЗАТЕЛЬ,
ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЙ ПРОТИВОИЗНОСНЫЕ СВОЙСТВА
РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ ГИДРОПРИВОДА**

Косолапов В.Б., Литовка С.В., Рукавишников Ю.В.

В статье рассматривается метод оценки противоизносных свойств рабочей жидкости для объемного гидропривода мобильных машин, который основан на измерении диэлектрической проницаемости адсорбированной на поверхностях сопряжений пленки, образующейся поверхностно-активными

веществами из ее состава. Описаны особенности данного метода и осуществлен анализ полученных результатов

Abstract

THE DIELECTRIC CONSTANT OF ADSORBED LAYER OF SURFACTANT AS THE INDEX THAT'S CHARACTERIZES ANTI-WEAR PROPERTIES OF OPERATING FLUID OF HYDRODRIVE.

Kosolapov V., Litovka S., Rukavishnikov Y.

In the article considered method of evaluation anti-wear properties of operating fluid for hydraulic systems of mobile mashines, that is based on measurement of dielectric constant of film that was adsorbed on friction surfaces, that's forming of surface active substance from composition. Described features of this method and analyzed results.

УДК 622:625.175: 630*221: 631.153.7

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ МАШИН ДЛЯ ДОРОЖНІХ І ЛІСОТЕХНІЧНИХ РОБІТ ПРИ ЗБИРАННІ РОСЛИННОЇ БІОМАСИ

Матюшенко Л.М., здобувач.

*(Національний університет біоресурсів і природокористування України,
03041, м.Київ-41, вул. Героїв Оборони, 12.)*

У статті викладено результати прогнозування розвитку вирощування енергетичних рослин у лісовому господарстві та перспективи застосування машин для дорожніх і лісотехнічних робіт при збиранні рослинної біомаси

Постановка проблеми. Одним із найважливіших факторів проблеми прогнозу розвитку вирощування енергетичних рослин у лісовому господарстві є питання енергоємного процесу – механізованого якісного збирання сировини; комплексного і раціонального її використання з урахуванням потреб споживачів в лісоматеріалах і їх продуктів переробки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Під прогнозуванням в лісовому господарстві слід розуміти обґрунтування головних напрямків розвитку галузі та виробничих ресурсів на довгостроковий період. При встановленні шляхів науково-технічного прогресу в лісовому господарстві визначають і перспективні напрямки розвитку науки.

Прогнози розробляють поетапно [1]. На першому етапі визначають стан прогнозованого об'єкта, його параметри, аналізують тенденції розвитку,

розроблюють гіпотезу зміни об'єкта в майбутньому, його можливі і оптимальні шляхи розвитку. На другому етапі виявляють встановлені тенденції, аналізують динаміку розвитку об'єкта, визначають мету його розвитку, виділяють і оцінюють фактори, що стимулюють або гальмують розвиток об'єкта. Третій етап передбачає розгляд об'єкта прогнозування як досліджуваної системи.

Все більше виникає потреба залучати нетрадиційні джерела енергії, створені на основі біоенергетичної сировини – твердої біомаси органічного походження, в тому числі і рослинного. Велика кількість рослин була досліджена для визначення потенційної можливості використання їх у якості енергетичних культур, але тільки небагато видів досягли комерційного рівня і вирощуються на великих площах. Залучення цього потенціалу для виробництва енергії може задовольнити близько 12-15% потреб України в первинній енергії. Таке біопаливо обійдеться державі дешевше в кілька разів.

У перерахунку на еквівалент енергії витрати на вирощування таких культур значно менші, ніж вартість енергоносіїв, отриманих від традиційних джерел. Нижча теплотворна здатність абсолютно сухої верби не відрізняється від інших порід деревини і становить приблизно 18 МДж/кг абсолютно сухої речовини. Порівняно з більшістю інших порід, деревина верби досить легка. Вона має високу тепловіддачу: чотири кубометри деревини замінює понад 500 м³ природного газу або 700 кг бурого вугілля. У промислових насадженнях вихід сухої маси енергетичної тополі становить до 6-12 т/га. Насадження тополі залишаються продуктивними до 15-20 і більше років, а біомасу протягом цього періоду можна збирати через кожні три-шість років. Біосировину, яку отримують у процесі виробництва, можна використовувати як первинне паливо (у процесі згорання) або як вторинне - біометанол і деревний газ. [2]

Мета досліджень – проаналізувати тенденції розвитку вирощування швидкоростучих енергетичних рослин у лісовому господарстві та визначити роль застосування машин для дорожніх і лісотехнічних робіт у технології збирання рослинної біомаси.

Результати досліджень. Прогнозування розвитку вирощування швидкоростучих енергетичних рослин у лісовому господарстві, також актуальне і в сільськогосподарській галузі народного господарства, є науково-інформаційною базою планування та представляє один із його періодів. Прогнозування розкриває основні критерії економічного розвитку лісового господарства в перспективі, розглядає можливі варіанти планових рішень та шляхи активного впливу на розвиток продуктивних значущих факторів у лісовому господарстві відповідно до потреб і можливостей споживачів. Дані прогнозу використовують для розробки в перспективі на ближчі 15-20 років комплексних програм науково-технічного прогресу держави, схем розвитку і розміщення галузей, які служать передплановими матеріалами.

В Україні зокрема доцільно створювати енергетичні плантації на сільськогосподарських землях, що не використовуються або використовуються неефективно, що в такому разі дає нам великий потенціал. Оскільки порівнюючи із іншими енергетичними рослинами, верба та тополя також може рости і на

малородючих ґрунтах, які непридатні для вирощування злаків, бобів, коренеплодів і т. п., зводячи до мінімуму конкуренцію між біоенергетичними і продовольчими культурами.

Вибір тієї чи іншої енергетичної культури може вагомо вплинути на метаболізм рослин на закладеній площі та залежить від багатьох факторів: типу ґрунтів, місця знаходження ділянки (освітленість та доступ до вологи), вид ландшафту тощо. Обов'язково потрібно визначитись зі строками та способами посадки і збирання врожаю, його зберіганням, переробкою, транспортуванням.

Вирощування так званих енергетичних рослин включає великий і малий цикли (рис. 1), що складається із деяких етапів: великий цикл – підготовка плантації та обробіток ґрунту, посадка пагонів, сходження, технологічний зріз (проводиться на етапі однорічного насадження одноразово), збирання біомаси (проводиться на етапі три-чотирирічного віку насадження близько восьми раз із відповідною періодичністю), ліквідація плантації (завершальний етап); малий цикл (повторюється до десяти періодів) замикається із третього етапу – сходження – і продовжується до етапу збирання біосировини.

Зважаючи на вагомі переваги в лісогосподарській промисловості України, такі як прогнозована фіксована собівартість створення бізнесу (плантацій), отримання прибутку протягом довгого періоду (близько 20 років) при незначних витратах на догляд та збір урожаю, введення в обіг малопродуктивних земель, отримання в перший рік після посадки стабільного джерела сировини, надлишок якої можна реалізувати як посадковий матеріал, господарство стикається із деякими ризиками. Це довгий інвестиційний період, що повністю реалізується за 20-25 років, а також проект, новизна якого вимагає запозичення досвіду закордонних спеціалістів і пошук інвестора.

Ураховуючи, що із 1 липня 2015 року згідно постанов НКРЕКП № 1885 та 1886 від 30.06.2015 року затверджено роздрібні ціни на природний газ і встановлено роздрібні ціни для комунально-побутових, промислових і бюджетних установ, вартість природного газу приймаємо 8,95 грн. Решту цінових категорій було визначено як середню вартість пропозицій на ринку.

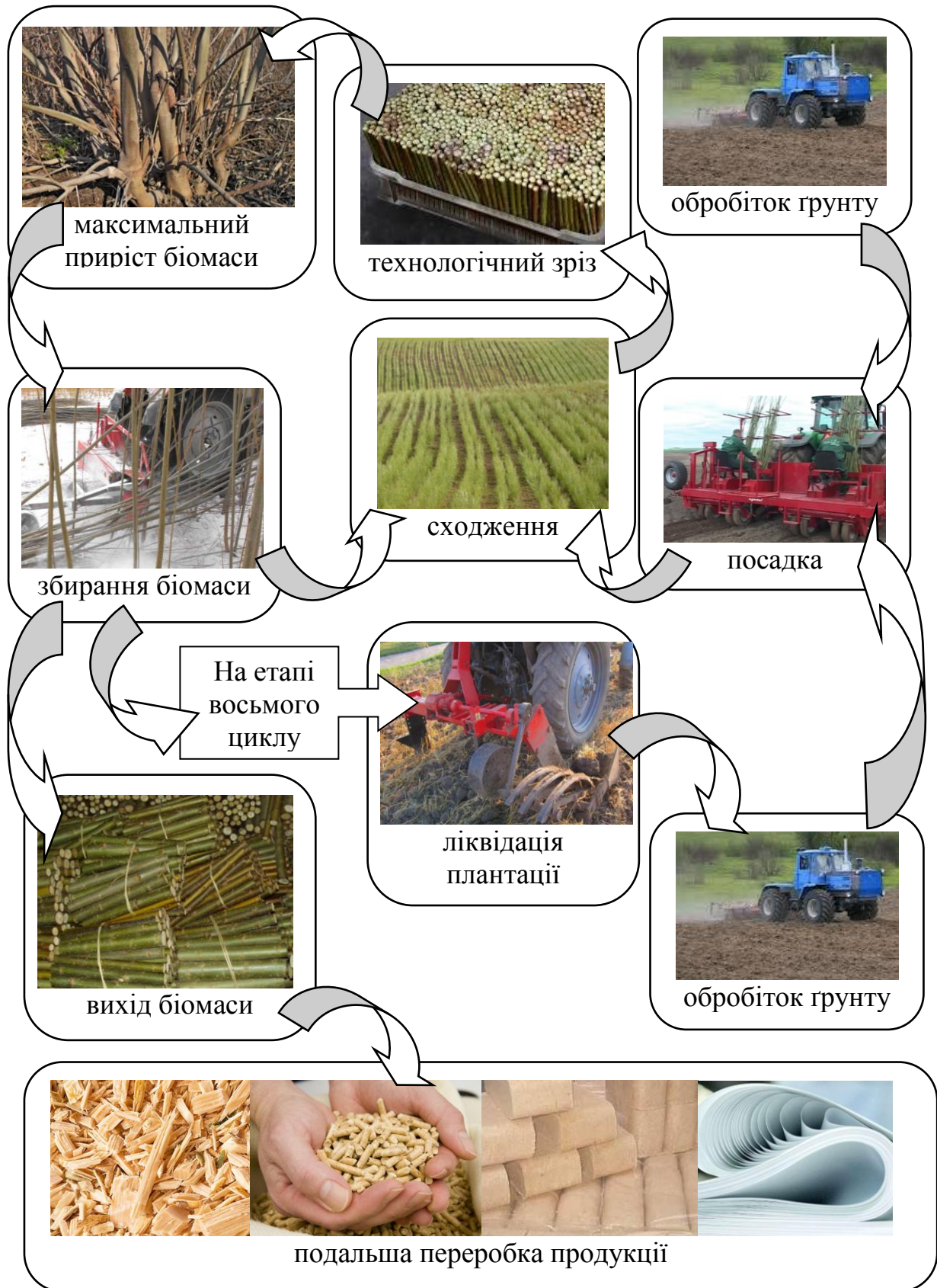


Рисунок 1 - Виробничі цикли біомаси енергетичних рослин.

Ураховуючи, що із 1 липня 2015 року згідно постанов НКРЕКП № 1885 та 1886 від 30.06.2015 року затверджено роздрібні ціни на природний газ і

встановлено роздрібні ціни для комунально-побутових, промислових і бюджетних установ, вартість природного газу приймаємо 8,95 грн. Решту цінових категорій було визначено як середню вартість пропозицій на ринку.

Економічна ефективність використання енергоресурсу в грошовому еквіваленті станом на сьогодні для отримання 10 000 МДж приведена в табл.1.

Таблиця 1 - Показники економічної ефективності деяких видів палива.

Вид палива, що дає необхідну кількість енергії, умовна одиниця вимірювання	Вартість за умовну одиницю вимірювання, грн.	Потрібна кількість палива у відповідних одиницях вимірювання	Затрачені кошти на потрібні енергоресурси, грн.
паливні брикети, 1000 кг	1800	667 кг	1200,6
паливні гранули, 1000 кг	2050	588 кг	1205,4
дрова, 1000 кг	1250	806,5 кг	1008,1
природний газ, м ³	8,95	314,5 м ³	2814,8
буре вугілля, 1000 кг	1500	700 кг	1050
дизпаливо, л	15,5	285 л	4417,5
мазут, л	7	270,6 л	1894,2

Станом на сьогодні, із проведеного аналітичного дослідження випливає, що процес масового впровадження альтернативних видів палива неминучий, так як визначається об'єктивними причинами: швидким розвитком енергоощадних технологій, вирішенням екологічних проблем та підвищенням економічного рівня країни – і має вагомий економічний ефект у подачі тепла, для генерації якого використана рослинна біомаса, в порівнянні із менш конкурентно спроможним закордонним природним газом.

Зрештою, енергетична верба може суттєво сприяти вирішенню не тільки енергетичних, але й екологічних проблем: зумовлює очищення стічних вод та не призводить до збільшення концентрації CO₂ в атмосфері, будучи головним абсорбентом вуглекислого газу, і зменшуючи його кількість в атмосфері, оскільки безперервно дає приріст і нові пагони.

Перспективи розвитку вирощування верби як екологічно чистого відновлювального джерела енергії у лісовому господарстві має сенс лише верба як чагарникова рослина, оскільки обрані сорти і гібриди менше вразливі до хвороб, невибагливі до ґрунтових умов та мають наступний ряд переваг: високий виробничий потенціал; просту технологію створення плантацій насаджень, оскільки відсутня коренева система в саджанцях, що значно спрощує посадку і підвищує їхню приживлюваність; широкий діапазон генетичної мінливості; відсутність проблеми боротьби із комахами-шкідниками; фактор енергійного відновлювання після кожного збору біомаси, даючи по кілька нових пагонів, що відростають.

Одним із найенергоємніших процесів в такій галузі є технологія збору біомаси, що зумовлюється необхідністю використання механізації для підвищення продуктивності праці, економії трудових ресурсів та зменшення енергозатрат.

Оскільки бракує спеціальної розробленої вітчизняної техніки та технічних засобів для збирання верби, тополі та ін. твердопаливної сировини рослинного походження, на сьогоднішній день дуже розповсюджена комбайнова технологія збирання, яка полягає у зрізуванні і подрібненні рослин на ранній стадії їхнього розвитку та завантаженні подрібненої сировини в кузов транспортного засобу, що рухається поряд, що супроводжується частковими втратами щепи на етапі транспортування від комбайну до кузова. Представниками таких машин є New Holland (130 FB для FR 9090), BB-1000, Bender 6WG, JF 192, SPAPPERI RT500, Case IH 7000 series Austoft.

Силосозбиральні комбайни подрібнюють деревину на тріску фракцією від 50 мм до 70 мм, значення довжини якої є критичним щодо зберігання щепи такої вологості за результатами досліджень [3]. Це може спричинити процес загнивання і, навіть, призвести до самозаймання.

Заготівельні роботи доцільно проводити на плантаціях верболозу в зимовий період після опадання листя, що дасть можливість зменшити показник зольності сировини, і після замерзання ґрунту, що зменшить негативний вплив контакту ходових коліс агрегату на родючий ґрунтовий покрив, а подальшу переробку – з часом, коли вологість лози зменшиться у зв'язку з усушкою. Це має деякі вагомні переваги: полегшує складування і зменшує енергоємність процесу подрібнення. Такий технологічний процес можуть забезпечити ряд наступних машин: косарка Карпенка та косарка КО1, самохідна машина Empire 2000, причіпна машина NB STEMSTER III, причіпна снопов'зальна косарка AP H/PM та РКР-1,5.

Саме така технологія збирання біомаси є оптимальною і не затратною відносно інших.

За даними статистики у 57 підвідомчих підприємствах наявні 97 агрегатних роторних кущорізів, 94% із яких складають РКР-1,5.

Доцільно розглянути рубач коридорів роторний РКР-1,5 – одну із базових машин для дорожніх (розчищення придорожніх смуг) і лісотехнічних робіт – як машину, яка може бути пристосована для збирання рослинної біомаси та можливі оптимальні шляхи розвитку її застосування при збиранні біосировини.

Різальний апарат рубача розташовується позаду по ходу руху трактора. Такий робочий орган значно стійкіше працює при коливаннях і перекосах під час руху агрегату, не забивається рослинними рештками, а також дозволяє регулювати висоту зрізу рослинності.

Технологія збирання біомаси досить проста. Від ВВП через карданний вал, конічний редуктор і клинові паси трактора приводиться в дію ротор із закріпленими на ньому ножами. Попереду трактора, що наближається до насадження, штовхач прогинає рослини і, цим самим, створює попередньо напружену зону, тому на створення критичних напружень в наступних етапах руйнування потрібні менші витрати енергії. Далі зрізана біомаса падає на ґрунт.

В залежності від діаметру деревних і чагарникових прутів, які потрібно зрізувати, роторні кушорізи мають певні режими роботи. Єдиним їх недоліком є частково подрібнений зрізаний матеріал, який залишається на місці, виникає додаткова потреба використовувати підбирач, що не є негативним фактором і не впливає на якість технологічного процесу.

