

Міністерство освіти і науки України

Луцький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Митної справи, матеріалів та технологій

(повне найменування факультету)

Кафедра Матеріалознавства

(повне найменування кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
ВИГОТОВЛЕННЯ ЛІНОЛЕУМУ З ПІДВИЩЕНОЮ
ЗНОСОСТІЙКІСТЮ / IMPROVEMENT OF THE
TECHNOLOGICAL PROCESS OF PRODUCTION OF
LINOLEUM WITH INCREASED WEAR RESISTANCE

спеціальність 132 «Матеріалознавство»

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Матеріалознавство»

(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи ПМсз-31

Савчук Тетяна Анатоліївна

Керівник:

к.т.н., доцент

Боярська Інна Володимирівна

ідпис)

Кваліфікаційну роботу

допущено до захисту

«12» червня 2025р.

Гарант освітньої програми:

к.т.н., професор

Кашицький Віталій Павлович

Луцьк – 2025 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет митної справи, матеріалів та технологій
Кафедра матеріалознавства
Ступінь вищої освіти: бакалавр
Галузь знань: 13 Механічна інженерія
Спеціальність: 132 Матеріалознавство
Освітня програма: Матеріалознавство

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

Мельничук М.Д.

«11» 02 2025 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Савчук Степана Анатолійовна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Вдосконалення технологічного процесу вироблення матеріалу з підвищеною масовістю
керивник роботи Попельська Ганна Валеріївна, р.т.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «07» 02 2025 року № 48/р-02

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи «05» червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи технологічний процес

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

1. Технічне обґрунтування
2. Експериментальна частина
3. Технічна частина

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Маса і мейта роботи схеми машини вироб (слайд 1)
2. Зображення виробу з усіма деталями (слайд 2, 3)
3. Результати фіз.-мех. досліджень (слайд 4, 5)
4. Макроструктура поверхні (слайд 6)
5. Результати приготування матеріалу (слайд 7, 8)
6. Технологічна схема виготовлення матеріалу (слайд 9)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Н. контроль	Мискобач С.В., доцент	11.02.25	13.06.25

7. Дата видачі завдання «11» 02 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1.	Технічне обґрунтування	06.05.2025	визн.
2.	Специфікація частини	20.05.2025	визн.
3.	Технічна частина	03.06.2025	визн.

Здобувач вищої освіти

Керівник кваліфікаційної роботи

Савчук М.А.
(прізвище та ініціали)
Савчук О.В.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Савчук Т.А. Вдосконалення технологічного процесу виготовлення лінолеуму з підвищеною зносостійкістю. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра

ОП «Матеріалознавство» спеціальності 132 матеріалознавство.

Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2025.

Робота складається з текстової та графічної частин.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків.

Пояснювальна записка складається з 62 сторінок і містить такі розділи: технічне обґрунтування, експериментальна частина, технічна частина.

Також пояснювальна записка містить 6 таблиць, 10 рисунків, 21 літературне джерело та додаток.

Графічна частина складається з 9 аркушів формату А4, які розміщені в додатку до А.

Ключові слова: технологічний процес, зносостійкість, композиційні матеріали, багатошарові покриття.

БР 0525.00.000 ПЗ

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Савчук		20.06.25	Вдосконалення технологічного процесу виготовлення лінолеуму з підвищеною зносостійкістю	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірів		Боярська		20.06.25			3	62
Н. контр.		Мисковець		18.06.25		ЛНТУ		
Затверд.		Мельничук		18.06.25		каф. матеріалознавства, гр. ПМСз -31		

ЗМІСТ

ВСПУТ.....	6
1 ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ.....	7
1.1. Поняття про лінолеум як композиційний матеріал.....	7
1.2. Аналіз базового технологічного процесу виготовлення полівінілхлоридного лінолеуму.....	12
1.3. Аналіз сировини для виробництва полівінілхлоридного лінолеуму...	14
1.4. Основні висновки, вибір об'єкту та формулювання завдань досліджень	23
2 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....	25
2.1. Характеристика вибраних матеріалів.....	25
2.2. Методи дослідження.....	28
2.3. Структура та фізико-механічні характеристики досліджуваних матеріалів.....	34
2.4. Експлуатаційні властивості лінолеуму на основі ПВХ-смоли.....	39
3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	43
3.1. Технологія виробництва лінолеуму на основі ПВХ-смоли.....	43
3.2. Приготування лінолеумної пасти.....	44
3.3. Нанесення лінолеумної пасти на матеріал підоснови.....	46
3.4. Аналіз технічних умов на виготовлення лінолеуму	50
3.5. Вимоги безпеки праці в умовах виробництва.....	55
ВИСНОВКИ.....	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	61
ДОДАТКИ	

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

На сучасному етапі розвитку будівельної галузі полімерні матеріали, зокрема лінолеум різних типів та декоративні плівки, знаходять широке застосування. Одними з ключових чинників, що стимулюють розвиток виробництва облицювальних полімерних матеріалів, є незначні капітальні витрати на організацію технологічного процесу, висока якість продукції, широкий спектр кольорових рішень та різноманіття декоративних текстур.

Полімерні облицювальні матеріали активно використовуються для внутрішнього оздоблення житлових, громадських і промислових об'єктів. Впровадження нових марок синтетичних смол зумовило зростання обсягів виробництва різновидів лінолеуму, декоративних плівок та інших покриттів для підлоги.

Варто зазначити, що виробництво лінолеуму розпочалося ще у XIX столітті, коли було освоєно випуск гліфталевого лінолеуму на основі натуральної сировини – лляної чи соняшникової олії, частка якої сягала 70 % у складі маси. Технологічний процес виготовлення цього виду матеріалу був трудомістким, тривалим та потребував значного обсягу ручної праці. Ситуація кардинально змінилася у XX столітті завдяки інтенсивному розвитку хімічної промисловості, зокрема виробництва полівінілхлориду та пластифікаторів, які дозволили відмовитися від використання дефіцитної рослинної сировини. Водночас активне зростання темпів будівництва створювало підвищений попит на лінолеум як покриття для підлоги, що відзначається високими санітарно-гігієнічними властивостями, шумоізоляційною здатністю, зносостійкістю, естетично привабливим виглядом та простотою експлуатації. Підвищення технологічного та експлуатаційного рівня лінолеумних покриттів потребує поглибленого аналізу й удосконалення технологічного процесу їх виготовлення, а також дослідження функціональних властивостей матеріалу. Саме цим аспектам присвячено даний бакалаврська робота.

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

1.1. Поняття про лінолеум як композиційний матеріал

У сучасному будівництві широко впроваджуються високоефективні та економічно доцільні матеріали для облаштування підлогових покриттів, які повною мірою відповідають вимогам індустріалізованого будівництва. Серед таких матеріалів особливе місце займають полімерні рулонні покриття для підлог, зокрема лінолеуми. Їх використання дозволяє уникнути багат шарових конструкцій міжповерхових перекриттів, знизити трудомісткість монтажу підлог та скоротити терміни виконання опоряджувальних робіт, одночасно забезпечуючи економію дефіцитної високоякісної деревини.

У контексті індустріального будівництва лінолеум повинен відповідати ключовим експлуатаційним критеріям: відповідати санітарно-гігієнічним нормам, не виділяти в навколишнє середовище шкідливі хімічні речовини у концентраціях, що перевищують гранично допустимі (ГДК); мати високу зносостійкість, що зумовлює тривалий термін служби покриття; забезпечувати стабільність лінійних розмірів протягом усього періоду експлуатації; характеризуватися здатністю до відновлення після зняття навантажень; мати низьку теплопровідність і високі звукоізоляційні властивості. Окрім цього, лінолеуми мають відповідати вимогам кольорової гами, фактури, стійкості до займання, впливу органічних та неорганічних кислот, а також до дії більшості розчинників. Залишковий потенціал статичної електрики після тертя не повинен перевищувати 200 В через 60 секунд [1, 2].

Залежно від сировинної бази, розрізняють чотири основні типи лінолеуму: алкідний, гумовий, коллоксиліновий і полівінілхлоридний.

Алкідний лінолеум – рулонний матеріал товщиною 2,5...5,0 мм, довжиною рулону 20 м і шириною 1,8 м. Основу його складу становлять натуральні рослинні масла (ляне, бавовняне, соняшникове, соєве). Основними недоліками є

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підвищена крихкість, схильність до тріщиноутворення та ламкості, а також обмежене поширення унаслідок використання харчової сировини.

Гумовий лінолеум (релін) – двошаровий рулонний матеріал товщиною 3...5 мм. Верхній шар виготовляється з кольорової гуми на основі синтетичних каучуків, нижній – із суміші старої подрібненої гуми з каучуком. Товщина верхнього шару становить 1 мм, нижнього – 2 мм. Обидва шари формуються окремо, після чого об'єднуються методом дублювання та вулканізації. Поставляється у рулонах довжиною до 12 м, шириною до 1,6 м.

Коллоксиліновий лінолеум – безосновний рулонний матеріал, довжина рулону до 12 м, ширина до 1,2 м, товщина 2...4 мм. Основною сировиною є коллоксилін – продукт нітрування целюлози. У сухому стані ця речовина є вибухонебезпечною. Основні недоліки – висока займистість і значне теплопоглинання.

Полівінілхлоридний (ПВХ) лінолеум – найбільш розповсюджений тип, виготовлений з полівінілхлориду з додаванням пластифікаторів, наповнювачів, стабілізаторів, пігментів, барвників, розчинників та різних технологічних добавок (каталізatori, пороутворювачі, антиспінювачі, антистатики). Такі домішки покращують технологічну обробку, термостабільність, надають матеріалу спеціальних властивостей — від електропровідності до підвищеної стійкості до забруднень. ПВХ-лінолеум широко застосовується у житлових, громадських та виробничих приміщеннях завдяки комплексним будівельно-експлуатаційним характеристикам [1, 3].

Залежно від конструктивної будови, лінолеуми поділяють на безпідосновні (безосновні) та підосновні. Безпідосновні лінолеуми відрізняються більш простою структурою та економічністю у виробництві, проте характеризуються вищою жорсткістю, що ускладнює процес їх укладання на різні типи основ і збільшує витрати часу на монтаж. Їх виготовляють як одношаровими, так і багатошаровими за допомогою каландрового, екструзійного або вальцьового методів.

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Одношарові лінолеуми випускаються у вигляді однотонних або мармуроподібних покриттів у рулонах довжиною не менше 12 м, шириною 1,2...2,4 м та товщиною 1,5 або 1,8 мм.

Багатошарові лінолеуми класифікуються на два основні типи:

тип МП – багатошаровий лінолеум із зовнішнім шаром, виготовленим із прозорої полівінілхлоридної плівки з друкованим декоративним малюнком;

тип М – багатошаровий лінолеум однотонного або мармуроподібного забарвлення.

Склад кожного з шарів багатошарового лінолеуму формується відповідно до експлуатаційних вимог, що висуваються до підлогових покриттів. Верхній шар зазвичай виготовляється з підвищеним вмістом полівінілхлориду, що надає матеріалу високої зносостійкості, міцності та довговічності. Натомість нижні шари містять здешевлені наповнювачі, які частково замінюють полівінілхлорид, знижуючи собівартість виробу та водночас підвищуючи твердість його поверхні.

Габаритні розміри багатошарового лінолеуму збігаються з параметрами одношарового. Водночас нормуються додаткові характеристики: товщина зовнішнього шару повинна становити не менше 0,4 мм для типу М та 0,2 мм для типу МП.

Серед основних недоліків безпідосновних лінолеумів варто відзначити зміну лінійних розмірів у процесі експлуатації (усадку), а також зниження гнучкості й еластичності матеріалу за умов дії низьких температур [4].

