

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ,
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
УКРАЇНИ

Кафедра технології захисту навколишнього середовища і деревини та
безпеки життєдіяльності

Пояснювальна записка

до дипломної роботи бакалавра на тему:

**«Технологічні рішення щодо зниження впливу на довкілля
навчально-виробничої майстерні з виробництва столярної
продукції»**


(«Technological solutions to reduce the environmental impact of a training and
production workshop for the production of carpentry products»)

Студента групи ТЗНС-41

Спеціальність 183

«Технології захисту навколишнього
середовища»

Патерега Віталій Богданович

Керівник: Дацків Г.М. 

Рецензент: *Ортинська*
Є.Т.Н., доц.

Львів - 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Інститут
Кафедра

деревообробних технологій і дизайну
технологій захисту навколишнього
середовища і деревини та безпеки
життєдіяльності

Рівень вищої освіти

бакалавр
Спеціальність 183 «Технології захисту
навколишнього середовища»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТЗНС ДБЖД

проф. Кшивецький Б. Я.

« 14 » 02. 2025 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ
Патерезі Віталію Богдановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Технологічні рішення щодо зниження впливу на довкілля навчально-виробничої майстерні з виробництва столярної продукції» («Technological solutions to reduce the environmental impact of a training and production workshop for the production of carpentry products»)
керівник роботи Дацків Галина, канд. техн. наук,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «14» лютого 2025 року № С-91

2. Строк подання студентом роботи до 15 травня 2025

3. Вихідні дані до роботи Проектом передбачити використання сучасних технологій захисту навколишнього середовища, способів та методів захисту від забруднень повітря та виробничих стічних вод. Максимальну увагу приділити питанням комплексної переробки відходів та мінімізації негативного впливу виробництва на довкілля

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Загальний розділ;

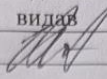
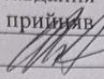
2. Проектно-технологічний розділ;

3. Охорона праці;

4. Висновки.

5. Графічний матеріал (15-20 слайдів)

6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|---------------|---|--|---|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Охорона праці | доц. Соколовський І.А. |  |  |
| | | | |
| | | | |

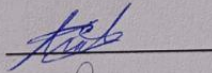
7. Дата видачі завдання _____ 14 лютого 2025 року

Керівник проекту _____ Дацків Г.М.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

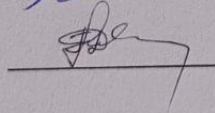
| № з/п | Назва етапів дипломної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|---------------------------------|-------------------------------|----------|
| 1. | Загальний розділ | до 25.03.25 | |
| 2. | Проектно-технологічний розділ | до 10.04.25 | |
| 3. | Охорона праці | до 30.04.25 | |
| 4. | Оформлення бакалаврської роботи | до 15.05.25 | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Студент



Патерега В. Б.

Керівник проекту



к.т.н. Дацків Г.М. .

АНОТАЦІЯ

до бакалаврської кваліфікаційної роботи на тему:

**«Технологічні рішення щодо зниження впливу на довкілля
навчально-виробничої майстерні з виробництва столярної продукції»**

У бакалаврській кваліфікаційній роботі пропонуються сучасні технологічні рішення, спрямовані на зниження негативного впливу навчально-виробничої майстерні виробництва зі столярної продукції на навколишнє середовище.

Проведено аналіз основних джерел забруднення повітря, води та обґрунтувань, а також визначено екологічні ризики, пов'язані з експлуатацією старого обладнання та нераціональним приводом з відходами деревини.

Запропоновано комплекс заходів щодо модернізації виробництва: впровадження системи пиловловлення, використання екологічно безпечних лакофарбових матеріалів, організаційного збору та переробки відходів, підвищення енергоефективності обладнання.

Окрему увагу приділено питанням охорони праці та дотримання вимог чинного екологічного законодавства. Реалізація запропонованих заходів дозволяє суттєво зменшити екологічне навантаження, підвищити безпеку праці та забезпечити сталий розвиток навчально-виробничої майстерні.

ЗМІСТ

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ ЩОДО ВПЛИВУ СТОЛЯРНОГО ВИРОБНИЦТВА НА ДОВКІЛЛЯ

- 1.1. Характеристика столярного виробництва
- 1.2. Основні екологічні проблеми, пов'язані з деревообробкою
- 1.3. Нормативно-правова база охорони навколишнього середовища в деревообробній промисловості

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ ТА УМОВ ФУНКЦІОНУВАННЯ СТОЛЯРНОЇ МАЙСТЕРНІ

- 2.1. Загальна характеристика майстерні
- 2.2. Основне обладнання та технологічні процеси
- 2.3. Потенційні джерела впливу на довкілля
- 2.4. Вихідні дані для розрахунків (обсяги пилу, відходів, енергоспоживання тощо)

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

- 3.1. Методи зменшення пилоутворення та очищення повітря
- 3.2. Поводження з відходами деревини: утилізація, переробка, повторне використання
- 3.3. Застосування екологічно безпечних матеріалів та лакофарбових покриттів
- 3.4. Заходи щодо зниження акустичних навантажень на довкілля
- 3.5. Енергозберігаючі технології та автоматизація виробництва

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ВСТУП

Столярне виробництво, навіть у малих масштабах, є джерелом локального забруднення довкілля, що проявляється у викидах пилю, летких органічних сполук, утвореної значної кількості відходів деревини, підвищеного споживання енергії та шумового навантаження. Особливо гостро ці проблеми постають у навчально-виробничих майстернях, де використовується застаріле обладнання, а технологічні процеси не відповідають сучасним екологічним вимогам.

Актуальність теми обумовлена потребою забезпеченням модернізації навчально-виробничої майстерні відповідно до сучасних стандартів охорони навколишнього середовища, енергоефективності та безпеки праці. Методом даної роботи є розробка та обґрунтування технологічних рішень, які дозволяють мінімізувати негативний вплив столярного виробництва на довкілля, забезпечити раціональне використання ресурсів та підвищити екологічну відповідальність виробництва.

Для досягнення поставленої мети у роботі виконано аналіз сучасного стану навчально-виробничої майстерності, визначено основні джерела екологічних ризиків, запропоновано нормативно-правову базу, а також запропоновано комплекс практичних заходів щодо зниження негативного впливу на довкілля та підвищення рівня охорони праці.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ ЩОДО ВПЛИВУ СТОЛЯРНОГО ВИРОБНИЦТВА НА ДОВКІЛЛЯ

1.1. Характеристика столярного виробництва

Столярне виробництво – це галузь деревообробної промисловості, що спеціалізується на виготовленні дерев'яних конструкцій і виробів побутового, будівельного, меблевого та декоративного призначення. Зазвичай воно охоплює виготовлення дверей, вікон, меблів, облицювальних панелей, підлог, елементів інтер'єру тощо. Для багатьох країн з розвиненим лісовим сектором столярне виробництво є джерелом зайнятості в малому бізнесі та ремісничих майстернях.

Дана майстерня має малу потужність Під малою потужністю розуміють виробництво, яке випускає обмежену кількість продукції — до 5000 умовних виробів на рік, працює на локальному або регіональному ринку, часто з неформалізованою системою управління та без автоматизованого обліку. Кількість зайнятих працівників зазвичай не перевищує 10–15 осіб.

Такі майстерні часто функціонують як приватні підприємства, кооперативи або невеликі цехи при навчальних закладах чи житлово-комунальних організаціях. Їхня основна перевага — гнучкість, здатність швидко адаптуватися до змін попиту та виготовлення унікальних, індивідуальних виробів.

Технологія столярного виробництва малої потужності складається з ряду стандартних операцій:

- Розкрій деревини (обрізна дошка, брус, фанера, ДСП, МДФ);
- Сушіння матеріалу (часто природним способом);
- Механічна обробка: стругання, фрезерування, свердління;
- Складання виробу;
- Шліфування;
- Фарбування або лакування;
- Сушіння та пакування.

На відміну від великих деревообробних комбінатів, у невеликих майстернях процес організований вручну або з мінімальним рівнем механізації. Часто відсутня чітка маршрутизація операцій, робочі місця не мають автоматизованих систем контролю якості або витрати матеріалів.

Основу обладнання складають універсальні верстати, такі як:

- циркулярні пилки (стаціонарні або ручні),
- фуганки,
- рейсмуси,
- свердлильні машини,
- стрічкові пилки,
- ручні шліфувальні машинки,
- компресори для нанесення лакофарбових матеріалів.

Обладнання в навчальній майстерні морально і фізично застаріле, виготовлене ще у 1980–90-х роках. Його основні недоліки: низька енергоефективність, відсутність пилозбірників, низький рівень безпеки праці та висока ймовірність нештатних ситуацій.

Застаріла технологія означає відсутність інновацій у виробничому процесі. До типових ознак належать: використання вологих або недосушених матеріалів, що призводить до викривлення готових виробів; відсутність автоматичного контролю розмірів і точності обробки; високе пиловиділення без ефективного пиловловлювання; відкритий процес нанесення лакофарбових матеріалів без витяжки або в камерах кустарного типу; відсутність замкнутого циклу обігу відходів.