Перевагами використання машин із роторними робочими органами, які обладнані ножами інерційно-ударної дії, як РКР-1,5, дає можливість отримати значні короткочасні імпульси, цілком достатні при їх відносно невеликих розмірах для зрізання деревних і чагарникових енергетичних рослин. Енергія зрізання пристосованою машиною визначається наступною залежністю:

$$W = \frac{2}{3} r \sec[\lambda] \sqrt{\left(\frac{1}{(-1+\nu)^4 (\cos[\kappa] - \cos[2\lambda])^2} e^{\frac{Et}{\mu+\mu\nu}} (-1+h\nu k)^4 r_0^4 u n^2 \mu^2 \times \right.}$$

$$\left(\frac{6(-1+\nu)(-34-23\sqrt{3}+6(10+7\sqrt{3})\nu)\cos[\frac{1}{2}(\kappa-2\lambda)]\cos[\lambda]}{2+\sqrt{3}} + \right.$$

$$+ 6(-1+\nu)(4\cos[\frac{\kappa}{2}]\cos[\lambda] + (1-6\nu)\sin[\frac{\kappa}{2}]\sin[\lambda]) + \frac{1}{2+\sqrt{3}}\sin[\lambda] \times$$

$$\times ((-22-21\sqrt{3}+(-2+13\sqrt{3})\nu+16(2+\sqrt{3})\nu^2)\cos[\frac{\kappa}{2}]\cos[\lambda] +$$

$$+ 2(-2+3\sqrt{3}+(62+29\sqrt{3})\nu-28(2+\sqrt{3})\nu^2)\sin[\frac{\kappa}{2}]\sin[\lambda]))^2 +$$

$$+ (-\frac{6(-1+\nu)(-34-23\sqrt{3}+6(10+7\sqrt{3})\nu)\cos[\frac{1}{2}(\kappa-2\lambda)]\sin[\lambda]}{2+\sqrt{3}} +$$

$$+ 6(-1+\nu)((-1+6\nu)\cos[\frac{\kappa}{2}]\cos[\lambda] - 4\sin[\frac{\kappa}{2}]\sin[\lambda]) + \frac{1}{2+\sqrt{3}}\cos[\lambda] \times$$

$$\times (2(2-3\sqrt{3}-(62+29\sqrt{3})\nu+28(2+\sqrt{3})\nu^2)\cos[\frac{\kappa}{2}]\cos[\lambda] +$$

$$+ (22+21\sqrt{3}+(2-13\sqrt{3})\nu-16(2+\sqrt{3})\nu^2)\sin[\frac{\kappa}{2}]\sin[\lambda]))^2 \sin[2\lambda]^2)$$

де E – модуль пружності лінійних деформацій; ν – коефіцієнт Пуассона; k – модуль пружності об'ємних деформацій; x, y, z – осьові координати; h – висота зрізу від комлевої частини рослини; r_0 – радіус поперечного перерізу прута на

висоті зрізання; $l = \cos[\frac{\pi}{2} - \lambda]$, $m = \cos[0]$, $n = \cos[\lambda]$ - направляючі косинуси, t – час удару, μ – модуль в'язкості матеріалу прута.

Застосування таких робочих органів зменшує енергозатрати і також підвищує продуктивність завдяки роботі машини як машини безперервної дії, а відсутність деревного пилу покращує санітарно-гігієнічні умови праці.

Висновок. Провівши аналіз, можна резюмувати, що нескладна технологія вирощування енергетичних культур дає можливість швидко отримувати максимальний приріст енергетично цінної біосировини, що значно сприяє швидкому тріумфу біопалива. А використання машин для дорожніх і лісотехнічних робіт при збиранні рослинної біомаси значно покращить умови праці та підвищить її продуктивність у сільсько- і лісгосподарській галузях.

Список літератури

1. Справочник лесовода. П. С. Пастернак, П. И. Молотков, И. Н. Патлай и др.; Под ред. П. С. Пастернака. — К.: Урожай, 1990,— 296 с.
2. <http://www.propozitsiya.com/?page=146&itemid=3624>
3. <http://ndipvt.com.ua/konf7/2/dumich1.htm>

Аннотация

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МАШИН ДЛЯ ДОРОЖНЫХ И ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ ПРИ УБОРКЕ РАСТИТЕЛЬНОЙ БИОМАССЫ

Матюшенко Л. М.

В статье изложены результаты прогнозирования развития выращивания энергетических растений в лесном хозяйстве, а также перспективы применения машин для дорожных и лесотехнических работ при уборке растительной биомассы.

Abstract

PROSPECTS OF MACHINES FOR ROAD AND FORESTRY ENGINEERING WORKS OF HARVESTING WILLOW BIOMASS CROPS

Matiushenko L. M.

The article presents the results of prediction of growing energy crops in forestry and prospects of machines for road and forestry engineering works of harvesting willow biomass crops.

РОЗДІЛ 3 ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 711.4

ВПЛИВ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ НА БЕЗПЕКУ РУХУ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНИМИ МЕРЕЖАМИ

Шевчук О.С., к.т.н., ст. викладач

(Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя)

Встановлено характеристики базових показників ефективності при натурних дослідженнях з визначенням їхнього впливу на безпеку руху по вулично-дорожній мережі з метою покращення організації дорожнього руху та забезпечення безпечного пересування автомобілів і пішоходів

Постановка проблеми. Збільшення трафіку ускладнює забезпечення показників безпеки дорожнього руху, що є комплексною проблемою. За даними офіційного порталу Укравтодору [1], порівняно з країнами ЄС, Україна має надзвичайно низькі показники безпеки дорожнього руху, що призводить до значних людських та економічних втрат, причому серед детермінуючих факторів їхнього забезпечення доцільно виділити наступні: забезпечення експлуатаційної надійності транспортних засобів з необхідним рівнем активної і пасивної безпеки і своєчасне та якісне обслуговування, достатні психофізіологічні властивості і рівень професійної підготовки водіїв, в тому числі, на сьогодні, домінуючою причиною низхідного тренду безпеки є культура водіння. При дослідженнях впливу дорожніх умов на безпеку руху особливе значення мають якість і стан проїзної частини, їх оснащення сучасними технічними засобами із дотриманням всіх необхідних норм та правил щодо встановлення. Основним завданням організації дорожнього руху та застосування технічних засобів координації є аналіз і здійснення заходів, які забезпечать ефективність і безпечність транспортних і пішохідних потоків.

Результати досліджень. При проведенні натурних досліджень дорожніх умов у м. Тернополі встановлено: технічна база з обслуговування транспортних та пасажиропотоків потребує кардинальних змін, причому необхідно звертати увагу в комплексі на забезпечення показників стану доріг і якості технічних засобів, що їх обслуговують. Враховуючи транзитний потенціал України, необхідно дотримуватися, з адаптацією законодавства України до *aquis communautaire* ЄС у сфері автомобільного транспорту, щодо обладнання доріг, створення дорожнього покриття з відповідними показниками якості, забезпечення екологічних вимог, ін. і як наслідок забезпечення безпеки учасників дорожнього руху.

Натурні дослідження характерних транспортних потоків на вулицях і дорогах забезпечують [2]:

- виявлення місць затримок на перегонах і пересіченнях;
- корегування режимів роботи світлофорних сигналізацій;

- введення обмежень швидкостей;
- визначення зон заборони обгонів;
- виявлення місць, для встановлення дорожніх знаків;
- виявлення ділянок ДТП, зв'язаних з порушенням швидкісного режиму, або невідповідністю умов руху.

Аналіз проблематики безпеки дорожнього руху, вказує на те, що досліджуване питання має велике народногосподарське значення, через значні фінансові втрати, викликані аварійністю, також складністю організаційних, матеріально-технічних, інших задач щодо її вирішення [3]. Встановлено зв'язок економічних показників роботи автотранспорту і безпеки дорожнього руху, який полягає в пропорційній залежності швидкості руху від умов безпеки.

Віддаючи належне соціальному значенню проблеми досягнення заданого рівня безпеки дорожнього руху, окремо виділяється її залежність від масової підготовки населення до участі в такому процесі, маючи на увазі, що переважна більшість ДТП виникає [3] у результаті порушень правил дорожнього руху учасниками, які не зуміли, або не захотіли адекватно відреагувати на дорожню обстановку. Ефективна експлуатація доріг України потребує вирішення комплексу задач, для підвищення ефективності організації дорожнього руху та забезпечення безпеки необхідно визначити сучасний стан та перспективи розвитку досліджуваного питання.

Із розвитком рівня програмного забезпечення, оцінка стану доріг відбувається не лише органолептично, довільний учасник дорожнього руху, що використовує мобільний телефон може встановити на нього відповідний мобільний додаток, в результаті завантаження критеріїв є можливість визначити рейтинг конкретного відрізка дороги. Це дає можливість автомобілістам під час здійснення своєї подорожі не тільки оцінити якість покриття а й вибрати для себе кращий відрізок дороги і скорегувати маршрут руху по автомобільних дорогах з більш якісним покриттям. Технічні засоби організації руху впливають на транспортні та пішохідні потоки, при цьому параметри потоків є змінними. Дані зміни доцільно використати в основі показників, що використовуються для оцінки ефективності застосування як окремого технічного засобу, так і їх сукупності.

Показники ефективності повинні відображати продуктивність транспортного процесу і безпеку руху. Разом з тим знайти лише один показник, який був би узагальнюючим та універсальним, щоб конкретно вимірювався в реальних умовах руху і мав би певне числове значення, досить складно.

У неоднакових ситуаціях домінують різні показники: число і важкість ДТП, пропускна здатність вулично-дорожньої мережі, транспортні затори, кількість зупинок транспортних засобів, довжина черг перед перехрестями, час виконання поїздки, швидкість повідомлення, ступінь загазованості навколишнього середовища та рівень шуму, створюваного транспортними засобами. Дані показники зв'язані, виникає необхідність встановити взаємозалежність, яку встановити і аналітично записати складно з причини, що не всі дані можливо зібрати одночасно, для окремих потрібен значний час для збору статистичної інформації.

У залежності від мети оцінки, наприклад, при оцінці рівня безпеки руху, або загазованості повітря, використовуються визначені показники, або їх сукупність. Для розрахунків економічної ефективності впровадження технічних засобів організації руху доцільно враховувати множину показників у вартісному вираженні. Для цілей оптимізації роботи технічних засобів доцільно обмежитися використанням до двох показників, оскільки практика показує, що мінімізація одного з провідних параметрів ефективності призводить до зниження (або збільшення) інших [2, 3]. Наприклад, зниження затримки транспортних засобів призводить до збільшення швидкості повідомлення, зменшення часу руху, витрати палива, загазованості, шуму [3]. При виборі ведучого показника необхідно враховувати, що в найбільш явному вигляді про ефективність управління можна судити за характером роботи перехресть, пропускна спроможність яких багато в чому визначає продуктивність всієї транспортної системи. Для перехрестя таким показником є середній час обслуговування або середня затримка автомобіля. Цей показник найчастіше використовується як характеристика ефективності різних систем масового обслуговування. Затримка може бути порівняно просто визначена в реальних умовах руху і має вартісне вираження.

Безпосередньо середня затримка не відображає ступінь безпеки руху, зменшення затримок зменшує роздратованість і психологічну стомлюваність водіїв, що в кінцевому рахунку зменшує вірогідність виникнення ДТП. Проте винятково шляхом зменшення середніх затримок транспортних засобів досягнути зниження кількості ДТП неможливо. Тому, приймаючи вказаний критерій як основний, слід враховувати й інші показники відповідні характеру та спрямованості аналізу систем управління. У ряді випадків параметри систем, розраховані за критерієм середньої затримки, можуть бути обмежені з урахуванням інтересів безпеки руху, наприклад тривалість мінімального розвирішального, максимального забороняє і проміжного сигналів світлофорів, розрахункова швидкість руху і т.д. Крім цього, показник безпеки висуває певні вимоги і до технічних засобів організації руху з точки зору їх безвідмовності в роботі й інформативності [4].

З урахуванням зростання рівня автомобілізації особливе значення беруть екологічні показники. Часті гальмування і зупинки транспортних засобів підвищують ймовірність використання водіями понижуючих передач і роботи двигуна на не економічних режимах. Це сприяє забрудненню атмосфери продуктами неповного згоряння палива і збільшення транспортного шуму. Тому параметри управління рухом повинні забезпечувати стабільність швидкісного режиму і зниження числа і тривалості зупинок транспортних засобів

Введення світлофорного регулювання ліквідує найбільш небезпечні конфліктні точки, що сприяє підвищенню безпеки руху. Разом з тим поява світлофора на перехресті, викликає транспортні затримки навіть на головній дорозі, часом досить значні через характерною для цієї дороги високої інтенсивності руху та пануючого в даний час жорсткого програмного регулювання. Таким чином, введення світлофорного регулювання є не завжди

виправданим і залежить насамперед від інтенсивності конфліктуючих потоків і від числа і тяжкості ДТП [5].

Висновок. Для досягнення заданого рівня безпеки вимагається комплексне врахування характеристик дорожнього руху, основних показників організації дорожнього руху, а також дорожніх умов, враховуючи геометричні елементи і технічний стан дороги, її обладнання і облаштування з одержанням фактичних даних про рух транспортних і пішохідних потоків з перевіркою умов безпеки дорожнього руху.

Список літератури

1. Режим доступу: <http://www.ukravtodor.gov.ua/>.
2. ГОСТ 23457-86. Технічні засоби організації дорожнього руху. Правила застосування.
3. Кликовштейн Г.И. Организация дорожного руху. М.: Транспорт, 1982-24.
4. Куперман А.И., Миронов Ю.В. Безопаска дорожнього руху. – М.: Академия, 1999.
5. Авдеева М.М., Князева О.Л., Стряпкина Р.Б., Маханева М.Д. «Безпека на вулицях і дорогах». М.: Просвещение, 2004.

Аннотация

ВЛИЯНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ УЛИЧНО-ДОРОЖНЫМИ СЕТЯМИ

Шевчук О.С.

В работе проведено характеристику основных показателей эффективности при натурных исследованиях и определено их влияние на безопасность движения по улично-дорожной сети с целью улучшения организации дорожного движения и обеспечения безопасного передвижения, как автомобилей так и пешеходов.

Abstract

THE STUDY OF PERFORMANCE FACTORS AND THEIR EFFECT ON THE SAFE ROAD NETWORK OPERATION

Shevchuk O.S.

The key performance factors in the full-scale study are analyzed in this paper. The effect of these factors on the safe road network operation to improve traffic management and ensure the safe movement of vehicles and pedestrians is determined.

УДК 347.463

ПРАВОВІ АСПЕКТИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ

Цьонь О.П., к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

У статті подано перелік основних законів, постанов, нормативно-правових актів та правил, які регламентують міжнародні перевезення вантажів автомобільним транспортом. Наведено коротку характеристику законодавчої бази України в галузі автотранспортних перевезень.

Постановка проблеми. Транспорт є однією із найбільш розвинутих галузей народного господарства, що забезпечує реалізацію потреб населення та виробництва в усіх видах перевезень, а також виступає головним чинником функціонування матеріального виробництва та сфери обслуговування.

Стан транспортної інфраструктури країни напряму залежить від здатності органів держаної влади управляти виробничими процесами в економіці та обігу виробленого матеріального продукту.

Транспортом можна вважати сукупність усіх механічних засобів, що задіяні у перевезеннях виробничо-технологічного комплексу, призначених для забезпечення потреб суспільного виробництва та населення країни у перевезеннях у внутрішньому й міжнародному сполученнях і надання інших транспортних послуг усім споживачам.

Важливу роль у формуванні зовнішньоекономічних зв'язків України відіграє транспорт без якого неможлива інтеграція України у загальносвітову економічну систему. Автомобільний транспорт України здійснює значну частину перевезень на внутрішньому ринку та у міжнародному сполученні. Здійснення даних перевезень повинно відбуватися в рамках чинного законодавства та з дотриманням відповідних міжнародних угод, конвенцій та правил.

Актуальність дослідження. Для збільшення вантажопотоків у міжнародному сполученні необхідним є наявність нормативно-правової бази, яка регламентує основні засади здійснення вантажних перевезень, відповідає міжнародним вимогам та конвенціям, а також не суперечить законодавству зарубіжних країн у сфері перевезення.

Результати дослідження. До перевезення вантажів автомобільним транспортом згідно із законом України “Про ліцензування” та “Про автомобільний транспорт” у міжнародному сполученні допускаються резиденти України, які мають досвід роботи внутрішніх перевезень на договірних умовах не менше ніж три роки та відповідну ліцензію [1].

При виконанні міжнародних перевезень вантажів резиденти України повинні мати: дозволи іноземних країн, по території яких буде здійснюватися перевезення; ліцензійну картку на транспортний засіб; дозвіл щодо узгодження

умов та режимів перевезення в разі перевищення вагових або габаритних обмежень; свідоцтво про реєстрацію транспортного засобу; сертифікат відповідності щодо безпеки руху, екологічної безпеки та енергозбереження вимогам країн, по території яких буде здійснюватися перевезення [2].