Лінолеуми з підосною виготовляються на основі різних типів підкладок, зокрема тканинних, синтетичних нетканих, а також теплозвукоізолювальних підоснов (волокнистих, голкопробивних, пористих).

Лінолеум на тканинній підоснові (відповідно до ГОСТ 7251-77) та на синтетичній нетканій підоснові (відповідно до ТУ 17-14-242-84) виробляється шляхом нанесення одного або кількох шарів композиційної маси на основі полівінілхлориду з додаванням пластифікаторів, наповнювачів, пігментів і технологічних домішок. Метод виготовлення передбачає промазування підоснови

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

валиками або форсунками. Конструктивні та рецептурні особливості кожного шару формуються відповідно до умов експлуатації готового матеріалу.

Зокрема, для покриття підлоги в приміщеннях з підвищеним експлуатаційним навантаженням (громадські, виробничі будівлі) застосовується лінолеум із зовнішнім шаром, сформованим із прозорої полівінілхлоридної плівки, яка містить друкований декоративний малюнок. Для житлових приміщень із помірним режимом експлуатації доцільним є використання одно- або двоколірного лінолеуму, а також мармуроподібних варіантів. Стандартні розміри таких матеріалів: довжина рулону не менше 12 м, ширина – 1,35...2,0 м, загальна товщина – 1,6 або 2,0 мм. Товщина лицевого шару з полівінілхлоридної плівки становить 0,2 мм.

У ролі тканинної підоснови для лінолеуму традиційно використовуються спеціалізовані матеріали, що виготовляються з джутових, кенафних, лляних волокон або їх сумішей. Сучасні технології також активно впроваджують тканинопрошивні неткані підоснови типу «неткол», а також клеєне неткане полотно, до складу якого входять віскозні волокна. Такі рішення забезпечують покращені тепло- та звукоізоляційні характеристики, а також підвищують комфортність експлуатації покриття [5].

Лінолеуми на тканинній підоснові відзначаються високою еластичністю та зручністю укладання на різноманітні типи основ, включно з монолітними залізобетонними перекриттями. Вони мають підвищену зносостійкість, що значно розширює сферу їх застосування в будівельній практиці.

Лінолеум на теплозвукоізолювальній підоснові (відповідно до ГОСТ 18108-80) виготовляється за технологіями промазного, вальцево-каландрового або екструзійного типу. Конструктивно він складається з двох функціональних шарів – верхнього та нижнього. Верхній шар включає в себе полівінілхлорид, пластифікатори, мінеральні наповнювачі, пігменти та різні модифікуючі домішки. У деяких випадках замість традиційної лінолеумної маси використовується прозора полівінілхлоридна плівка з високим опором до стирання.

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Нижній шар виконує теплозвукоізолювальну функцію і може бути реалізований у вигляді нетканого голкопробивного полотна або пористої підоснови на основі спіненого полівінілхлориду. Неткане полотно зазвичай складається з двох шарів – звукоізолюючого та біостійкого (стійкого до гниття), виготовлених із вторинної сировини (відновлена вовна, синтетичне волокно). Пориста основа, у свою чергу, формується шляхом хімічного або механічного спінювання ПВХ-пасти.

Застосування лінолеумів з теплозвукоізолювальною підосною в індустріальному будівництві дозволяє ефективно вирішити проблему забезпечення теплоізоляції підлог без необхідності використання додаткових підкладкових матеріалів. Це забезпечує комфортний температурний режим та необхідну звукоізоляцію (зокрема, зменшення рівня ударного шуму) безпосередньо на залізобетонному перекритті.

Серед основних переваг цього виду лінолеуму слід виділити: стабільність лінійних розмірів протягом усього терміну експлуатації (мінімальна усадка), добру еластичність і здатність до відновлення після прикладених навантажень, тривалий строк служби.

Лицьовий полімерний шар таких лінолеумів придатний для зварювання за допомогою струму високої частоти, гарячого повітря або спеціальних клеїв за кімнатної температури. Наразі промисловість також освоїла випуск готових зварених лінолеумних килимів, виготовлених на теплозвукоізолюючій підоснові за розмірами стандартних приміщень.

Лінолеум цього типу випускається у рулонах шириною 1,35...2,05 м, товщиною 3,3...3,6 мм, із товщиною лицьової прозорої плівки в межах 0,2...0,35 мм, довжина рулону становить не менше 12 м [2, 6, 7].

Лінолеум виготовляють одно- і багатобарвним (мармуроподібним або із друкованим малюнком).

По фактурі лицьової поверхні лінолеум буває гладкий і тиснений.

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Гладкий лінолеум отримують при обробці його лицьової поверхні полірованими валами. Випускають одноколірним або мармуроподібним. Такий лінолеум добре миється й у процесі експлуатації менш підданий забрудненню.

1.2. Аналіз базового технологічного процесу виготовлення полівінілхлоридного лінолеуму

Полівінілхлоридний лінолеум може виготовлятися трьома основними способами: промазним, вальцево-каландровим та екструзійним. Вибір конкретного методу обумовлюється сферою застосування готової продукції, доступністю й вартістю відповідних марок полівінілхлориду, пластифікаторів, а також типом використовуваної підоснови.

Промазний спосіб, що був вперше застосований ще наприкінці XIX століття, є історично першим методом виробництва лінолеуму. У той період виготовлення здійснювалося на невеликих фабриках, обладнаних лопатевими мішалками та машинами з дисковими ножами. Продукція, як правило, мала підвищений вміст мінерального наповнювача й випускалася в однотонному або мармуроподібному виконанні, що знижувало її вартість.

Сучасний технологічний процес виготовлення лінолеуму промазним методом включає наступні етапи: підготовка сировини; приготування пігментної та лінолеумної паст; нанесення пасти на підоснову, що рухається; термічне желювання (структурування) нанесеної пасти; охолодження та пакування готового продукту.

У зв'язку зі зростанням попиту на якісне лінолеумне покриття, технологія виробництва, зокрема промазного способу, була суттєво вдосконалена. На сучасному етапі для приготування лінолеумної пасти застосовують спеціальні марки ПВХ, пластифікаторів, наповнювачів та добавок. Розроблено технологічні схеми з дво- та чотиришаровим нанесенням різних композицій на підоснову, що дозволяє оптимізувати експлуатаційні характеристики матеріалу.

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Значну роль у покращенні якості продукції відіграє використання високопродуктивного змішувального устаткування та модернізованих камер термообробки. Для нанесення декоративного малюнку застосовуються друкарські машини з робочою швидкістю 10–60 м/хв. Упакування лінолеуму у рулони повністю механізоване або автоматизоване.

Середній рівень продуктивності сучасних виробничих ліній становить 5...8 млн м² лінолеуму на рік. Отриманий за промазною технологією лінолеум характеризується високою еластичністю, простотою укладання на різноманітні основи – зокрема, залізобетонні перекриття, деревоволокнисті та деревостружкові плити тощо [7].

Вальцево-каландровий спосіб виробництва лінолеуму з'явився пізніше промазного, якому сприяли розробки нових марок суспензійного полівінілхлориду, розвиток технології одержання рулонного матеріалу (релина) на основі сирих гум на вальцево-каландровому устаткуванні. При вальцево-каландровому способі компоненти лінолеуму перемішують у лопастевих змішувачах і потужних роторних пластикаторах з подальшою переробкою на вальцях і каландрах. Цим способом виготовляють одношарові покриття для підлог. Недоліками цього способу є складне і дороге устаткування, велика його енергоємність, потреба в більших виробничих площах, а також значні трудовитрати на обслуговування. Незважаючи на це вальцево-каландровий спосіб широко розповсюджений у виробництві лінолеуму [7].

Екструзійний метод виробництва полівінілхлоридного лінолеуму являє собою сучасний технологічний процес, що передбачає попередню підготовку порошкоподібної композиції у швидкохідних змішувачах з подальшим її розплавленням і формуванням за допомогою одно- або багатошнекових черв'ячних машин (екструдера), оснащених широкощілинною головкою.

Цей спосіб принципово відрізняється від вальцево-каландрового і має низку переваг, особливо при виготовленні багатошарового лінолеуму. Зокрема, він дозволяє: забезпечити повну автоматизацію технологічного процесу; вести виробництво в умовах герметизованого обладнання, що покращує санітарно-

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

гігієнічні умови праці; спростити виготовлення двошарового лінолеуму завдяки синхронній роботі двох екструдерів, з'єднаних спільною формувальною головкою; зменшити кількість технологічних операцій, таких як окрема пластифікація або дублювання шарів, що, у свою чергу, знижує енерговитрати і трудомісткість.

Попри ці переваги, екструзійна технологія не набула широкого поширення через низку об'єктивних причин: недостатню стабільність розмірів готової продукції (тенденцію до усадки); високу твердість матеріалу, що обмежує його гнучкість і знижує комфортність експлуатації; порівняно низький рівень продуктивності (близько 600 тис. м² на рік); складність конструкції та виготовлення екструзійного обладнання, що потребує значних капіталовкладень.

Таким чином, екструзійний спосіб виробництва є перспективним у контексті автоматизації й інтеграції процесів, проте наразі має обмежене застосування через техніко-економічні та технологічні фактори [8, 13].

1.3. Аналіз сировини для виробництва полівінілхлоридного лінолеуму

Полівінілхлорид (ПВХ), що виконує функцію сполучника в композиції для виготовлення лінолеуму, є продуктом полімеризації вінілхлориду (хлористого вінілу). Залежно від технології синтезу, розрізняють три основні типи полівінілхлориду: емульсійний (ПВХ-ЕП), відповідно до ГОСТ 14039-78; суспензійний (ПВХ-С), згідно з ГОСТ 14332-78; мікросуспензійний (ПВХ-МС), відповідно до ТУ 6-01-2533-80.

Емульсійний ПВХ отримують шляхом полімеризації мономеру у водній емульсії. Цей тип ПВХ характеризується дрібнодисперсною структурою, що забезпечує високу однорідність кінцевої композиції, і широко застосовується у виробництві лінолеуму промазним способом.

Суспензійний ПВХ отримують у процесі полімеризації мономеру в водній суспензії. Завдяки великій крупності частинок і стабільним реологічним

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

властивостям, він використовується переважно у вальцево-каландровому та екструзійному виробництві лінолеуму.

Мікросуспензійний ПВХ є результатом полімеризації в середовищі, що забезпечує утворення частинок проміжного розміру між емульсійними та суспензійними. Він також застосовується у промазній технології.

У виробництві лінолеуму вальцево-каландровим способом часто використовується суміш емульсійного та суспензійного полівінілхлориду, що дозволяє досягти необхідного балансу між механічними властивостями та технологічністю обробки.

Усі види ПВХ (емульсійний, мікросуспензійний і суспензійний) випускаються в різних марках вищого та першого сортів, які відрізняються за фізико-хімічними параметрами та призначенням. У таблиці 1.1 наведено перелік марок полівінілхлориду та вимоги, яким вони повинні відповідати при застосуванні у виробництві лінолеумних матеріалів [14].

Пластифікатори – це органічні сполуки, які вводяться до складу полімерів з метою підвищення їх еластичності, пластичності та оброблюваності. Вони сприяють рівномірному розподілу сипких компонентів у полімерній матриці, знижують температуру плавлення композиції та покращують умови формування виробів, дозволяючи здійснювати технологічні процеси за нижчих температур.

Окрім основних функціональних властивостей, окремі види пластифікаторів надають полімерним матеріалам додаткові цінні характеристики, такі як вогнестійкість, термостабільність та стійкість до дії світлового випромінювання.