Найчастіше ці виробництва працюють з низькосортною деревиною, отриманою з залишків будівництва, обрізків або вторинної сировини. Це обумовлює підвищений рівень браку, перевитрату матеріалу та нестабільну якість продукції.

Організаційно такі виробництва характеризуються: відсутністю системи управління якістю, ручним обліком, інтуїтивним плануванням навантаження на працівників, низьким рівнем техніки безпеки.

Столярне виробництво — один з факторів локального забруднення довкілля. Основними проблемами є: пи́л, викиди летких органічних сполук (ЛОС), відходи деревини, підвищене енергоспоживання.

Під час розкрою, шліфування і фрезерування утворюється велика кількість деревного пи́лу, який не лише впливає на здоров'я працівників, а й забруднює повітря в навколишньому середовищі. Через відсутність централізованої вентиляції та фільтрації частинки пи́лу можуть вільно виходити за межі цеху.

Під час фарбування і лакування вручну або з розпилювачів без витяжних камер виділяються ЛОС, зокрема ксило́л, толуо́л, ацетон, формальдегі́д. Ці речовини шкідливі як для органів дихання, так і для ґрунтів і води.

Обрізки, стружка, браковані деталі часто не переробляються, а спалюються або утилізуються несанкціоновано. Це створює ризики для відкритого горіння та виділення СО, смолистих речовин.

Старі верстати мають підвищене енергоспоживання, а система освітлення зазвичай представлена лампами розжарювання або люмінесцентними лампами без енергозбереження.

Проблеми охорони праці та пожежної безпеки також слід відзначити. Через відсутність технічного оновлення та низьку культуру виробництва в таких майстернях спостерігаються системні порушення умов безпечної праці: відсутність витяжної вентиляції на робочих місцях; непрацюючі або відсутні засоби індивідуального захисту (маски, респіратори, окуляри); саморобні електричні щити та подовжувачі без заземлення; погано обладнані місця для зберігання ЛФМ; високий ризик пожеж внаслідок накопичення тирси.

Попри всі недоліки, малопотужні столярні майстерні відіграють важливу соціально-економічну роль. Вони: забезпечують зайнятість у сільських громадах; дають змогу зберігати традиції столярної справи; забезпечують доступну за ціною продукцію для місцевого населення; служать як платформа для початкового навчання і практики.

Однак подальше функціонування без модернізації неможливе. В умовах посилення екологічного законодавства, вимог до енергоефективності та

охорони праці такі майстерні потребують: переходу на безпечні технології обробки деревини; впровадження вентиляційних та фільтраційних систем; модернізації обладнання; навчання персоналу; отримання сертифікатів екологічної відповідності.

1.2. Основні екологічні проблеми, пов'язані з деревообробкою

Деревообробна промисловість займає важливе місце в економіці, але водночас є джерелом значного антропогенного навантаження на навколишнє середовище. Екологічні проблеми пов'язані з усіма стадіями технологічного процесу — від розпилювання колод до фінішної обробки деревини.

Серед основних негативних впливів — забруднення повітря пилом і леткими органічними сполуками (ЛОС), утворення великої кількості відходів деревини, високе споживання енергії, шум, а також забруднення води при лакуванні та митті обладнання.

Пилоутворення — головне джерело забруднення повітря. Пил утворюється під час розпилювання, стругання, шліфування та фрезерування. За даними екологічного моніторингу (Таблиця 1):

Таблиця 1

| Операція деревообробки | Концентрація пилу на робочому місці, мг/м ³ | ГДК (гранично допустима концентрація) пилу, мг/м ³ |
|-------------------------------|--|---|
| Розкрій деревини (циркулярка) | 12–18 | 2.0 |
| Шліфування деревини | 15–25 | 2.0 |
| Фрезерування | 10–14 | 2.0 |

У 5–10 разів перевищено нормативи, що призводить до: розвитку респіраторних захворювань у працівників; відкладення пилу в ґрунті та забруднення прилеглої території; утворення вибухонебезпечного середовища.

Викиди летких органічних сполук (ЛОС) під час нанесення лакофарбових матеріалів, клеїв, морилок у повітря виділяються токсичні

речовини: ксилол, толуол, ацетон, формальдегід;. ЛОС викликають інтоксикацію, канцерогенні ефекти, озонне забруднення.

Таблиця 2

Викиди ЛОС

| Джерело викиду | Обсяг ЛОС, г/м² поверхні | Примітка |
|------------------------------|--|--------------------------------|
| Розпилення лаку вручну | 250–300 | Без витяжки |
| Камерне лакування (старе) | 180–220 | Нема фільтрації |
| Сучасні УФ-сушильні лінії | до 20 | Замкнений цикл, рекуперація |

Формальдегід, що входить до складу клеїв і смол у ДСП/МДФ, має ГДК у повітрі — 0,01 мг/м³, тоді як при роботі в старих майстернях концентрація сягає 0,05–0,1 мг/м³.

Відходи деревини - важлива екологічна проблема. Понад 35–50% деревини у процесі обробки перетворюється на: тирсу, стружку, обрізки, брак.

Таблиця 3

Баланс матеріалу у деревообробному виробництві

| Стаття матеріального балансу | Частка від загального об'єму, % |
|------------------------------|------------------------------------|
| Готова продукція | 50–60 |
| Виробничі відходи | 30–40 |
| Брак | 5–10 |

Існує проблема — недостатнє використання вторинної сировини. Майстереня не має системи збору та пресування тирси; не використовуються відходи для виготовлення пелет або брикетів; спалюють відходи без фільтрації, утворюючи СО, смоли, діоксини.

Енергоспоживання також має певні застереження. Обладнання старого типу (радянського виробництва) має низький ККД і високу витрату енергії.

Таблиця 4

Типове енергоспоживання обладнання

| Обладнання | Потужність, кВт | Орієнтовне споживання за зміну, кВт·год |
|------------------------------|--------------------|--|
| Циркулярна пилка | 5.5 | 44 |
| Рейсмус | 7.5 | 60 |
| Сушильна камера (електро) | 25 | 200 |
| Компресор + фарбування | 3.0 | 24 |

Середнє деревообробне підприємство споживає 30–60 МВт·год електроенергії на місяць.

Шумове забруднення є проблемним як для виробництва, так і для довкільних територій.

Верстати створюють шумовий фон понад 90 дБ, що перевищує гранично допустимі норми. Найгучніше обладнання:

Стрічкова пила — до 92 дБ;

Циркулярки — 95–98 дБ;

Шліфувальні машини — 90–93 дБ.

Без шумоізоляції та ПЗЗ (персональних захисних засобів) — загроза розвитку професійної глухоти та втоми.

Водне середовище у столярній майстерні забруднюється через: зливання залишків лаків у каналізацію; миття фарбопультів без очисних систем; потрапляння фарб, клеїв у ґрунтові води.

На великих підприємствах стічні води з ЛФМ очищуються на спеціалізованих установках (наприклад, флотаторах, адсорберах, біофільтрах), проте у майстернях подібні системи практично відсутні.

Отже,

1. Найбільші екологічні ризики деревообробної промисловості — пил, ЛОС, відходи та шум.

2. Застаріле обладнання, відсутність вентиляції та очищення — основні причини перевищення ГДК.

1.3. Нормативно-правова база охорони навколишнього середовища в деревообробній промисловості

Охорона навколишнього середовища в деревообробній промисловості регламентується численними нормативно-правовими актами, які встановлюють вимоги щодо поводження з відходами, викидами забруднюючих речовин у повітря, скидами у воду, поводженням з небезпечними речовинами тощо. Ця база складається з міжнародних угод, законів України, підзаконних актів (постанов КМУ, наказів міністерств), ДСТУ, СанПіНів та будівельних норм.

Основні закони України: Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища», Закон України «Про охорону атмосферного повітря»,

Закон України «Про управління відходами» (2022 р.) та Закон України «Про екологічну експертизу».

Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» (1991 р.) є базовим документом екологічного законодавства. Встановлює право кожного на безпечне для життя та здоров'я довкілля. Регламентує обов'язки суб'єктів господарювання щодо запобігання забрудненням, відшкодування збитків, екологічного моніторингу.

Закон України «Про охорону атмосферного повітря» визначає порядок отримання дозволу на викиди забруднюючих речовин. Встановлює обов'язок підприємств контролювати викиди, вести облік та впроваджувати фільтруючі установки.

Закон України «Про управління відходами» (2022 р.) спрямований на адаптацію до вимог директив ЄС. Встановлює ієрархію поводження з відходами: запобігання → підготовка до повторного використання → переробка → інше відновлення → утилізація. Запроваджує вимогу до деревообробних підприємств щодо роздільного збору та переробки тирси, обрізків, смолистих речовин тощо.

Закон України «Про екологічну експертизу» регламентує, що оцінка впливу на довкілля (ОВД) — обов'язкова процедура для нових та реконструйованих деревообробних виробництв. Передбачає громадське обговорення та державну оцінку проєктної документації.