Згідно з ст. 55 закону України “Про автомобільний транспорт” види дозвільних документів та порядок їх розподілу, видачі та використання українськими перевізниками при перевезенні по території іноземних країн визначаються центральним органом виконавчої влади з питань автомобільного транспорту з урахуванням вимог законодавства України та законодавства країни, по території якої буде здійснюватися перевезення, який у межах повноважень організовує контроль за виконанням міжнародних договорів України з питань міжнародних перевезень вантажів, розробляє рекомендації щодо розвитку міжнародного співробітництва у сфері міжнародних перевезень, забезпечує видачу дозвільних документів на міжнародні перевезення пасажирів і вантажів автомобільним транспортом, а також бере участь у проведенні заходів щодо укладання міжнародних договорів з питань міжнародних перевезень пасажирів і вантажів автомобільним транспортом [3].

Державне управління автомобільним транспортом здійснює Кабінет Міністрів України відповідно до своєї компетенції за допомогою територіальних органів виконавчої влади, служби міжнародних автомобільних перевезень та урядового органу державного управління на транспорті [4].

До основних нормативно-правових актів, законів, постанов, що регламентують діяльність у сфері міжнародні перевезення вантажів автомобільним транспортом відносяться:

1. Закон України “Про автомобільний транспорт” (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2001, N 22, ст.105), який регламентує питання щодо перевезень автомобільним транспортом;

2. Господарський кодекс України від 16.01.2003 р., який містить норми, що регулюють організацію і здійснення перевезень вантажів.

3. Цивільний кодекс України від 16.01.2003 р., який містить основні положення про договір перевезення пасажирів і вантажів, про перевезення транспортом загального користування, про завантаження і вивантаження вантажів, про відповідальність перевізників, а також правила пред’явлення претензій і позовів.

4. Конвенція про договір міжнародного автомобільного перевезення вантажів (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2006, N 39, ст.341).

При здійсненні перевезень вантажів у міжнародному сполученні повинні використовуватися автомобілі, причепа та напівпричепа, що відповідають: вимогам з безпеки руху; положенням міжнародної конвенції про дорожній рух; угоді про єдині умови офіційного затвердження про взаємне визнання предметів обладнання і частин механічних транспортних засобів; європейській угоді про роботу екіпажів транспортних засобів, які здійснюють міжнародні перевезення; конвенції про обкладання податком дорожніх транспортних засобів, які використовуються для міжнародних перевезень вантажів.

Усі автомобілі, причеи, напівпричеи повинні бути зареєстровані у відповідних органах згідно із чинним законодавством та отримати свідоцтво про реєстрацію, а також розпізнавальний знак держави Україна.

Слід відмітити, що при міжнародних вантажних перевезеннях митне регулювання здійснюється відповідно до митної конвенції про міжнародне перевезення вантажів із застосуванням книжки МДП.

Висновки. Враховуючи наявну нормативно-правову базу, яка регламентує перевезення вантажів у міжнародному сполученні автомобільним транспортом можна стверджувати, що вона відповідає вимогам міжнародних конвенцій, угод та договорів в галузі транспорту, однак при інтеграції України у Європейський союз повинна бути дещо змінена відповідно до законодавства країн учасниць Європейського об'єднання.

Список літератури:

1. Демський Е.Ф., Гіжевський В.К., Демський С.Е., Мілашевич А.В. Транспортне право України: Навч. посібник / За заг. ред. В.К. Гіжевського, Е.Ф. Демського. – К.: Юрінком Інтер, 2002. – 416 с.
2. Закон України Про автомобільний транспорт (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2001, N 22, ст.105).
3. Шульженко Ф. П., Гайдулін О. О., Кундрик Р. С. Транспортне право: Навч. посібник. — К.: КНЕУ, 2005. — 244 с.
4. Гіжевський В.К. Транспортне право України: підручник / В.К. Гіжевський, Е.Ф. Демський, А.В. Мілашевич. – К.: Атіка, 2012. – 332 с.

Аннотация

ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ В МЕЖДУНАРОДНОМ СООБЩЕНИИ

Цень О.П.

В статье перечислены основные законы, постановления, нормативно-правовые акты и правила, регламентирующие международные перевозки грузов автомобильным транспортом. Приведена краткая характеристика законодательной базы Украины в области автотранспортных перевозок.

Abstract

LAW ASPECTS OF CARGO TRANSPORTATION IN INTERNATIONAL DIRECTION

Tson O.P.

The article lists the main laws, legal acts and rules that govern the international cargo by road. Shows brief description of legislative base of Ukraine in the field of road transport.

УДК 6.31

СИСТЕМНЫЙ ПРИНЦИП ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Рублёв В. И., д. т.н., профессор

*(Национальный университет биоресурсов и природопользования
Украины)*

Выполнена классификация контролируемых показателей технического состояния транспортных средств – автомобилей, тракторов и прицепов. На основе ранжировки устройства многообразия машин представлен системный принцип оценки технического состояния машин по его уровням.

Ключевые слова: автомобиль, трактор, прицеп, оценка, техническое состояние, системный принцип, классификация, показатели

Введение. Сложность оценки технического состояния транспортных средств (автомобилей, тракторов и прицепов) определяется в основном следующими факторами: многообразием конструкций транспортных средств, многообразием формирований организаций по их эксплуатации, многообразием формирований организаций по их техническому сервису. Не вдаваясь в статистику наличия моделей транспортных средств и модификаций, их номенклатура составляет сотни видов. Это является объективным фактором конструктивных решений при изготовлении. В свою очередь они определяют формирование организаций по их эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту [1].

Изложенное усложняет положение потребителей машин. Оно характеризуется высокой стоимостью эксплуатации машин, низким качеством обслуживания, его условностью при не однозначной оценке технического состояния машин в период эксплуатации, технического обслуживания и ремонта, а также низкой оперативностью [1-3].

По сравнению с ранее названными факторами достоверность оценки технического состояния позволяет на основе качественной диагностики выполнить достоверный прогноз срока эксплуатации, наличия дефектов, их места проявления и принятия мер для их устранения.

Изложенное определяет проблему оценки технического состояния всего многообразия транспортных средств при их диагностике и прогнозировании.

Цель работы. Сформировать принципы унифицированного метода оценки технического состояния транспортных средств (автомобилей, тракторов и прицепов).

Задачи исследований.

- выполнить анализ структуры конструкций транспортных средств;

- выполнить анализ принципов оценки её составляющих по сложности конструкций составных частей, агрегатов, узлов, сопряжений, деталей, их размеров;
- определить приоритеты методов оценки технического состояния транспортных средств;
- обосновать номенклатуру контролируемых показателей технического состояния.

Методика исследований. Системный анализ конструкций транспортных средств на основе патентно - информационного поиска, морфологического анализа, методов оценки и положений системы по управлению качеством [2, 4-7].

Результаты исследований. На основе системного анализа и патентно - информационного поиска определены типовые показатели качества полнокомплектных машин, подлежащие оценке их технического состояния. Они классифицированы по следующим группам:

1. Классификационные - мощность двигателя внутреннего сгорания, емкость резервуара, размеры рабочего состава - комплектность.
2. Функциональные - целостность изделия, герметичность гидро,- пневмопроводов.
3. Конструктивные - габаритные, линейные, угловые размеры, геометрия и макрогеометрия составных частей, присоединительные размеры.
4. Показатели раскомплектации.
5. Сохраняемость - целостность, отсутствие дефектов лакокрасочных покрытий и пространства.
6. Показатели совершенства производственного исполнения и стабильности товарного вида - чистота выполнения сочленений и сопрягающихся поверхностей (в форме изделия обеспечена чистота и точность стыковки отдельных ее элементов, отсутствуют щели, зазоры, перекосы, заусеницы), тщательность покрытий и отделки, качество сварных швов, четкость исполнения фирменных знаков, указателей, упаковки и сопроводительной документации.

Показатели качества комплектующих деталей и запасных частей целесообразно классифицировать следующим образом: линейные размеры, угловые размеры, внешний вид, шероховатость, геометрия и макрогеометрия поверхностей, физико-механические свойства (твердость, упругость, остаточная деформация), химические свойства, структура, микро- и макроструктура.

Обоснование номенклатуры показателей качества техники, под-лежащих контролю при оценке технического состояния, осуществлено на основе нормативных документов (ДСТУ, ГОСТов, СОУ, ГСТУ методических указаний и технических условий), регламентирующих контролируемые свойства, и их ранжировку по уровням сложности составных частей. Исходя из системного принципа машина рассматривается как сложный объект, в который входят составные части (например: двигатель, ходовая часть и другие) - ее подсистемы. Составные части в свою очередь будучи подсистемами на 1-ом уровне подразделяются тоже на менее сложные составные части 2-го уровня сложности и так далее до узлов, сопряжений и деталей. Всего в машинах целесообразно

рассматривать 5-6 уровней сложности, в каждом из которых составные части характеризуются определенным перечнем показателей качества.

Системный принцип ранжировки номенклатуры показателей качества согласован со следующими решениями:

- системное построение конструкторских решений,
- типизация составных частей, агрегатов, узлов, сопряжений и деталей;
- специализация производства комплектующих;
- специализация технологических процессов.

Показатели качества систем механизмов (в дальнейшем системные показатели качества - СПК) и их составных частей позволяют проследивать их качество на любом уровне ранжировки (рис. 1). Системный принцип и на его основе ранжировка номенклатуры показателей качества составных частей по уровням их сложности дают возможность определиться с показателями, свойственными для всех составных частей любого уровня. В качестве системных показателей качества транспортных средств рассматриваются следующие системы: 1–несущая система; 2–электрооборудование; 3- приборы; 4-двигатель; 5- трансмиссия; 6 - ходовая часть; 7 – агрегаты

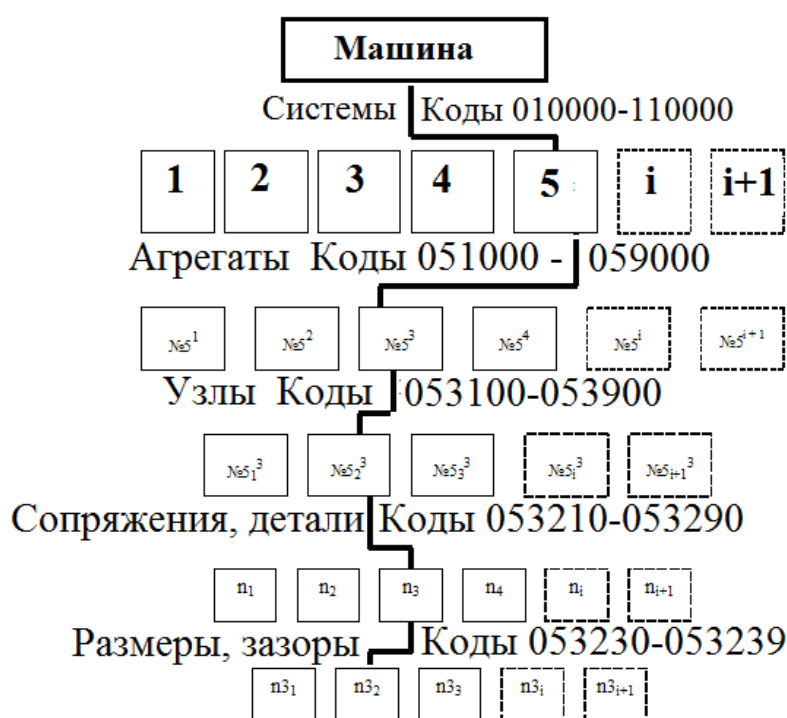


Рисунок 1 – Схема ранжирования системных показателей качества (СПК) полнокомплектных машин

гидравлической системы; 8- вспомогательные агрегаты двигателя; 9- кабина и элементы оперения. Далее по уровням ранжировки рассматриваются агрегаты, узлы, сопряжения, детали, их размеры, зазоры и т.д.

В тоже время вводятся общесистемные показатели качества, которые характерны только для полнокомплектной машины, а также обеспечивают характеристику составных частей независимо от их конструкции (рис. 2). Введение общесистемных показателей качества (далее ОПК) среди показателей качества всех уровней их ранжировки при оценке технического состояния машины имеет такие преимущества:

1. Способствует прослеживанию значений контролируемых показателей в каждой детали, сопряжении, узле, агрегате, системе в целом по машине.

2. Обеспечивает подсчет количества дефектов по ОПК на каждом уровне ранжировки и оценку их отрицательного влияния на машину.

Общесистемные показатели включают показатели качества оформления документов, качества упаковки, лакокрасочных, защитных покрытий, сварки, монтажепригодности, сборки, целостности и безопасности. Выделение ОПК позволяет оценивать состояние наиболее характерных и

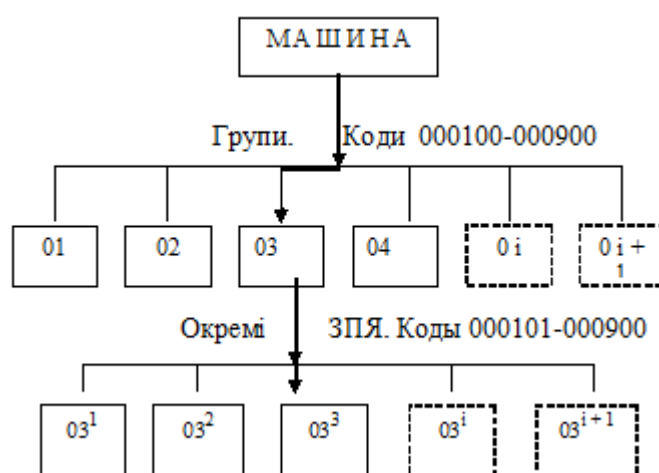


Рисунок 2 – Схема ранжировки общесистемных показателей качества (ОПК)

распространенных технологических процессов вне зависимости от конструкторских решений конкретных составных частей.

Системный подход использован также при ранжировке показателей качества запасных частей на составляющие их группы. Это позволяет перейти от качественной оценки показателей, определяемой органолептическими методами, перейти к количественному определению числа дефектов.

Многообразие потребительских требований, которые выдвигает спрос потребителя и рынок, определяют многообразие свойств и показателей, характеризующих качество техники. Различие требований к технике на разных стадиях жизненного цикла (далее СЖЦ) увеличивает не только это многообразие, но и виды и методы их оценки.

При определении показателей качества на СЖЦ поставки, продажи и эксплуатации техники приходится оперировать результатами их оценки на всех предыдущих стадиях и учитывать их при прогнозировании качества и технического состояния. Такой подход служит защите потребителя от поставки

ему некачественной техники и ошибок обслуживающего персонала при ее неграмотной эксплуатации.

В литературе, нормативно-технической документации, актах приемки продукции по качеству встречается множество названий видов и методов контроля, имеющих одну и ту же физическую, техническую, методическую или организационную основу, но разные названия. Это создает путаницу в восприятии результатов оценки, их анализе, при принятии мер по пресечению возникновения дефектов и их устранению. С учетом изложенного, на основании анализа общепринятых и нормированных методов оценки качества была разработана классификация видов и методов оценки показателей качества транспортной техники (таблица 1).

Таблица 1- Удельный объем,%, видов контроля при оценке технического состояния транспортной техники

Виды контроля	Наименование машин		
	автомобили	тракторы	прицепы
1.Органолеп- тический	93,0	95,0	86,3
2.Измеритель-ный по пока- зателям:	7,0	5,0	13,7
2.1.Геометри- ческие	3,0	3,5	7,4
2.2.Толщина покрытия	0,5	0,5	2,1
2.3.Твердость			
2.4.Усилие затяжки	1,25		4,2
2.5.Биение			
2.6. Монтаже- пригодность	0,75		
2.7. Другие	1,5	1,0	

Примечание: к другим показателям для конкретных машин относятся дисбаланс, давление в колесах и пневмосистеме, люфт, несоосность, масса, состояние электрооборудования, шум, скорость вращения, содержание газов, дыма и пыли, работоспособность.

Оценка внешневидовых показателей, не требуя специального оборудо-
вания, позволяет определить значительную номенклатуру показателей каче-
ства, в том числе: состояние упаковки; качество маркировки; комплектность изделий;
соответствие требованиям безопасности; состояние лакокрасочных и
металлических покрытий; качество сварки; качество сборки машин.

Для оценки перечисленных показателей, целостности машины и
определения отсутствия деформации ее составных частей наряду с

существовавшей нормативно-технической документацией разработаны методические положения, наглядные пособия и эталоны [2,3].

Оценка геометрических показателей в основном осуществляется линейно-угловыми измерениями. Номенклатуру геометрических показателей составляют следующие контролируемые признаки: длина, высота, ширина, толщина стенок пустотелых изделий; форма поверхностей, взаимное расположение поверхностей, толщина покрытий поверхностей, макро-и микрогеометрия, зазоры, биение и другие.

Оценка механических свойств определяется многообразием видов механических испытаний и методов. Механические свойства оцениваются при статических, динамических и технологических испытаниях, испытаниях на твердость, выносливость, жаропрочность, ползучесть и износостойкость.

При оценке долговечности сельскохозяйственной техники важным показателем является как выносливость, так и износостойкость ее составных частей. Для оценки износостойкости с учетом конкретных условий и характера разрушений имеется множество разнообразных методов испытаний. Однако, все эти методы не в полной мере обеспечивают решение задач по оценке износостойкости полномерных деталей, сопряжений как вне состава, так и в составе полнокомплектной машины. В соответствии с разработанной классификацией эти методы группируются по условиям испытаний, применяемому оборудованию, по виду испытываемого объекта, а также виду оценки износа и характеру разрушений.

То же самое относится и к оценке выносливости полномерных деталей с недостаточной долговечностью. В большинстве случаев оценка выносливости осуществляется на образцах, на которых не определяется влияние конструктивных форм деталей.