Введення пластифікаторів до складу полівінілхлориду здійснюється як при низьких, так і при високих температурах, залежно від технологічної схеми виробництва. При низькотемпературному введенні пластифікатор дифундує у полімерну структуру, проникаючи у мікропори (капіляри) складної конфігурації. Частина пластифікатора заповнює внутрішні порожнини частинок полівінілхлориду, формуючи зв'язану фазу, тоді як інша частина залишається у міжчастинковому просторі та може бути видалена або перерозподілена в процесі формування виробу [11]. При змішуванні пластифікатора з полімером при

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

високій температурі відбувається процес набухання часток полівінілхлориду - проникнення пластифікатора всередину часток полімеру з ростом їхнього об'єму, у результаті отримують суху сипучу полімерну суміш. У виробництві полівінілхлоридного лінолеуму як пластифікатори застосовують в основному складні ефіри різних спиртів і кислот: диоктилфталат, дибутилфталат, бутилбензилфталат, диалкілфталат, тринонилфосфат, дибутилсебаценат, дибутиладипинат.

Пластифікатори, що застосовуються у виробництві лінолеуму, повинні відповідати комплексу вимог, які забезпечують оптимальні технологічні та експлуатаційні характеристики готового виробу. До основних вимог належать:

хімічна стабільність – стійкість до хімічних перетворень у процесі зберігання та експлуатації;

низька летючість – мінімальне випаровування при підвищених температурах, що зменшує ризик втрати пластифікатора з часом;

відсутність запаху, що є критичним для внутрішнього оздоблення приміщень;

невисока температура плавлення, яка сприяє зниженню енерговитрат при переробці;

світлостійкість – здатність зберігати властивості під дією ультрафіолетового випромінювання;

стійкість до забруднення – опір до впливу речовин, що можуть спричинити зміну зовнішнього вигляду покриття;

невипаровуваність – збереження стабільного складу полімерної композиції протягом тривалого часу експлуатації;

висока сумісність з полівінілхлоридом, що забезпечує однорідність матеріалу;

оптимальна в'язкість, яка сприяє ефективному переробленню матеріалу на різних типах технологічного обладнання.

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відповідність пластифікаторів цим вимогам є визначальною для забезпечення стабільної якості лінолеумної продукції, її довговічності та безпеки в експлуатації [13].

Наповнювачі – це речовини, які вводяться до складу полівінілхлоридної композиції з метою покращення зовнішнього вигляду матеріалу, оптимізації технологічних властивостей (зокрема, зручності обробки), формування необхідних фізико-механічних (міцність, жорсткість, твердість, пружність) та хімічних характеристик (стійкість до дії кислот, олив тощо), а також зниження собівартості готової продукції.

У виробництві лінолеуму застосовуються як неорганічні, так і органічні порошкоподібні наповнювачі. До основних з них належать: тальк; крейда; каолін; вапняк.

Для підвищення зносостійкості до складу лінолеуму можуть вводитися азбестові порошки. Якщо необхідно покращити теплоізоляційні властивості, доцільним є використання деревинного порошку як органічного наповнювача.

Застосування кожного окремого виду наповнювача впливає на певні експлуатаційні характеристики матеріалу. При цьому покращення одних властивостей нерідко супроводжується погіршенням інших, що зумовлює необхідність ретельного добору типу та дозування наповнювача відповідно до функціонального призначення лінолеуму та умов його експлуатації [14].

Таблиця 1.1 – Основні показники властивостей полівінілхлориду

Показники	Полівінілхлорид
-----------	-----------------

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

	суспензійний			емульсійний			мікросуспензійний	
	ПВХ-С-6346-М	ПВХ-С-6359-М	ПВХ-С-6358-М	ПВХ-ЕП-7002-С	ПВХ-ЕП-6602-С	ПВХ-ЕП-6202-С	ПВХ-МС-6002-С	ПВХ-МС-6202-С
Зовнішній вигляд	Однорідний порошок білого кольору							
Значення К	63...65			70...73	60...69	62...65	66...69	62...65
Залишок після просіву на ситі із сіткою, %, не більше:								
№ 02	Не нормують			0,6				0,1
№ 04	Не нормують	0,5	0,5	Не нормують				-
№ 0315	1,0	90	85	Те ж				-
№ 0063	Не менше 65	Не нормують		5				10
Насипна щільність, кг/см ³	450..600	450..550	450..550	Не нормують				
Витрата пластифікатора, мол/100 мас.ч ПВХ не більше	17	18	18	60				
Масова частка сульфатної золи, %, не більше	Не нормують			1,4				0,7
В'язкість пасти, Па с	-			3,6...7,5				3,6...7,5
Масова частка вологи й летучих речовин, %, не більше	0,5	0,3	0,4	0,35				0,35

Стабілізатори – це спеціальні хімічні сполуки, що вводяться до складу полівінілхлоридних композицій з метою уповільнення процесів старіння матеріалу, які спричинені впливом зовнішніх факторів, таких як температура,

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ультрафіолетове випромінювання, кисень тощо, як у процесі переробки, так і під час експлуатації лінолеуму.

Необхідність застосування стабілізаторів (у концентрації до 2 %) зумовлена термічною нестабільністю полівінілхлориду, оскільки температура його пластичної деформації (130...150 °С) дуже близька до температури термічного розкладу. За таких умов без стабілізації можливе руйнування макромолекул полімеру з утворенням хлористого водню (HCl), який є агресивною речовиною, що каталізує подальше розкладання ПВХ.

Окрім термостабілізації, стабілізатори виконують додаткову функцію – зв'язування хлористого водню, що вивільняється внаслідок деструкції полімеру в процесі термообробки. Також стабілізатори підвищують фізико-механічні характеристики готового лінолеумного покриття, зокрема його міцність, довговічність та стабільність кольору

Таким чином, стабілізатори є невід'ємним компонентом полівінілхлоридних композицій, що визначають їх технологічну придатність і експлуатаційну надійність [15].

Разом зі стабілізаторами вводять спеціальні домішки - змащувальні речовини, які попереджають прилипання композиції до металевої поверхні устаткування в процесі переробки й формування виробів.

Найбільш ефективні стабілізатори, які використовуються у виробництві лінолеуму: свинцеві (кремнекислий свинець, стеариновокислий двухосновний свинець) і барієво-кадмієві тверді й рідкі сполуки. Змащувальними речовинами є стеарат кальцію, стеаринова технічна кислота й ін. [16].

Стабілізатори, які використовуються у виробництві лінолеуму, повинні володіти хімічною стабільністю, високою летючістю й в'язкістю, мінімальною здатністю до випаровування на металеві поверхні устаткування.

Стабілізатори виготовляють у вигляді порошків, гранул або паст.

Спінуючі речовини (пороутворювачі) застосовуються у виробництві полімерних матеріалів для формування пористої структури, що забезпечує

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

покращені тепло- та звукоізоляційні властивості. У процесі термічної обробки пороутворювачі піддаються хімічному розкладу з виділенням газоподібних продуктів, зазвичай азоту, який і створює пори в полімерній масі.

У виробництві лінолеуму широко використовується азодикарбонамід ЧХЗ-21, який повинен відповідати ряду технологічних вимог: бути сумісним з полівінілхлоридною матрицею; мати поступове та повне газовиділення під час розкладу; характеризуватись високим газовим числом; мати температуру максимального газоутворення, близьку до температури переробки композиції.

Для зниження температури розкладу пороутворювача у полівінілхлоридну композицію додають активатори розкладання. Для ЧХЗ-21 найефективнішим активатором є оксид цинку (відповідно до ДСТУ 10262-73), який, вступаючи у хімічну взаємодію з пороутворювачем, забезпечує інтенсифікацію процесу спінювання вже при температурі 160 °С.

Інгібітори – це речовини, що сповільнюють або повністю блокують певні хімічні реакції. У виробництві лінолеуму на спіненій ПВХ-підоснові інгібітори використовуються для локального пригнічення процесів спінювання з метою створення рельєфної лицьової поверхні. Їх вводять до складу фарб, які наносяться на поверхню лінолеуму перед термообробкою.

Одним із найпоширеніших інгібіторів є ангідрид тримелітової кислоти (ТМА) – білий порошок з вмістом ангідриду не більше 95 %. При цьому важливо виключити гідроліз ТМА, що може статися при контакті з вологою, оскільки цей процес порушує стабільність інгібітора і негативно впливає на якість декоративного покриття. [17].

Барвники - речовини, які застосовуються для фарбування полімерних та інших матеріалів. Барвники можуть бути органічними й неорганічними. Як органічні барвники для виробництва лінолеуму використовують тільки органічні пігменти (фталоціаніновий і поліциклічний), що характеризуються нерозчинністю в пластифікованому полівінілхлориді, у якості неорганічних - неорганічні пігменти (оксиди, солі або комплексні сполуки металів Al, Cu, Zn, Fe, Ni.)

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Барвники, що застосовуються у виробництві лінолеуму, повинні відповідати низці вимог, які визначають якість та стабільність забарвлення продукції на всіх етапах – від переробки до тривалої експлуатації.

Серед основних вимог до барвників слід виділити:

світлостійкість і термостійкість – критичні властивості, що забезпечують стійкість кольору лінолеуму при дії сонячного випромінювання, а також у процесі переробки при підвищених температурах (180...190 °С). Ці параметри мінімізують ризик вигорання або зміни кольору.

міграційна стійкість – здатність барвника залишатися стабільно фіксованим у полімерній матриці без переміщення до поверхні або в суміжні шари матеріалу, що важливо для довговічності декоративного ефекту.

хімічна інертність – барвники повинні бути нейтральними до основних компонентів полівінілхлоридної композиції (ПВХ, пластифікатори, стабілізатори, розчинники), не вступати з ними у хімічні реакції, що можуть змінити колір або структуру композиції.

Диспергованість – одна з ключових технологічних характеристик барвників, яка визначає рівномірність їх розподілу у полімерній масі. Висока якість диспергування забезпечує однорідність та інтенсивність фарбування, що безпосередньо впливає на естетичні властивості лінолеуму [18].

Неорганічні пігменти більше світло- і термостійкі, ніж органічні, але для фарбування лінолеуму їх потрібно набагато більше, ніж органічних.

До фталоціанінових пігментів блакитного і зеленого кольорів відносять: пігменти голубий (ДСТУ 6220-76) і зелений (ТУ 6-14-408-76) - фталоціаніни міді. Пігменти цієї групи мають необхідні властивості, що забезпечують високу якість лінолеуму.

До поліциклічних пігментів відносять антрахинонові, хино-кридонові, тіоіндигідні. Ці пігменти дають досить широку колірну гаму (від фіолетового до червоного) [19, 20].

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розчинники - органічні й неорганічні сполуки, здатні розчиняти різні речовини. У виробництві лінолеуму для виготовлення фарб для друку, які використовують для нанесення малюнка на лицьову поверхню лінолеуму, застосовують наступні розчинники: циклогексанон, метилетилкетон, метилізобутилкетон, етилацетат [20].

У складі друкарських фарб, що застосовуються для нанесення декоративного малюнка на лицьову поверхню лінолеуму, зазвичай використовують суміш органічних розчинників. Склад цієї суміші підбирається з урахуванням швидкості друкарського обладнання. Розчинники повинні відповідати таким критеріям: бути хімічно інертними відносно плівкоутворювальних речовин; володіти достатньою розчинювальною здатністю, що забезпечує оптимальну в'язкість та рівномірність фарбового шару.

Плівкоутворювальні речовини - це ключові компоненти лакофарбових матеріалів, що забезпечують утворення суцільного твердого покриття після висихання фарби або клею. У виробництві лінолеуму вони використовуються: для приготування друкованих фарб, які наносяться на лицьову поверхню; як основа клею, що забезпечує надійне дублювання лінолеумної плівки з підосновою.