Державні будівельні норми (ДБН) та стандарти (ДСТУ) зведені в таблицю 5.

| Нормативний документ | Назва | Сфера застосування |
|-----------------------------|--|---|
| ДБН В.2.2-10:2011 | Будівлі деревообробних підприємств | Вимоги до вентиляції, санітарних розривів |
| ДСТУ ISO 14001:2015 | Системи екологічного управління | Запровадження стандартів екоменеджменту |
| ДСТУ 4278:2004 | Повітря робочої зони. Визначення пилу | Контроль умов праці |
| ДСТУ 3496-96 | Захист довкілля. Поводження з відходами | Визначення класу небезпеки |

Санітарні норми та гігієнічні нормативи включають ДСП 201-97 — "Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря" гранично допустимі концентрації (ГДК) формальдегіду, пилу деревини, ацетону, толуолу, ксилолу тощо. Для формальдегіду ГДК = 0,01 мг/м³ (робоча зона).; СанПіН 4630-88 Допустимі рівні шуму для виробничих приміщень деревообробки — до 85 дБ.

Контроль за дотриманням норм здійснюють: Державна екологічна інспекція України; Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів; Держпраці — в частині дотримання гігієнічних норм. Порушення законодавства тягне за собою: штрафи; припинення діяльності; кримінальну відповідальність (у разі забруднення великих масштабів).

Деревообробна промисловість повинна працювати в межах дозвільної системи, вести екологічний облік, розробляти проекти ОВД та екологічні паспорти підприємств.

Виконання вимог ДСТУ, ДБН і законодавства — не лише вимога держави, але й конкурентна перевага для виходу на європейські ринки.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ ТА УМОВ ФУНКЦІОНУВАННЯ СТОЛЯРНОЇ МАЙСТЕРНІ

2.1 Загальна характеристика майстерні

Столярна майстерня Національного лісотехнічного університету України (НЛТУ) використовується для навчальних цілей і часткового забезпечення потреб закладу. Виготовляються дерев'яні вироби: двері, вікна, столи, шафи, полиці. Приміщення майстерні має площу близько 200 м², працює в одну зміну по 6 годин, 5 днів на тиждень. Середньорічна продуктивність складає орієнтовно 180 виробів на рік.

Майстерня оснащена необхідним обладнанням, інструментами та пристроями для виконання столярних робіт, що дозволяє студентам здобувати практичні навички у виробничих умовах.

Основні функції майстерні: навчальна діяльність, виробнича діяльність

Навчальна діяльність: Формування професійних умінь і навичок студентів у процесі виконання навчально-виробничих робіт із використанням типів для столярної справи машин, механізмів, інструментів та застосувань. .

Виробнича діяльність: Виготовлення дерев'яних виробів для потреб університету, зокрема дверей, вікон, столів, шаф, тощо.

Майстерня працює в одну зміну по 6 годин, 5 днів на тиждень, що відповідає типовому графіку навчальної майстерності в закладах професійної освіти.

Середньорічна продуктивність: Орієнтовно 180 виробів на рік, що є типовим показником для навчальної майстерності подібного масштабу, де основна увага приділяється якості навчання, а не масовому виробництву.

Види продукції:

- ✓ Двері
- ✓ Вікна
- ✓ Столи
- ✓ Корпусні меблі

Ці вироби виготовляються як для навчальних цілей (відпрацювання технологічних операцій), так і для забезпечення потреб університету. Матеріально-технічне забезпечення:

Робочі місця для студентів (зазвичай 20–30)

Сучасне столярне обладнання (верстати, ручний інструмент)

Виробничо-допоміжні приміщення: інструментальна комора, склад, ремонтна зона, відділ технічного контролю.

У майстерні студенти опановують технології обробки деревини, роботу з іншими породами деревини та матеріалів, основи конструювання та дизайну виробів, утримання техніки безпеки та організація робочого місця.

Отже, столярна майстерня університету є відділом структурних підрозділів для підготовки фахівців деревообробної галузі, поєднуючи навчальні та виробничі функції. Вона забезпечує якісне практичне навчання та виготовлення виробів для університету, дотримуючись сучасних вимог до організації виробничого процесу та безпеки праці.

2.2 Основне обладнання та технологічні процеси

Таблиця 6

Основне обладнання та технологічні процеси майстерні

| Обладнання | Операція | Потужність, кВт | Спож. енергії, кВт·год/зм | Джерело впливу |
|-----------------------------------|-------------------------------|--------------------|---------------------------------|---------------------------|
| Чотиристоронній фрезерний верстат | Фрезерування/ калібрування | 4.0 | 24 | Високе пилоутворення |
| Циркулярна пилка Ц-6 | Поздовжній розкрій | 5.5 | 33 | Сильний шум, тирса |
| Стрічкова пилка | Криволінійний розкрій | 3.0 | 18 | Середнє пилоутворення |
| Шліфувальний верстат (саморобний) | Фінішне шліфування | 1.5 | 9 | Пил дрібної фракції |
| Пневморозпилювач | Лакування | 2.0 | 12 | Викиди ЛОС |

2.3 Потенційні джерела впливу на довкілля

Для оцінки віків у повітря враховують: пил (тверді частини) — від деревообробних операцій, леткі органічні сполуки (ЛОС) — від лакування, шум — не є хімічним забрудненням, але впливає на довкілля.

Викиди пилу (твердих частин) постійно розраховують за питомими нормами для кожного виду обладнання, що виходить з потужності, часу роботи та характеру операції.. Для ЛОС — за питомими нормами витрати лаку і розчинників.

Розрахунок викидів (орієнтовно на 1 зміну)

| Обладнання | Операція | Потужність, кВт | Спож. енергії, кВт·год/зм. | Джерело впливає | Орієнтовні викиди пилу, кг/зміну | Вікід ЛОС, кг/зміну |
|---------------------------|--------------------|-----------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------------|---------------------|
| Чотиристоронній фрезерний | Фрезерування | 4.0 | 24 | Високе пилоутворення | 0,5–1,0 | — |
| Циркулярна пилка Ц-6 | Поздовжній розкрій | 5.5 | 33 | Сильний шум, тирса | 0,5–0,8 | — |
| Стрічкова пилка | Криний розкрій | 3.0 | 18 | Середнє пилоутворення | 0,2–0,4 | — |
| Шліфувальний верстат | Фінішне шліфування | 1.5 | 9 | Пил дрібної фракції | 0,1–0,2 | — |
| Пневморозпилювач | Лакування | 2.0 | 12 | Викиди ЛОС | — | 0,05–0,1 |

Викиди пилу залежать від типу деревини, наявності аспірації, вмісту обробленого матеріалу та ефективності фільтрації.

Викиди ЛОС залежать від кількості використаного лаку та типу розчинника.

Підсумкові орієнтовні викиди за зміну

Пил (тверді частинки): ~1,3–2,4 кг/зміну (сума по всіх верстатах)

ЛОС: ~0,05–0,1 кг/зміну (від лакування)

Розрахунок за рік (240 робочих змін)

Пил: 312–576 кг/рік

Вага: 12–24 кг/рік

Отже: основними віками столярної майстерні є пил (тверді частки) від деревообробних операцій і леткі органічні сполуки (ЛОС) від лакування.

Загальний річний обсяг викидів пилу може становити 300–600 кг, ЛОС — до 25 кг, якщо не використані додаткові системи очищення

Таблиця 8

Основні види впливу на довкілля та джерела впливу

| Фактор | Джерело | Оцінка впливу | Норматив |
|-------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--|
| Пил деревини | Усі розкрійні та шліфувальні операції | ~180 мг/м ³ без фільтрів | ГДК 2 мг/м ³ |
| ЛОС (лаки) | Пневморозпилювач | ~200 г/м ² | Неочищені викиди |
| Відходи деревини | Обрізки, тирса | 30–40% від сировини | Потрібна утилізація |
| Електроспоживання | Усі верстати | ≈96 кВт·год/зміну | Викиди CO ₂ через генерацію |
| Шум | Циркулярна пилка, шліфмашина | до 98 дБ | Граничне допустиме значення — 85 дБ |

2.4 Вихідні дані для розрахунків

Вихідні дані для подальших розрахунків зведені в таблицю 9.

Таблиця 9

| Параметр | Значення |
|--------------------------|---------------------|
| Кількість виробів/рік | 180 шт. |
| Середня маса пилу/виріб | 0.8 кг |
| Загальний пил/рік | ≈144 кг |
| Відходи деревини/рік | ≈0.5 т |
| Лакування площа/рік | ≈250 м ² |
| Викиди ЛОС/рік | ≈50 кг |
| Сумарне енергоспоживання | ≈19 200 кВт·год/рік |

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

3.1. Методи зменшення пилоутворення та очищення повітря

Для зменшення пилоутворення в столярній майстерні доцільно впровадити наступні заходи: локальні витяжні пристрої біля джерел пилу (фрезерний, шліфувальний, циркулярний верстат); центральна аспіраційна система на основі циклона з фільтрами (КІУ); промислові пилососи замість віників; вологе прибирання не рідше одного разу на зміну; регулярне обслуговування пиловловлювачів, заміна фільтрів; захисні кожухи на фуговальних верстатах і дискових пилах.

