



Національний університет

водного господарства

та природокористування

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства
та природокористування

Л.Й.Дворкін, В.В. Житковський

ТЕХНОЛОГІЯ ОПОРЯДЖУВАЛЬНИХ, ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ ТА ГІДРОІЗО- ЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Навчальний посібник

Європейська кредитно-трансферна система

Для студентів напряму підготовки
6.060101 „Будівництво“

Рівне – 2010



Національний університет

УДК 691 (075.3)

ББК 38.3я73

Д24

*Затверджено вченою радою Національного університету водного господарства та природокористування.
(Протокол №8 від 27 червня 2008 р.)*

Рецензенти:

Гоц В.І., канд. техн. наук, професор Київського національного університету будівництва і архітектури, м. Київ;

Мироненко А.В., канд. техн. наук, доцент Національного університету водного господарства та природокористування, м. Рівне

Дворкін Л.Й., Житковський В.В.

Д 24—Технологія опоряджувальних, теплоізоляційних та гідроізоляційних матеріалів: Навч. посібник. Рівне: НУВГП, 2010. – 223 с.

Навчальний посібник „Технологія опоряджувальних, теплоізоляційних та гідроізоляційних матеріалів“ містить робочу програму, програмний матеріал змістових модулів, типові завдання для модульних контрольних робіт, список рекомендованої літератури.

Посібник призначений для самостійного вивчення дисципліни в умовах європейської кредитно-трансферної системи організації навчального процесу студентами вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямом „Будівництво“.

УДК 691 (075.3)

ББК 38.3я73

© Дворкін Л.Й., Житковський В.В., 2010

© Національний університет водного господарства та природокористування, 2010



ПЕРЕДМОВА	5
1. РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	7
2. КОРОТКИЙ ЗМІСТ ОСНОВНИХ МОДУЛІВ ТА МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ЇХ ВИВЧЕННЯ.....	17
Модуль 1. ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ТЕХНОЛОГІЇ ОПОРЯДЖУВАЛЬНИХ, ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ ТА ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ. ТЕХНОЛОГІЯ ОПОРЯДЖУВАЛЬНИХ ТА ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ	
Змістовий модуль 1.1. ТЕХНОЛОГІЧНА КЛАСИФІКАЦІЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ СПЕ- ЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	
Тема 1: Загальні принципи технології опоряджувальних, тепло- та гідроізоляційних матеріалів.....	17
Тема 2: Опоряджувальні матеріали. Загальні відомості, класифікація.....	25
Змістовий модуль 1.2. ТЕХНОЛОГІЯ ОПОРЯДЖУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ	
Тема 1: Технологія опоряджувальних матеріалів та виробів на основі мінеральних в'язучих.....	29
Тема 2: Лакофарбові та обклеювальні матеріали	44
Тема 3: Опоряджувальні матеріали і вироби на основі деревини	55
Змістовий модуль 1.3. ТЕХНОЛОГІЯ ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ.	
Тема 1: Технологія гідроізоляційних матеріалів. Загальні відомості, класифікація	68
Тема 2: Теоретичні положення якості та технології гідроізоляційних матеріалів	70
Тема 3: Характеристика сировини для виробництва гідроізоляційних матеріалів. Рідкі та пластично-в'язучі гідроізоляційні матеріали.	75
Тема 4: Тверді та пружнов'язкі гідроізоляційні матеріали	84
Модуль 2. ТЕХНОЛОГІЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ	
Змістовий модуль 2.1. ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ ВОЛОКНИСТОЇ СТРУКТУРИ.	
Тема 1: Технологія теплоізоляційних матеріалів. Загальні відомості. Класифікація... .	95
Тема 2: Отримання штучного мінерального волокна та виробництво мінеральної вати.	101
Тема 3: Мінераловатні теплоізоляційні вироби.....	117
Тема 4: Теплоізоляційні матеріали і вироби на основі деревини.	126
Змістовий модуль 2.2. ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ, ОТРИМАНІ ШЛЯХОМ СПУЧЕННЯ І ПОРИЗАЦІЇ	
Тема 1: Теплоізоляційні матеріали на основі гірських порід, що спучуються.....	135
Тема 2: Виготовлення виробів на основі спученого перліту та вермикуліту	141
Тема 3: Ніздрюваті теплоізоляційні бетони.	145
Тема 4: Виготовлення теплоізоляційних виробів з ніздрюватих бетонів	152



3. ПЛАНИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ.....	162
Лабораторна робота №1. Тема: Виготовлення зразків декоративної штукатурки	162
Лабораторна робота №2. Тема: Виготовлення зразків штучного мармуру	166
Лабораторна робота №3. Тема: Визначення якості пігментів і фарб	168
Лабораторна робота №4. Тема: Визначення властивостей рулонних гідроізоляційних матеріалів.....	173
Лабораторна робота №5. Тема: Визначення марки (типу) мінеральної вати	175
Лабораторна робота №6. Тема: Дослідження впливу кількості в'язучих речовин на основні властивості мінераловатних виробів	179
Лабораторна робота №7. Тема: Визначення властивостей ніздрюватих бетонів	185
Лабораторна робота №8. Тема: Визначення якості сировини для виготовлення теплоізоляційного арболіту. Визначення якості арболіту	193
4. ПЛАНИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ.....	200
5. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ	205
6. ТИПОВІ ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ ДО МОДУЛЬНИХ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ	209
7. ТЕРМІНОЛОПІЧНИЙ СЛОВНИК.....	217
8. МЕТОДИ ТА ФОРМИ КОНТРОЛЮ.....	220
9. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	220
9.1. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ	220
9.2. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	221



ПЕРЕДМОВА

При зведенні будівель поряд з основними конструкційними матеріалами (бетоном і залізобетоном, керамічними і силікатними матеріалами) важливим є використання матеріалів і виробів зі спеціальними властивостями. Опоряджувальні, гідроізоляційні і теплоізоляційні матеріали працюють в комплексі з основними і створюють багат шарові конструкції, котрі характеризуються певною архітектурною виразністю, зниженими теплопровідністю та водонепроникністю. Останнім часом використання опоряджувальних, теплоізоляційних та гідроізоляційних матеріалів суттєво підвищилось, що пов'язано з підвищенням вимог споживачів та будівельних нормативів. Поряд з цим з'явилась значна кількість нових високотехнологічних матеріалів, здатних забезпечити нові вимоги. Саме тому для інженерів-будівельників професійного спрямування „Технологія будівельних конструкцій, виробів і матеріалів“ вивчити вимоги, властивості і технологію виготовлення спеціальних будівельних матеріалів. Дисципліна „Технологія опоряджувальних, теплоізоляційних та гідроізоляційних матеріалів“ в навчальному плані підготовки бакалаврів-технологів є базовою, забезпечує такі дисципліни як „Проектування підприємств будівельної індустрії“, „Контроль і управління якістю продукції“, „Економіка та планування роботи підприємств будівельної індустрії“, а також має самостійне значення для підготовки спеціалістів виробництва будівельних конструкцій, виробів та матеріалів.