У виробництві лінолеуму застосовуються такі типи плівкоутворювальних матеріалів: сополімер А-15-0 на основі вінілхлориду (відповідно до ТУ 6-01-1181-79); сополімер В А-15 (відповідно до ДСТУ 12099-75); хлорована полівінілхлоридна смола (ГОСТ 6-01-37-73).

До ключових вимог до плівкоутворювальних речовин у виробництві лінолеуму належать:

- ефективно змочування поверхні;
- легке та рівномірне нанесення;
- швидке висихання при нормальних умовах переробки;
- надійне утримування диспергованих частинок пігментів.

У процесі виготовлення підосновного полівінілхлоридного лінолеуму як основа використовуються такі матеріали: технічні тканини; неткані полотна типу «неткол»; скловолокнисті полотна; клеєні та голкопробивні неткані матеріали.

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ці підоснови визначають механічну міцність, теплозвукоізоляційні властивості та довговічність готового лінолеумного покриття [21].

1.4. Основні висновки, вибір об'єкту та формулювання завдань досліджень

На основі проведеного літературного огляду, аналізу існуючих даних можна зробити наступні висновки:

– перспективність використання лінолеуму для потреб народного господарства;

– лінолеум призначений для влаштування підлоги у приміщеннях житлових, громадських та промислових будівель при відсутності інтенсивності руху і дії абразивних матеріалів, жирів, масел і води;

– найбільш ефективна основа матеріалу – полівінілхлоридна, що володіє різноманітними властивостями;

– при виготовленні лінолеуму застосовуються різні наповнювачі, пластифікатори, розчинники, плівкоутворюючі речовини, стабілізатори та інші сировинні матеріали;

– з метою покращення триботехнічних, фізико-механічних, технологічних властивостей даного матеріалу використовують як наповнювач крейду та пластифікатор ЕДОС;

– при формуванні виробів з полімеркомпозитів слід дотримуватись таких вимог:

а) чіткого дотримання технологічного процесу і послідовності всіх операцій;

б) правильного підбору і врахування всіх технологічних параметрів;

в) досягнення однорідності структури.

З метою формування лінолеума на основі ПВХ-смоли необхідно вирішити такі завдання:

– вибрати оптимальний склад ПВХ-композиції для поліпшення властивостей лінолеуму в умовах експлуатації;

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- підібрати раціональне співвідношення компонентів з метою досягнення високих механічних, триботехнічних, фізико-механічних, теплотехнічних властивостей і забезпечення технологічності формування;
- оптимізувати технологію формування матеріалу;
- дослідити фізико-механічні властивості ПКМ;
- проаналізувати вплив агресивних середовищ на величину зношування матеріалів.

РОЗДІЛ 2 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1. Характеристика досліджуваних матеріалів

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Полівінілхлорид. Основним плівкоутворюючим є полівінілхлорид (-CH₂-CHCl-) ГОСТ 14039-79. Полівінілхлорид емульсійний являє порошок білого кольору, який отримують емульсійною полімеризацією вінілхлориду.

Марки емульсійного полівінілхлориду, що застосовується у промисловості Е-6250Ж [17].

Перша буква Е - емульсійний; 62 - К- константа Фікенчера - молекулярна маса не менше 62 тис. молекул; 5 - насипна густина (0,45...0,60 г/см³); 0 - показник залишку на ситі N 0063 нуль не нормується; Ж - для переробки в жорсткі вироби.

Марка ЕП-6602-С: Е – емульсійний; П - пастоутворюючий; 66 - константа Фікінчера - молекулярна маса не менше 66 тис. молекул; 0 - показник насипної щільності не нормується; 2 - показник залишку на ситі N 0063; 01 - 10%; С - для середньов'язких паст; Н - для низьков'язких паст; В - для високов'язких паст.

Полівінілхлорид емульсійний упаковується в спеціальні контейнери або залізнодорожні цистерни. Допускається упаковувати в чотирьох, п'ятишарові мішки.

Пластифікатори - складні ефіри різних спиртів та дикарбованих кислот. Являють собою прозорі маслянисті рідини, що знижують температуру стікнення і текучість полімеру та полегшують переробку полімерних сполук, а також підвищують морозостійкість готових полімерних матеріалів.

ДОФ (диоктилфталат) C₂₄H₃₄O₄ ГОСТ 8728-77 первинний пластифікатор добре змішується з полівінілхлоридом в результаті чого утворюється розчин з широким температурним діапазоном. Приблизно 70 % всіх виготовлених пластифікаторів використовується для пластифікації ПВХ. При цьому температуру склування полімеру вдається знизити з +86 до -30 °С.

ЕДОС - це спеціалізований пластифікатор, що являє собою суміш діоксанових спиртів та їх висококиплячих ефірів, стабілізовану відповідними добавками для забезпечення хімічної та термічної стійкості.

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Цей пластифікатор використовується для пластифікації широкого спектра полімерних систем, зокрема: вінілових смол (у тому числі полівінілхлориду), епоксидних та поліефірних смол, фенолформальдегідних смол.

Завдяки своїй високій термостійкості, хорошій сумісності з полімерними матеріалами та низькій летючості, ЕДОС широко застосовується у виробництві: кабельних пластикатів, штучних шкір, лінолеумних покриттів, гумових сумішей, плівкових і листових матеріалів, склопластиків, лаків і фарб, а також в інших галузях, де необхідна підвищена еластичність, стабільність до впливу температури й агресивних середовищ [17].

Хлорпарафін ХП-470 є вторинним пластифікатором, який отримують шляхом хлорування рідких парафінів. Його використовують як додатковий компонент у полівінілхлоридних композиціях для підвищення еластичності, зниження горючості та поліпшення стійкості до дії агресивних середовищ.

Пластифікатори, включаючи ХП-470, постачають і зберігають у герметичній, сухій і чистій тарі - це можуть бути металеві бочки, залізничні алюмінієві цистерни, скляні бутлі. Термін придатності хлорпарафіну становить 6 місяців з моменту виготовлення, за умови дотримання відповідних умов зберігання.

Крейда (карбонат кальцію - CaCO_3) - це світлий неорганічний наповнювач, який широко застосовується у виробництві лінолеуму з метою: зниження собівартості готового виробу, підвищення жорсткості та матовості поверхні, покращення сумісності з полімерною матрицею, забезпечення стабільності фізико-хімічних властивостей у широкому температурному діапазоні.

Крейда має високу дисперсність, яка визначається способом переробки природного вапняку. Чим дрібніше подрібнена крейда, тим краще вона диспергується в полімері, підвищуючи однорідність композиції та якість готового матеріалу [18].

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ММ - мелена, розмір частин 5...20 мкм (мікрометр); ММС - дезінтегрована - 5...8 мкм; ММО - відмочена 2...5 мкм, ГОСТ 12085-73; хімічно-осаджена - 0,4 мкм; МК - крейда комова; ІІ - крейдування ґрунтів; С - сепарована; СГ - сепарована гідрофобізована; О - збагачена; ХО - хімічно-осаджена; МТД - крейда тонкодиспергована.

Діоксид титану - порошок білого кольору отриманий гідролізом розчинів сульфату титану з подальшим проколювання отриманого титану. Гарантійний термін зберігання з дня виготовлення.

Полівінілхлоридна прозора ненаповнена плівка для лицьового шару рулонних матеріалів (відповідно до ТУ 400-1-221-91) виготовляється вальцево-каландровим способом на основі полівінілхлориду та пластифікаторів. Цей вид плівки використовується як зовнішній (лицьовий) захисно-декоративний шар у складі рулонних підлогових покриттів, зокрема лінолеумів. Типова товщина плівки з друкованим декоративним малюнком становить $0,2 \pm 0,02$ мм [19].

Окрім прозорих плівок, у виробництві також застосовуються тоновані полівінілхлоридні плівки, що мають ширший спектр використання: для упаковки харчових продуктів, у процесах дублювання лінолеуму та інших оздоблювальних матеріалів, у побуті – зокрема, для виготовлення штор для ванної кімнати, чохлів для зберігання одягу тощо.

Залежно від наявності та складності декоративного оформлення, тоновані ПВХ-плівки поділяються на наступні марки: ПТ – тонована плівка без малюнка; ПТ-1 – плівка з одноколірним малюнком; ПТ-2 – плівка з двоколірним малюнком; ПТ-3 – плівка з триколірним малюнком та інші варіанти з ускладненим графічним оформленням.

Такі плівки не лише виконують декоративну функцію, а й забезпечують механічний захист, стійкість до стирання, а також гігієнічність кінцевого продукту.

2.2. Методи дослідження

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Покриття підлоги у зв'язку з умовами експлуатації повинне бути стійким до стирання й забруднення, твердим і пружним, незмінним у розмірах по довжині й ширині, досить водо- і теплостійким, звуко- і теплоізоляційним, мати високі санітарно-гігієнічні властивості.

Стирання - здатність матеріалу зменшуватися в об'ємі й масі під дією сил тертя. Показник стирання характеризує стійкість лінолеуму до зношування в процесі експлуатації.

Стиранність лінолеуму, відповідно до вимог ГОСТ 11529-75, визначається за допомогою спеціалізованих випробувальних установок. Найчастіше використовують машину БИМ-2А, яка призначена для оцінки якості серійної продукції у виробничих умовах.

Для проведення досліджень нових видів лінолеуму на стадії їх розробки, а також у рамках науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт, застосовується машина МИВ-2. Цей прилад забезпечує розширені можливості дослідження параметрів зносостійкості, що є особливо важливим при вивченні матеріалів з новими рецептурами або модифікованими властивостями.

Таким чином, вибір обладнання для визначення стиранності лінолеуму залежить від етапу життєвого циклу матеріалу — серійне виробництво чи стадія дослідження та розробки [2].

При випробуванні лінолеуму на машині БИМ-2А (рис. 2.1) визначають величину зменшення товщини зразка матеріалу z у мікрометрах (мкм) при стиранні. Зразок притиснутий постійним навантаженням до обертового циліндра 2, обтягнутому шліфувальною шкуркою. Для визначення стійкості до стирання одношарового лінолеуму, відповідно до стандарту ГОСТ 11529-75, готують три зразки у залежності від товщини матеріалу: товщині до 2 мм — зразки діаметром 16 мм; при товщині понад 2 мм — зразки розміром 50×50 мм. Кожен зразок фіксується на основі тримача (позиція 4) з використанням перхлорвінілової смоли, розчиненої в ацетоні. Після приклеювання зразок витримується під

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

навантаженням 9,8 Н упродовж 0,5–2 годин при температурі $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ та відносній вологості $(65 \pm 5)\%$. Перед початком випробування зразок зважується з точністю до 0,001 г. Далі тримач зі зразком закріплюється у патроні випробувальної машини (позиція 5), після чого зразок опускається на поверхню обертового циліндра (позиція 2). Після увімкнення електродвигуна зразок одночасно переміщується уздовж утворюючої поверхні циліндра та обертається навколо власної осі на 360° за два оберти циліндра, що вважається одним циклом випробування. Стирання проводиться по всій поверхні шліфувального матеріалу (шкурки), при постійному навантаженні 9,8 Н на зразок і довжині шляху стирання $(2 \pm 0,01)$ м. Після завершення циклу тримач зі зразком виймається з машини, поверхню очищують м'якою щіткою, після чого зразок повторно зважується. Отримані дані використовуються для визначення втрати маси, яка є основним показником зносостійкості лінолеуму.