До впровадження: концентрація пилу в зоні працівника — 12 мг/м³ (перевищує ГДК по деревному пилу — 6 мг/м³ згідно з ДСТУ 12.1.005:2019). Після модернізації: ≤ 5–10 мг/м³.

Пилоутворення у столярній майстерні — основне джерело забруднення повітря, що негативно впливає на здоров'я працівників і довкілля. Деревний пил утворюється під час розкрою, фрезерування, шліфування та інших механічних операцій. Для ефективного зменшення пилоутворення та очищення повітря впроваджують комплекс технічних і організаційних заходів.

Основні методи зменшення пилоутворення

Локалізація джерел пилу : використання кожуха на робочих вузлах верстатів, закритих кабін для шліфування.

Автоматизація процесів : застосування верстатів із вбудованими пиловловлювачами.

Вологе прибирання : регулярне зволоження підлоги та поверхонь для осадження пилу.

Використання засобів індивідуального захисту : респіратори, захисні окуляри.

Системи аспірації та фільтрації

1. Централізована система аспірації

Включає мережу трубопроводів, які підключаються до кожного верстата, та потужний пілосос із фільтруючим модулем (циклон, рукавний фільтр або фільтр-картридж).

Рекомендуємо для майстерні модуль рукавна система фільтрації. Запорошене повітря потрапляє всередину, фільтрується через елементи, збираючи пил. Чисте повітря випускається через витяжний вентилятор. Залишки пилу утилізуються через систему регенерації. Вихідний блок випускає пил у камеру збору або назад у промисловий процес. Загальний вигляд такої системи поданий на рис. 3

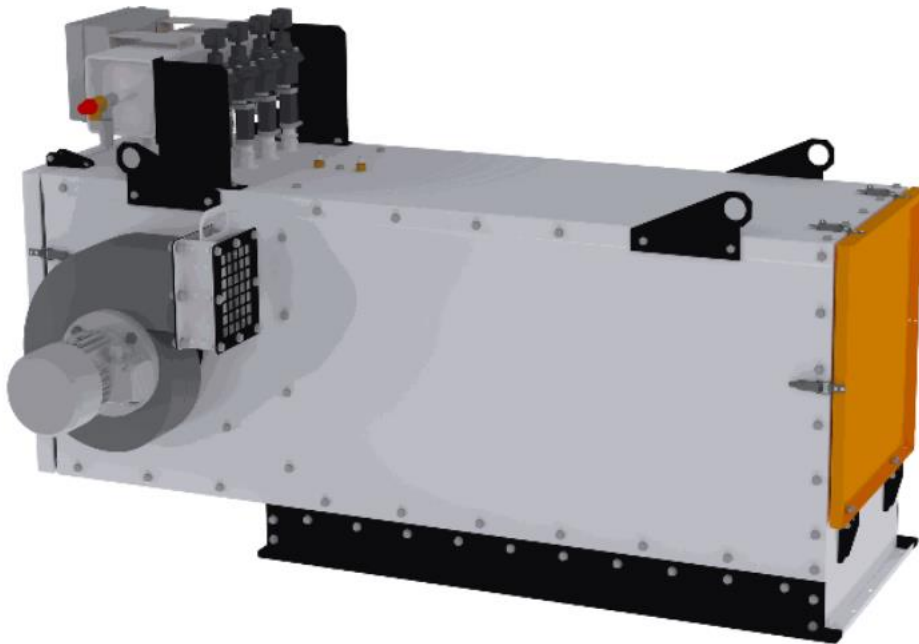


Рис. 3. Загальний вигляд рукавної системи фільтрації з такими характеристиками:

1. Система фільтрації з вентилятором, встановленим на фланці
2. Регулятор пилоповітряного потоку на вході вентилятора
3. Засувка на витяжці вентилятора
4. Пристрій зниження шуму
5. Вибухостійка панель
6. Інжектор для очищення бункера
7. Датчик блокування бункера

8. Корпус виготовлений з нержавіючої сталі
9. Цифровий контролер SMART
10. Автоматичний злив конденсату.

На зображенні представлена рукавна система фільтрації — це промисловий пристрій для очищення повітря або газів від пилу та твердих частинок у технологічних процесах, зокрема в цукровій промисловості чи на інших виробництвах, де важлива очищення викидів 2 3 .

Принцип роботи рукавної системи фільтрації

Забруднене повітря або газ подається в корпус фільтра, де проходить через фільтруючі рукави (тканинні або синтетичні мішки).

Тверді частини закріплюються на поверхні або в середині рукавів, а очищене повітря виходить через вихідний патрубок.

Для підтримки ефективності фільтрації система засновує механізм регенерації — періодичне стирання або продовження рукавів стисненим повітрям, щоб видалити накопичений пил із поверхні фільтрів.

Зібраний пил осідає у збірнику, звідки його повністю видаляють для подальшої утилізації або переробки.

Система забезпечує стабільну роботу при великих об'ємах пилу, що робить її незамінною для промислових підприємств, які прагнуть зменшити викиди шкідливих речовин у довкілля.

Рукавна система фільтрації ефективно очищає газові потоки від твердих частинок, забезпечуючи екологічну безпеку та відповідність нормативам на виробництвах. Добре себе зарекомендувала на деревообробних виробництвах малої та середньої потужності.

Розрахунок необхідної продуктивності аспіраційної системи:

Кількість основних верстатів: 6 (циркулярна пилка, фуганок, рейсмус, стрічкова пилка, шліфувальна машина, свердлильний верстат).

Орієнтовна витрата повітря на один верстат: 800–1200 м³/год.

Необхідна загальна продуктивність:

$$P=n \times q$$

Де: n — кількість верстатів,

q — затрата на один верстат.

Прин=6, $q=1000\text{м}^3/\text{год}$:

$\Pi=6\times 1000=6000\text{ м}^3/\text{рік}$

2. Вибір типу фільтра

Циклон : ефективність для часток $>10\text{ мкм}$ — до 90%.

Рукавний фільтр : ефективність для часток $>2\text{ мкм}$ — до 99%.

Фільтр-картридж : ефективність для часток $>0,5\text{ мкм}$ — до 99,5%.

Для столярної майстерні рекомендовано встановити рукавний фільтр.

Розрахунок зниження концентрації пилю

Вихідні дані:

Початкова концентрація пилю в повітрі цеху без аспірації: $12\text{ мг}/\text{м}^3$ (за результатами замірів).

Об'єм приміщення: 300 м^3 .

Кратність повітрообміну при роботі системи: 10 разів/год.

Ефективність рукавного фільтра: 99%.

Розрахунок річного обсягу пилю, що видається:

Об'єм повітря, що очищається за годину:

$V_{\text{оч}}=6000\text{ м}^3/\text{рік}$ $V_{\text{оч}}=6000\text{ м}^3/\text{рік}$

Маса пилю, що видаляється за годину:

$M_{\text{рік}}=V_{\text{оч}}\times C_{\text{пилю}}=6000\times 0,004=24\text{ кг}/\text{рік}$

Маса пилю за 8-річну зміну:

$M_{\text{зміна}}=24\times 8=192\text{ кг}/\text{зміну}$

Маса пилю за рік (250 робочих днів):

$M_{\text{рік}}=192\times 250=48\text{ 000 кг}=48\text{ тонн}$

Після фільтрації (ефективність 99%):

$M_{\text{залишок}}=48\text{ 000}\times 0,01=480\text{ кг}/\text{рік}$

Тобто, у повітря пропускається лише 1% пилю, решта — утилізується.

Додаткові заходи

Встановлення локальних витяжних пристроїв над найбільш пілоутворюючими операціями (шліфування, розкрій).

Періодична перевірка стану фільтрів та періодична їх заміна.

Організація приточно-витяжної вентиляції для підтримання нормативної якості повітря.

Економічна оцінка

Вартість централізованої аспіраційної системи для малих майстерень (6 верстатів) — орієнтовно 120–180 тис. грн.

Вартість обслуговування (заміна фільтрів, електроенергія) — 10–15 тис. грн/рік.

Зниження захворюваності працівників та штрафів за перевищення ГДК — економія до 20–30 тис. грн/рік.

Висновок

Впровадження сучасної системи аспірації та фільтрації дозволяє знизити викиди деревного пилу на 100 разів, забезпечити відповідність санітарним нормам, підвищити безпеку та комфорт праці. Комплексне застосування технічних і організаційних заходів — найефективніший шлях до екологізації столярного виробництва

3.2. Поводження з відходами деревини: утилізація, переробка, повторне використання

Таблиця 10

Зведена відомість відходів майстерні

| Вид відходів | Кількість на рік | Джерело утворення |
|---------------------|------------------|------------------------|
| Тирса | 0,3 т | Фрезерування, розкрій |
| Обрізки, заготовки | 0,15 т | Розкроювальні верстати |
| Лакофарбові залишки | до 10 л | Лакування поверхонь |

Рекомендовані рішення:

- ✓ Подрібнювач для перетворення обрізків у тріску;



Модель: КРН-3

Напруга: 380 В

Загальна потужність двигунів: 47,6 кВт

Об'єм бункера для тріски: 3 м³

Продуктивність: 500 - 1500 кг/год

Діаметр перфорації сітки: 8 мм

Кількість молотків: 64 шт.