Навчально-методичний комплекс з дисципліни „Технологія опоряджувальних, теплоізоляційних та гідроізоляційних матеріалів“ призначений для самостійної роботи студента в умовах дії Європейської кредитно-трансферної системи організації навчального процесу.

У посібник входить робоча програма дисципліни, опорний конспект основного лекційного матеріалу, поділений на змістові модулі і теми, методичні рекомендації до самостійної роботи, типові завдання для модульних контрольних робіт. Це дає можливість студентам при вивченні курсу технології опоряджувальних, теплоізоляційних і гідроізоляційних матеріалів отримати загальні відомості про предмет, також набути навички визначення властивостей будівельних матеріалів, вивчити вплив на них основних технологічних



Національний університет

факторів, навчитись розробці технологічних схем та проведенню технологічних розрахунків.

В посібнику наведені необхідні методичні вказівки до виконання лабораторних робіт, завдання до їх виконання, форми журналів.

Автори вдячні рецензентам проф. Гоцу В.І. та доц. Мироненку А.В. за цінні поради та рекомендації, висловлені при написанні посібника.



Національний університет
водного господарства
та природокористування



1. РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Робоча програма розроблена відповідно до „Освітньо-професійної програми“ підготовки бакалавра, спеціаліста і магістра напрямку „Будівництво“ фахового спрямування „Технологія будівельних конструкцій, виробів і матеріалів“, чинної від 2002 р. Робоча програма затверджена на засіданні кафедри ТБВіМ, протокол № 6 від 3 грудня 2008 р. та методичною радою факультету будівництва і архітектури, протокол № 3 від 9 грудня 2009 р.

1.1. Опис предмета навчальної дисципліни „Технологія опоряджувальних, теплоізоляційних та гідроізоляційних матеріалів“

Таблиця 1.1

Курс: підготовка бакалаврів	Напрямок, спеціальність	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна форма	Заочна форма
Кількість кредитів, відповідних ECTS – 4	Напрямок: 6.060101 Будівництво	Дисципліна – вибір ВНЗ	
Модулів – 2 Змістових модулів – 5 Загальна кількість годин – 144	За професійним спрямуванням: “Технологія будівельних конструкцій, виробів і матеріалів”	Рік підготовки	
		4-й	5-й
		Семестр	
		8-й	10-й
Тижневих: - аудиторних – 3,5 - СРС – 3,5	Освітньо – кваліфікаційний рівень: бакалавр	Лекції	
		32	8
		Практичні	
		16	4
		Лабораторні	
		16	4
		Самостійна робота	
		68	128
		Індивідуальна РГР	
		12	–
		Вид контролю: Екзамен	



1.2. Мета навчальної дисципліни

Промисловість будівельних матеріалів і матеріалів є матеріальною базою будівництва. Вона повинна забезпечити будівництво ефективними матеріалами відповідно вимогам технічного прогресу.

1.2.1. Метою дисципліни є ознайомлення з теоретичними та практичними основами технології виробництва опоряджувальних матеріалів на основі мінеральних в'язучих (гіпсові декоративні, гіпсоволокнисті, азбестоцементні плити та ін.), деревинні (ДВП, ДСП), сухі будівельні суміші та ін., теплоізоляційних матеріалів (спучених перлітів і вермикулітів та виробів на їх основі, мінеральної вати та виробів на їх основі, ніздрюватих теплоізоляційних бетонів та ін.) та гідроізоляційних матеріалів (рідких, пластично-в'язких, твердих та пружнов'язких); ознайомлення з компонуванням технологічних ліній виробництва опоряджувальних, теплоізоляційних та гідроізоляційних матеріалів і виробів.

1.2.2. Завданням курсу є:

- розробка технологічних схем та параметрів виготовлення основних опоряджувальних, теплоізоляційних та гідроізоляційних матеріалів;
- ознайомлення з технологічними прийомами, підрозділами та обладнанням технологічних ліній виробництва опоряджувальних, теплоізоляційних та гідроізоляційних матеріалів;
- оволодіння класифікацією, властивостями, галузями застосування, методами спрямованого керування процесами структуроутворення опоряджувальних, теплоізоляційних та гідроізоляційних матеріалів;
- надбання навичок експериментально-розрахункового проектування складу сировинних сумішей та визначення якостей матеріалів та виробів.

1.2.3. В результаті вивчення дисципліни студенти повинні *знати* сукупність інженерних свідчень з теорії та практики технології виробництва опоряджувальних, теплоізоляційних та гідроізоляційних матеріалів та виробів; прогресивні технології та ефективні матеріали;

1.2.4. Студенти повинні *вміти*:

- проектувати склади сировинних шихт, сумішей;



- застосовувати сучасні методи для визначення та дослідження властивостей вихідних сировинних матеріалів та готових матеріалів і виробів;
- ставити технологічні задачі і експериментально-теоретичні дослідження для підвищення надійності та вдосконалення технологічних процесів;
- складати матеріальні та теплові баланси обладнання та технологічних ліній;
- обирати відповідне механічне обладнання та визначати технологічні параметри його роботи.

1.3. Програма навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1. ТЕХНОЛОГІЯ ОПОРЯДЖУВАЛЬНИХ ТА ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Змістовий модуль 1.1. Технологічна класифікація будівельних матеріалів спеціального призначення

Тема 1. Загальні принципи технології опоряджувальних, тепло- та гідроізоляційних матеріалів. Загальні відомості, класифікація. Технологічні підрозділи та операції. Основні принципи вибору сировини і використання її у виробництві опоряджувальних, тепло- та гідроізоляційних матеріалів.

Тема 2. Опоряджувальні матеріали. Загальні відомості, класифікація. Класифікація опоряджувальних матеріалів. Функціональні та будівельно-технічні властивості.

Змістовий модуль 1.2. Технологія опоряджувальних матеріалів

Тема 1. Технологія опоряджувальних матеріалів та виробів на основі мінеральних в'язучих. Сухі будівельні суміші, вироби з декоративних бетонів та розчинів, вироби на основі гіпсових в'язучих (гіпсокартонні, гіпсоволокнисті тощо). Азбестоцементні декоративні вироби. Сировина, технологічні схеми, основне обладнання, вимоги стандартів.