Стирання зразка характеризується зменшенням його товщини при зношуванні протягом одного циклу машини. Зменшення товщини зразка Dh (мкм) обчислюють по формулі:

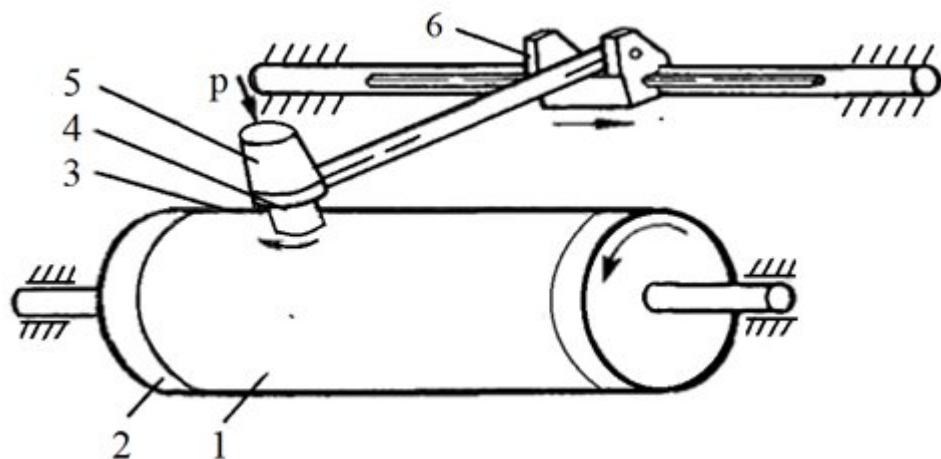
$$Dh = 10^4 \times K[(m_1 - m_2)/rS],$$

де m_1 і m_2 - маса зразка із тримачем відповідно до й після випробування, м;

r - щільність матеріалу, $\text{г}/\text{см}^3$;

S - площа зразка, см^2 ;

K - коефіцієнт, що характеризує здатність шкурки до зношування, яка використаної при випробуванні [5].



						БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
							29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Рисунок 2.1 – Схема випробувальної машини БИМ-2А:

- 1 – шліфувальна шкурка; 2 – порожнинний циліндр;
3 – зразок; 4 – тримач; 5 – патрон; 6 – каретка

Міцність зв'язку між шарами лінолеуму – це показник, що характеризує здатність матеріалу протистояти розшаруванню між верхнім (лицьовим) і нижнім (основним або підосновним) шарами під дією зовнішніх механічних навантажень. Цей параметр є критично важливим для оцінки структурної цілісності лінолеуму і безпосередньо впливає на його експлуатаційну довговічність. Низька міцність міжшарового зв'язку може призводити до деформацій на поверхні покриття, зокрема: набухань, утворення хвиль, локального розшарування, які є наслідком внутрішніх напружень, що виникають через відокремлення шарів один від одного.

Таким чином, висока міцність зчеплення між шарами є запорукою збереження геометричної стабільності та естетичного вигляду лінолеуму протягом усього терміну його експлуатації, особливо в умовах динамічного або нерівномірного навантаження [18].

При випробуванні визначають зусилля розшарування між лицьовим шаром із прозорої плівки й полівінілхлоридним шаром для безосновних багат шарових лінолеумів відповідно до ГОСТ 14632-79 або між полівінілхлоридним шаром і нижнім шаром (підосновою) для лінолеумів на різних підосновах (ГОСТ 7251-77). Випробування проводять на розривній машині, що забезпечує розшарування зразка зі швидкістю 100 мм/хв і вимір зусилля розшарування зразка в межах від 15 до 85 % шкали з похибкою не більше ± 1 % вимірюваної величини.

Для визначення міцності зчеплення між шарами лінолеуму із суцільної смуги матеріалу вирізають по три зразки у поздовжньому та поперечному напрямках, кожен розміром 150 × 15 мм. Такий підхід забезпечує репрезентативність результатів і враховує можливу анізотропію структури

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

лінолеуму. На лицьовій поверхні кожного зразка наносять три паралельні лінії, відповідно до схеми розмітки, поданої на рисунку 2.2.

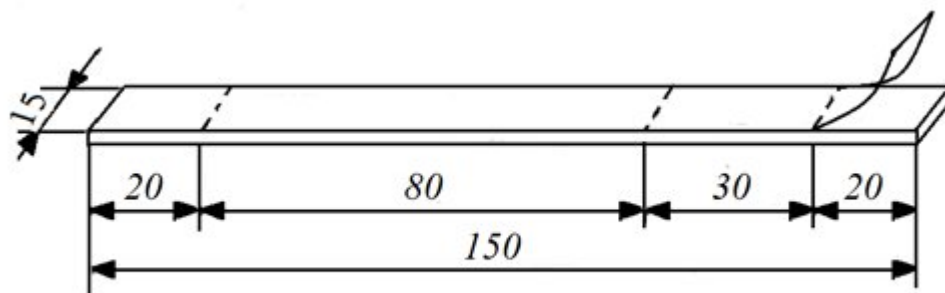


Рисунок 2.2 – Схема розмітки зразка для випробування на міцність зв'язку між шарами лінолеуму

Далі зразки занурюють у посудину з етилацетатом до оцінки 20 мм і витримують протягом 20 хв. Потім зразки виймають, промокають фільтрувальним папером і розшаровують вручну до тієї ж відмітки. Розшаровані зразки витримують у витяжній шафі до повного випару етилацетату, але не менш 60 хв [6].

Лицьовий шар зміцнюють у верхньому нерухомому затиску розривної машини, інший (нижній) шар - у нижньому рухливому затиску. Міцність зв'язку між шарами визначають на робочій ділянці зразка довжиною 80 мм, на якому реєструють мінімальне й максимальне зусилля розшаровування.

Міцність зв'язку між шарами X , (Н/см) обчислюють за формулою:

$$X = (P_{\max} + P_{\min}) / 2b,$$

де P_{\max} - максимальне зусилля розшаровування, Н;

P_{\min} - мінімальне зусилля розшаровування, Н;

b - ширина зразка, см.

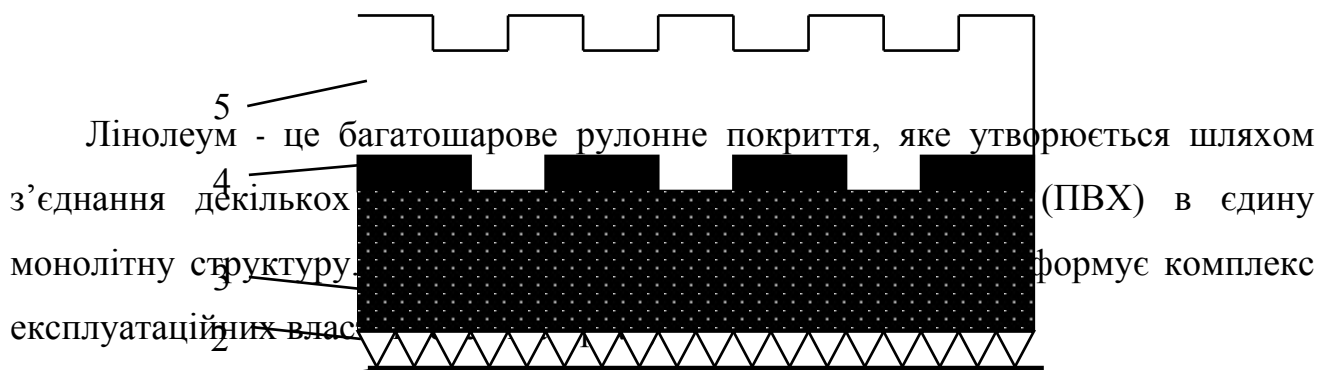


Показник міцності зв'язку між шарами визначається середнім арифметичним значенням результатів випробувань шести зразків (по трьох зразках в кожному напрямку). Для різних видів лінолеуму цей показник перебуває в межах від 0,6 до 1,0 кН/м [27].

Зразки для досліджень міцності зв'язку між шарами лінолеуму представлені на рисунку 2.3, а зразки для досліджень фізико-механічних та експлуатаційних на рисунку 2.4.

2.3. Структура та фізико-механічні характеристики досліджуваних матеріалів

Класичний лінолеум являє собою багат шарове покриття (рис. 2.5), товщина шарів якого у середньому коливається в межах 1,2...3 мм. Ширина рулонів складає 1,5...5 м.



Верхній шар - прозорий зносостійкий шар (шар зношування), який виконує захисну функцію, забезпечуючи декоративний механізм. Товщина цього шару визначає рівень зношування покриття, що становить 0,5 мм.

Другий шар - скловолокно, що забезпечує розмірну стабільність покриття, а також захищає від усадці під дією температури.

Третій шар - вспінений ПВХ (шар зношування), який виконує функцію тепло- і звукоізоляції. Товщина може досягати 4,5 мм, що дозволяє згладжувати незначні нерівності основи.

Четвертий шар - друкований рисунок, який надає покриттю естетичний вигляд. Товщина цього шару становить 0,1 мм.

Четвертий шар - кольоровий шар, на який наноситься декоративний малюнок, що визначає зовнішній вигляд лінолеуму. Якість застосованих фарб і технологій нанесення (особливо у європейських виробників) забезпечує високу стійкість кольору до ультрафіолетового випромінювання і збереження естетичного вигляду протягом тривалого часу.

П'ятий шар - рельєфна вспінена ПВХ-основа, що створюється шляхом хімічної або механічної обробки. Рельєфність не тільки покращує декоративні властивості матеріалу, а й забезпечує антиковзаючий ефект. Глибокий рельєф надає покриттю природного зовнішнього вигляду.

У сучасному виробництві відмовляються від застосування джутових і ворсових основ, оскільки такі матеріали можуть провокувати розвиток мікроорганізмів, бути джерелом неприємних запахів, викликати алергічні реакції, а також мають низькі тепло-, звуко- і вологоізоляційні характеристики.

Водночас лінолеуми на натуральній основі продовжують виготовляти великі виробники, хоча така продукція є дорожчою. Найбільш розповсюдженим типом штучної основи сьогодні є вспінений ПВХ, який завдяки високим експлуатаційним показникам і доступній вартості широко застосовується в будівництві та промисловості. Така основа: стійка до вологи, хімічно інертна до багатьох речовин, забезпечує додаткову тепло-, звуко- і гідроізоляцію.

Результати досліджень фізико-механічних характеристик ПВХ-лінолеуму наведені в таблиці 2.1, а макроструктура на рисунку 2.6. Слід відмітити, що матеріали досліджуваних партій за адгезійною міцністю та величиною відносної деформації відповідають діючим вимогам. При цьому значення досліджуваного показника адгезійної міцності знаходиться в межах 0,7...0,8 для обох партій зразків, а величина відносної деформації змінюється в межах 0,5...1,5 %, що підтверджує стабільність вибраного складу композицій та технології формування.

Результати дослідження макроструктури зразків, відібраних із контрольних партій, засвідчили відсутність візуально виявлених макродефектів на поверхні матеріалу, а також наявність чітко вираженої текстурної структури, що

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підтверджує відповідність отриманого матеріалу заданим експлуатаційним характеристикам.

Міцність зчеплення між прозорою лицьовою плівкою і ПВХ-шаром лінолеуму (X), кгс/см ²	Поперечний				Поздовжній				Ширина, мм
	Х, кгс/см ²	Ширина зразка, см	Максимальне зусилля розшарування (P _{max}), кгс	Мінімальне зусилля розшарування (P _{min}), кгс	Х, кгс/см ²	Ширина зразка, см	Максимальне зусилля розшарування (P _{max}), кгс	Мінімальне зусилля розшарування (P _{min}), кгс	
Середнє значення	0,8	1,5	1,6	0,8	0,8	1,5	1,8	0,6	1500
	0,8	1,5	2,0	0,7	0,8	1,5	1,9	0,5	1500
	0,8	1,5	1,5	0,9	0,6	1,5	1,0	0,8	1500
	0,7	1,5	1,5	0,6	0,7	1,5	1,5	0,6	1500
	0,7	1,5	1,4	0,7	0,7	1,5	1,2	0,9	1500
	0,8	1,1	1,7	1,0	0,7	1,5	1,3	0,8	1500
	0,7	1,5	1,3	0,8	0,7	1,5	1,4	0,8	1500
	0,8	1,5	1,7	1,0	0,7	1,5	1,3	0,8	1500
	0,8	1,0	1,3	1,1	0,8	1,5	1,4	1,0	1500

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

БР 1525.00.00.000 ПЗ

Арк.