Вага: 2100 кг

Розміри: 4390x3290x3600 мм

Подрібнювач трісок на тирсу від ТОВ «Артмаш» - це автоматизований комплекс, призначений для промислової переробки відходів деревини. Устаткування сумісне з нашими пелетними лініями. Окрім того, його можна купити окремо для виготовлення тирси в компост або інших потреб. Можлива доставка територією України, а також до будь-якого регіону світу. У деяких країнах є офіційні представники.

Складові комплексу подрібнення трісок:

1 - Бункер з нижнім вивантаженням, об'ємом 3 м³. Тріска в бункер завантажується як вручну, так і ковшовим навантажувачем. Обладнаний циліндричним редуктором потужністю 4 кВт.

2. Стрічково-скребковий конвеєр для подачі трісок з бункера до дробарки. Швидкість руху регулюється з пульта з урахуванням оптимальних навантажень двигуна подрібнювача ДД-37.

3. Молоткова дробарка потужністю 37 кВт. Робочий елемент – 4-сторонні молотки, виготовлені з абразивостійкої сталі Хардокс 500 шведського виробництва. Товщина кожного молотка – 6 мм. Передбачено багаторівневий захист двигуна від перевантажень.

4. Аспіраційна система АСЦФ-3. Це вдосконалений аналог аспірації, що використовується з нашими кормодробарками. Для очищення повітря встановлені 3 рукавні фільтри (дрібні частинки) і циклон (великі частинки). Тирса витягується від дробарки і через циклон потрапляє в біг-бег, бункер або іншу тару.

Продуктивність аспірації підібрана із запасом, щоб за максимальної ефективності дробарки забезпечити повний відбір пилу.

5. Пульт керування комплексом, який дає можливість:

Відкрити шлюз в бункері з трісками.

Увімкнути аспірацію.

Запустити обертання мішалки в бункері.

Включити щеподробарку.

Коли кнопка вмикається, починає світитися зелена лампочка.

Також оператору доступні:

кнопка-грибок для екстреної зупинки;

амперметр для відстеження навантаження на двигун подрібнювача тріски;

панель управління швидкістю подачі трісок в дробарку;

перемикач для переходу до ручного або автоматичного режиму.

Переваги комплексів Артмаш:

✓ Ефективність

- ✓ Комплекс добре справляється з трісками різної фракції, зокрема і з сирою.
 - ✓ Продуктивність комплексу складає до 1,5 т/год при подрібненні сухих трісок та до 0,5 т/год при переробці вологих.
-
- ✓ Прес для паливних брикетів із тирси;
 - ✓ Повторне використання обрізків (штахети, рамки);
 - ✓ Відокремлення тирси з лаком для утилізації як небезпечного відходу згідно з ДСТУ 4462:2005.

3.3. Екологічно безпечні матеріали та лакофарбові покриття

Застосування екологічно безпечних матеріалів та лакофарбових покриттів у столярному виробництві є одним із ключових напрямків мінімізації негативного впливу на довкілля. Традиційні лакофарбові матеріали (ЛФМ) утворюють значну кількість летких органічних сполук (ЛОС), які під час нанесення та висихання пропускають у повітря, забруднюючи атмосферу та створюючи ризики для здоров'я працівників і мешканців прилеглих територій 1. Перехід на сучасні екологічно безпечні ЛФМ дозволяє суттєво втратити ці ризики.

Вибір екологічно безпечних ЛФМ

Сучасні екологічно безпечні лакофарбові матеріали характеризуються:
низьким вмістом ЛОС (менше 50 г/л, відповідно до європейських директив);

відсутність токсичних розчинників (ксилол, толуол, формальдегід);

використанням водної основи або натуральних компонентів (віск, олії, смоли);

наявністю сертифікатів екологічної безпеки (Ecolabel, Blue Angel, ДСТУ ISO 14024).

Порівняльна таблиця характеристик ЛФМ:

| Показник | Традиційний ЛФМ (на розчинниках) | Водорозчинний ЛФМ (екологічний) |
|---------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Вміст ЛОС, г/л | 350–500 | 10–50 |
| Формальдегід, г/л | 0,1–0,3 | <0,01 |
| Витрати на утилізацію залишків, грн/л | 5–7 | 1–2 |
| Пожежна небезпека | Висока | Низька |
| Вартість, грн/л | 120–160 | 160–200 |

Розрахунок зниження викидів ЛОС

Вихідні дані:

Річний обсяг використання ЛФМ на майстерні: 200 л.

Традиційний ЛФМ: 400 г/л ЛОС.

Водорозчинний екологічний ЛФМ: 30 г/л ЛОС.

Розрахунок:

Вікіді ЛОС при використанні традиційних ЛФМ:

$$200 \text{ л} \times 400 \text{ г/л} = 80\,000 \text{ г} = 80 \text{ кг} \quad 200 \text{ л} \times 400 \text{ г / л} = 80\,000 \text{ г} = 80 \text{ кг}$$

Вікіді ЛОС при використанні екологічних ЛФМ:

$$200 \text{ л} \times 30 \text{ г/л} = 6\,000 \text{ г} = 6 \text{ кг} \quad 200 \text{ л} \times 30 \text{ г / л} = 6\,000 \text{ г} = 6 \text{ кг}$$

Зниження викидів ЛОС:

$$80 \text{ кг} - 6 \text{ кг} = 74 \text{ кг (на рік)} \quad 80 \text{ кг} - 6 \text{ кг} = 74 \text{ кг (на рік)}$$

Висновок: Перехід на екологічно безпечні водорозчинні ЛФМ дозволяє зменшити річні викиди ЛОС у 13 разів (на 74 кг) 1 .

Економічний розрахунок

Вартість традиційного ЛФМ (200 л): $200 \text{ л} \times 140 \text{ грн/л} = 28\,000 \text{ грн}$.

Вартість екологічного ЛФМ (200 л): $200 \text{ л} \times 180 \text{ грн/л} = 36\,000 \text{ грн}$.

Додаткові витрати: $36\,000 - 28\,000 = 8\,000 \text{ грн/рік}$.

Однак: Зниження витрат на утилізацію небезпечних відходів, зменшення штрафів за перевищення ГДК, покращення умов праці та зниження загрозовості персоналу компенсують ці витрати.

Додаткові екологічні ефекти

Водорозчинні ЛФМ не потребують спеціальних вентиляційних систем з вибухозахистом.

Залишки таких матеріалів можна використовувати як побутові відходи.

Зменшується ризик пожежі та відривається.

Застосування звичайних лаків на розчинниках (напр., НЦ-лак) спричиняє викиди летких органічних сполук (ЛОС) до 200–300 г/м² поверхні. Це шкідливо для працівників та довкілля. Перехід на водорозчинні лакофарбові матеріали — викиди ЛОС зменшуються в 10–15 разів;

Застосування екосертифікованих матеріалів: EU Ecolabel, Blue Angel, EPD;

Таблиця 16

Створення закритої камери для лакування з вловлюванням парів лаку.

| Матеріал | Викиди ЛОС, г/м ² | Тип |
|-------------------------------|------------------------------|-----------------|
| Нітроцелюлозний лак (НЦ) | 250 | Розчинник |
| Водорозчинний акриловий | 25 | Водна основа |
| Уретан-акрилат UV-затвердіння | <5 | Без розчинників |

Висновок

Впровадження екологічно безпечних лакофарбових матеріалів у навчально-виробничі майстерні дозволяє знизити викиди ЛОС на десятки разів, покращити умови праці, знизити екологічні навантаження на довкілля та відповідати сучасним стандартам охорони навколишнього середовища. Незначне зростання витрат на закупівлю компенсується економікою на утилізації, штрафах та підвищенні репутації підприємства.