Тема 2. Лакофарбові та обклеювальні матеріали. Характеристика основних складових, особливості технології. Виготовлення та застосування лакофарбових матеріалів. Технологія виготовлення і властивості основних обклеювальних матеріалів (шпалер, лінкрусту та ін.).



Тема 3. Опоряджувальні матеріали і вироби на основі деревини. Вироби на основі деревини: ДВП, ДСП, ЦСП, фанера та ін. Сировина, її характеристика, технологія переробки. Основні технологічні схеми виробництва. Обладнання і його характеристики. Технологічні параметри виробництва. Вплив технологічних факторів на властивості матеріалів та виробів з деревини.

Змістовий модуль 1.3. Технологія гідроізоляційних матеріалів

Тема 1. Гідроізоляційні матеріали. Загальні відомості, класифікація. Загальні відомості про гідроізоляційні матеріали. Класифікація структур і властивості.

Тема 2. Теоретичні положення якості та технології гідроізоляційних матеріалів. Основні умови надійної гідроізоляції. Регулювання властивостей та оптимізація структури на стадії проектування складу. Особливості основних технологічних операцій та процесів. Характеристики основних сировинних матеріалів.

Тема 3. Рідкі та пластично-в'язучі гідроізоляційні матеріали. Загальні відомості. Технологічні схеми, складові матеріали та їх технологічні характеристики, обладнання, основні технологічні операції.

Тема 4. Тверді та пружнов'язкі гідроізоляційні матеріали. Загальні відомості. Складові матеріали та їх характеристики, технологічні схеми виробництва (руберойду, склоізоли, ізоли, бризоли, асфальтових плит та ін.). Технологічне обладнання, його характеристики.

МОДУЛЬ 2. ТЕХНОЛОГІЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Змістовий модуль 2.1. Теплоізоляційні матеріали волокнистої структури

Тема 1. Технологія теплоізоляційних матеріалів. Загальні відомості. Класифікація. Загальні відомості. Класифікація. Сировина. Основні напрямки розвитку виробництва і завдання розвитку промисловості теплоізоляційних матеріалів.

Тема 2. Отримання штучного мінерального волокна та виробництво мінеральної вати. Штучне мінеральне волокно. Мінеральна та скловата. Сировинні матеріали та шихта для отримання розплавів. Основні способи виготовлення мінеральних розплавів, їх показники; характеристики та параметри обладнання. Основні способи виробництва мінеральної вати.



Тема 3. Мінераловатні теплоізоляційні вироби. Види теплоізоляційних виробів на основі мінеральної вати. Вимоги стандартів. Характеристика та класифікація в'язжучих. Основні способи введення їх у мінеральну вату. Вплив виду і кількості в'язжучих на властивості мінераловатних виробів. Основні технологічні схеми та лінії виробництва мінераловатних виробів. Обладнання і його характеристики, фізико-механічні властивості виробів (м'яких, напівжорстких, жорстких, твердих, ППЖ, рулонних та шнурових).

Тема 4. Теплоізоляційні матеріали і вироби на основі деревини. Технологія виробництва арболіту і фіброліту. Підготовка сировини, основні способи формування, їх переваги і недоліки. Особливості теплової обробки. Вплив технологічних факторів. Технологічні схеми і лінії, основне обладнання і його характеристики. Технічні вимоги до готових виробів.

Змістовий модуль 2.2. Теплоізоляційні матеріали, отримані шляхом спучення і поризації

Тема 1. Теплоізоляційні матеріали на основі гірських порід, що спучуються. Хіміко-мінералогічна характеристика сировини. Технологія спученого перліту, загальні відомості, теплові агрегати та їх технологічні характеристики. Технологія спученого вермікуліту. Теплові агрегати та їх характеристики.

Тема 2. Виготовлення виробів на основі спученого перліту та вермікуліту. Вироби на основі спученого перліту, класифікація, властивості. Технологія виготовлення виробів на основі спученого перліту. Основні технологічні схеми, параметри та технологічні характеристики обладнання. Технологія виготовлення виробів на основі вермікуліту, основні технологічні схеми, характеристики обладнання.

Тема 3. Ніздрюваті теплоізоляційні бетони. Загальні відомості, класифікація, сировина. Способи отримання ніздрюватої будови. Підготовка компонентів, приготування сумішей для ніздрюватих бетонів.

Тема 4. Виготовлення теплоізоляційних виробів з ніздрюватих бетонів. Технологічні схеми і лінії виготовлення виробів з ніздрюватих бетонів. Формування і теплова обробка виробів. Фізико-механічні та експлуатаційні властивості виробів. Перспективи розвитку.



1.4. Структура залікового кредиту дисципліни

Таблиця 1.2

	Кількість годин							
	Денна форма				Заочна форма			
	Лекції	Лабораторні заняття	Практичні заняття	СРС	Лекції	Лабораторні заняття	Практичні заняття	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Модуль 1. Технологія опоряджувальних та гідроізоляційних матеріалів								
Змістовий модуль 1.1 Технологічна класифікація будівельних матеріалів спеціального призначення								
Тема 1: Загальні принципи технології опоряджувальних, тепло- та гідроізоляційних матеріалів	1	-	-	3	-	-	-	7
Тема 2: Опоряджувальні матеріали. Загальні відомості, класифікація.	2	-	-	2	1	-	-	8
Змістовий модуль 1.2. Технологія опоряджувальних матеріалів								
Тема 1: Технологія опоряджувальних матеріалів та виробів на основі мінеральних в'язучих.	3	4	2	8	1	-	-	7
Тема 2: Лакофарбові та обклеювальні матеріали.	2	2	2	6	1	2	1	6
Тема 3: Опоряджувальні матеріали і вироби на основі деревини.	2	-	2	5	-	-	1	7



1	2	3	4	5	6	7	8	9
Змістовий модуль 1.3. Технологія гідроізоляційних матеріалів								
Тема 1: Гідроізоляційні матеріали. Загальні відомості, класифікація	2	-	-	4	-	-	-	8
Тема 2: Теоретичні положення якості та технології гідроізоляційних матеріалів	2	-	-	6	1	-	-	8
Тема 3: Рідкі та пластично-в'язучі гідроізоляційні матеріали.	2	-	1	3	-	-	-	9
Тема 4: Тверді та пружнов'язкі гідроізоляційні матеріали	2	2	1	3	-	-	-	8
Разом	18	8	8	40	4	2	2	68
Модуль 2. Технологія теплоізоляційних матеріалів								
Змістовий модуль 2.1. Теплоізоляційні матеріали волокнистої структури								
Тема 1: Технологія теплоізоляційних матеріалів. Загальні відомості. Класифікація.	2	-	-	4	-	-	-	8
Тема 2: Отримання штучного мінерального волокна та виробництво мінеральної вати	2	2	2	5	0,5	2	1	5
Тема 3: Мінераловатні теплоізоляційні вироби.	2	2	2	5	0,5	-	-	8