Выводы. Выполнена классификация контролируемых показателей технического состояния транспортных средств – автомобилей, тракторов и прицепов. На основе ранжировки устройства многообразия машин представлен системный принцип унифицированной оценки технического состояния машин по его уровням. Представлена классификация видов контроля и их удельный объем. Наибольшее количество контроля приходится на органолептические методы (по автомобилям - 93 %, тракторам -95%, прицепах -86,3%) и меньшее на измерительные методы (по автомобилям - 7 %, тракторам -5%, прицепах -13,7%). По результатам работы составлены карты контроля автомобилей, тракторов и прицепов

Список литературы

1. Виготовлення - ведучий фактор забезпечення якості сільськогосподарської техніки. Вісник ХНТУСГ ім. П.Василенко.- «Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві».Вип. 110,- Харків. 2011- С.285-292.

2.Рубльов В.И., Войтюк В.Д., Бондар С.М. Стандартизація, метрологія та сертифікація сільськогосподарської техніки. /за ред.. проф.. Рубльова В.І.-Нижин: ТОВ "Видавництво"Аспект – Пліг8граф", 2013. – 248 с.

3. Рубльов В.І. Діагностування і прогнозування технічного стану машин. Посібник. Видавн. Принт-центр “Сomp@сору сompanу”. -М. Київ – 2014. 71 с.

4.Рублёв В.И., Судакова Т.В., Саклакова Е.В. Основы научных исследований в области экономики и управления на транспорте Учебное пособие Изд-во СевКавГТУ, г. Ставрополь.-2003 г. – 200 с.

5. Руководство по научно-техническому прогнозированию: Тема.сб.ст. / Пер. с англ.; под ред. Л.И.Громова. - М.: Прогресс, 1977. -350 с.

6. ДСТУISO 9001-2009 (ISO 9001-2008). Системи управління якістю. Вимоги.

7. ДСТУISO 9004-2001 (ISO 9004-2000). Системи управління якістю. Настанови щодо поліпшення діяльності.

Анотація

СИСТЕМНИЙ ПРИНЦИП ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Рубльов В.І.

Виконана класифікація контролюємих показників технічного стану транспортних засобів - автомобілів, тракторів і причепів. На основі ранжування устрію різноманітних машин наведений системний принцип оцінки технічного стану машин по його рівнях.

Abstract

THE SYSTEMS PRINCIPAL TEST TECHNICAL CONDITION MEANS OF TRANSPORT

Rublov V.

Carry out classification the control index technical condition means of transport - automobile, tractor and couple. On the basis distribution construction much machines pointed on systems principal test technical condition machines on his levels.

УДК 629.113

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЧАСОВОГО РАСХОД ТОПЛИВА ДЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

Кривошапов С.И., канд. техн. наук, доцент

(Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет)

Рассмотрены действующая на транспорте методика нормирования горюче-смазочных материалов. Проанализированы подходы к методике оценки часового расхода топлива. Приведена математическая модель расчета расхода топлива машин на режиме работы без движения. Даны рекомендации по применению аналитических зависимостей в методике нормирования расхода топлива на транспорте.

Введение. Эффективная эксплуатация на транспорте невозможна без оценки всего комплекса затрат, связанных с приобретением, эксплуатацией и поддержанием в работоспособном состоянии, хранением и утилизацией транспортных средств. Значительные издержки приходятся на период эксплуатации машин, половина из которых приходится на горюче-смазочные материалы. При планировании и контроле потребления топлива на транспорте необходимо иметь представления о величине ожидаемого расходования топлива на различных режимах работы машины, включая режим работы автомобиля без движения.

Анализ публикаций. На Украине в 1998 году Министерством транспорта был принят приказ № 43 [1], который с изменениями и дополнениями, последние из которых были внесены в 2012 году, действует в настоящее время. Этот приказ устанавливает базовую норму расхода топлива в л/100 км, и дополнительную норму на транспортную работу в л/100 ткм. Норма часового расхода топлива в л/ч определены не для всего транспортного средства, а только на работу установленного спецоборудования и автономного обогревателя. Причем численные значения этих норм указаны в этом документе для ограниченного количества моделей и модификаций автомобилей. Перейти от путевого расхода топлива в л/100 км к часовому расходу в л/ч крайне сложно, поскольку нет однозначного определения скоростного и нагрузочного режима, при котором были получены эти значения.

Существуют другие методы определения расхода топлива. Наиболее прогрессивная - методика проф. Говорущенко Н.Я. [2], которая позволяет на основании технических данных автомобиля аналитическим путем получить базовую и дополнительную нормы расхода топлива. Однако, в этой методике в качестве параметра используется скорость автомобиля, а для неподвижного

автомобиля, когда скорость равна нулю, путевой расход топлива в л/100 км не определен (равен бесконечности), в то время как часовой расход топлива в л/ч определен на всем скоростном диапазоне.

Цель и постановка задачи. Целью данных исследований является проанализировать разработать методику аналитического определения часового расхода топлива, которую можно рекомендовать для нормирования ГСМ на транспорте.

Материалы и результаты исследования. Исходным уравнением для расчета путевого расхода топлива по методике [2] является следующее выражение:

$$Q = \frac{1}{\eta_i} [A \cdot i_k + B \cdot i_k^2 \cdot V_a + C \cdot (G_a \cdot \psi + 0.077 \cdot kF \cdot V_a^2)], \quad (1)$$

где η_i - индикаторный КПД двигателя; G_a - вес автомобиля, Н; ψ - суммарное дорожное сопротивление; V_a - скорость движения автомобиля, км/ч; i_k - среднее передаточное число коробки передач; kF - фактор обтекаемости, Н·с²·м⁻²; A , B и C - постоянные коэффициенты, зависящие от конструкции машины.

Коэффициенты A , B и C , входящие в формулу (1), определяются так

$$A = \frac{7.95 \cdot a_m \cdot V_h \cdot i_0}{H_n \cdot \rho_m \cdot r_k}, \quad B = \frac{0.69 \cdot b_m \cdot V_h \cdot S_n \cdot i_0^2}{H_n \cdot \rho_m \cdot r_k^2}, \quad C = \frac{100}{H_n \cdot \rho_m \cdot \eta_{mp}}, \quad (2)$$

где a_m и b_m - коэффициенты механических потерь в двигателе; V_h - рабочий объем цилиндров двигателя, л; S_n - ход поршня, м; i_0 - передаточное число главной передачи; H_n - низшая теплота сгорания топлива, кДж/кг; ρ_m - плотность топлива, г/см³; r_k - динамический радиус колеса, м; η_{mp} - КПД трансмиссии.

Переход от путевого расхода в л/100 км к часовому в л/ч можно произвести по формуле

$$G = 0.01 \cdot Q \cdot V_a \quad \text{л/ч.} \quad (3)$$

После подстановки формулы (3) в выражение (1) получим выражение часового расхода топлива в л/ч:

$$G = \frac{0.01}{\eta_i} [A \cdot i_k \cdot V_a + B \cdot i_k^2 \cdot V_a^2 + C \cdot (G_a \cdot \psi \cdot V_a + 0.077 \cdot kF \cdot V_a^3)], \quad (4)$$

В формуле (4) присутствует скорость автомобиля, следовательно, нет возможности рассчитать часовой расход топлива для неподвижного автомобиля с работающим двигателем, поскольку при $V_a = 0$, также $G = 0$. Поэтому необходимо произвести некоторое преобразование.

Коэффициент суммарного дорожного сопротивления и средневзвешенное передаточное число коробки передач изменяется обратно пропорционально средней технической скорости, т.е.

$$\psi = \frac{0.01 \cdot V_{\max}}{V_a}, \quad i_k = \frac{K_c \cdot V_{\max} \cdot i_{kn}}{V_a}, \quad (5)$$

где $V_{\max}$ - максимальная скорость, км/ч; K_c - скоростной коэффициент, i_{kn} - передаточное число повышенной передачи коробки передач.

Тогда, с учетом зависимостей (5) формула (4) примет следующий вид:

$$G = \frac{0.01}{\eta_i} \left[A \cdot K_c \cdot V_{\max} \cdot i_{kn} + B \cdot (K_c \cdot V_{\max} \cdot i_{kn})^2 + C \cdot (G_a \cdot 0.01 \cdot V_{\max} + 0.077 \cdot kF \cdot V_a^3) \right], \quad (6)$$

Если принять следующее обозначения:

$$K_1 = \frac{0.01 \cdot (A \cdot K_c \cdot V_{\max} \cdot i_{kn} + B \cdot K_c^2 \cdot V_{\max}^2 \cdot i_{kn}^2 + C \cdot G_a \cdot 0.01 \cdot V_{\max})}{\eta_i}; \quad (7)$$

$$K_2 = \frac{0.00077 \cdot C \cdot kF}{\eta_i}, \quad (8)$$

то часовой расход л/ч топлива можно рассчитать по следующей зависимости

$$G = K_1 + K_2 \cdot V_a^3, \quad (9)$$

Из формулы (9) следует, что часовой расход топлива для неподвижного автомобиля при $V_a = 0$ км/ч, но с работающим двигателем

$$G = K_1. \quad (10)$$

Рассчитаем часовой расход топлива на примере автомобиля КамАЗ-53105. Для этого транспортного средства можно принять следующие исходные данные: $\eta_i = 0.5$; $G_a = 8 \cdot 10^4$ Н; $kF = 7,2$ Н·с²/м²; $a_m = 48$ кПа; $b_m = 16$ кПа·с/м; $V_h = 10.85$ л; $S_n = 0,13$ м; $i_0 = 6.53$; $H_n = 43000$ кДж/кг; $\rho_m = 0.84$ г/см³; $r_k = 0,5$ м; $\eta_{mp} = 0,85$; $K_c = 0.65$; $V_{\max} = 80$ км/ч; $i_{kn} = 1$. Тогда значения коэффициентов (2) равны: $A = 7.95 \cdot 48 \cdot 10.85 \cdot 6.53 / (43000 \cdot 0.84 \cdot 0.5) = 1.5$, $B = 0.69 \cdot 16 \cdot 10.85 \cdot 0.13 \cdot 6.53^2 / (43000 \cdot 0.84 \cdot 0.5^2) = 0.074$, $C = 100 / (43000 \cdot 0.83 \cdot 0.85) = 0.0033$, а коэффициентов (7) и (8) равны: $K_1 = 0.01 \cdot (1.5 \cdot 0.65 \cdot 80 \cdot 1 + 0.075 \cdot 0.65^2 \cdot 80^2 \cdot 1^2 + 0.0033 \cdot 8 \cdot 10^4 \cdot 0.01 \cdot 80) / 0.5 = 9.84$; $K_2 = 0.00077 \cdot 0.0033 \cdot 7.2 / 0.5 = 3.7 \cdot 10^{-5}$.

Тогда для автомобиля КамАЗ-53105 формула часового расхода топлива (9) можно записать следующим образом:

$$G = 9.84 + 3.7 \cdot 10^{-5} \cdot V_a^3. \quad (11)$$

На рис. 1 представлен графический вид зависимости часового расхода топлива автомобиля КамАЗ-53105 в снаряженном состоянии от скорости движения.

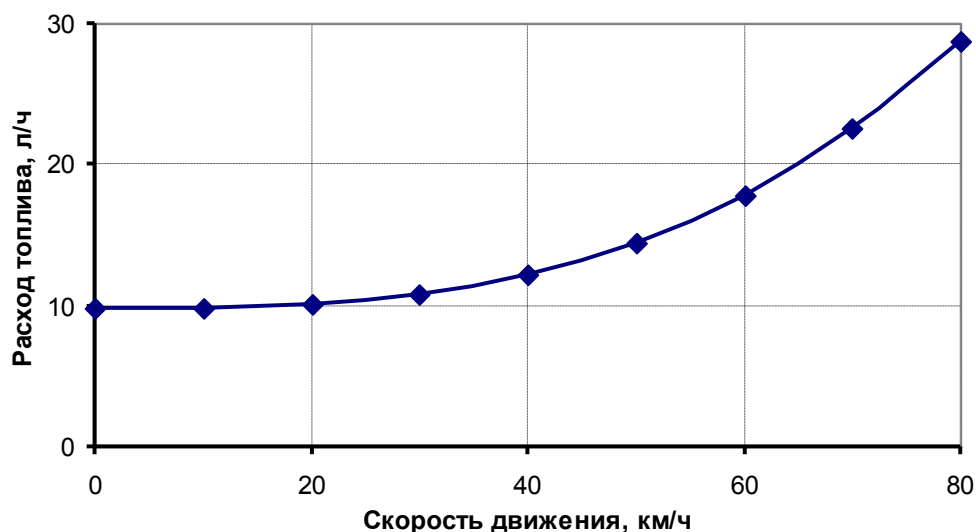


Рис. 1. Изменение часового расхода топлива от скорости движения

Расчеты показывают минимальное значение часового расхода топлива для автомобиля КамАЗ-53105 около 10 л/ч на режиме холостого хода. Из графика видно, что до 20 км/ч часовой расход топлива практически не зависит от скорости движения автомобиля. На таком режиме часовой расход топлива можно рассчитывать по упрощенной формуле (10). При дальнейшем увеличении скорости автомобиля часовой расход топлива возрастает до 3 раз, достигая максимального значения при максимальной скорости автомобиля. На этом режиме рекомендуется использовать формулу (9).

Выводы. Полученные аналитические зависимости расчета часового расхода топлива в л/ч могут быть использованы для нормирования ГСМ при прогреве и простоя автомобиля с включенным двигателем, движении с пониженными скоростями в сложных дорожных и транспортных условиях, использование энергии двигателя для привода специализированного оборудования и т.п. Применение линейной нормы расхода топлива в л/100 км при этих условиях невозможно.

Список литературы

1. Норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті [Електронний ресурс] // Бухучет в Україні : Професійна мережа бухгалтерів. — Режим доступу : <http://www.buhoblik.org.ua/uchet/uchet-tovariv-i-materialiv/888-normy-rasxoda-topliva.html>.

2. Говорущенко Н.Я. Системотехніка транспорту. / Н.Я. Говорущенко, А.Н. Туренко. - Изд. 2-е, перераб. и дополн. – Харьков: РИО ХГАДТУ, 1999. – 468 с.

Анотація

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ЧАСОВОГО ВИТРАТИ ПАЛИВА ДЛЯ ТРАНСПОРТНИХ МАШИН

Кривошапов С.І..

Розглянуто діючу на транспорті методику нормування паливно-мастильних матеріалів. Проаналізовано підходи до методики оцінки годинної витрати палива. Наведено математичну модель розрахунку витрати палива машин на режимі роботи без руху. Дано рекомендації щодо застосування аналітичних залежностей в методиці нормування витрат палива на транспорті.

Abstract

THE METHOD OF COMPUTING TIME FUEL CONSUMPTION FOR VEHICLES MACHINES

Krivoshapov S. I..

It was considered acting methodology rationing fuel and lubricant on transport. Analyzed approaches to assess the procedure of calculation of fuel consumption in time. A mathematical model for calculating of fuel consumption machines on the mode of operation without moving. Recommendations were developed for use in the methods of analytical dependences of rationing fuel in transport.

УДК 656.078.1

АНАЛІТИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ

Попович П.В., д.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

Анотація. Досліджено застосування при прогнозуванні економічної ефективності логістичних систем в сучасних вітчизняних умовах підходів в задачах оптимізації що базуються на використанні аналітичних моделей нечіткої логіки.

Реалізація логістичних проектів у вітчизняних умовах як волатильної комплексної динамічної системи (фінанси, економіка, ін.) передбачає прогнозування економічної ефективності з наголосом на адекватну оцінку і прогнозування підвищених ризиків. Проблематикою такої оцінки є багатофакторність (модель реалізації, зміна вихідних даних, ін.) при роботі з цільовими функціями. Традиційні підходи до розв'язання такого типу некоректних задач не забезпечують адекватності результату [12, 13, 14], виникає потреба використання нових технологій аналітичного моделювання процесів функціонування логістичних систем. Враховуючи значні напрацювання вітчизняних і зарубіжних науковців [1-6, 9], на сьогодні доцільним є акцентувати на моделюванні при оцінці економічної ефективності ланцюгів постачань з наголосом на ряд аспектів. Наприклад, з позиції управління матеріальними потоками [1-6], більшу увагу слід приділити підходам щодо класифікації, враховуючи багато вимірність, без їхньої раціональної систематизації і формалізації виникатимуть суттєві похибки при моделюванні процесів. Проблематика розширюється при оптимізації витрат без розробки, або вдосконалення аналітичних динамічних методів, які поєднують декілька логістичних функцій. Також, при виконанні розрахунків, існуючі базові методики, моделі часто застосовуються як умовні приклади, отже доцільним є розробка і вдосконалення способів застосування аналітичних підходів щодо систематизації масивів інформації (елементи та параметри логістичних ланцюгів) [1-6].

Забезпечення адекватного моделювання вітчизняних економічних процесів в логістичних системах, зазвичай, пов'язане з високим рівнем відповідальності впливу управлінських рішень на результати, потребує застосування аналітичних задач, які враховують процеси що відбуваються шляхом застосування коректної вихідної інформації з використанням громіздкого математичного апарату, ПК. На цій основі необхідним є рішення ряду математичних задач ідентифікації моделей, оцінки станів і моделювання систем в динамічній постановці задачі. При такому моделюванні адекватність і ефективність моделей і методик потребує врахування багатофакторності з особливостями від впливів [11]: динамічності вихідних даних (неоднозначності, неточності, невизначеності, ін.); об'єктів, що моделюються

(конфліктна природа, ігрова невизначеність, інформація щодо опису об'єкту як динамічної системи, ресурсні обмеження).