3.4. Заходи щодо зниження акустичних навантажень на довкілля

Оскільки, показник шуму значно перевищує норму - ми провели заміри спектрального складу шуму на всіх робочих місцях і результати звели в таблицю 17

Таблиця 17. Результати замірів спектрального складу шуму на робочих місцях

| № п/п | Величини, що визначаються | Середньгеометричні частоти октавних смуг, дБ | | | | | | | |
|-------|---|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| 1 | Виміряні рівні звукового тиску в цеху L _B , дБ точка 1 | 65 | 73 | 82 | 85 | 87 | 84 | 86 | 80 |
| 2 | Виміряні рівні звукового тиску в цеху L _B , дБ точка 2 | 62 | 68 | 76 | 77 | 84 | 80 | 1 | 1 |
| 3 | Виміряні рівні звукового тиску в цеху L _B , дБ точка 3 | 64 | 66 | 74 | 76 | 80 | 77 | 3 | 6 |
| 4 | Виміряні рівні звукового тиску в цеху L _B , дБ точка 4 | 63 | 69 | 72 | 75 | 79 | 75 | 10,90 | 9,96 |
| 5 | Середньотиповий спектр, дБ | 79,69 | 80,54 | 81,99 | 81,88 | 78,07 | 74,66 | 75,10 | 70,04 |
| 6 | Допустимі значення згідно ГС-75, дБ | 95 | 87 | 82 | 78 | 75 | 73 | 71 | 69 |

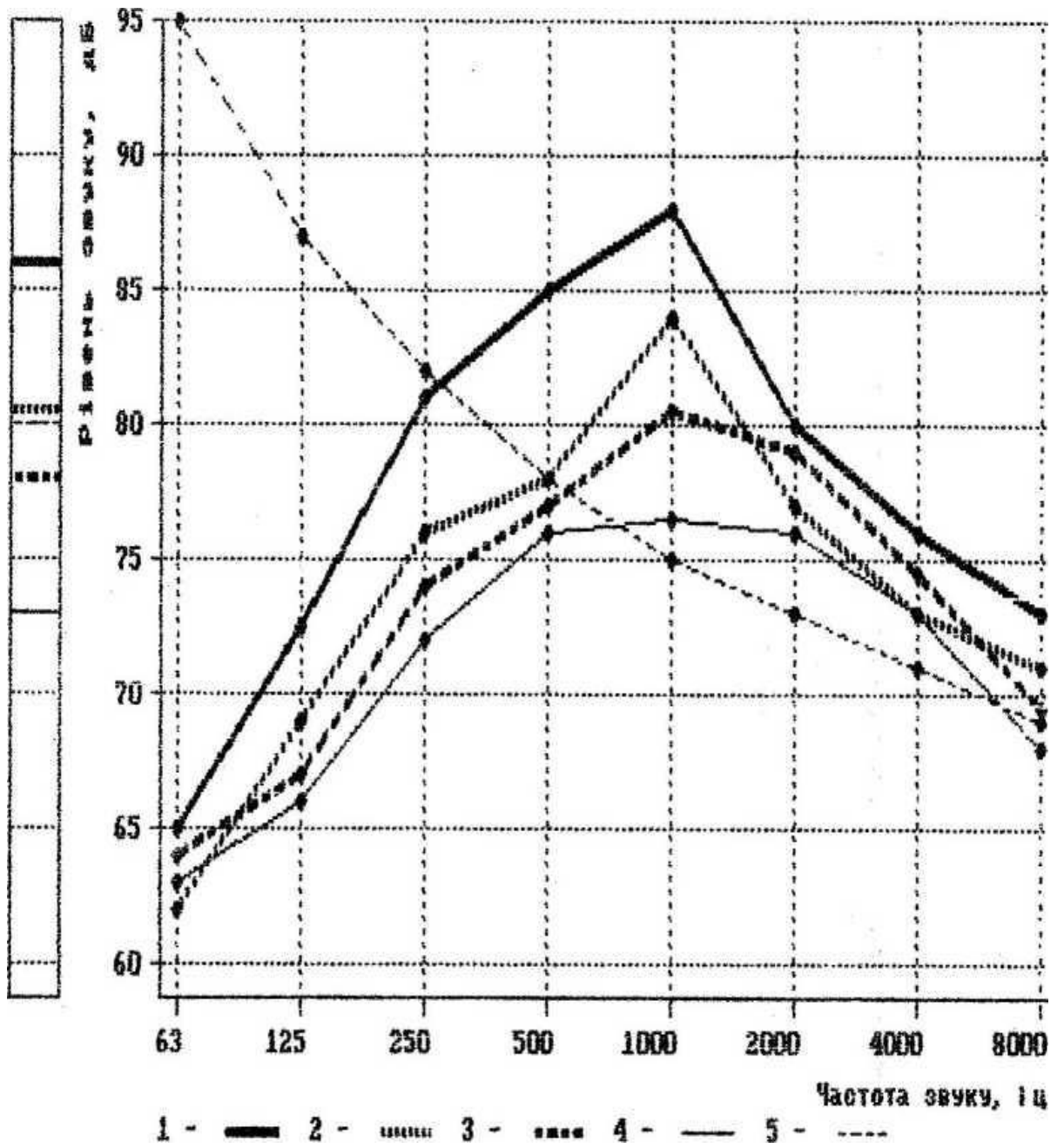


Рис.8. Результати дослідження спектрального складу шуму в чотирьох точках майстерні

Для нормалізації шуму ми провели розрахунок акустичної обробки цеху плитами Акмігран і очікувані результати подані на рисунку 9.

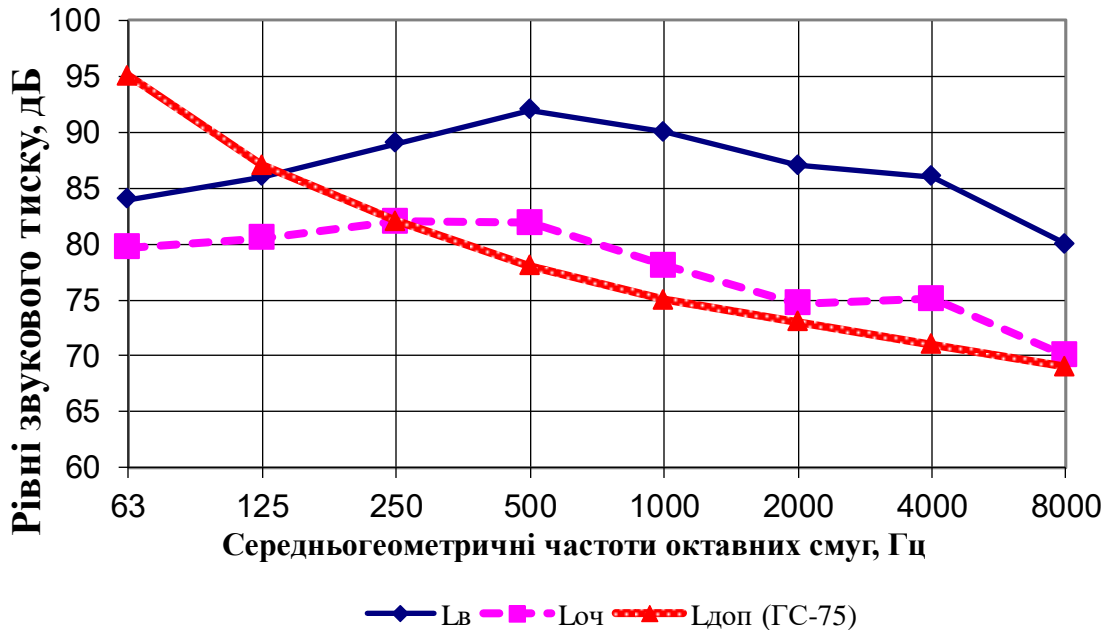


Рис. 9. Порівняльна спектрограма шумності Lв - спектр шуму в цеху до акустичної обробки Lоч – очікуваний спектр після обробки плитами Акмігран.

Тобто, шум значно наблизиться до нормативного спектра – Lдоп.

3.5. Енергозберігаючі технології та автоматизація

Вихідні дані:

Енергоспоживання старого обладнання: 96 кВт·год/змін

Рік: 200 змін \times 96 = 19200 кВт·год/рік

Рекомендовані заходи:

Заміна електродвигунів класу ІЕ1 на ІЕ3 — економія до 15%

Встановлення частотних перетворювачів — ще 20%

Автоматизація подачі, таймери на вимкнення у паузах — 10%

Методика розрахунку:

Загальна економія (оцінка):

ІЕ3 двигуни: 19200 \times 15% = 2880 кВт·год/рік

Частотне регулювання: $19200 \times 20\% = 3840$ кВт·год/рік

Автоматизація: $19200 \times 10\% = 1920$ кВт·год/рік

Разом: ~ 8640 кВт·год економії / рік ($\sim 45\%$)

Таблиця 18

Енергетична ефективність модернізації

| Захід | Економія, % | Зниження споживання, кВт·год/рік |
|------------------------------|-------------|----------------------------------|
| Заміна на ІЕЗ | 15% | 2880 |
| Частотні перетворювачі | 20% | 3840 |
| Автоматизація режимів роботи | 10% | 1920 |
| Разом | 45% | 8640 |

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

Організація охорони праці на підприємствах деревообробної галузі

На підприємствах питання охорони праці та захисту довкілля перебувають під пильною увагою адміністрації та спеціалізованої служби охорони праці. Ця служба змінює ключову роль у зменшенні виробничого травматизму та профзахворювання шляхом проведення масової пропаганди, навчання працівників правилам безпеки на робочих місцях, розслідування нещасних випадків та інших заходів. Крім того, відділ охорони праці регулярно проводить інструктаж з техніки безпеки.

Для підвищення ефективності охорони праці важливо стимулювати працівників до забезпечення безпечних і здорових умов праці. Види та форми матеріального і морального стимулювання розробляються адміністрацією спільноти з профспілками та трудовим колективом.