1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тема 4: Теплоізоляційні матеріали і виробництво на основі деревини.	2	2	2	6	1	-	-	8
Змістовий модуль 2.2. Теплоізоляційні матеріали, отримані шляхом спучення і поризації								
Тема 1: Теплоізоляційні матеріали на основі гірських порід, що спучуються	2	-	-	5	1	-	-	8
Тема 2: Виготовлення виробів на основі спученого перліту та вермикуліту	2	-	2	5	-	-	-	8
Тема 3: Ніздрюваті теплоізоляційні бетони	2	-	-	5	1	-	1	7
Тема 4: Виготовлення теплоізоляційних виробів з ніздрюватих бетонів.	2	2	-	5	-	-	-	8
Разом	16	8	8	40	4	2	2	60
Всього на дисципліну	32	16	16	80	8	4	4	128

1.5. Теми лабораторних робіт

1. Лабораторна робота №1. Приготування зразків декоративної штукатурки. – 2 год. (модуль 1).
2. Лабораторна робота №2. Виготовлення зразків штучного мармуру. – 2 год. (модуль 1).
3. Лабораторна робота №3. Визначення якості пігментів і фарб. – 2 год.(заочна форма -2 год.) (модуль 1).



4. Лабораторна робота №4. Визначення властивостей рулонних гідроізоляційних матеріалів. – 2 год. (модуль 1).

5. Лабораторна робота №5. Визначення марки (типу) мінеральної вати. – 2 год. (заочна форма -2 год.) (модуль 2).

6. Лабораторна робота № 6. Дослідження впливу кількості в'язучих речовин на основні властивості мінераловатних виробів. – 2 год. (модуль 2).

7. Лабораторна робота №7. Визначення властивостей ніздрюватих бетонів. – 4 год. (модуль 2).

Разом: 16 год.

1.6. Практичні заняття

Практичне заняття №1. Розробка технологічних схем виробництва декоративних азбестоцементних виробів. Основні розрахунки сировинних шихт. – 2 год. (модуль 1).

Практичне заняття № 2. Вивчення номенклатури, складових, видів, технології основних лакофарбових матеріалів. – 2 год. (заочна форма -1 год.) (модуль 1).

Практичне заняття № 3. Розробка технологічних схем виробництва опоряджувальних матеріалів на основі деревини; розрахунки технологічних процесів. – 2 год. (заочна форма -1 год.) (модуль 1).

Практичне заняття №4. Розробка технологічних схем виробництва основних гідроізоляційних матеріалів. – 2 год. (модуль 2).

Практичне заняття №5. Проектування складу сировинної шихти для отримання мінеральної вати. – 2 год. (заочна форма -1 год.) (модуль 2).

Практичне заняття №6. Розробка технологічних схем виробництва основних мінераловатних виробів. – 2 год. (модуль 2).

Практичне заняття №7. Розробка технологічних схем виробництва виробів на основі перліту та вермікуліту; характеристика основних технологічних параметрів процесів виробництва. – 2 год. (модуль 2).

Практичне заняття №8. Розрахунок складу теплоізоляційних ніздрюватих бетонів. Розробка технологічних схем виробництва ніздрюватих бетонів. – 2 год. (заочна форма -1 год.) (модуль 2).

Разом – 16 год.



1.7. Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

32 год. – підготовка до аудиторних занять;

24 год. – підготовка до контрольних заходів;

12 год. – підготовка індивідуальної розрахунково-графічної роботи;

12 год. – підготовка питань, які не розглядаються під час аудиторних занять.

Розподіл годин самостійної роботи для студентів заочної форми навчання:

6 год. – підготовка до аудиторних занять;

24 год. – підготовка до контрольних заходів;

96 год. – підготовка питань, які не розглядаються під час аудиторних занять.





2. КОРОТКИЙ ЗМІСТ ОСНОВНИХ МОДУЛІВ ТА МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ЇХ ВИВЧЕННЯ

МОДУЛЬ 1. ТЕХНОЛОГІЯ ОПОРЯДЖУВАЛЬНИХ ТА ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1.1

Технологічна класифікація будівельних матеріалів спеціального призначення

Тема 1: Загальні принципи технології опоряджувальних, тепло- та гідроізоляційних матеріалів.

Загальні відомості і основи класифікації. При величезній різноманітності стінових та оздоблювальних матеріалів їм притаманні загальні особливості утворення із дисперсних систем. Ці особливості пов'язані з умовами руху мікрочастинок речовини, з якої вони складаються. Тому в курсі „Технологія опоряджувальних, теплоізоляційних та гідроізоляційних матеріалів“ усі матеріали і вироби груп, що розглядаються, найбільш доцільно класифікувати за основним технологічним принципом, з урахуванням в якості визначального фактора умов формування структурних взаємозв'язків і контактів у матеріалах, котрі умовно об'єднуються під загальною назвою штучний будівельний конгломерат.

Більшість матеріалів, що розглядаються, - це тверді тіла. Розрізняють кристалічні та аморфні тверді тіла.

Кристалічне тверде тіло є стійкою (стабільною) системою, в якій частинки (атоми або молекули) розташовані в чіткому порядку і пов'язані між собою найбільш міцними для частинок даної речовини зв'язками. Воно характеризується просторовою періодичністю в розташуванні атомів, упорядкованою структурою і фіксованими розмірами.

В аморфних твердих тілах атоми коливаються навколо хаотично розташованих центрів. З термодинамічної точки зору аморфні тверді тіла знаходяться в метастабільному або нестабільному стані і протягом певного часу повинні перейти в кристалічний стан.



Матеріали мінерального походження (бетон, кераміка та скло) - нестабільні або метастабільні конденсовані системи, речовина яких знаходиться в аморфному або субмікрокристалічному стані. Такі речовини мають тенденцію самостійно переходити до стабільного стану з упорядкованою структурою і фіксованими розмірами, тобто до стану твердого кристалічного тіла. Процес переходу в цей стан супроводжується виділенням тепла, зменшенням об'єму, збільшенням густини та іншими явищами, які супроводжують упорядкування кристалічної структури речовини і приводять до росту міцності фізичного тіла (штучного каменю).