34

Таблиця 2.1 – Результати фізико-механічних досліджень полівінілхлоридного лінолеуму

Довжина, мм	1	13500	2	18500	3	15000	4	17500	5	18000	1'	20500	2'	22500	3'	23000	4'	25500
Номер партії	1		2		3		4		5		1'		2'		3'		4'	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Продовження таблиці 2.1

		Зміна лінійних розмірів (DI),%						Середнє значення		
		Поздовжній			Поперечний					
		Вістань між двома лініями, мм	Відстань між голками шаблона, мм	DI, %	Вістань між двома лініями, мм	Відстань між голками шаблона, мм	DI, %			
Номер партії	Товщина, мм	Товщина ПВХ-шару, мм	Абсолютна залишкова деформація, мм	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
1	2,8	0,9	1,0	1,0	100	1,0	1,0	100	100	1,0
2	2,9	0,8	1,0	1,0	100	1,0	1,0	100	100	1,0
3	1,4	1,1	0,4	1,5	100	1,5	1,5	100	100	1,5
4	1,6	1,1	0,4	1,0	100	1,0	1,0	100	100	1,0
5	1,5	1,0	0,4	1,0	100	1,0	1,0	100	100	1,0
1'	2,9	0,9	1,0	0,9	100	0,9	1,1	100	100	1,1
2'	1,5	1,0	0,5	0,5	100	0,5	0,5	100	100	0,5
3'	2,8	0,9	1,0	0,9	100	0,9	1,1	100	100	1,1
4'	1,6	1,0	0,3	1,0	100	1,0	0	100	100	0

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

БР 1525.00.00.000 ПЗ

Арк.

36

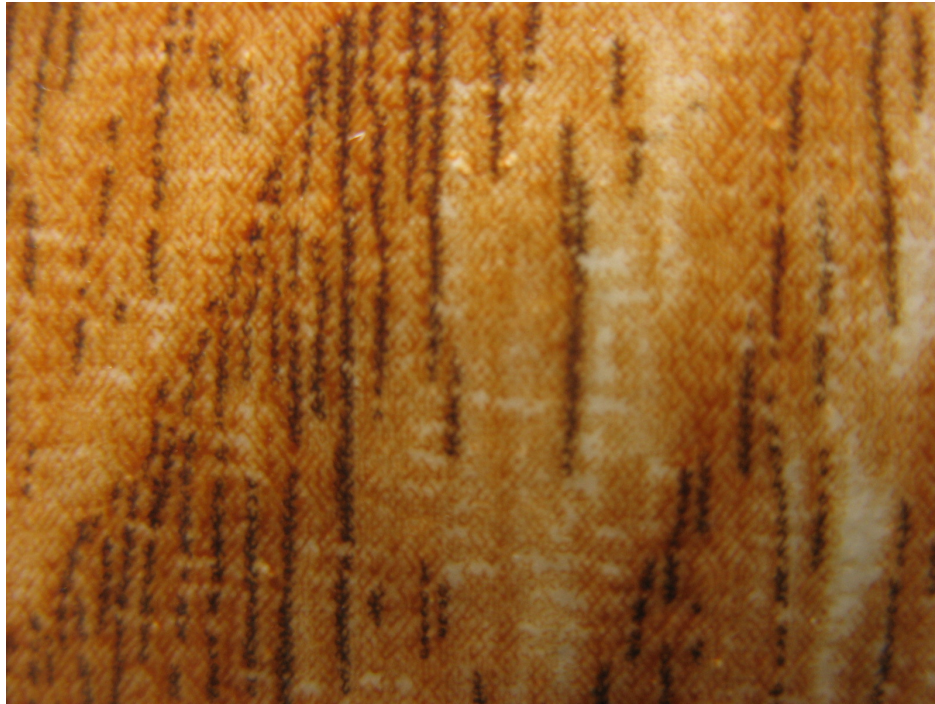


Рисунок 2.6 – Типова макроструктура досліджуваного матеріалу лінолеуму

2.4. Експлуатаційні властивості лінолеуму на основі ПВХ-смоли

Поряд з фізико-механічними характеристиками важливими для розроблених матеріалів є їх триботехнічні властивості, зокрема, стійкість до стирання. В результаті експериментальних досліджень (таблиця 2.2, рис. 2.7) встановлено, що зразки матеріали досліджуваних партій володіють високою зносостійкістю, значення досліджуваних характеристик є стабільними і змінюються в допустимих межах – товщина зношеного шару складає 28..52 мкм. При аналізі поверхонь зразків до і після трибоконтракту зафіксовано зміну текстурного фрагменту та фрагментне відшарування кромки зразків (рис. 2.7, б), однак такі мікроруїнування не є системними.

Встановлено наявність кореляційної залежності між фізико-механічними та триботехнічними характеристиками досліджуваних зразків, що додатково підтверджує стабільність отриманих властивостей матеріалу та оптимальність обраної технології його виготовлення.

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 2.2

Номер партії	Діаметр зразка, см	Площа зразка, см ²	Висота зразка, см	Об'єм зразка, см ³	Маса зразка до випробування, г	Щільність шару зношування, г/см	Маса зразка з утримуванням до випробування, г	Маса зразка з утримуванням після випробування, г
1	1,6	2,0096	0,13	0,2612	0,3392	1,2986	3,3618	3,3550
2	1,6	2,0096	0,12	0,2612	0,3245	1,2423	3,3409	3,3316
3	1,6	2,0096	0,12	0,2612	0,3448	1,3200	3,3553	3,3486
4	1,6	2,0096	0,14	0,2613	0,3145	1,2040	3,3417	3,3836
5	1,6	2,0096	0,13	0,2612	0,3354	1,2840	3,3512	3,3400
1φ	1,6	2,0096	0,13	0,2813	0,3254	1,1567	3,3356	3,3290
2φ	1,6	2,0096	0,13	0,2813	0,3125	1,1109	3,3116	3,3042
3φ	1,6	2,0096	0,13	0,2612	0,3906	1,1125	3,3254	3,3200
4φ	1,6	2,0096	0,13	0,2411	0,3733	1,5483	3,4190	3,4110

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

БР 1525.00.00.000 ПЗ

Арк.

39

3.1. Тех

У яко
лінолеуму н
полівінілхлор
крейда, пла
технологічні



ілхлоридного
емульсійний
, гідрофобна
лат (ДБФ),

Основний технологічний цикл ве а ництва лінолеуму промазним способом
включає такі етапи:

- зваж
- при
- пігментної (ф
- під
- розмотуванн
- барабанних с
- нанесе
- Товщина шар
- желюва
- преджелювал



ілхлоридної),
о проходять
сушиться на
о пристрою.
лінолеуму;
ається на
нюється на

триступеневому барабанному пристрої з публюванням ПВХ-плівки та армуючої
основи;

рельєф Рисунок 2.7 – Макроструктура поверхні гіснильному
каландрі з во ПВХ-лінолеуму:

- охолод а – до трибоконтакту; б – після трибоконтакту
- обрізка кромek дисковими ножами;

Розбракування – візуальний контроль якості на спеціальному столі згідно з технічними вимогами.

Намотування матеріалу у рулони на безцентрувальному пристрої (лицьовою стороною всередину).

Маркування продукції: на неліцьовій стороні з обох кінців рулону, етикетка на упаковці.

Упакування і зберігання: рулони встановлюють вертикально у контейнерах, транспортують на склад і зберігають при температурі не нижче +10 °С у вертикальному положенні.

3.2. Приготування лінолеумної пасти

Пластифікатор і інші рідкі компоненти із ємностей, які знаходяться на центральному складі, насосами перекачують у витратні баки змішуючого відділення цеха, звідки по трубопроводах зливаються у дозатор.

Полівінілхлорид і наповнювач із силосів через секторний споживач подають в проміжний бункер. Далі полівінілхлорид і наповнювач гвинтовими конвеєрами транспортуються у ваговий двохкомпонентний дозатор, де сировинна зважується вручну. При цьому дозувальник хімічної сировини за положенням циферблатної голівки дозатора вмикає і вимикає привід відповідного гвинтового конвеєра [17].

За сигналом оператора зважуванні компоненти розвантажуються у попередній змішувач. Відкривається пневматичний засув, і одночасно вмикаються вібратори, які полегшують розвантаження вагової ємності.

Попередній змішувач служить для проміжного змішування сипких компонентів з невеликою кількістю пластифікатора. При цьому сипучі компоненти змочують для зменшення пильності при транспортуванні суміші і для покращення розподілу наповнювача у полівінілхлорид [15].

Полівінілхлоридна паста для виробництва лінолеума на підоснові характеризується великим вмістом наповнювача (70 мас. ч. на 100 мас. ч.

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

полівінілхлорида). Тому, щоб знизити кількість пластифікатора, який вводиться у пасту для змішування наповнювача, у попередній змішувач до подачі пластифікатора вводять незначну кількість води у дрібнорозпиленому вигляді. Вода швидко заповнює пори наповнювача і тим самим перешкоджає набряканню часток наповнювача у пластифікаторі. Це сприяє більш раціональній пластифікації полівінілхлорида.

Із попереднього змішувача маса вивантажується у розподільчий бункер, який рухається по направляючим і зупиняється над змішувачем для приготування паст. Потім із розподільчого бункера попередньо перемішана маса розвантажується за допомогою вібраторів через плоский шибер у змішувач СМ-400 або СМ-800, куди при неперервному перемішуванні надходять пластифікатори [18].

Фарбувальна паста. Для фарбування полівінілхлоридної пасти застосовують попередньо виготовленні фарбувальні пасти. При підготовці фарбуючих паст пігменти і барвники, які зберігаються у малих бункерах, зважують вручну на вагах. Зважені сипкі компоненти завантажують у змішувач СМ-100, куди також додають пластифікатор, і перемішують протягом 10...15 хв. Кількісне співвідношення пігмента і пластифікатора залежить від дисперсності пігмента. Приготовлена однорідна маса надходить фарботертку [17].

Перетерта фарбувальна паста через розподільчий бункер подається також в змішувач для приготування лінолеумної пасти

Лінолеумна паста. В змішувачах СМ-400 полівінілхлоридна і фарбувальна пасти перемішуються протягом 40...60 хв залежно від здатності полівінілхлориду утворювати однорідну пасту. Готовність пасти до наступної переробки оператор визначає візуально (за наявністю комків).

Після приготування пасти оператор вмикає управління гвинтом змішувача, який нахилиється на 90°, при цьому лінолеумна паста вивантажується із нього самопливом у транспортний кубель, а далі до промазної установки [19].

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Під час приготування полівінілхлоридних паст особливу увагу приділяють дозуванню сипких і рідких компонентів, так як від цього залежить якість пасти, а також стабільність властивостей лінолеума: міцність, опір стиранню, усадка.

При роботі попереднього змішувача стежать за часом перемішування, не допускаючи комковидної суміші.

При роботі на змішувачах приготування лінолеумної пасти необхідно дотримуватися послідовності і часу змішування компонентів, і додавати пластифікатори, фарбувальні пасти у такому порядку: спочатку потрібно змішувати полівінілхлорид з пластифікаторами і тільки після цього з наповнювачами, щоб не допустити неоднорідного перемішування [18].