Основні напрямки роботи відділу охорони праці включають: навчання працівників, забезпечення безпеки виробничого обладнання і процесів, безпеку будівель і споруд, нормалізацію санітарно-гігієнічних умов, забезпечення індивідуального захисту, організацію оптимальних режимів праці та відпочинку, лікувально-профілактичне та санітарно-побутове обслуговування, а також професійний відбір кадрів.

Підвищення продуктивності та якості продукції на деревообробних підприємствах можливо неможливо за умови створення здорових і безпечних умов праці та впровадження екологічно чистих технологій. Тому покращення умов праці залишається резервним завданням системи управління охороною праці та відповідної служби підприємства.

При аналізі технічних факторів умов праці починаються операції, що забезпечуються вручну, а також виявляються небезпечні та шкідливі зони технологічного процесу і обладнання. Так, у лісопильно-розкрийних цехах висока інтенсивність ручної праці, що створює ризик травматизму, особливо при роботі з верстатами, які мають швидко обертові різальні інструменти, а також через можливість викиду заготовок і уламків. Високий рівень шуму (87–119 дБА) та вібрації спричинює професійні захворювання персоналу.

За статистикою, близько 50–60 % нещасних випадків у меблевому виробництві припадає на деревообробне обладнання, зокрема круглопиляльні та стрічково-пиляльні верстати є найбільш небезпечними.

Основні небезпечні фактори включають дію швидко обертового різального інструменту, викид заготовок, осколків та сучків, несправність захисних огорожень і падіння оброблюваних матеріалів.

Також значна частина операції виконується вручну через відсутність механізованих засобів, що знижує продуктивність і ризик травматизму.

Законодавча та нормативна база

Охорона праці організовується відповідно до Закону України «Про охорону праці», Кодексу законів про працю, ДСН 3.3.6.042-99, ГОСТ 12.1.005-88, СНиП II-4-79, ДБН В.2.5-28-2006 та галузевих стандартів Усі працівники та студенти проходять обов'язкове навчання, інструкції з охорони праці інспекцію знань не рідше одного разу на три роки.

Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Під час виготовлення шафи з ламінованої ДСП у майстерні площею 115 м² із застосуванням деревообробних верстатів можуть виникати такі небезпечні та шкідливі фактори:

- ✓ Рухомі частини обладнання (різальні інструменти, подаючі механізми)
- ✓ Підвищений рівень шуму й вібрації
- ✓ Виділення пилу та дрібнодисперсних частинок ДСП
- ✓ Можливість пошкодження електричним струмом
- ✓ Викиди формальдегіду та інших летких сполук із ДСП
- ✓ Ризик пожежі через наявність легкозаймистого пилу та матеріалів

Характеристика виробничого процесу:

Матеріал: ламінована ДСП

Обладнання: форматно-розкрійний верстат, крайколичковальний верстат, оброблювальний центр для свердління отворів.

Площа: 115 м²

Категорія робіт: середньої важкості (енерговитрати 150–200 ккал/год)

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори

| № | Фактор | Джерело | Нормативний рівень/ГДК | Клас безпеки | Вплив на здоров'я |
|---|-------------------|------------------|--|--------------|---|
| 1 | Пил деревини, ДСП | Розкрій, обробка | ГДК – 2 мг/м ³ (ГОСТ 12.1.005-88) | 2 | Захворювання дихальних шляхів, алергія |
| 2 | Формальдегід | Ламінована ДСП | ГДК – 0,01 мг/м ³ | 2 | Токсичний, канцерогенний |
| 3 | Шум | Робота верстатів | ≤ 80 дБА (ДСН 3.3.6.037-99) | – | Зниження слуху, стрес |
| 4 | Вібрація | Верстати | ≤ 2 м/с ² (ГОСТ 12.1.012-90) | – | Втома, захворювання опорно-рухового апарату |
| 5 | Електричний струм | Обладнання | ≤ 220 В, II клас захисту | – | Електротравми |
| 6 | Пожежна небезпека | Піл, ДСП, клей | Категорія В-1 (ДСН 2.01.02-85) | – | Пожежа, вибух |

Загальна характеристика опоряджувальної дільниці

Опоряджувальна дільниця розташована в майстернях лісотехнічного університету і призначена для нанесення захисно-декоративних покриттів на дерев'яні вироби, зокрема двері. Площа дільниці становить 63 м². Основне обладнання включає розпилюючу кабінку з сухим фільтром для нанесення лаку та шліфувально-пелюстковий верстат для підготовки поверхонь.

Виробом, що опрацьовується, є дерев'яні двері, які покриваються водорозчинним лаком. Сушіння покриття створено атмосферним способом.

Технологічний процес опорядження дверей

Технологічний процес опорядження складається з таких основних етапів:

Підготовка поверхні дверей (шліфування).

Нанесення лаку за допомогою розпилюючої кабіни.

Атмосферне сушіння лакового покриття.

Підготовка поверхні

Перед нанесенням лаку поверхню дверей обробляють на шліфувально-пелюстковому верстаті для досягнення необхідної гладкості та видалення пилу, що забезпечує краще зчеплення лаку з деревиною.

Нанесення лаку

Використовується водорозчинний лак, який наноситься розпилювачем у кабіні з сухим фільтром, що забезпечує чистоту повітря та зменшує втрату лаку.

Сушіння

Покриття висушується атмосферним способом при температурі навколишнього середовища, що є економічно вигідним, але вимагає контролю вологості та температури.

Розрахунок матеріальних витрат і продуктивності дільниці

Таблиця 20

Вихідні дані

| Показник | Значення |
|----------------------------------|--------------------------------|
| Площа опоряджувальної дільниці | 63 м ² |
| Виріб | Двері |
| Площа поверхні дверей (однієї) | 2 м ² (припускаємо) |
| Витрата лаку на 1 м ² | 120 г (водорозчинний лак) |

| Показник | Значення |
|---------------------------------|-----------------|
| Час нанесення лаку на 1 двері | 15 хв |
| Час шліфування 1 двері | 10 хв |
| Час сушіння (атмосферне) | 6 годин |
| Кількість робочих годин на добу | 8 годин |

Кількість дверей, що опоряджуються за зміну

Обчислимо максимальну кількість дверей, які можна опрацювати за 8-річну зміну.

Час на обробку одних дверей (шліфування + лакування):

$$\text{Тод.} = 10 + 15 = 25 \text{ хв.}$$

Кількість дверей, які можна полакувати за зміну (без урахування сушіння):

$$\text{Пн.} = 8 \times 60 / 25 = 19 \text{ шт.}$$

Якщо сушіння в атмосфері триває 6 годин, то сушіння не забезпечує продуктивність, якщо організувати паралельне сушіння (наприклад, двері сушать у спеціальній кімнаті).

3.3.3 Витрата лаку за зміну

Площа лакування одних дверей:

$$C = 2 \text{ м}^2$$

Витрата лаку на одні двері:

$$M = 2 \times 120 = 240 \text{ г} = 0,24 \text{ кг}$$

Витрата лаку за зміну:

$$M_{\text{зміни}} = 0,24 \times 19 = 4,56 \text{ кг}$$

Аналіз обладнання опоряджувальної ділянки

Розпилююча кабіна з сухим фільтром

Основним обладнанням для нанесення лаку є розпилююча кабіна, оснащена сухим фільтром, що забезпечує:

Вловлення лакового туману та пилу.

Підтримання чистоти повітря.

Зниження втрат лаку.

Таблиця 21.

Технічні характеристики розпилювальної кабіни

| Параметр | Значення |
|-------------------------|--------------------------|
| Продуктивність | 20 дверей/зміну |
| Витрати повітря | 1500 м ³ /год |
| Ефективність фільтрації | 95% |

Шліфувально-пелюстковий верстат

Використовується для підготовки поверхні дверей перед лакуванням.

Забезпечує рівномірне шліфування та видалення пилу.

Таблиця 22.

Технічні характеристики шліфування

| Параметр | Значення |
|---------------------|-----------------|
| Ширина шліфування | 300 мм |
| Швидкість обертання | 1500 об/хв |
| Продуктивність | 20 дверей/зміни |

Організація робочого процесу

Для забезпечення безперервності технологічного процесу необхідно організувати роботу за схемою:

Підготовка дверей (шліфування) – 10 хв.

Нанесення лаку – 15 хв.

Передача дверей у сушильну камеру (атмосферне сушіння) – 6 год.

Для оптимізації сушіння можна використовувати з приміщення контрольованою температурою та вентиляцією.

Отже, опоряджувальна дільниця площею 63 м² оснащена сучасним обладнанням, що забезпечує якісне нанесення водорозчинного лаку на двері.

Розрахункова продуктивність дільниці становить близько 19 дверей за зміну.

Витрата лаку за зміну становить приблизно 4,56 кг.

Використання сухого фільтра і водорозчинного лаку знижує негативний вплив на навколишнє середовище.

Атмосферне сушіння є економічним, проте вимагає контролю умов сушіння для забезпечення якості покриття.

Розрахунок вентиляції і системи очищення повітря в цьому опорядженні при використанні 6 кг водорозчинного лаку за зміну.