Швидкість процесу упорядкування структури визначається характером матеріалу, його речовинним складом і умовами експлуатації:

- у штучному камені на основі мінеральних в'язучих процес проходить найбільш інтенсивно;
- у скловидних матеріалах він менш виражений, оскільки розтягнутий в часі;
- у системах, багатих на лужноземельні та лужні оксиди, цей процес прискорюється, а амфотерні оксиди уповільнюють його;
- як при підвищених, так і низьких температурах, у вологих умовах та у воді він прискорюється, а в стандартних умовах (температура $20 \pm 5^\circ\text{C}$, нормальний атмосферний тиск) протікає повільно.

Причиною процесу впорядкування структури речовини служить його кінетична (вільна) енергія: при переході речовини із нестабільного стану в стабільний (впорядкований) вона досягає мінімуму.

Теплоізоляційні матеріали відрізняються низькими значеннями теплопровідності, середньої густини, великою пористістю та іншими властивостями, що обмежують теплопередачу.

Опоряджувальні матеріали відтворюють багато властивостей теплоізоляційних матеріалів, так як за природою близькі до них. Однак їх функціональність зумовлює основну властивість – декоративність будівельних конструкцій, яка отримується спеціальними технологічними прийомами.

Гідроізоляційні матеріали призначені для захисту конструкцій від руйнувальної дії води.

На опоряджувальні і гідроізоляційні матеріали, які представлені фізичними тілами заданої форми, також поширюються усі загальні властивості теплоізоляційних матеріалів.



Класифікація трьох функціональних груп (за В.Д. Глуховським і Р.Ф. Руновою) охоплює їх різновиди штучного походження і складена з урахуванням основних уявлень про закономірності їх конденсації у багатостадійних процесах молекулярного і надмолекулярного рівнів, які визначають структуру речовини на різних етапах технології або експлуатації матеріалу.

Основою класифікації є системне розташування матеріалів даних груп (опоряджувальних, тепло- і гідроізоляційних) за чотирма ознаками, що підпорядковуються підсумковій ознаці – формуванню структурних зв'язків.

Початком класифікаційного поділу є природа зв'язуючого - органічна або мінеральна. Це, в свою чергу, визначає умови, за якими формуються структурні зв'язки в матеріалі, тобто другу класифікаційну ознаку: безвипалювальні і випалювальні для матеріалів на основі мінеральних в'язучих; термопластичні та термореактивні для матеріалів на основі органічних в'язучих. В цих принципово різних умовах у матеріалах формується мікроструктура. Це є третьою класифікаційною ознакою для матеріалів всіх груп. До процесів формування структури відносяться плавлення та спікання – для випалювальних мінеральних матеріалів; гідратаційне та контактне тверднення – для безвипалювальних матеріалів; полімеризація і поліконденсація – для органічних матеріалів, отримуваних в умовах термічного розм'якшення і хімічної взаємодії. Результатом цих процесів є фіксація певного стану речовини. Це є четвертою класифікаційною ознакою: наявність кристалічного, частково закристалізованого, скловидного, аморфізованого стану речовини для водних, а також безводних систем. Кожна класифікація, як відомо, має свою специфіку. Наведена класифікація дає змогу розподілити величезну кількість матеріалів різного призначення на групи за найбільш загальними і водночас найбільш суттєвими ознаками.

Принципи вибору і використання сировини. Найбільш традиційним видом сировини є природна сировина. Однак, легкодоступні запаси природної сировини, які найчастіше представлені речовинами стабільної кристалічної структури, масово видобуваються сучасними високотехнічними засобами і знаходяться перед загрозою вичерпання. Видобувати сировину стає все складніше. Можна з упевненістю говорити про те, що час дешевої природної сировини закінчився. Тому проблема сировини вирішується за рахунок збі-



льшення витрат енергії, розробки менш багатих родовищ, ускладнення технологічних вирішень при переробці сировини шляхом її збагачення і т.ін.

Частково вирішити проблему сировини дає змогу використання гірських порід нестабільної кристалічної структури, які мають значний резерв кінетичної енергії. З них можна виділити групу аморфізованого кремнезему: трепели, опоки, діатоміти, туфи, траси, скловидні породи - базальти, обсидіани, перліти, запаси яких відносно невеликі. Доцільність їх використання пояснюється можливістю переробки в суспільно корисний продукт з меншими матеріальними та енергетичними витратами.

Головними *критеріями* вибору сировини мають бути її розповсюдженість та енергетичний стан. Важливим критерієм вибору сировини є сталість її хімічного складу. При більш-менш значних коливаннях від необхідного складу сировини можна коригувати добавками, що й здійснюється на виробництві.

Вибір сировини визначається рівнем можливостей технології. У свою чергу, вибір оптимального варіанту переробки залежить від різновиду сировини. Врахування інших технологічних характеристик (зерновий склад, агрегатний стан, значення температурних перетворень) поряд з показниками хімічного складу сприяють отриманню стінових матеріалів з необхідними показниками якості.

Грамотний вибір сировини повинен сприяти скороченню виробничого циклу. Так, при виробництві мінеральної вати додання плавнів у шихту або використання замість гірських порід більш легкоплавких металургійних шлаків та зол прискорює отримання силікатного розплаву при більш низькій температурі. А технологія, що передбачає переробку вогненно-рідких шлаків, є найбільш енергозберігаючою.

При виробництві будівельних матеріалів, в тому числі стінових та опоряджувальних, необхідно намагатися використовувати сировину, яка допускає повторну переробку в разі отримання браку або відходів у вигляді обрізків, бою тощо.

Вибір сировини досить часто визначається екологічними проблемами як регіонального, так і загальнодержавного значення.

Таким чином, основними принципами вибору і використання сировини при виробництві матеріалів, які відносяться до групи стінових, опоряджувальних, тепло- та гідроізоляційних є наступні:



- максимальний запас внутрішньої енергії сировинних матеріалів, зумовлений її нестабільним (або метастабільним) станом;

- найбільша відповідність сировини виробництву необхідної продукції і прийнятої технології переробки;
- отримання продукту з необхідними показниками якості;
- сприяння максимальному скороченню тривалості виробничого циклу та створення безвідходних технологій, а також розробка енергозберігаючих технологій та збереження екологічної рівноваги.

Принципи вибору технологічних вирішень. При виробництві різних видів стінових та оздоблювальних матеріалів відбуваються складні фізико-хімічні процеси. Серед них слід відмітити ті, що забезпечують пріоритет експлуатаційних вимог до матеріалу за міцністю, а також процеси, які надають спеціальних властивостей. Наприклад, гідратація і тверднення цементів при виробництві бетонів, твердофазові реакції при отриманні кераміки, склоутворення і кристалізація при виробництві скла, ситалів ведуть до формування міцного матеріалу.