Вказані чинники домінують в процесах рішення аналітичних задач керування складними динамічними системами, що свідчить про важливість досліджень, що враховують багатфакторність невизначеності. На традиційні підходи математичної статистики накладається ряд обмежень [11] нехтування якими може призвести до помилкових рішень в логістиці: лабільність при застосуванні моделей розподілів ймовірності як наслідок неповної інформації [7]; вимога врахування факторів невизначеності нестатистичної природи (експертно – лінгвістична невизначеність, суб'єктивність оцінок, ін.) [8]; неможливістю одержання статистичних ситуаційних даних з організаційно – технічних систем, а також необхідністю врахування взаємовиключаючої інформації, яка призводить до значних труднощів при формалізації в математичних моделях [9, 10].

Розвиток і систематизація при використанні у моделюванні і обробці нечітких даних, множин, ін. нових математичних підходів, свідчить, що на якість досліджуваних аналітичних моделей впливають: складність опису динамічних процесів при нестатистичній невизначеності, неможливість застосування семантичних модальностей нечітких даних, неможливістю уніфікованого опису інформації за кількісними і якісними показниками [11]. Раціональним в розв'язках задач при невизначеності є застосування аналітичних моделей нечіткої логіки, що забезпечить узагальнення описів невизначеності з розвитком ефективного математичного і програмного забезпечення.

Розвиток методів прогнозування забезпечується тривалими науковими дослідженнями в даній галузі, проте їхній розв'язок аналітичними методами має значні складнощі. Математичний апарат дозволяє формалізувати в одній системі різну за характером інформацію: статистичну, визначену, інтервальну. Формалізми нечіткої логіки, зокрема теорії нечітких множин, забезпечать раціональний коректний облік саме експертної інформації, що актуальне для логістичних задач.

Отже, в сучасних вітчизняних умовах застосування нечітких технологій буде ефективним і раціональним при недостатці статистичної інформації, чи/або сумнівах у її достовірності, також при різній за якісними і кількісними показниками інформації, при наявності винятково експертної лінгвістичної інформації. При застосуванні економіко-математичних методів доцільно змінити підходи при рішенні задач з оптимізації з позиції детермінізму на оптимізацію з використанням аналітичних моделей нечіткої логіки.

Список використаних джерел.

1. Неруш Ю. М. Коммерческая логистика : учебник / Ю. М. Неруш. – М.: ЮНИТИ, 1997. – 270 с.
2. Гаджинский А. М. Основы логистики : учеб. пособие / А. М. Гаджинский. – М., 1995. – 122 с.
3. Логистика : учебник для вузов / под ред. Б. А. Аникина. – М. : ИНФРА-М, 2000. – 352 с.

4. Бауэрсокс Доналд Дж. Логистика : интегрированная цепь поставок / Бауэрсокс Доналд Дж., Клосс Дейвид Дж.; пер. с англ. - 2-е изд. – М. : ЗАО «Олимп-Бизнес», 2005. – 640 с.
5. Иоахим Кох. Тенденции в международной логистике [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.wagener-herbst.com>
6. Логістика : учебник □ В. В. Дыбская, Е. И. Зайцев, В. И. Сергеев, А. Н. Стрлигова; под ред. В. И. Сергеева. – М. : Эксмо, 2008. – 944 с. – (полный курс МВА).
7. Линник А.П." Климов С.А. Инвариантные выводы в статистике.. М.: Радио и связь, 1986г.. 408 с.
8. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений / А. Н. Борисов, А. В. и др. .. М.: Радио и связь, 1989. 304 с.
9. Т. Саати, К. Кернс. Аналитическое планирование. Организация систем: Пер. с англ... М.: Радио и связь, 1991. 224 с.
10. Мелихов А.Н., Бернштейн Л.С., Коровин С.Я. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой. ... М.: Наука, 1990. .. 312 с.
11. Бочарников в.п. Fuzzy Технология: Математические основы. Практика моделирования в экономике. С.Петербург: «Наука» РАН, 2001. 328 с.
12. Регуляризирующие алгоритмы и априорная информация / А.Н. Тихонов, А.В. Гончарский и др. – М.: Наука, 1983. – 200с.
13. Бакушинский А.Б., Гончарский А.В. Некорректные задачи. Численные методы и приложение. – М.: Изд.-во Моск. ун-та, 1989. – 199 с.
14. Використання FUZZY-технології у задачах прийняття рішень [Текст] / О. Б. Герасимчук // Актуальні проблеми економіки : Науковий економічний журнал. - 2009. - N 10. - С. 166-173.

Аннотация.

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Попович П.В.

Исследовано применение при прогнозировании экономической эффективности логистических систем в современных условиях подходов в задачах оптимизации основанных на использовании аналитических моделей нечеткой логики.

Abstract

ANALYSIS TECHNOLOGY IN PROMOTING ECONOMIC EFFICIENCY OF LOGISTICS SYSTEMS

Popovych P.V.

Investigated the use in predicting economic efficiency of logistics systems in modern approaches to local conditions, optimization problems on the basis of analytical models fuzzy logic.

УДК 656.078.1

ПРОБЛЕМАТИКА ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В ОЦІНЦІ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ У ЛОГІСТИЦІ

Попович П.В., д.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

Анотація. Розглянуто проблематику застосування імітаційних моделей при оцінці економічної ефективності логістичних систем, визначено раціональні умови застосування даної методології.

Поняття підвищення економічної ефективності логістичних систем висвітлено, зокрема, в працях Л. Міротіна, О. Мороза, Ю. Пономарьова [1, 2, 3], дану проблематику досліджено в [4], ін. Згідно [2], ефективністю логістичної системи є рівень забезпечення фактичного результату при логістичній діяльності, також в праці запропоновано мінімізацію логістичних витрат з урахуванням якісних сервісних показників. Ефективність логістичної системи в [4] визначається як система показників, якою характеризується рівень якості функціонування логістичної системи при заданому рівні сумарних логістичних витрат враховуючи часові показники, показники якості та активи як показник швидкості обороту обігових коштів і окупності основних засобів. За даними досліджень [4], ефективність логістичного ланцюга, в цілому, менше 10 %, подальше підвищення ефективності досягається винятково глибоким розумінням і аналізом логістичних процесів. Однозначних дефініцій у визначеннях ефективності функціонування логістичних систем і оцінці ефективності на сьогодні не має.

Шляхом підвищення економічної ефективності логістичних систем може бути застосування методології імітаційного моделювання [5, 7]. До переваг аналітичного моделювання систем, зокрема логістичних, можна віднести суттєву узагальнюючу здатність та можливість повторних застосувань. Очевидно, адекватне дослідження процесів в логістичних мережах можливе при умовах наявності точної вихідної інформації про шукані характеристики як функції перемінних системи, початкових параметрів, вихідних умов, що є можливим для простих систем, зазвичай застосовуються ізоморфні моделі [5]. Враховуючи, що функціонування логістичних систем відбувається в умовах недетермінованості і стохастичності, для них створення ізоморфних моделей неможливе, застосовуються гомоморфні моделі, раціонально, шляхом імітаційного моделювання. При цьому враховується, що процеси в реальних логістичних системах через показники функціонування оцінюються як функції часу, в динаміці. Однозначно, оптимальною і єдиною формою такої моделі є робоча програма для ПК, застосуванням якої за обґрунтованими попередньо показниками аналізується логістична система.

В цілому, імітаційне моделювання складається з двох основних етапів: складання моделі реальної системи та постановка на ній експериментів [5].

Домінуючим в даних процесах є розуміння природи поведінки логістичної системи і вибір напрямку, що забезпечить максимальну ефективність функціонування. В розвиток [4, 5], пропонується наступний алгоритм дослідження логістичних систем з застосуванням імітаційного моделювання з акцентом на планування експериментальних досліджень врівноважуючи складність багатофакторного експерименту: розробка базової моделі - реалізація розробленої моделі на ПК – планування експерименту – проведення експериментальних досліджень. Наприклад, методологія імітаційного моделювання в логістиці на виробництві може мати вигляд: опис бізнес процесів – опис документообігу як функції бізнес процесів – розробка системи BSC – розробка технічного завдання для розробки ПЗ – відлагодження ПЗ.

Враховуючи [5, 6, 7], імітаційне моделювання є раціональним при умовах: для сформульованої математичної моделі не має аналітичних способів розв'язку задачі; складність процедури розв'язку записаних аналітичних залежностей. Причому друга умова, на сьогодні, відносно нескладно реалізується при наявності відповідної підготовки спеціалістів і сучасного типового ПЗ.

Перевагою імітаційного моделювання є можливість рішення задач з врахуванням стохастичності процесів, можливість багатокритеріальної оптимізації. При моделюванні досліджується функціонування системи в часі, змінюючи вихідні дані на виході відразу видно зміну результату.

Основними недоліками імітаційного моделювання логістичних систем є висока собівартість, а також, враховуючи, що процеси в логістичних системах ймовірнісні і моделюються при певних припущеннях є можливість неправдивої імітації. Також вимагається високий рівень підготовки відповідних фахівців та фінансування.

Отже, використання імітаційного моделювання в комплексі з алгоритмами оптимізації дозволяє вибирати раціональні рішення, що є потужним універсальним методом дослідження і оцінки ефективності. Розвиток теорії і практики імітаційного моделювання в логістиці може покращити якість оцінку економічної ефективності логістичних систем.

Список використаних джерел.

1. Миротин Л. Б. Эффективная логистика / Л. Б. Миротин, Ы. Э. Ташбаев, О. Г. Порошина. — М. : "Экзамен", 2002. — 160 с.
2. Мороз О. В. Системні фактори ефективності логістичної концепції постачання на підприємствах : монографія / О. В. Мороз, О. В. Музика. — Вінниця : Універсум-Вінниця, 2007. — 165 с.
3. Пономарьова Ю. В. Логістика : навч. посіб. / Ю. В. Пономарьова. — Вид. 2-ге., перероб. та доп. — К. : Центр навч. л-ри, 2005. — 328 с.
4. Кочубей Д. Оцінка ефективності функціонування логістичної системи торговельних підприємств / Д. Кочубей // Вісник ХНТУСГ. — №4. — 2009. — С. 59-66.

5. Гаджинский А. М. Основные области применения понятия “логистика” . Учебник. 20-е издание. -М.: Дашков и К°, 2012. 484 с.

6. Толуев Ю.И. Имитационное моделирование логистических сетей //Логистика и управление цепями поставок. 2008. № 2/25.

7. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука / Пер. с англ. М.: Мир, 1978. – 420 с.

Аннотация

ПРОБЛЕМАТИКА ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ОЦЕНКЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ В ЛОГИСТИКЕ

Попович П.В.

Рассмотрено проблематику имитационного моделирования при оценке экономической эффективности логистических сетей, определены рациональные условия применения данной методологии.

Abstract

THE PROBLEMS OF SIMULATION MODELING TO ASSESS THE ECONOMIC EFFICIENCY OF LOGISTIC

Popovych P.V.

Established problems of application of simulation models in the evaluation of economic efficiency of logistics chains, defined rational conditions for the application of this methodology.

УДК 711.4

ПОРУШЕННЯ ПРИ ОБЛАШТУВАННІ ПРИБУДИНКОВИХ ТЕРИТОРІЙ, ЗОКРЕМА МІСЦЬ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ В МЕЖАХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ

Дзюра В.О., к.т.н., доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

Анотація. В статті наведено основні порушення при облаштуванні прибудинкових територій, зокрема місць для зберігання індивідуальних транспортних засобів мешканців будинку, при будівництві житлових будинків в межах населених пунктів. Наведені шляхи усунення описаних порушень без залучення значних площ відведених під забудову.

Останнім часом житлові будинки в межах міста зводять на будь-яких крихтих вільних земельних ділянках. Тому зменшення регламентованих державними будівельними нормами (ДБН) площ прибудинкових територій за рахунок таких елементів планувальних структур як дитячі майданчики, місця для зберігання індивідуальних транспортних засобів, ширина тротуару є звичним явищем.

В результаті таких дій часто спостерігаємо ситуацію, коли "щасливі" мешканці новобудов повинні залишати свої транспортні засоби у дворах сусідніх будинків, бо знайти вільне місце біля власної новобудови є неможливо.

Часто також спостерігається паркування індивідуальних транспортних засобів (ІТЗ) на газонах, дитячих майданчиках та інших не відведених для цього місцях. Особливо гостро стоїть це питання для будинків, які зводяться в центральних частинах міст та мікрорайонів, де вже сформована транспортна та інша інфраструктура.

Кількість машино-місць на прибудинкових територіях збільшують за рахунок ширини тротуару, яка регламентована і повинна становити згідно ДБН В.2.3-5-2001 для житлових вулиць 1,5 м [1].

Тому дотримання правил облаштування прибудинкових територій, зокрема місць для зберігання індивідуальних транспортних засобів в межах населених пунктів, особливо обласних центрів є актуальною задачею при проектуванні міської забудови.

Розглянемо, чому трапляються такі ситуації, адже при будівництві житлових будинків повинно передбачатись, що у їх мешканців будуть ІТЗ.

Дійсно, при будівництві та реконструкції житлових будівель архітектори повинні дотримуватись державних будівельних норм, зокрема ДБН 360-92 [2], де передбачено планування місць під ІТЗ для мешканців будинку та відвідувачів. Зокрема в цьому документі пункт 7.43 викладений у такій редакції: "Зберігання легкових автомобілів у містах (населених пунктах) слід передбачати відповідно до функціонального зонування їх територій. У житлових районах повинне бути забезпечене постійне зберігання усіх автомобілів (100%), які належать жителям цих районів, тимчасове зберігання автомобілів відвідувачів.

При розробленні проектної документації на будівництво житлових комплексів та окремих житлових будинків, залежно від передбачуваної їх категорії за рівнем комфорту та соціальної спрямованості, конкретизується прийнята в містобудівній документації потреба в машино-місцях для цих будинків та тип гаража чи відкритої автостоянки [2].

Для вирішення проблеми постійного зберігання ІТЗ в межах обласних центрів, де вартість земельних ділянок досить висока, є декілька шляхів, зокрема:

- будівництво гаражних кооперативів або відкритих автостоянок на територіях між мікрорайонами;
- зведення підземних гаражів в цокольних та підвальних приміщеннях житлових будинків;
- будівництво надземних багатоповерхових гаражів та стоянок.

Таблиця 1 – Норми машино-місць для житлових будинків

№ з/п		Кількість машино-місць на двох- або більшекімнатну квартиру	
		для постійного зберігання автомобілів	для тимчасового зберігання автомобілів (гостьові стоянки)
1	Житлові будинки, що розміщуються у зонах міста:		
	центральній	1,0	0,1
	серединній	0,8	0,1
	периферійній	0,5	0,1
2	Доступне житло, що будується за державної підтримки	0,4	0,1
3	Житловий фонд соціального призначення	0,1	0,1

Розглянемо переваги та недоліки кожного пункту окремо.

Будівництво гаражних кооперативів – хороший варіант для невеликих міст, оскільки кооператив повинен знаходитись недалеко від житлових районів міста. Однак кооператив займає значну земельну ділянку, будівництво якого в межах житлового мікрорайону недоцільно, що зумовлено високою вартістю зесмельної ділянки, відведеної під його будівництво. Вирішенням цієї проблеми може бути зведення гаражних кооперативів на схилах та непридатних для будівництва багатоповерхових будинків ділянках землі. Поверхня схилу може забезпечувати каскадне розміщення гаражів, тобто підлогове перекриття верхнього гаража є стельовим перекриттям нижнього гаража. Однак таке рішення можливе лише при специфічному рельєфі місцевості.

Якщо ж говорити про відкриті автостоянки, то їх розміщення регламентується ДБН 360-92 [2]. Відповідно до них відкриті майданчики для постійного зберігання особистих автомобілів місткістю до 300 легкових автомобілів слід розміщувати на периферії мікрорайонів або спеціально виділених ділянках житлових районів з віддаленням від дитячих ігрових майданчиків, місць відпочинку населення, шкіл, дошкільних закладів.

Зведення підземних гаражів в цокольних та підвальних приміщеннях житлових будинків широко використовують за кордоном та у великих містах України. Однак зведення підземних гаражів і стоянок в 1,5-2 рази дорожче, ніж зведення відповідних надземних об'єктів. Тому таке рішення доцільне лише при дуже високій вартості земельних ділянок, наприклад у великих містах.

Тому актуальним в даних умовах є будівництво багатоповерхових гаражів та строянок, що досвідом закордонних країн.

Крім цього таке будівництво рекомендоване зміною №1 ДБН 360-92 [2], пункт 7.43, якого викладений в такій редакції: "Вважати за доцільне проведення

поступової реконструкції існуючих кооперативів одноповерхових гаражів із надбудовою над ними 3-5-поверхових механізованих (автоматизованих) гаражів", та пунктом 7.45, цього ж документа, який викладений в такій редакції: "У житлових районах із новою багатоповерховою забудовою пріоритетним типом гаражів для постійного зберігання індивідуальних легкових автомобілів повинні бути окремо розташовані багатоповерхові наземні (до 9 поверхів), підземні (до 5 поверхів) та комбіновані наземно-підземні, в тому числі і механізовані (автоматизовані) гаражі. Допускається влаштування гаражів, вбудованих у перші, цокольні й підвальні поверхи багатоповерхових житлових будинків, а також відкритих автостоянок із наступним їх перевлаштуванням у гаражі різного типу".