1. Вихідні дані

Витрата лаку для зміни: 6 кг (водорозчинний лак)

Тривалість змін: 8 годин

Приміщення: цех опорядження дверей

Продуктивність: нанесення лаку розпилювачем у кабіні з сухим фільтром

Можливість очищення повітря перед викидом в атмосферу

2. Розрахунок необхідної кратності вентиляції

Для забезпечення безпеки праці та зниження концентрації летких речовин (ЛОС) у повітрі цеху необхідно організувати ефективну вентиляцію.

Визначення маси ЛОС, що випаровуються

Водорозчинні лаки утворюють леткі органічні сполуки (ЛОС), які при нанесенні випаровуються і виробляються у повітрі. Припустимо, що 80% лаку випаровується у вигляді ЛОС.

Маса ЛОС за зміну:

$$M_{\text{ЛОС}} = 6 \text{ кг} \times 0,8 = 4,8 \text{ кг}$$

2.2 Середня маса ЛОС

$$M_{\text{ЛОС,год}}=4,8 : 8=0,6 \text{ кг// год.}$$

2.3 Визначення максимально допустимої концентрації ЛОС у повітрі

За нормативами безпеки праці гранично допустима концентрація (ГДК) ЛОС у робочій зоні зазвичай становить близько 100 мг/м^3 ($0,1 \text{ г/м}^3$).

2.4 Розрахунок об'єму повітря, необхідного для розрідження ЛОС до безпечного рівня

Об'єм повітря V ($\text{м}^3/\text{год}$), необхідний для розрідження ЛОС до ГДК, наявний за формулою:

$$V = M_{\text{ЛОС,год}} : \text{ГДК}$$

Де:

$$M_{\text{ЛОС,год}}=0,6 \text{ кг/год}=600 \text{ г/год}$$

$$\text{ГДК}=0,1 \text{ г/м}^3.$$

Отже,

$$V=600 : 0,1=6000 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Вибір системи очищення повітря

Для очищення повітря від ЛОС перед віком в атмосфері застосування застосовують такі системи:

Сушафільтрація (наприклад, фільтри з активованим вугіллям) — ефективна для поглинання ЛОС, що складається в лаку.

Біофільтрація — екологічно безпечний метод, але потребує значної площі.

Термічний окислювач — спалювання ЛОС при високих температурах, ефективний, але енергоємний.

Адсорбційні установки на основі активованого вугілля — найбільш поширені для лакофарбових цехів.

Для цього з витратою повітря $6000 \text{ м}^3/\text{год}$ оптимальним буде використання системи з активованим вугіллям, що забезпечує ефективність очищення до 95-99%.

1. Таким чином, для безпечної роботи дільниці опорядження рекомендуємо::

2. Організувати припливно-витяжну вентиляцію з продуктивністю не менше 6000 м³/год.
3. Встановити систему адсорбції на активованому вугіллі для очищення повітря перед віком.
4. Регулярно контролювати концентрацію ЛОС у повітрі робочої зони.
5. Провести технічне обслуговування фільтрів для підтримки їх ефективності.

Для забезпечення безпеки праці та екологічної безпеки в цьому опорядженні витрати 6 кг водорозчинного лаку за зміну необхідна вентиляція з продуктивністю близько 6000 м³/год і система очищення повітря з адсорбційними фільтрами на активованому вугіллі, що дозволяє зберегти концентрацію ЛОС до безпечних рівнів перед викидом в атмосферу

Санітарно-гігієнічні умови

Таблиця 23

Вимоги до мікроклімату

| Період року | Температура, °С | Відносна вологість, % | Швидкість руху повітря, м/с |
|-------------|-----------------|-----------------------|-----------------------------|
| Теплий | 18–28 | 40–60 | ≤ 0,3 |
| Холодний | 16–24 | 40–60 | ≤ 0,2 |

Вимоги: ДСН 3.3.6.042-99, ГОСТ 12.1.005-88

Розрахунок повітрообміну:

Для деревообробних майстерень вентиляція має бути з 3–5-кратним обміном повітря на годину.

$$P = n \times V$$

де:

P– продуктивність системи механічної вентиляції, м³/год,

n– кратність повітрообміну,

V – об'єм приміщення.

При висоті 3 м:

$$V=115 \times 3=345 \text{ м}^3$$

Рекомендований повітрообмін:

$$П=3 \times 345=1035=1035 \text{ м}^3/\text{год}$$

. Освітлення

| Тип освітлення | Норма, лк (СНиП II-4-79) |
|-------------------|--------------------------|
| Природне | КЕО $\geq 1,5\%$ |
| Штучне (загальне) | 300–500 лк |
| Локальне | 500–750 лк |

Організаційно-технічні заходи безпеки

Всі верстати повинні мати захисні кожухи, блокування та аварійні вимикачі.

Робочі місця обладнуються місцевою витяжною вентиляцією для видалення пилу та шкідливих речовин.

Рівень шуму не повинен перевищувати гранично допустимих норм; для потреби використовують засоби індивідуального захисту слуху.

Усі електроустановки повинні бути заземлені, а персонал - пройти інструкцію з електробезпеки з присвоєнням І групи допуску.

Приміщення забезпечується достатнім природним та штучним освітлою відповідно до норм.

Усі проходи та евакуаційні виходи мають бути вільними, а підлога - не слизькою та рівною.

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)

При роботі з верстатами обов'язково використовують захисні окуляри, респіратори (для захисту від пилу та формальдегіду), навушники або беруші, спецодяг і спецвзуття.

ЗІЗ повинен відповідати розміру, але справними та зберігатися у відведених місцях.

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)

| Вид роботи | ЗІЗ |
|----------------------|---------------------------------------|
| Розкрій, обробка ДСП | Респіратор, захисні окуляри, спецодяг |
| Крайколичкування | Навушники, рукавички |
| Свердління | Респіратор, окуляри |

Пожежна та електробезпека

Приміщення обладнане первинними засобами пожежогасіння (вогнегасники, пісок, лопати).

Забороняється зберігання легкозаймистих матеріалів у безпосередній близькості до верстатів.

Працівники повинні знати правила використання засобів пожежогасіння та розташування евакуаційних виходів.

Дотримання вимог охорони праці, впровадження організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, протипожежних заходів та використання засобів індивідуального захисту є обов'язковими умовами безпечної роботи у майстернях лісотехнічного університету при виготовленні меблів із ламінованої ДСП.

Категорія приміщення: В-1 (легкозаймісті тверді речовини)

Засоби пожежогасіння: порошкові вогнегасники (не менше 2 шт. на 100 м²), ящик з піском, пожежний щит.

Вимоги до евакуації: ширина проходів ≥ 1 м, двері відкриваються назовні, позначені евакуаційні виходи.

Система вентиляції: іскрозахист, регулярне очищення від пилу

Клас приміщення: підвищеної безпеки (наявність пилу, металевих конструкцій, можливість уражень струмом).

Обладнання повинне мати захисне заземлення, автоматичні вимикачі, II клас захисту.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ:

У ході виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи було встановлено, що основними екологічними проблемами навчально-виробничої столярної майстерні є: підвищене пілоутворення, викид летких органічних сполук, нераціональне поводження з відходами деревини, підвищене енергоспоживання та низький рівень безпеки праці. Аналіз сучасного стану виробництва забезпечення необхідності комплексної модернізації технологічних процесів та обладнання.

Запропоновані технологічні рішення — впровадження системи пиловловування, використання екологічно безпечних матеріалів, організація часткового збору та переробки відходів, енергоефективна модернізація обладнання — дозволить зменшити негативний вплив на довкілля, підвищити безпеку праці та відповідність чинним нормативам. Впровадження таких заходів сприятиме не лише екологізації виробництва, а й підвищенню його економічної ефективності та соціальної відповідальності.

Таким чином, реалізація запропонованих технологічних рішень є необхідними умовами сталого розвитку навчально-виробничої майстерності та забезпечення екологічної безпеки в деревообробній галузі.

Використана література:

1. Білявський Г.О. та інші. Основи загальної екології. - Київ: Либідь, 2015. – 386 с.
2. Бедрій Я.І., Джигирей В.С. та ін. Основи екології та охорона навколишнього природного середовища. – Львів, 2012. – 235 с.
3. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці: Підручник, вид.5-те доповн.- Львів: Афіша, 2011-350с.
4. Сторожук В.М., Озарків І.М., Кенс І.Р. Методичні вказівки щодо опрацювання розділу « Охорона праці та навколишнього середовища» випускної роботи бакалавра – Львів, 2021-12 с.
5. Закон України «Про охорону праці»
7. ДБН В.2.5-27-2006. Інженерне обладнання будинків і споруд. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд.
8. ДСН 3.3.6-037-99- «Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку»
9. ДСН 3.3.6-039-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
10. НАПБ А.01.001-2004 Правила пожежної безпеки в Україні
11. НАПБ Б.03.001-2004 Типові норми належності вогнегасників
1. <http://uiar.org.ua/Ukr/eighth.htm>
2. <http://ekosvit.nepopsa.com/radioekologija/>
3. <http://bse.sci-lib.com/article095023.html>