Прикладом процесів, які надають спеціальних властивостей матеріалам, може бути створення ніздрюватої маси при отриманні високопористої макроструктури і одержання в кінцевому результаті високоефективних теплоізоляційних матеріалів. Процеси, що надають форми виробам з потрібними властивостями, можуть технологічно виконуватися різними способами.

В загальній теорії синтезу штучного будівельного каменю роль технології в структуроутворенні матеріалів визначена як основна. Це потребує формулювання загальних принципів, притаманних всім способам одержання будівельних матеріалів і виробів, і об'єднання їх в теоретичну технологію.

Метою будь-якої технології є отримання матеріалів або виробів певних форм і розмірів із заданими стабільними властивостями, які задовольняють споживача, при обмежених економічних витратах.

Якість виробів з експлуатаційної точки зору визначається сталістю властивостей та їх показниками. Останні досягаються при забезпеченні збереження структурних зв'язків у сформованому матеріалі. Тому технологічний етап, за якого утворюються структурні зв'язки, є загальним для всіх матеріалів. Таким же загальним є й етап, коли досягається гомогенізація усіх сировинних компонентів, котрі бе-



руть участь в формуванні цих зв'язків, тобто отримується суміш для подальшого формування виробів.

Підвищення якості виробів, скорочення тривалості технологічного циклу і зменшення виробничих витрат можливі при використанні кондиційних сировинних компонентів, які в результаті спеціальної обробки підвищують свою реакційну здатність. Цей загальний для усіх технологій етап називається підготовчим. Спеціальні властивості матеріалів (теплопровідність, водонепроникність, декоративність та інше) можуть створюватися на стадіях приготування суміші, формуванні виробів, фіксації структури композиту, а також за рахунок спеціальних технологічних прийомів: шліфування, полірування, просочування спеціальними компонентами для підвищення водонепроникності тощо.

Технологічний процес отримання матеріалів починається зі стадії підготовки сировини і закінчується стадією фіксування структури чи надання виробу спеціальних властивостей. Хоча, при виробництві певних видів матеріалів і виробів деякі стадії можуть бути відсутні.

Технологічна стадія підготовки сировини звичайно починається на складах сировини і закінчується після надходження компонентів у витратні бункери основних технологічних агрегатів. Можливо, що ця стадія починається вже на підприємствах-постачальниках сировини. Так, наприклад, у кар'єрах можливе подрібнення щебеню до необхідних розмірів, фракціонування, вилучення пиловидних, глинистих часток. Як приклад підготовчих операцій при виробництві деревностружкових і деревноволокнистих плит, які починаються на заводі-постачальнику сировини, можна назвати розпиловку деревини на потрібні розміри, її окорювання. Доцільність виконання підготовчих операцій на підприємстві-постачальнику або на підприємстві-споживачу визначається відповідними економічними розрахунками і можливістю створення безвідходних технологій.

Підготовча стадія передбачає: підвищення однорідності сировини, вилучення шкідливих домішок, надання найбільш зручного виду сировині для подальшої переробки, приготування додаткових матеріалів, які модифікують властивості напівфабрикатів та продукції, підвищення реакційної здатності сировинних матеріалів.

Однорідність сировини підвищують з допомогою ряду технологічних способів, до яких відносяться подрібнення, помел, фракці-



онування. При цьому застосовують різноманітне обладнання, яке визначається видом сировини і вимогами до неї. Так, заповнювач для виробництва сухих будівельних сумішей подрібнюють до необхідних фракцій з допомогою дробарок різних типів, фракціонують вібраційними системами, грохотами.

Шкідливі домішки вилучають різними способами, в основу яких покладені механічні, фізико-хімічні і фізико-механічні процеси. Вибір того чи іншого способу визначається видом домішки, процесом, який протікає під час видалення шкідливої речовини, а також економічними міркуваннями. Так, для виділення кам'янистих включень при переробці глинистої сировини використовують технологічні прийоми, в основі яких лежать механічні процеси: просіювання на ситах, видалення включень з допомогою каменевидільних вальців. Для підвищення якості бетонних та залізобетонних виробів заповнювач миють з метою вилучення домішок глини та пилу.

Доповнюючі матеріали, які модифікують властивості напівфабрикатів і продукції, виготовляють на спеціальних технологічних лініях. Наприклад, у різних технологіях широко застосовують поверхнево-активні речовини, які пластифікують суміші і підвищують міцність композитів. Ці добавки є продукцією спеціальних виробництв.

Дуже важливим і відповідальним етапом у підготовчій стадії є підвищення реакційної здатності компонентів, що досягається переводом їх в найбільш термодинамічно нерівноважний стан. У такому стані речовини мають підвищену реакційну здатність, яка реалізується в наступних технологічних процесах. В основі прийомів, які підвищують реакційну здатність, лежать механо-хімічні процеси, що проявляються в зміні хімічного і фазового складу поверхні твердих тіл при механічній дії.

Задачі, які передбачені підготовчою стадією, можуть розв'язуватися одночасно. Так, при помелі сировини відбувається одночасне підвищення її однорідності і реакційної здатності, а також надається найбільш зручний вид для подальшої переробки. Результатом цього етапу є диспергація сировини механічним, хімічним або термічним шляхом, що надає йому потрібних властивостей.

Після закінчення підготовчого етапу настає стадія приготування суміші. На цій стадії розв'язуються такі головні задачі: забезпечення максимально точного співвідношення компонентів між собою;



отримання суміші, яка забезпечує наступне формування потрібної макроструктури матеріалу; створення умов для інтенсифікації процесів формування і фіксації структури.

Задане співвідношення компонентів досягається їх дозуванням. Часто точність дозування сучасних дозаторів дорівнює $\pm(1-2)\%$. Цієї точності недостатньо. Суміші можуть вмішувати домішки, кількість яких дуже незначна, наприклад: ПАР - у технології бетонів і розчинів; отверджувачі, стабілізатори - у технології пластмас. У цьому випадку для підвищення точності необхідну домішку розводять водою або іншим розчинником і дозують вже розчин, емульсію або суспензію, в результаті чого різко підвищується точність її дозування.

На стадії змішування компонентів частково формується маса, яка є основою для утворення макроструктури виробу в наступних технологічних етапах. У деяких випадках при змішуванні компонентів може формуватися макроструктура матеріалу, наприклад у технології ніздрюватих бетонів при виготовленні пінобетонної або піносілікатної маси.

На цій стадії відбувається не тільки механічний розподіл компонентів, але й починаються складні фізико-хімічні процеси, такі як розчинення компонентів і їх хімічна взаємодія, дифузія, адсорбція. Найчастіше використовується механічне обладнання - змішувачі різних типів, вальці та ін.