Такі рішення повністю вирішили б проблему розміщення і зберігання ІТЗ.

Список літератури

1. Державні будівельні норми України. Вулиці та дороги населених пунктів. ДБН В.2.3-5-2001. – К.: Держбуд України, 2001. – 52 с. Чинний з 1 жовтня 2001 р.
2. Державні будівельні норми України. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень. ДБН 360-92*. – К.: Мінбудархітектури України, 1993. – 110 с. Чинний з 1 квітня 1992 р.

Анотація

НАРУШЕНИЯ ПРИ ОБУСТРОЙСТВЕ ПРИДОМОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ, В ЧАСТНОСТИ МЕСТО ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В ПРЕДЕЛАХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ Дзюра В.О.

В статье приведены основные нарушения при обустройстве придомовых территорий, в том числе мест для хранения индивидуальных транспортных средств жителей дома, при строительстве жилых домов в пределах населенных пунктов. Приведенные пути устранения описанных нарушений без привлечения значительных площадей отведенных под застройку.

Abstract

VIOLATION OF ARRANGEMENT OF ADJACENT AREAS, INCLUDING STORAGE SPACE INDIVIDUAL VEHICLES WITHIN SETTLEMENTS Dziyura V.

The article shows the main breach in the regeneration of surrounding areas , including places to store individual residents vehicles, during the construction of apartment houses in settlements . The above described ways to eliminate violations without the involvement of large areas designated for construction.

УДК 656.13

ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ТРИВАЛОСТІ РОБОЧОГО ЧАСУ ВОДІЯ ПРИ ВИКОНАННІ ТРАНСПОРТНИХ ОПЕРАЦІЙ

Бабій М.В., асп.; Бабій А.В., к.т.н., доц.; Матвійшин А.Й. к.т.н., доц.
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

В роботі проведено аналіз виникнення дорожньо-транспортних пригод та встановлено їх зв'язок з часом перебування водія за кермом. Встановлено раціональну тривалість робочого часу водія транспортного засобу. Описано функції приладів для контролю за робочим часом водія та міру покарання за недотримання цих вимог.

Постановка проблеми. За даними інформаційних ресурсів Національної автоматизованої інформаційної системи Департаменту ДАІ МВС України в нашій державі за 2015 рік сталося більше 25 тисяч дорожньо-транспортних пригод, в яких були постраждалі. «Мирна дорога» забрала 3970 життів, травмовано – 31467 осіб, заподіяно шкоди величезній кількості транспортних засобів (ТЗ). Цифри вражаючі, але вони далеко не абсолютні, оскільки багато ДТП не зафіксовані. Серед «лідерів» ДТП: зіткнення – 8967; наїзд на пішохода – 8734; наїзд на перешкоду – 2902; перекидання – 1917; наїзд на велосипедиста – 1732; наїзд на транспортний засіб, що стоїть – 686; решту – інші ДТП.

Можна багато розмірковувати над причинами виникнення таких ситуацій. В кожному окремому випадку є свої обставини, але їх всіх можна «звести до спільного знаменника» – психофізіологічних можливостей водія. За жодних обставин водій не повинен допускати можливості виникнення ДТП, хоч в якому стані він би не перебував. Дане твердження ідеалізує можливості людини за кермом, але до цього потрібно прагнути. Метою є мінімізація виникнення ДТП, особливо з важкими наслідками.

Серед обставин, які перешкоджають у досягненні поставленої мети є втома водія. Це дуже підступний фактор, який повільно і непомітно скоує увагу водія. Він здатний з водія-професіонала за короткий час зробити невпевненого початківця, що губиться в найпростіших ситуаціях. Оскільки втома водія є причиною багатьох ДТП, то боротьба з цим явищем повинна бути серйозною та законодавчо врегульованою.

Аналіз досліджень і публікацій. Дослідження автотранспортних процесів протягом тривалого часу є актуальними. Це процес, який має складний технологічний цикл і водій в ньому відіграє ключову роль. Дана проблематика є розвинутою в багатьох працях дослідників, зокрема: Вайнштока М.А., Вайсмана А.І. Лігума Ю.С., Лобанова Є.М., Мішуріна В.М., Осіпової О.В., Реви В.М., Романова А.Н., Сітнікова В.Є. [1-5] та ін.

Автори проводять аналіз причин зниження уваги водія, пришвидшення втомленості та як наслідок виникнення різного роду дорожньо-транспортних пригод.

Мета досліджень. Провести аналіз виникнення дорожньо-транспортних пригод та встановити їх зв'язок з часом перебування водія за кермом транспортного засобу. На основі нормативних документів виділити раціональну тривалість робочого часу водія та міру покарання за недотримання цих вимог.

Результати досліджень. Якщо аналізувати причини виникнення аварій, особливо з важкими наслідками, то переважна їх більшість скоюється у понаднормовий час водіння транспортним засобом. Як зазначено в працях [1, 2] ДТП після 7-12 годин трапляються в 2 рази частіше, ніж при семигодинному робочому часі, а, коли водій перебуває за кермом більше дванадцяти годин, ця страшна цифра зростає майже в десять разів. За статистикою, переважна більшість пригод із смертельними наслідками, спричиняється водіями, що працюють за кермом більше дванадцяти годин [2, 3]. Зрозуміло, що після такої кількості годин за кермом притуплюється можливість адекватного сприйняття дорожньої обстановки та технічних можливостей транспортного засобу.

Отже, встановлення оптимального режиму роботи водія має пряме відношення до збереження життя і майна на дорозі. Умовно розділимо робочий час водія на такі періоди: час «впрацювання» водія – 0,5-2 години; період максимальної працездатності; шоста-сьома години зміни – поступове зниження працездатності, початок настання стомленості [2, 4]. І після восьми годин праці стомленість починає бути чітко вираженою та набуває небезпечного характеру. Аналогічні висновки наведені в роботі [5]. Особливо небезпечним є систематичне порушення робочого графіку водієм. В нього розвивається хронічна втома і, навіть в період максимальної працездатності, він матиме притуплену увагу. Водії, які керують транспортним засобом 10-12 годин, вже є потенційно небезпечними учасниками дорожнього руху.

Звичайно, що наведені статистичні дані, по-різному інтерпретуються до кожного окремого водія через відмінність його фізичного та психологічного станів. Але, наприклад, аналізуючи психофізичні функції водія протягом місяця, вони можуть кардинально відрізнятись. Хоча, як показує статистика, в деякі робочі дні психофізичний стан водія, все ж таки, попадає під наведену класифікацію.

Оптимальної працездатності водія можна досягнути, коли його робочий час не перевищуватиме 8-ми годинної зміни, констатує автор [5]. Але, посилаючись на лист Міністерства інфраструктури України від 18.07.2013 р. №8050/25/10-13 для підприємств, які використовують автомобільний транспорт, що виписаний на основі Положення про робочий час і відпочинок водіїв колісних транспортних засобів, яке затверджене наказом Мінтрансв'язку від 7 червня 2010 року №340, регулювання робочого часу водія повинно чітко регламентуватись. Важливе значення потрібно надавати визначенню робочого часу водія і часу перебування його за кермом. Це споріднені значення, але вони мають певні важливі відмінності. Наприклад, можна погодитись з автором [5], що робочий час водія не

повинен перевищувати 8 год. на добу, якщо йде мова про п'ятиденний робочий тиждень, при шестиденному – зміна становитиме вже 7 год. Причому, як в першому так і в другому випадках в передвихідний день тривалість робочої зміни має бути скороченою на 1 год. На практиці часто буває, що встановлені рамки робочого часу витримати складно в силу специфіки здійснення транспортних операцій. Тоді, як правило, запроваджують підсумований час. Але, навіть за таких умов, час зміни не повинен перевищувати 10 год. Тільки у виняткових випадках дозволяється його збільшувати до 12 год., якщо це пов'язано із завершенням транспортної операції і подальшим обов'язковим відпочинком. Це допускається за умови, що транспортний засіб протягом цього часу мав певні простої і час керування водієм не перевищував 9 год. Загалом, враховуючи надурочні роботи, водій не має права керувати транспортним засобом більше 48 год. на тиждень (відповідно до наказу Мінтрансзв'язку від 7 червня 2010 року №340).

З фізіологічної точки зору, після керування ТЗ протягом 4 год. поспіль обов'язково повинна бути перерва не менше 45 хв. або вона може бути розділеною на частини, одна з яких тривалістю 15 хв. і більше. Слід зауважити, що час відпочинку (харчування) в робочий час водія не входять. З іншої сторони – відпочинок водія має бути забезпечений неперервними десятима годинами.

На практиці досить часто трапляється так, що водії самі або у змові з перевізником нехтують цими вимогами. В цьому досить легко переконатися, наприклад, слідкуючи за однією і тою ж «маршруткою» у своєму місті. Сміливий експеримент провели громадські активісти Івано-Франківська [6], які знаходились у маршрутці цілу зміну. За їх звітом підтверджено, що серед цілого ряду порушень ПДР та правил перевезення пасажирів, одним з найсуттєвіших є те, що один водій знаходився за кермом з 6:00 до 22:30 год. (більше 16-ти годин). Крім того, ні перерв на харчування, ні на відпочинок в нього не було. Про рівень уваги та працездатність можна тільки здогадуватися.

Виходячи з цього, застосування приладів (тахографів) для обліку робочого часу водія набирає величезної актуальності. На законодавчому рівні є зобов'язання для перевізників використовувати такі прилади. На практиці існують аналогові (електронно-механічні) або цифрові тахографи. На рис. 1 показано аналогові тахографи, що нагадують спідометр чи автомагнітолу (зліва-направо).



Рисунок 1 – Аналогові тахографи

Ці прилади показують та контролюють наступні параметри: дійсну швидкість руху транспортного засобу; шлях і час пройдений ТЗ; режими роботи пристрою; індикатори, що показують перевищення швидкості та дають сигнал для запису цього факту на діаграмному диску; перемикачі робочих режимів для першого та другого водіїв.

Звичайно, що більш досконалими та зручними у користуванні є цифрові тахографи, рис. 2.



Рисунок 2 – Цифрові тахографи провідних виробників

Вони функціонально не поступаються аналоговим, а навіть перевершують їх. Такі тахографи мають можливість, наприклад, вивести інформацію за певний період роботи водія, при під'єднанні до принтера – роздрукувати тощо. Однією з найбільших переваг цифрових тахографів є високоефективний захист від несанкціонованого проникнення в систему. Різного роду впливи на прилад будуть відзначені на диску. Те саме стосується і аналогових тахографів. Всі ці прилади є, порівняно, надійними щодо сторонніх втручань.

Укртрансінспекція має в своїй компетентності здійснювати перевірку суб'єктів господарювання з цього приводу. Відповідно до Закону України «Про автомобільний транспорт» одним із документів, які дозволяють здійснювати пасажирські та вантажні перевезення автомобільним транспортом є протокол про перевірку та адаптацію тахографа до транспортного засобу. При відсутності такого документу та наданні відповідних послуг автомобільним транспортом на перевізників накладається штраф у розмірі ста неоподатковуваних мінімумів доходів громадян.

Якщо ж водії з своєї ініціативи зважаються на свідоме порушення режимів праці та відпочинку, до автомобільних перевізників також застосовується адміністративно-господарський штраф у розмірі двадцяти неоподатковуваних мінімумів доходів громадян. Дані санкції стосуються кожного окремого правопорушення.

Висновки. За проведеною обробкою статистичних даних, з'ясовано, що найбільш поширені причини виникнення дорожньо-транспортних пригод значною мірою пов'язані із психофізичними функціями водія. Встановлено

умовний зв'язок між часом керування водієм ТЗ, його працездатністю та стомленістю, а також частотою виникнення аварій. На основі витягів з нормативних документів окреслено раціональний робочий час водія, а також міру покарання за його недотримання. Розкрито суть використання приладів – тахографів, які призначені контролювати час роботи та відпочинку водія транспортного засобу.

Список літератури

1. Рева В.М., Лигум Ю.С., Вайншток М.А., Ситников В.Е. Управление пассажирским автотранспортом. – К.: Техника, 1985. – 167 с.
2. Мишуринов В.М., Романов А.Н. Надежность водителя и безопасность движения. – М.: Транспорт, 1990. – 167 с.
3. Осипова О.В. Периоды снижения работоспособности водителей и их профилактика // Актуальные проблемы профилактики травматизма при ДТП / Тез. докл. Всесоюзная конф. – Горький, 1984. – С. 128-130.
4. Лобанов Е.М. Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиологии водителя. – М.: Транспорт, 1980. – 311 с.
5. Вайсман А.И. Здоровье водителей и безопасность дорожного движения. – М.: Транспорт, 1979. – 137 с.
6. Франківські перевізники проти, щоби громадські активісти моніторили роботу водіїв. [Електронний ресурс] / Режим доступу: http://kurs.if.ua/news/frankivski_pereviznyky_kategorychno_proty_togo_shchoby_gromadski_aktivisty_monitoryly_robotu_vodiiv_18157.html.

Аннотация

ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ ВОДИТЕЛЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ТРАНСПОРТНЫХ ОПЕРАЦИЙ

Бабий М.В., Бабий А.В., Матвишин А.Й.

В работе проведен анализ возникновения дорожно-транспортных приключений и установлена их связь со временем пребывания водителя за рулем. Установлена рациональная длительность рабочего времени водителя транспортного средства. Описаны функции приборов для контролю за рабочим временем водителя и меру наказания за несоблюдение этих требований.

Abstract

SUPPORT THE EFFECTIVE WORKING TIME OF THE DRIVER WHEN PERFORMING TRANSPORT OPERATIONS

M.Babiy, A. Babiy, A. Matviyshyn

In work the analysis of occurrence of accidents and their connection with the stay of the driver behind the wheel. Rational working hours of the driver of the vehicle. Describes the functions of the devices to monitor the working time of the driver and the penalty for failure to comply with these requirements.

УДК 656.61:681.3

РОЗВИТОК ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В КОНТЕКСТІ УПРАВЛІННЯ ВЕЛИКИМИ ДАНИМИ В МАШИНОБУДУВАННІ

Гармаш О.М.¹, к.е.н., доц., Марчук В.Є.¹, к.т.н., доц., Безрека М.¹ асп.,
Градиський Ю.О.², к.т.н., доц.

⁽¹⁾ Національний авіаційний університет, м. Київ,

⁽²⁾ Харківський національний технічний університет сільського господарства імені
Петра Василенка)

Проаналізовано тенденції розвитку хмарних технологій у контексті управління великими даними для обробки та аналізу безперервного потоку неструктурованих даних з корисною інформацією в режимі реального часу. Показано перспективність використання даної технології в галузі машинобудування, логістики, освітянської діяльності та інших секторах економіки.

Ключові слова: хмарні технології, управління великими даними, інформаційні системи, інформаційні технології, бази даних.

Загальна постановка проблеми. З кожним роком з'являються більш досконалі методи збору інформації, як приклади джерел виникнення великих даних можна привести системи, з яких безперервно надходять дані з вимірювальних пристроїв: події від радіочастотних ідентифікаторів RFID, дані про місцезнаходження абонентів мереж стільникового зв'язку та ін. Відзначимо, що розвиток і початок широкого використання цих і подібних джерел ініціює проникнення технологій великих даних як в науково-дослідну діяльність, так і в машинобудуванні, комерційному секторі так і в сферах з державного управління, яка реалізується за допомогою хмарних технологій.

Огляд публікацій та аналіз невирішених проблем. Хмарні обчислення – це модель забезпечення зручного доступу до мережі по вимогам до загальних обчислень ресурсів, що конфігурують (наприклад, мережі передачі даних, серверам, пристроям зберігання даних, додаткам та сервісам), які можуть бути оперативно надані з мінімальними зусиллями зі сторони користувача або до постачальника послуг [1].

З часом область застосування хмарних технологій суттєво розширилася. Причиною цього став стрімкий розвиток комп'ютерних потужностей і ліній зв'язку. Хмарні технології почали застосовуватися в області біології [2], реалізації проектів автоматизації закладів охорони здоров'я [3], в навчальному процесі сучасної школи [4], самостійній роботі студентів [5], в процесі підготовки фахівців з фізичного виховання і спорту [6].

Еволюція технологій хмарних обчислень описується моделлю Cloud Computing Maturity Model (CCMM), яка включає в себе наступні рівні розвитку, представлені на рис. 1.