3.3. Нанесення лінолеумної пасти на матеріал підоснови

У якості підоснови для виробництва лінолеуму застосовуються різні види тканин та войлочних матеріалів, які забезпечують механічну міцність і експлуатаційну стабільність готового покриття.

Підготовка тканинних підоснов включає кілька послідовних технологічних операцій:

перемотування тканини у рулони довжиною 500–600 м, що забезпечує зручність при подальшій подачі матеріалу на лінію;

прасування та сушіння на валкових установках при температурі валків 120–150 °С, що сприяє усуненню залишкових деформацій і стабілізації розмірів полотна;

зшивання кінців рулонів здійснюється на швейних машинах. При цьому міцність шва повинна бути не нижчою за міцність основної тканини, щоб уникнути її розриву під час проходження через вузли технологічної лінії.

Перед сушінням тканину ретельно перевіряють і видаляють видимі дефекти вручну (нитки, вузли тощо) за допомогою ножиць. Це дозволяє запобігти дефектам поверхні лінолеуму в подальшому.

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Важливо відзначити, що усадка тканини, яка відбувається в процесі термічної обробки, є позитивним фактором, оскільки вона підвищує розмірну стабільність готового лінолеумного покриття при експлуатації, знижуючи ризики утворення хвиль, здуттів або деформацій [20].

Після пресування і сушіння підготовлене полотно тканини намотується на металеву котушку, яка подається до розмотуючого пристрою технологічної лінії для нанесення лінолеумної пасти. Розмотуючий пристрій для тканин обладнаний направляючими рейсами, які забезпечують точне розташування рулонів тканини відносно осі термокамери.

При обслуговуванні розмоточного пристрою слідкують за рівномірним натягом тканини, не допускаючи витягуванню його полотна. Натяг керується механічними і пневматичними гальмівними муфтами. По мірі зменшення діаметра рулону зусилля на гальмівній муфті повинне зменшуватися. При закінченні розмотування наступного рулону оператор повинен своєчасно зшити кінці полотниць рулонів [14].

Після проходження через розмотувальний пристрій, тканинна або войлочна підоснова подається на ґрунтувальний станок, де на її поверхню за допомогою ракельного механізму рівномірно наноситься лінолеумна паста.

Підоснова з нанесеним шаром пасти направляється до термічної камери, обладнаної термоелектронагрівачами, які забезпечують стабільний температурний режим, необхідний для процесів желювання та плівкоутворення. Ці процеси є критичними для формування міцного та однорідного покриття, а також для забезпечення надійного зчеплення пасти з основою [19].

Під час процесу желювання паста втрачає текучість і набуває властивостей твердого тіла (еластичність, міцність), крім того, із неї випаровуються залишки пластифікатора. Процес желювання протікає при температурі не менше 100°C на початку камери з поступовим підвищення до 160...180 °C в кінці. Час проходження лінолеумної пасти від початку до кінця камери складає не менше 2...4 хв на кожний 1 мм товщини плівки.

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зменшення часу теплової обробки лінолеумної пасти і зниження температури в зонах камери і на окремих її ділянках призводить до того, що процес желювання пасти не встигає закінчитися. Такий лінолеум не володіє достатньою механічною міцністю і стійкістю до стирання, швидко руйнується і старіє. Підвищення температури також шкідливо впливає на якість лінолеума, так як відбувається деструкція полімеру, руйнування його макромолекул, що приводить до зниження молекулярної маси і до зміни його будови, а відповідно, до різкого зниження показників властивостей лінолеуму і утворення великої кількості браку. Тому при виробництві лінолеума необхідно слідкувати і дотримуватися необхідної температури в термокамері як по її довжині, так і по ширині [20].

Після термокамери лінолеумна паста надходить на двохвалковий калібруючий каландер, де вона ущільнюється і калібрується до даної товщини нагрітими валками, температура поверхні яких 140...160 °С [20].

Калібруючі валки мають товщину стінок 35...40 мм, діаметр 340...350 мм, довжина 2000 мм. Валки приводяться в рух від електродвигуна постійного струму з плавним регулюванням частоти обертання. При цьому забезпечується швидкість руху полотна лінолеума 2,5...3,6 м/хв [15].

Зазор між валками регулюють шляхом піднімання-опускання верхнього валу. Цю операцію здійснюють мікрометричними гвинтами. Грубе керування здійснюють електромеханічним приводом гвинтів, а тонке вручну.

Надлишкова желювана лінолеумна маса знімається в зазорі валків і потрапляє в приймальний лоток, з якого її видаляють вручну. Надалі вона може використовуватися як вторинна сировина при виробництві інших видів лінолеума.

Після калібруючого каландра полотно лінолеума, щоб запобігти великій усадці, надходить у ступінчастий охолоджувач, який складається з чотирьох барабанів. Барабан діаметром 600...900 мм приводиться в рух від калібруючих валків за допомогою ланцюгової передачі. Лінолеум охолоджується в результаті теплообміну між гарячим полотном і стінкою барабану, яка охолоджується водопровідною водою. Охолоджуючі барабани працюють за таким принципом:

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вода протікає з одного барабана в інший назустріч руху лінолеума. Відпрацьована вода з охолоджуючих барабанів самопливом потрапляє на станцію охолодження і потім насосами знову направляється на охолодження лінолеума [21].

Після охолодження полотно лінолеума подається на кромкорізальний станок, де дисковими ножами обрізаються кромки лінолеума на ширину 2,8...10 мм. Відстань між дисковими ножами оператор керує вручну, забезпечуючи обрізку кромки мінімальної ширини.

Після обрізки поздовжніх кромок полотно лінолеума довжиною 100...110 намотується на металевий сердечник в рулони. Привід намотуючого пристрою забезпечений регулюючим фрикційним механізмом, який постійно забезпечує натяг полотна. Рулон лінолеума встановлюється в гніздо рами розмотуючого пристрою розбракувального столу, де вирізають дефектні місця, відмірюють довжину полотна і згортають його в рулон, який потім упаковують. Рух полотна лінолеума на розбракувальному столі і згортання його в рулони здійснюється тягнучим пристроєм, який складається з двох обертаючих валків. На упаковані рулони наклеюють етикетки, після чого їх доставляють на склад готової продукції.

Схема технологічного процесу виготовлення лінолеуму представлена на рисунку 3.1.

3.4. Аналіз технічних умов на виготовлення лінолеуму

Лінолеум повинен відповідати вимогам цих технічних умов і виготовлятися за рецептурою і технологічним регламентом, затвердженим у встановленому порядку.

Для виготовлення досліджуваного лінолеуму використовується така сировина:

- плівка полівінілхлоридна за ТУ 21 Україна 00291416 за ГОСТ 10354;
- підоснова за ГОСТ 26604 ТУ 4463021-09 ТУ;
- пластифікатори за ГОСТ 8728, ТУ 2493-003-1300 1749;

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- полівінілхлорид емульсійний за ГОСТ 14039;
- крейда природна збагачена за ГОСТ 12085.

Допускається застосування іншої нетоксичної сировини, яка не погіршує якісних показників лінолеуму.

Крайки лінолеуму повинні бути паралельними, не мати задирок і щербин. Відхилення від паралельності крайків не повинне перевищувати ± 3 мм на 1 м довжини. Але за погодженням зі споживачем допускається виготовляти лінолеум з необрізаними крайками.

Лінолеум виготовляють багатоколірним з гладкою або тисненою лицьовою поверхнею.

Колір, малюнок, фактура лицьової поверхні повинні відповідати зразкам-еталонам, затвердженим у встановленому порядку.

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Показники фізико-механічних, теплотехнічних, акустичних, електростатичних властивостей лінолеуму, рівномірності забарвлення повинні відповідати наведеним у таблиці 3.1.

На лицьовій поверхні лінолеуму не допускаються напливи, вм'ятини, подряпини, раковини, складки, пухирі, плями, смуги, спотворення рисунка і бризки від фарби, видимі на відстані їм від поверхні лінолеуму.

Полівінілхлоридний шар лінолеуму повинен бути здатним до зварювання. Межа міцності зварного шару при розтягуванні повинна бути не менше $294 \text{ Н/см}^2/30,0 \text{ кгс/см}^2/$

Пакування. Лінолеум згортають в рулони, якщо рулони складаються із двох кусків, довжина меншого із них повинна бути не менше 3 м. Загальна кількість складених рулонів не повинна перевищувати 10 %.

За погодженням зі споживачем допускається лінолеум згортати в рулони з довжиною полотнища від 21 до 120 м включно.

Граничне відхилення від довжини рулонів не повинне перевищувати мінус 1,0 % + 3,0 %.

Рулони обгортають з врахуванням захисту торців папером за ГОСТ 2228 марки А, або поліетиленовою плівкою за ГОСТ 10354, перев'язують поперек рулону в два пояси в дві нитки шпагатом за ГОСТ 17308 або заклеюють липкою стрічкою. Кінці від торців рулону до поясів перев'язки повинно бути не менше 300 мм. До упаковки повинен бути прикріплений зразок лінолеуму. В рулони лінолеум згортають всередину і пакують.

За погодженням зі споживачем допускається лінолеум згортати в рулони лицьовою стороною назовні і поставляти в упаковці, а згорнутий в рулони лицьовою стороною всередину - без пакування, перев'язаним шпагатом або заклеєним липкою стрічкою.

Допускається застосовувати пакувальні засоби за іншими нормативними документами.

На обох кінцях рулону лінолеуму на нелицьовому боці повинен бути штамп бракувальника.

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Лінолеум повинен поставлятися без клеючої мастики.

Спосіб пакування технічної та товаросупровідної документації повинен забезпечувати її збереження під час транспортування лінолеуму.

Таблиця 3.1 – Нормування фізико-механічних показників при випробуванні лінолеуму

Найменування показника	Норма
Стирання на машині типу БИМ-2А, мкм, не більше	60
Абсолютна залишкова деформація при втискуванні, мм, не більше	1,5
Зміна лінійних розмірів після добової витримки зразків, %, не більше	1,5
Зміна лінійних розмірів після 60-ти добової витримки зразків, %, не більше	0,5
Міцність зв'язку між прозорою лицьовою плівкою і полівінілхлоридним шаром, Н/м, не менше	980/100
Показник теплосвоєння, Вт/м ² , не менше	11,6/10
Питомий поверхневий електричний опір, Ом×м, не більше	5×10 ¹⁵

Маркування. На нелицьову сторону лінолеуму, згорнутого в рулон чи бобіну і на упаковку повинно бути нанесено маркування (штамп або наклеєна етикетка), де наведено:

- найменування і адресу підприємство-виготовляча;
- найменування лінолеуму, його умовне позначення і позначення цих технічних умов;

- розміри лінолеуму - довжина, ширина, загальна товщина (зазначається у паспорті);
- номер партії і дату виготовлення;
- короткі відомості щодо застосування;
- штамп ВТК або бракувальника.

Маркування наносять одним із таких способів: штемпелюванням або фарбою, що змивається, по трафарету, друкарським - на паперову етикетку.

Транспортне маркування повинне виконуватись згідно з ГОСТ 14192 з нанесенням маніпуляційного “Берегти від вологи”, попереджувального напису “Не кидати”.

Асортимент досліджуваної продукції представлено на рисунку 3.2.



Рисунок 3.2 – Асортимент досліджуваної продукції

3.5. Вимоги безпеки праці в умовах виробництва

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Лінолеум згідно з вимогами ГОСТ 12.1.044 відноситься до групи горючих матеріалів середнього займання.