На стадії приготування суміші використовуються способи, які забезпечують інтенсифікацію процесів на наступних технологічних стадіях формування виробів, утворення і фіксації структури матеріалу. До них, зокрема, можна віднести підігрів компонентів (технологія бетону, пластмас), отримання жорстких сумішей в віброзмшувачах.

Кінцевим підсумком технологічної стадії змішування компонентів є отримання гомогенної маси, яка підготовлена до наступних завершувальних етапів.

Стадія формування передбачає отримання виробів потрібних форм і розмірів з необхідною макроструктурою.

З допомогою віброущільнення, пресування, каландрування, екструзії, витягування з розплаву тощо, отримують вироби потрібних форм і розмірів. У процесі цієї обробки відбувається кінцеве формування макроструктури і частково мікроструктури майбутнього



матеріалу. Так, використання екструзії, пресування, каландрування супроводжується взаємною орієнтацією часток відносно одна одної. Всі перелічені загальні технологічні стадії фактично підпорядковані основному - отриманню матеріалу за рахунок формування в ньому структурних зв'язків, відповідальних за його функціональні властивості.

Технологічна стадія формування і фіксації структурних зв'язків у матеріалі має враховувати тип в'язучого.

При використанні мінеральних в'язучих структурні зв'язки утворюються, в основному, за рахунок механізмів гідратаційного тверднення (для отримання безвипалюваних матеріалів) і спікання або плавлення (для отримання випалювальних матеріалів).

В цілому процес утворення структурних зв'язків через механізм гідратаційного тверднення має місце на іонно-молекулярному рівні, який включає реакції через розчин, топохімічні, аніонної конденсації, утворення твердих розчинів. Багатоетапність процесу тверднення дисперсного в'язучого при взаємодії його з водою є умовно прийнятним критерієм для характеристики окремих елементарних актів. Утворення необоротних структурних зв'язків за рахунок фазових контактів зрощування є результатом одночасно діючих хімічних і фізичних процесів.

Тема 2: Опоряджувальні матеріали. Загальні відомості, класифікація.

Опоряджувальні матеріали використовуються для створення комфортних умов проживання і забезпечення санітарно-гігієнічних норм.

До матеріалів цієї групи належать опоряджувальні розчини і бетони, природні і штучні кам'яні матеріали, лакофарбові матеріали, матеріали і вироби на основі деревини, паперу, скла, пластмас, металів.

Залежно від умов експлуатації вони поділяються на матеріали для внутрішнього опорядження (шпалери, деревноволокнисті плити тощо), матеріали для зовнішнього опорядження (опорядження підрібненими матеріалами, глазуруванням тощо), матеріали і вироби для покриття підлог (полівінілхлоридна плитка і спеціальні керамічні плитки).



За призначенням опоряджувальні матеріали можна умовно розділити на такі види:

- власне опоряджувальні, що застосовують в основному для створення декоративних і захисних покриттів (лаки, фарби, шпалери, полімерні плитки, лінолеум);
- конструкційно-опоряджувальні, що можуть додатково виконувати функції огорожувальних конструкцій, (декоративний бетон, лицьова цегла, склоблоки, склопрофільт);
- спеціальні опоряджувальні, що виконують специфічні функції: захист людей і конструкцій будинків від дії агресивних середовищ, високих температур, шуму, рентгенівського випромінювання. До таких матеріалів належать кислотостійкі керамічні або з кам'яного лиття плитки, вогнетривкі матеріали, акустична штукатурка, штукатурка проти радіоактивного випромінювання і тощо.

Крім того, всі опоряджувальні матеріали можна розділити на *природні* (камінь, подрібнений матеріал) і *штучні* (кераміка, розчини, бетони). За природою і видом основної сировини вони бувають неорганічні (скло, кераміка, бетони) і органічні (пластмаси, вироби з деревини).

Характер властивостей або показників якості опоряджувальних матеріалів дозволяє виділити з них дві групи: функціональні і будівельно-експлуатаційні. Під функціональними мають на увазі властивості матеріалу, що відповідають його основному призначенню. Будівельно-експлуатаційні властивості забезпечують транспортування виробів, їх довговічність, монтаж.

Функціональні властивості опоряджувальних матеріалів забезпечують виконання естетичних (декоративних) вимог, а також захисних (паропроникність, водонепроникність), що сприяють створенню комфортних умов усередині приміщень. При цьому до естетичних вимог відносяться фактура, колір, кольоростійкість покриттів.

Фактура опоряджувальних шарів може бути гладкою, бугристою і рельєфною. Якщо поверхня характеризується висотою нерівностей до 0,5 мм, фактура вважається гладкою, якщо нерівності поверхні складають 0,5...2 мм, то така фактура називається дрібнозернистою шагрінню, якщо 2...3,5 мм - середньозернистою і 3,5...5 мм - грубозернистою шагрінню. При нерівностях висотою 5...12 мм фактура вважається горбистою. Рельєфну фактуру (поверхня, у якій поперечний переріз має профіль визначеної форми) задають спеціальни-



ми пристосуваннями. Така поверхня дозволяє приховувати деякі дефекти оздоблення.

У дуже запилених районах будівництва, а також у районах із переважанням косих дощів, які сильно зволожують стіни будинків, дозволяється застосовувати тільки гладку фактуру з висотою нерівності до 0,5 мм.

Текстура - переважна орієнтація агрегатів в одному або декількох напрямках. Наявність текстури додає декоративного виду зовнішнім поверхням виробів і обумовлює анізотропію властивостей.

Структура - особливість будови матеріалу. Вона визначається розміром зерен, їх формою, розподілом, напрямком і контактом між ними, пористістю. Структура матеріалу визначає основні показники його властивостей.

Колір матеріалів характеризується тоном (фоном), насиченістю (чистотою) P і світлістю p . Колірний фон визначається довжиною хвилі відбитого світлового променя, насиченість - ступенем відмінності кольорного тону від ахроматичного (сірого), рівного йому по світлості, і виражається у відсотках.

Світлість (яскравість) характеризується коефіцієнтом відбивання, що для абсолютно білого кольору приймається за 100, а для чорного - 0 %. У проектах звичайно вказуються необхідні значення кольорного фону, насиченості і світлості.

Паропроникність. Згідно з нормативними документами конструкції зовнішніх стін будинків повинні виключати накопичення вологи за рік експлуатації. При цьому слід враховувати, що швидкість випаровування вологи з конструкції залежить від паропроникності опоряджувальних шарів.

Водонепроникність опоряджувальних шарів визначає вологісний режим конструкцій, особливо при їх зволоженні косим дощем. Тому перевіряють товщину стін на глибину можливого проникання вологи.