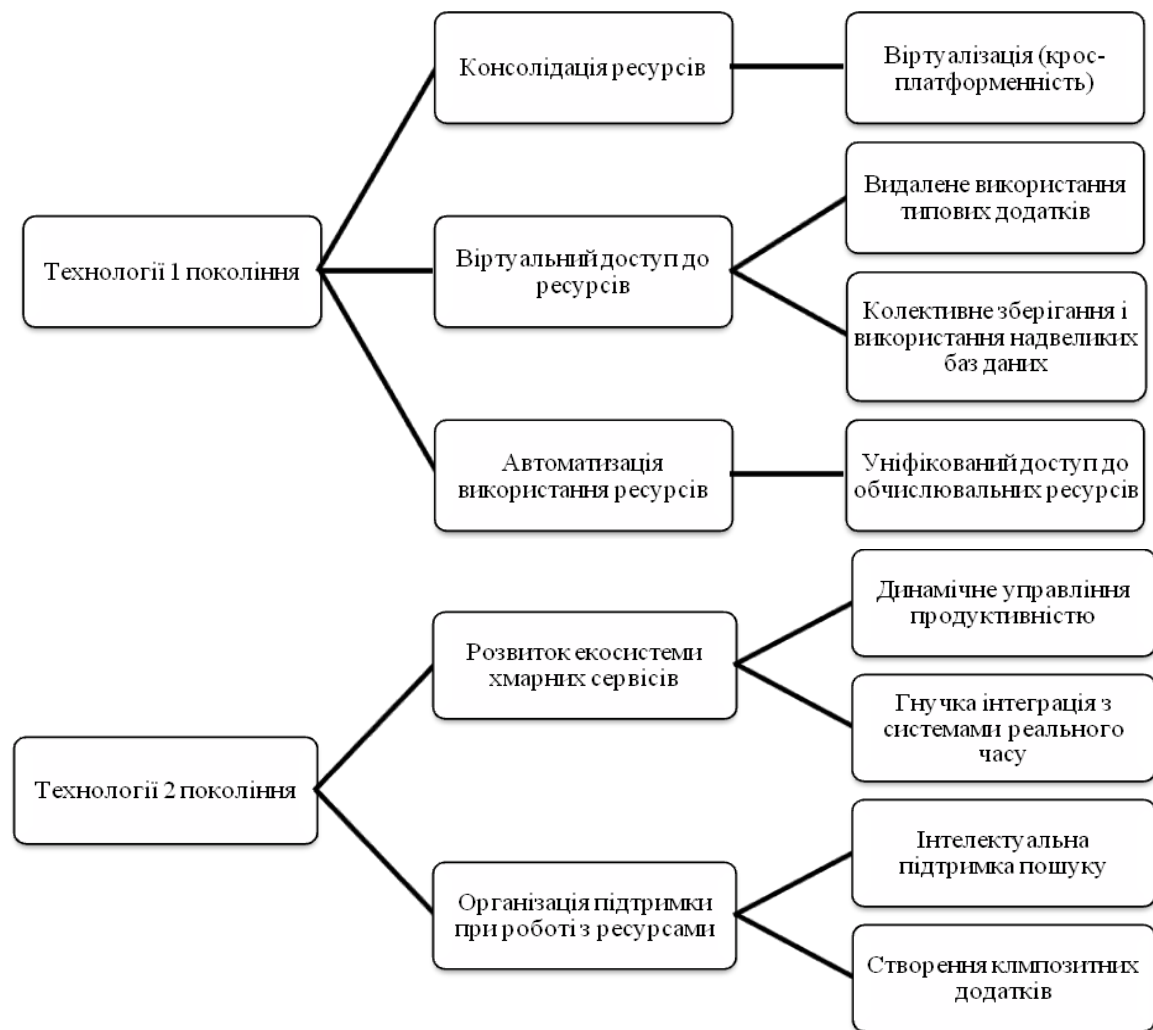


Рисунок 1. Еволюція технологій хмарних обчислень в моделі CCMM [7]

Технології 1 покоління повністю реалізовані і продовжують вдосконалюватися, а технології 2 покоління знаходяться на стадії розробок окремих пропозицій і платформ.

Як і в будь-якій технології, хмарні технології мають як переваги, так і недоліки, які представлені в табл. 1.

Оцінюючи економічну значимість різноманітних моделей розгортання хмарних обчислень для європейської економіки, дослідники CEBR стверджують, що 39,3% економічних вигод приходить на гібридну модель, 35,1% - на приватні хмари і лише 25,6% на публічні хмарні сервіси [8].

Крім економічної вигоди хмарні обчислення ще і достатньо екологічні. Впровадження хмарних технологій не тільки дозволить зекономити на задіяному обладнанні, але і підвищить ефективність використання числа обчислювальних потужностей з розрахунку на кіловат-годину. В найближчому майбутньому основна частина отриманих даних буде збиратися і оброблятися кінцевими вбудованими інтелектуальними приладами (спеціалісти агентства

VDCResearchGroupInc називають їх ScalableEdgeNodes – SEN), об'єднаними в диференційну розумну мережу IP [8].

Таблиця 1. Переваги та недоліки хмарних технологій [7]

Хмарні технології	
Переваги	Недоліки
Доступ – в будь-якому місці в будь-який час, де є інтернет.	Постійне з'єднання з мережею – для роботи з «хмарою» необхідне постійне підключення до мережі.
Низька вартість – зниження витрат на обслуговування (використання технологій віртуалізації).	Програмне забезпечення – користувачу доступні тільки ті ПЗ, які є в «хмарі».
Гнучкість – необмеженість обчислювальних ресурсів.	Конфіденційність – в даний час немає технології, яка забезпечувала б конфіденційність на 100%.
Надійність – наявність додаткових джерел живлення, регулярне резервування даних, висока пропускну здатність інтернет-канала.	Надійність – втрата інформації в «хмарі» означає неможливість її відновлення.
Безпека – високий рівень безпеки при точній організації процесу.	Безпека – хоча «хмара» є достатньо надійною системою, але 100% захист від злову немає.
Великі обчислювальні потужності.	Вартісне обладнання – для створення своєї «хмари» необхідні значні матеріальні ресурси.

Компанії в будь-якій галузі докладають зусилля щоб приймати ефективні бізнес-рішення для власного просування в межах даного ринку. Існують різні дані, моніторинг яких допомагає підприємствам досягти успіху – очікувані обсяги продажів, переваги товарів серед аналогів на ринку, оптимізовані робочі графіки тощо. Пошук значимої інформації дуже складний через те, що наявне накопичення великих обсягів даних всередині компанії і в Інтернеті.

Як показує практика, відповідно до потреб сучасних умов праці зручнішим за локальне редагування документу є розміщення необхідного файлу в хмарне сховище, доступ до якого може бути розмежований для ролей конкретних користувачів. Одні користувачі можуть змінювати файл, інші - тільки читати та рецензувати зміни. Загалом використання таких хмарних сервісів є простим у користуванні та не потребує особливих налаштувань.

Відзначимо, що за останні десятиліття змістовних робіт з питань обробки та аналізу неструктурованих даних з корисною інформацією не було, а те, що ми зазвичай називаємо теорією інформації Клода Шеннона, є статистичною теорією передачі сигналів, і до інформації, яка сприймається людиною, не має

відношення. Тому ігнорування ролі даних і інформації, як предметів дослідження, послужило виникненням потреби, коли обчислювальні можливості комп'ютерів виявилися набагато меншими, ніж швидкість надходження інформації та неструктурованість даних унеможливило проведення аналізу існуючими методами.

Ще у 2008 році, кількість доступних цифрових інформаційних частин, так званих, бітів, перевищила число зірок у Всесвіті, згідно «The Diverse and Exploding Digital Universe» [1]. Сьогодні «цифровий світ» розширюється зі швидкістю, яка подвоює обсяг даних кожні 2 роки (рис. 2) [9, 10].

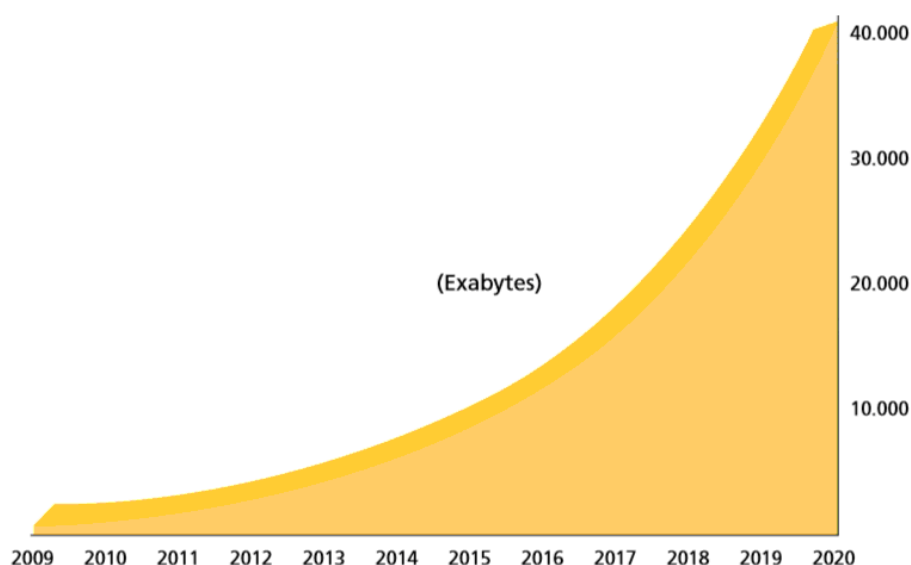


Рисунок 2. Експоненціальне зростання даних між 2010 і 2020 роками

В Україні більшість систем працює в основному зі статичними об'єктами і виконавці оперують категоріями станів. При використанні технології великих даних необхідно працювати з безперервним потоком даних. Технологія великих даних призначена для аналізу будь-яких обсягів інформації в режимі реального часу також з використанням існуючих сучасних хмарних сервісів. Відзначимо, що концепція великих даних – це сукупність підходів, які дозволяють працювати з великими обсягами даних, якими складно або неможливо управляти за допомогою звичайних засобів, тому що вони мають різну структуру і значну швидкість поповнення (табл. 2).

Раніше великі дані розглядали як завдання з причин відсутності місць для їх зберігання, мереж для передачі, потужностей для їх обробки та аналізу. Після появи даних технологій дані заповнили весь наданий їм об'єм, але як би не нарощували потужності з пропускну здатності та місткість засобів зберігання даних, завжди з'являються джерела, наприклад, експерименти з моделювання складних елементів машин і механізмів, які продукують інформації більше, ніж можуть обробити існуючі системи. Основні характеристики великих даних, а саме об'єм, швидкість, різноманітність, достовірність і цінність даних представлено на рис. 3. Згідно із законом Мура, продуктивність сучасних паралельних

обчислювальних систем стабільно зростає, зростають і швидкості мереж передачі даних.

Таблиця 2. Порівняльна таблиця параметрів традиційної бази і бази великих даних [11]

Характеристика	Традиційні бази даних	Великі дані
Об'єм інформації	1×10^9	1×10^{18}
Засоби зберігання	Централізований	Децентралізований
Структурованість даних	Структурована	Частково структурована та неструктурована
Модель зберігання та обробки даних	Вертикальна модель	Горизонтальна модель
Взаємозв'язок даних	Сильний	Слабкий

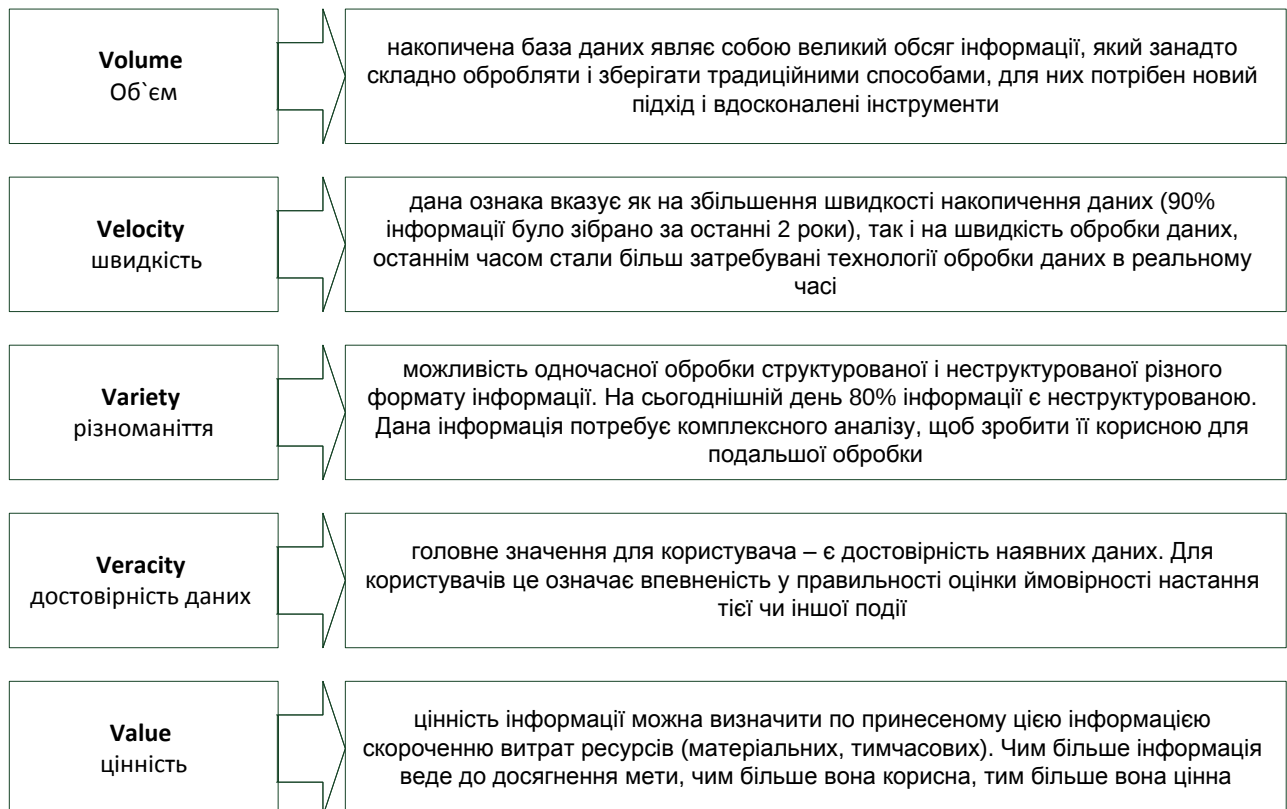


Рисунок 3. Основні характеристики великих даних [12]

У 2014 р. технології великих даних, стали одними з пріоритетних напрямків інвестування в сфері венчурної індустрії. На думку експертів, пов'язано це з тим, що розробки з даного напрямку почали приносити значні результати для їх користувачів. За минулий рік кількість компаній з реалізованими проектами в сфері управління великими даними збільшилася на 125%, обсяг ринку виріс на 45% в порівнянні з 2014 роком [10].

Таким чином, завдяки технології великих даних у наукового співтовариства і бізнесу з'являється безліч нових можливостей, наприклад, можливість проводити аналіз великих обсягів неструктурованих даних.

Також слід зазначити, що великі дані успішно реалізовані в багатьох проектах зарубіжних компаній, а саме: Nasdaq, Facebook, Google, IBM, VISA, Master Card, Bank of America, HSBC, AT&T, Coca Cola, Starbucks і Netflix. Сфери застосування обробленої інформації різноманітні і варіюються в залежності від галузі та завдань, які необхідно виконати, а саме [10]:

- HSBC використовує технології великих даних для протидії шахрайським операціям з пластиковими картами. За допомогою технологій великих даних компанія збільшила ефективність служби безпеки в 3 рази, розпізнавання шахрайських інцидентів – в 10 разів. Економічний ефект від впровадження даних технологій перевищив 10 млн дол. США.

- Procter&Gamble за допомогою великих даних проектує нові продукти і складають глобальні маркетингові кампанії. P&G створив спеціалізовані офіси Business Spheres, де можна переглядати інформацію в реальному часі. Таким чином, у менеджменту компанії з'явилася можливість миттєво перевіряти гіпотези і проводити експерименти.

- Міністерство праці Німеччини використовує технологію великих даних в роботі, пов'язаній з аналізом заявок на видачу допомоги безробітним. Так, проаналізувавши інформацію, стало зрозуміло, що 20% виплачувалося незаслужено. За допомогою великих даних міністерство праці скоротило витрати на 10 млрд. євро.

- Дитяча лікарня Торонто впровадила проект Project Artemis. Це інформаційна система, яка збирає і аналізує дані по немовлятам в реальному часі. Система щомиті відслідковує 1260 показників стану кожної дитини. Project Artemis дозволяє прогнозувати нестабільний стан дитини і почати профілактику захворювань у дітей.

Інструменти відстеження походження даних раніше були всього лише корисною функцією, тому що більшість даних у інформаційних системах надходило з перевірених сховищ даних. Але в сьогоденні технології великих даних дозволяють визначати походження даних та це стане обов'язковим для сучасних систем, так як користувачі мають справу як з корпоративними даними, так і зі сторонніми. Деякі дані можуть бути дуже високої якості, а інші набори даних можуть бути не ідеальними, але можуть бути придатними для прототипування та корисними для досягнення загального результату.

Також зазначимо, що розширення хмарних сервісів дозволить не тільки збирати дані, а й використовувати їх в аналізі та алгоритмах обробки «великих даних». Сучасні технології з забезпечення високого рівня безпеки хмарних сервісів IoT (Internet of Things) також допоможуть виробникам створювати нові продукти, які зможуть безпечно оперувати з аналізованими даними без втручання людини [13].

В роботах [11, 13] відмічається, що найбільшою популярністю користуються такі технології великих даних, як in-memory платформи компаній SAP, HANA, Oracle та ін. Результати опитування T-Systems показали, що їх обрали 30% опитаних компаній. Другими за популярністю стали NoSQL платформи (18% користувачів), також компанії використовували аналітичні платформи компаній Splunk і Dell, їх вибрало 15% компаній. Найменш корисними для компаній, за результатами опитування виявилися продукти Hadoop / MapReduce.