При зберіганні та застосуванні лінолеум не повинен виділяти у зовнішнє середовище речовини в концентраціях, що перевищують допустимі кількості міграції (ДКМ) таблиця 3.2.

Таблиця 3.2 – ДКМ деяких речовин у зовнішньому середовищі

Найменування речовин	ДКМ, мг/м ³
Хлористий водень	0,005
Діоктилфталат	0,05
Діоксановий спирт	0,01
Аміак	0,04
Терефталева кислота	0,001
Етиленгліколь	0,3

Визначення концентрації шкідливих речовин, що виділяються з лінолеуму і його санітарно-гігієнічна оцінка проводиться згідно з вимогами “Инструкции по санитарно-гигиенической оценке полимерных материалов, предназначенных для применения в строительстве и производства мебели”.

В умовах виробництва лінолеуму в повітря робочої зони можуть поступати шкідливі речовини, концентрації яких не повинні перевищувати граничні допустимі (ГДК) таблиця 3.3.

Визначення шкідливих речовин у повітрі робочої зони проводять у відповідності з “Методическими указаниями по измерению концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны”. Періодичність контролю у відповідності з методичними вказівками “Контроль содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны” затверджена 26.08.85 р.

Становить: для аміаку, полівінілхлориду, окису вуглецю, діаксановим спиртом - 1 раз в квартал, діактилфталату, хлористого водню - 1 раз в місяць.

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При виробництві лінолеуму необхідно дотримуватись вимог санітарних правил організації технологічних процесів і гігієнічних вимог до виробничого устаткування за ГОСТ 12.3.002 і санітарних правил і норм СП 1042.

Таблиця 3.3 – ГДК деяких шкідливих речовин у повітрі робочої зони

Найменування речовин	ГДК, мг/м ³	Клас небезпеки	Нормативні документи	Характер дії на організм
Діоктилфталат (пари)	1	II	ГОСТ 12.1.005	Наркотичний
Діоксанові спирти (пари і аерозолі)	10	III	ГОСТ 12.1.005	Подразнюючий
Хлористий водень (пари)	5	II	ГОСТ 12.1.005	Подразнюючий
Окис вуглецю (пари)	20	IV	ГОСТ 12.1.005	Метгемо-глобіноутворюючий
Полівінілхлорид	6	III	ГОСТ 12.1.005	Фіброгенний
Аміак	20	IV	ГОСТ 12.1.005	Подразнюючий

Розміри робочого місця робітника визначається можливістю проведення операцій в межах зони досяжності. Вироби повинні знаходитись від працівника на відстані 500...700 мм і на висоті над рівнем підлоги 650...1900 мм. Відстань між окремими робочими місцями, розташованих на одній лінії формування, повинна бути не менше 3 м.

Виготовлення лінолеуму повинно проводитись при дотримванні температурного режиму і технологічних параметрів у приміщеннях, забезпечених припливно-витяжною вентиляцією згідно з ГОСТ 12.4.021 та СНіП 2.04.05 із

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

врахуванням ергономічних вимог і зручностей виконання працівниками рухів і дій.

Вентиляційні системи не відключають, щоб пари пластифікатора не потрапляли у приміщення цеха.

Робочі суміші матеріалів, які використовуються при підготовці поверхонь під формування, необхідно готувати в спеціальних формопідготовчих відділеннях, обладнаних механічною протяжно - витяжною вентиляцією і засобами пожежної техніки. Добові запаси матеріалів повинні зберігатися в кладовій біля формувальних цехів [15].

Працівники і службовці формувальних цехів і підготовчих відділень повинні бути забезпечені спеціальним одягом і засобами індивідуального захисту. Спеціальний одяг (комбінезон і головний убір) необхідно зберігати на виробництві і прати не рідше одного разу в 10 днів. Спеціальний одяг, облитий розчинниками, необхідно швидко замінити чистим. Для захисту шкіри рук використовують рукавиці з полівінілового спирту і мазі: паста ИЭР-1, захисний крем "силіконовий ПМС-30". Мазі наносять на шкіру рук двічі протягом робочої зміни: перед роботою і після обідньої перерви. Для видалення з шкіри полімерних матеріалів рекомендується використовувати рідкий засіб СОЖ нерозведеним або у вигляді 25 %-го водного розчину [15].

Для захисту очей видаються очки з склом, яке не б'ється, в металевій оправі. Для захисту органів дихання від пилу, газів і парів рідин повинні використовуватися респіратори.

До робіт з матеріалами, які містять речовини 1-го і 2-го класів небезпеки, не допускаються особи молодші 18 років і вагітні жінки.

Перед запуском змішувачів і машин для розтирання фарб у роботу оператор повинен переконатися у тому, що огороження знаходиться на місці і надійно закріплені і усе обладнання заземлено.

Устаткування, комунікації і ємності повинні бути заземлені від статичної електрики згідно з ГОСТ 12.1.018. Захист від статичної індукції забезпечується

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приєднанням всього обладнання і приладів, які знаходяться у приміщеннях і установках до захисного занулення електрообладнання.

Для захисту персоналу від ураження електричним струмом при пошкоджені ізоляції передбачається занулення електроустановок. В якості магістралей використовують металеві конструкції будівельного і виробничого призначення, кабелі, лотки і спеціальний привід.

Забороняється дотикатися до обертаючих частин змішувача і до машин, які розтирають фарб. Очищати змішувачі, промивати бункера, шліфувати валки і заточувати ножі потрібно тільки при повній зупинці двигунів. На пускачу повинен бути вивішений плакат “Не вмикати! Працюють люди”.

Крім того, термокамери постійно очищують від накопиченого ворсу. Періодичність очищення визначається в залежності від конструкції камери за результатами огляду. Для проведення огляду і очищення камери застосовуються герметичні двері. Очищають камеру тільки при зупинці установки із застосуванням спеціальних скребоків і дотриманням правил безпеки. При очищенні використовують переносні електролампи потужністю 12 В з металевію огорожуючою сіткою [21].

При роботі дискових ножів необхідно бути обережним; не наближати руки до ріжучих кромки, не працювати у рукавицях, постійно слідкувати, щоб захисні кожухи були закриті.

Для того, щоб працівники не отримали опіків під час роботи забороняється виміряти на дотик рукою температуру валків, брати гарячу полівінілхлоридну масу без жаростійких рукавиць, не працювати на каландрі без пластмасових касок.

Експлуатація електроустановок і електроприводів повинна виконуватись згідно з вимогами ГОСТ 12.1.019.

Відходи виробництва повинні складуватись, утилізуватись, знешкоджуватись згідно із СП 2180.

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Викиди в атмосферу, охорона навколишнього середовища повинні відповідати вимогам ГОСТ 17.2.3.02, санітарних правил і норм, СНіП 4630 і СНіП 4946.

Оцінка радіологічної активності сировини і лінолеуму, а також радіологічний контроль повинні проводитись за РСН 356.

Сумарна питома активність природних радіонуклідів не повинна перевищувати 370 Бк /кг/ 1 клас.

Охорона ґрунту від забруднення побутовими та промисловими відходами повинна здійснюватись згідно з СНіП 42-128-4690.

ВИСНОВКИ

Проаналізовано сучасні технології виробництва лінолеумоподібних матеріалів, зокрема особливості добору сировини. Встановлено низку

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технологічних недоліків, які негативно впливають на якість продукції при використанні базових виробничих процесів.

Оптимізовано склад багатокomпонентної композиції, призначеної для виготовлення лінолеумного покриття. Встановлено, що композиції на основі ПВХ-смола демонструють високий рівень адгезії до підосновного матеріалу, що забезпечує структурну цілісність покриття.

Дослідження експлуатаційних властивостей розроблених матеріалів показали збільшення зносостійкості. Виявлено статистично значущий кореляційний зв'язок між фізико-механічними та триботехнічними показниками, що свідчить про ефективність обраної рецептури та технології виробництва.

Проаналізовано комплекс заходів з охорони праці та техніки безпеки, які стосуються використання сировини, допоміжних матеріалів та експлуатації відповідного технологічного обладнання у виробничих умовах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Металознавство та термічна обробка металів: Підручник для вузів. / Кузін О.А, Яцюк Р.А. - Львів: Афіша, 2002. - 288 с.

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ДСТУ Б В.2.7-20:95. Матеріали полімерні для покриття підлог. Лінолеум на теплозвукоізолюючій підоснові. Технічні умови.
3. ДСТУ Б В.2.7-21:2013. Лінолеум багатошаровий і одношаровий з полівінілхлориду. Технічні умови.
4. ДСТУ Б В.2.7-159:2008. Матеріали полімерні для покриття підлог. Загальні технічні умови.
5. ДСТУ Б В.2.7-160:2008. Лінолеум полівінілхлоридний на тканинній підоснові. Технічні умови.
6. Коходий В. В. Полімерні покриття підлог: матеріали та технології : навч. посіб. / В. В. Коходий. – Київ : Ліра-К, 2019. – 256 с.
7. Пархоменко О. В. Полівінілхлоридні матеріали: структура, властивості, застосування / О. В. Пархоменко. — Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – 196 с.
8. Фідра М. Д., Юдічева О. П., Анопко Д. В. Сучасна класифікація лінолеуму // Актуальні питання оцінки та експертизи. Матеріали наук.-практ. конф. – Київ : НДІБК, 2019. – С. 58–63.
9. Полівінілхлоридний лінолеум – різновиди, структура, властивості [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ibud.ua/ua/article/polyvinilhloridnyy-linoleum>.
10. Види та класифікація лінолеуму [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://moyaosvita.com.ua/tehnologii/vidi-ta-klasifikaciya-linoleumu/>.
11. Натуральний лінолеум [Електронний ресурс] // Wikipedia. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Лінолеум>.
12. Технологія виготовлення лінолеуму. Конспект лекції [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/16815363/>.
13. Гапонова Л. В. Покриття підлог на основі акрилових полімерів: дис. канд. техн. наук / Л. В. Гапонова. – Харків : УкрДАЗТ, 2005.
14. Фідра М. Д., Юдічева О. П., Анопко Д. В. Сучасна класифікація лінолеуму / М. Д. Фідра, О. П. Юдічева, Д. В. Анопко // Актуальні питання

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

оцінки та експертизи : матеріали I Міжнар. наук.-практ. конф. – Полтава : ПУЕТ, 2019. – С. 87–91.

15. ДСТУ Б В.2.7-159:2008. Будівельні матеріали. Матеріали та вироби полімерні для покриття підлог. Класифікація.

16. ДСТУ Б В.2.7-160:2008. Лінолеум полівінілхлоридний на тканинній підоснові. Технічні умови.

17. ДСТУ Б В.2.7-21:2013. Матеріали і вироби полівінілхлоридні багат шарові та одношарові для покриття підлог. Технічні умови.

18. Сивак А. Технологія пристрою полімерних покриттів / А. Сивак. – Електрон. ресурс. – Режим доступу: [yak.koshachek.com > articles > technologija-pristroju-polimernih-pokrittiv.html](http://yak.koshachek.com/articles/technologija-pristroju-polimernih-pokrittiv.html).

19. Docsity. Полімери у будівництві / Г. Г. – Електрон. ресурс. – Режим доступу: docsity.com/ru/docs/polimeri-u-budivnictvi/5366657/.

20. Studopedia. Полімерні будівельні матеріали / Матеріали блоку «Матеріалознавство» – Електрон. ресурс. – Режим доступу: studopedia.com.ua/1_291816_polimernih-budivelnih-materialiv.html.

21. МояОsvita.com.ua. Полімерні матеріали та вироби для підлог – Електрон. ресурс. – Режим доступу: mojaosvita.com.ua/fizuka/polimerni-materiali-ta-virobi-dlya-pidlog/.

					БР 1525.00.00.000 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		