На думку експертів технології великих даних набули широкого поширення в багатьох галузях та секторах економіки. За даними опитування TechProResearch, проведеного у 2014 році, найбільшого поширення зазначені технології отримали в телекомунікаційній галузі, а також в інжинірингу, ІТ, в фінансових і державних підприємствах. Як видно за результатами даного опитування, вони менш популярні в галузі освіти та охорони здоров'я (рис. 4).

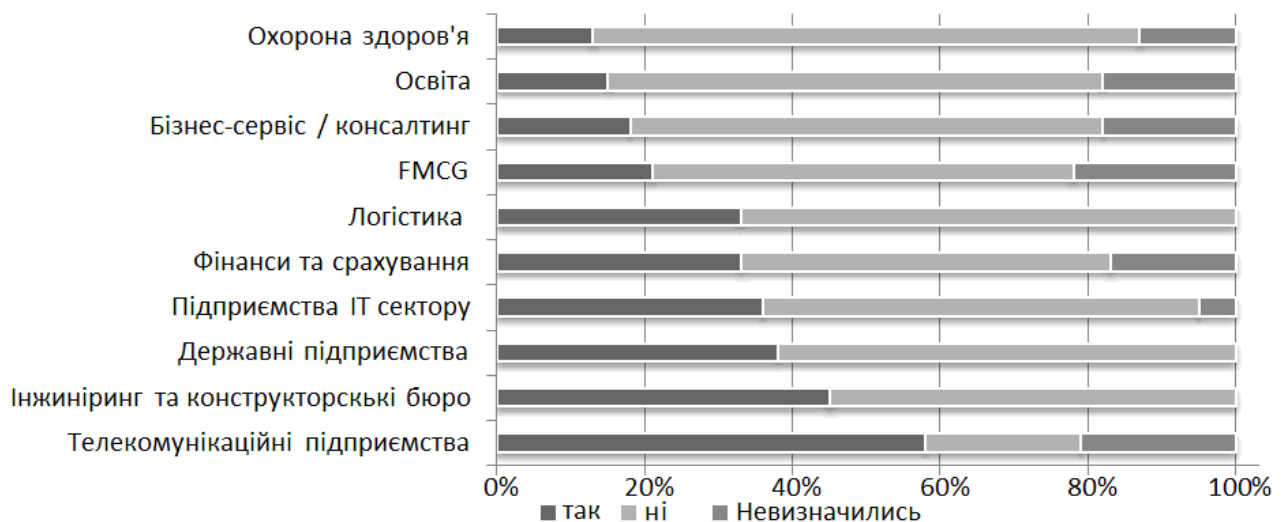


Рисунок 4. Аналіз застосування технологій великих даних за галузями [10]

Згідно з результатами дослідження CNewsAnalyticстаOracle, рівень зрілості ринку великих даних за останній рік підвищився. Респонденти, що представляють 108 великих підприємств з різних галузей, продемонстрували більш високий ступінь поінформованості про ці технології, а також склалося розуміння потенціалу подібних рішень для свого бізнесу.

Станом на 2014 рік, за даними IDC [10], в Україні накопичено приблизно 105 Ексабайт інформації, що становить всього лише 0,8% світових даних. Обсяг інформації до 2020 року може досягти 780 Ексабайт та забере 1,2%. Таким чином, середній темп зростання обсягу інформації прогнозується близько 28% в рік. Прогнозується збереження позитивної динаміки в цьому секторі українського ринку ІТ, навіть в умовах загальної стагнації економіки. Це пов'язано з тим, що бізнес як і раніше демонструє попит на рішення, що дозволяють підвищити ефективність роботи, а також оптимізацію витрат, поліпшення точності прогнозування і мінімізувати можливі ризики компанії.

Висновок. Застосування хмарних технологій з використанням великих даних для обробки та аналізу безперервного потоку неструктурованих даних з корисною інформацією в режимі реального часу є перспективною технологією впровадження в галузі машинобудування, в сфері державного управління, в науково-дослідній діяльності, комерційному секторі тощо. Це свідчить про необхідність проведення більш детальних наукових досліджень в сфері аналізу ринку використання технології великих даних, а також поширення даної технології в інших галузях промисловості, а саме охорони здоров'я, освітньої діяльності, логістики та інших секторах економіки.

Список літератури

1. Пять мифов о технологии облачных вычислений / IHS [Electronicresource]. – Modeofaccess: <http://www.cloudcomputing-news.net/news/2014/apr/08/why-cloud-services-spending-will-exceed-174b-in-2014>.
2. Оплачко Е.С. Облачные технологии и их применение в задачах вычислительной биологии / Е.С. Оплачко, Д.М. Устинин, М.Н. Устинин [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.matbio.org/2013/Oplachko_8_449.pdf
3. Гусев А.В. Перспективы облачных вычислений и информатизация учреждений здравоохранения / А.В. Гусев // Врач и информационные технологии.–2011.– №2.– С.6-17. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fesmu.ru/elib/Article.aspx?id=237446>.
4. Газейкина А.И. Применение облачных технологий в процессе обучения школьников / А.И. Газейкина, А.С. Кувина [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-oblachnyh-tehnologiy-v-protsesse-obucheniya-shkolnikov>.
5. Сажко Г.І. Щодо можливості використання хмарних технологій в організації самостійної роботи студентів / Г.І. Сажко, В.І. Шеховцова [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://repo.uipa.edu.ua/jspui/handle/123456789/4549>.
6. Денисова Л.В. Хмарні технології в освітньому процесі вищих навчальних закладів фізичної культури і спорту: стан питання та перспективи застосування / Л.В. Денисова [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&STR=VchdpuPN_2014_118\(2\)_10](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&STR=VchdpuPN_2014_118(2)_10).
7. Бурий А.С. Облачные технологии, как механизм распределенной переработки информации / А.С. Бурий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://iea.gostinfo.ru/files/2014_01/2014_01_01.pdf.
8. Медведев А. Облачные технологии: тенденции развития, примеры исполнения / А. Медведев [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://issuu.com/cta-mag/docs/20132006>.

9. Big Data in Logistics A DHL perspective on how to move beyond the hype / December 2013 Powered by Solutions & Innovation: Trend Research.
10. IDC's Digital Universe Study, sponsored by EMC, December 2012.
11. Mell P. The NIST Definition of Cloud Computing v15. / P. Mell [Electronic resource]. – <http://www.slideshare.net/crossgov/nist-definition-of-cloud-computing-v15>.
12. Романишина О.Я. Огляд інформаційних технологій та засобів їх реалізації у вищих навчальних закладах / О.Я. Романишина [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dspace.uzhnu.edu.ua:8080/jspui/handle/lib/417?mode=simple>.
13. "Trends and Strategies in Logistics and Supply Chain Management", p. 51, BVL International, 2013.

Аннотация

РАЗВИТИЕ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КОНТЕКСТЕ УПРАВЛЕНИЯ БОЛЬШИМИ ДАННЫМИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Гармаш О.Н., Марчук В.Е., Безрека М., Градыский Ю.А.

Проанализированы тенденции развития облачных технологий в контексте управления большими данными для обработки и анализа непрерывного потока неструктурированных данных с полезной информацией в режиме реального времени. Показана перспективность использования данной технологии в области машиностроения, логистики, сферы образования и других секторах экономики.

Ключевые слова: облачные технологии, управление большими данными, информационные системы, информационные технологии, базы данных.

Abstract

DEVELOPMENT OF CLOUD TECHNOLOGY IN THE CONTEXT OF THESE GREAT IN MECHANICAL ENGINEERING

Garmash O., Marchuk V., Bezreka M., Gradiskij Y.

The tendencies of development of cloud computing in the context of large data processing and control for continuous flow analysis with unstructured data useful information in real time. The prospects of using this technology in the field of mechanical engineering, logistics, education and other sectors of the economy.

Keywords: cloud computing, big data management, information systems, information technology, database.

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1

ТЕХНОЛОГІЇ ДЕРЕВООБРОБКИ

Голубець В.М., Гончар І.М., Степанишин В.І., АНАЛІЗ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ОБРОБЛЕННІ МАСИВНОЇ ДЕРЕВИНИ АБРАЗИВНИМИ КРУГАМИ.....	3
Буйських Н.В., Зелінський Ю.В. ВИЗНАЧЕННЯ АДГЕЗІЇ ЛАКОФАРБОВИХ ПОКРИТТІВ НА ДЕРЕВНИХ ПІДКЛАДКАХ.....	7
Форос В.В ПРИСТРОЇ ДЛЯ ПОПЕРЕДНЬОГО ІНФРАЧЕРВОНОГО ПРОГРІВАННЯ ПАКЕТІВ ШПОНУ У ВИРОБНИЦТВІ ФАНЕРИ.....	11
Пінчевська О.О., Бондарчук О.М АНАЛІЗ ВОГНЕЗАХИСНОЇ СПРОМОЖНОСТІ АНТИПРЕНІВ ДЛЯ ДЕРЕВИНИ.....	17
Кульман С. Н. ФЕНОМЕН ТЕПЛОВОЇ ІНЕРЦІЇ У ДЕРЕВИНІ.....	22
Мазаник Н. В., Божелко И. К. ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМА СКЛЕИВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СОСТАВНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ В ЖЕСТКИХ УСЛОВИЯХ	30
Овсянников С.И., Ковш А.Ю. ВЛИЯНИЕ СОРТНОСТИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ НА ПРОЧНОСТЬ КЛЕЕНОГО СТЕНОВОГО БРУСА.....	39
Овсянников С.И., Нестеренко М.Ю. РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ КОНСТРУКЦИЯ КЛЕЕНОГО БРУСА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЕВРООКОН.....	45
Овсянников С.И., Федоренко А.В. ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОСТРУКТУРЫ ДРЕВЕСИНЫ НА ПРОПИТКУ ЗАЩИТНЫМИ РАСТВОРАМИ.....	50
Овсянников С.И., Богданов И.И. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА СТЕНОВОГО КЛЕЕНОГО БРУСА.....	58
Головач В.М., Баранова О.С. КОРЕЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ВИХІДНИХ СИГНАЛІВ УДАРНОГО ДАТЧИКА ПРИ НЕРУЙНІВНОМУ КОНТРОЛІ ДЕФЕКТІВ ФАНЕРИ.....	64
О.В. Анциферова ВИКОНАННЯ ПРИНЦИПУ ЛІНІЙНОГО СУМУВАННЯ ПОШКОДЖЕНЬ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ДОВГОВІЧНОСТІ ДЕРЕВИННОКОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	69

Янушкевич А. А., Бабич Д. П. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАСПИЛОВКИ БРЕВЕН НА ШПАЛЫ.....	47
Шепелюк І. Р. ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МАКУЛАТУРНОГО ШЛАМУ У ВИРОБНИЦТВІ ДЕРЕВИННО- ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	80
Цапко О.Ю., Цапко Ю.В. МОДЕЛЮВАННЯ ШВИДКОСТІ ВИГОРЯННЯ ДЕРЕВИНИ ЗАХИЩЕНОЇ ВОГНЕЗАХИСНИМ ПОКРИТТЯМ.....	84
Павленко Н.О., Сивко С.П. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ФОРМАТНИХ ВЕРСТАТІВ ТА ПИЛЯЛЬНИХ ЦЕНТРІВ У СУЧАСНИХ УМОВАХ ВИРОБНИЦТВА МЕБЛЕВИХ ВИРОБІВ.....	91
Mchedlishvili V. POSSIBLE STRUCTURES OF GLUED WOOD.....	94
Нездоймишапка Ю.М. ДО ПИТАННЯ ВИРОБНИЦТВА БОРОШНА З ДЕРЕВНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ДЕРЕВИННО-ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИТІВ.....	99
РОЗДІЛ 2.	
ОБЛАДНАННЯ ЛІСОВОГО КОМПЛЕКСУ	
Марченко Н.В., Мазурчук С.М., Борячинський В.В. ЩОДО ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗКРОЮ ЛІСО- ТА ПИЛОМАТЕРІАЛІВ.....	102
Зражва С. Г., Спірочкін А. К. ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЄВРОСТАНДАРТІВ НА ЛІСОМАТЕРІАЛИ В ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО УКРАЇНИ.....	108
Аникеев А. Ф., Тишевич А. Ю. ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ВИНТОВЫХ СВЕРЛ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ВЫСОКОЕ КАЧЕСТВО ОБРАБОТКИ ЛАМИНИРОВАННЫХ ПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	112
Костюк О. И., Гришкевич А. А. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАСАТЕЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ СИЛЫ РЕЗАНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ШЛИФОВАНИИ ДРЕВЕСИНЫ.....	120
Клендій О.М. ДИНАМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ЗАПОБІЖНОЇ МУФТИ ГВИНТОВОГО КОНВЕЄРА.....	124
Сірко З.С., Торчиловський Д.П. СПОСІБ ВИМІРЮВАННЯ НЕЗРІВНОВАЖЕНОСТІ ДЕРЕВОРІЗАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ.....	132

Гасій О.Б. СТРУКТУРНО-ФАЗОВИЙ СТАН І ЗНОСОСТІЙКІСТЬ ВАКУУМНИХ ЙОННО-ПЛАЗМОВИХ ПОКРИТТІВ.....	136
Голубець В.М., Гончар І.М., Степанишин В.І. АНАЛІЗ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ОБРОБЛЕННІ МАСИВНОЇ ДЕРЕВИНИ АБРАЗИВНИМИ КРУГАМИ.....	143
Гришкевич А. А., Вихренко В. С., Гаранин В. Н., Аникеевко А. Ф., к.т.н. ФРЕЗЕРНИЙ ДЕРЕВОРЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ С ИЗМЕНЯЕМЫМИ УГЛАМИ РЕЗАНИЯ И УСЛОВИЕ ЕГО РАБОТОСПОСОБНОСТИ.....	147
Калінін Є.І., Шуляк М.Л., Поляшенко С.О. ДОСЛІДЖЕННЯ ГОРИЗОНТАЛЬНО-ПОПЕРЕЧНИХ КОЛИВАНЬ НАПІВПРИЧЕПУ.....	155
Літовка С.В. ВПЛИВ ШВИДКОСТІ КОВЗАННЯ ТА ЗБЛИЖЕННЯ В ТРИБОСПОЛУЧЕННІ НА ЧАСТОТУ ІМПУЛЬСІВ АКУСТИЧНОЇ ЕМІСІЇ.....	162
Автухов А.К., Саблина М.А. АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВАКУУМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	168
Ярижко О.В., Татар В.В. АНАЛІЗ НАВАНТАЖЕНОСТІ ТЕЛЕСКОПІЧНОЇ СТРИЛИ КРАНОВО-МАНІПУЛЯТОРНОЇ УСТАНОВКИ.....	174
Тітова Л.Л., Роговський І.Л. КЛАСИФІКАЦІЯ МАШИН ДЛЯ ЛІСОТЕХНІЧНИХ РОБІТ ЗА НОРМАТИВНОЮ ПЕРІОДИЧНІСТЮ ВІДНОВЛЕННЯ ЇХ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ.....	180
Деняченко М.І. Яценко Ю.С. ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ЛІСОЗАГОТІВЕЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ В УМОВАХ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ.....	186
Косолапов В.Б., Літовка С.В., Рукавишников Ю.В. ДИЕЛЕКТРИЧНА ПРОНИКНІСТЬ АДСОРБЦІЙНОГО ШАРУ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН, ЯК ПОКАЗНИК, ЩО ХАРАКТЕРИЗУЄ ПРОТИЗНОСНІ ВЛАСТИВОСТІ РОБОЧОЇ РІДИНИ ГІДРОПРИВОДУ.....	191
Матюшенко Л.М. ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ МАШИН ДЛЯ ДОРОЖНІХ І ЛІСОТЕХНІЧНИХ РОБІТ ПРИ ЗБИРАННІ РОСЛИННОЇ БІОМАСИ	197

РОЗДІЛ 3

ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Шевчук О.С.

ВПЛИВ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ НА БЕЗПЕКУ РУХУ
ВУЛИЧНО-ДОРОЖНИМИ МЕРЕЖАМИ..... 205

Цьонь О.П.

ПРАВОВІ АСПЕКТИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ
У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ..... 209

Рублёв В. И.

СИСТЕМНЫЙ ПРИНЦИП ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО
СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ..... 212

Кривошапов С.И.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЧАСОВОГО РАСХОД ТОПЛИВА ДЛЯ
ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН..... 219

Попович П.В.

АНАЛІТИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ
ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ.... 223

Попович П.В.

ПРОБЛЕМАТИКА ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В
ОЦІНЦІ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ У ЛОГІСТИЦІ..... 226

Дзюра В.О.

ПОРУШЕННЯ ПРИ ОБЛАШТУВАННІ ПРИБУДИНКОВИХ
ТЕРИТОРІЙ, ЗОКРЕМА МІСЦЬ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ
ІНДИВІДУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ В МЕЖАХ
НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ..... 228

Бабій М.В., Бабій А.В., Матвійшин А.Й.

ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ТРИВАЛОСТІ
РОБОЧОГО ЧАСУ ВОДІЯ ПРИ ВИКОНАННІ
ТРАНСПОРТНИХ ОПЕРАЦІЙ..... 232

Гармаш О.М., Марчук В.Є., Безрека М., Градиський Ю.О.

РОЗВИТОК ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В КОНТЕКСТІ
УПРАВЛІННЯ ВЕЛИКИМИ ДАНИМИ В
МАШИНОБУДУВАННІ 237