До будівельно-експлуатаційних властивостей опоряджувальних матеріалів відносяться міцність, зчеплення оздоблювального шару з основою, тріщиностійкість, морозо- і атмосферостійкість.

Міцність при стиску матеріалів оздоблювальних шарів коливається в широких межах, але повинна бути не менше 0,5 МПа. Характеристики міцності оздоблювальних шарів повинні забезпечувати спроможність чинити опір впливу ударних навантажень і



стиранню, що виникають при перевезеннях, складуванні і монтажі панелей, а також протистояти навантаженням, викликаним спільною роботою шару з матеріалом основи в період експлуатації.

Зчеплення опоряджувального шару з основою також може бути різним. Причинами відшарування опоряджувального шару від основи можуть бути зрушення шару по основі внаслідок усадки, а також накопичення або замерзання вологи на межі шару і основи.

Тріщиностійкість. Тріщини опоряджувальних шарів розкриваються від дії статичних або динамічних навантажень при транспортуванні і в процесі експлуатації стінових конструкцій, наприклад, панелей, а крім того, від температурних і усадочних деформацій.

Можливість утворення в опоряджувальному шарі тріщин через температурні або усадочні деформації визначається суворістю умов, викликаних обмеженням деформацій шару основою. Тріщини будуть утворюватися, якщо різниця деформацій між оздоблювальним шаром і основою буде перевищувати граничну розтяжність оздоблювального шару у виробі.

Морозостійкість і атмосферостійкість матеріалу визначаються як комплекс величин, що складається з морозостійкості самого шару і морозостійкості контактного шару опорядження з конструкцією. Морозостійкість власне оздоблювальних матеріалів знаходиться в широких межах. Так, наприклад, силікатні, вапняні, фарбувальні суміші витримують усього декілька циклів змінного заморожування і відтавання, а такі матеріали, як керамічна плитка, - до 100 і більше циклів.

Атмосферостійкість опоряджувального шару, що характеризується спроможністю матеріалу чинити опір змінному зволоженню і висушуванню, істотно впливає на розвиток деструктивних процесів. Основним руйнуючим агентом у цьому випадку виступає вода, яка, проникаючи усередину матеріалу, розклинює частки. Маломіцні і високопористі вироби мають низьку атмосферостійкість.

Функціональні властивості спеціальних опоряджувальних матеріалів. Спеціальні опоряджувальні матеріали широко використовуються для охорони конструкцій будинків і технологічного устаткування від руйнівного хімічного впливу зовнішнього середовища. Основною функціональною властивістю таких матеріалів є корозійна (хімічна) стійкість, тобто спроможність протистояти зов-



ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1.2

Технологія опоряджувальних матеріалів

Тема 1: Технологія опоряджувальних матеріалів та виробів на основі мінеральних в'язучих

Опоряджувальні матеріали на основі мінеральних в'язучих являють собою різні види штукатурок (як у готовому вигляді, так і у вигляді сухих будівельних сумішей), декоративні бетони, облицювальні вироби з гіпсу, штучного мармуру, азбестовміщуючих композицій та ін.

У якості в'язучих речовин використовують будівельне вапно, гіпс, звичайний, білий та кольорові портландцементи, шлаколужні в'язучі.

Вапно в основному використовується для одержання декоративних розчинів, фарб.

На основі будівельного і високоміцного гіпсу одержують гіпсові декоративні плити, гіпсокартонні, гіпсоволокнисті листи, штучний мармур, ліпні архітектурні вироби, а також оздоблювальні акустичні плити.

Портландцемент звичайний (ДСТУ БВ.2.7-46-96), білий (ГОСТ 965) або кольоровий (ГОСТ 15825) є основою для виробництва декоративних розчинів, бетонів, штучного мармуру, азбестоцементу й інших опоряджувальних матеріалів.

Заповнювачі для опоряджувальних матеріалів одержують подрібненням різних порід декоративного каменю - мармуру, граніту, вапняку. У якості подрібнених декоративних матеріалів, що використовують як присипку, можуть застосовуватися природні заповнювачі для декоративних бетонів, а також спеціально пофарбовані.

Пігменти, що використовуються в кольорових розчинах і бетонах можуть бути природними і штучними (мінеральними і органічними). Вони повинні бути стійкими до впливу лугів, світла, атмосферних факторів, крім цього важлива покривність (криюча здатність) та інтенсивність фарбування.



Введення підвищеної кількості пігментів до складу сумішей часто приводить до зниження міцності. Пігменти, що розбілюють цемент (мелений мармур, крейда, титанові білила) вводять не більше 25% по масі. Кількість природних пігментів, що мають невисоку колірну насиченість (вохра, мумія, сієна, глауконіт) – вводять більше 10%, інтенсивних мінеральних (окис хрому, редоксайд, ультрамарин) – до 10%, пігментів на основі оксиду заліза – до 5%. Органічні фталоціанінові пігменти блакитного і зеленого кольорів вводяться в кількості 0,15...0,35% від маси цементно-піщаної суміші.

Опоряджувальні розчини і бетони. Розчини та бетони при опоряджуванні будівель використовують для штукатурного покриття стін та інших елементів будівель та споруд, улаштування підлог, кріплення облицзовальних матеріалів.

Декоративні бетони й розчини готують, застосовуючи білі та різнокольорові в'язучі та заповнювачі, а також пігментовані суміші. В'язучими для декоративних бетонів і розчинів можуть бути звичайні, білі та кольорові цементи, вапно, гіпс, магнезійні в'язучі і т. ін.

Щоб отримати різнокольорові заповнювачі, використовують щебінь і пісок, які отримують подрібненням мармуру, граніту, кварциту, туфу та інших декоративних гірських порід, природних і штучних пористих матеріалів з коефіцієнтом розм'якшення не менше, ніж 0,8. Наповнювачами бувають тонкомелені кварцові піски, маршаліт, кам'яне борошно тощо.

Для світлого облицзовального покриття у декоративні бетони й розчини як заповнювачі вводять вапняки й доломіти. Вони значно дешевші за щебінь і пісок з мармуру та інших декоративних порід, мають добре зчеплення з цементним каменем. Зерновий склад суміші декоративних дрібних і крупних заповнювачів залежить від бажаної фактури обробки (рис. 2.1). Максимальну крупність заповнювачів для декоративних бетонів і розчинів обирають залежно від товщини конструкцій або лицьового шару; вона може коливатися від 5 до 40 мм.

Міцність крупного заповнювача для декоративних бетонів не повинна бути менше ніж 40 МПа, водовбирання – не більше, ніж 4 % за масою, а морозостійкість його має забезпечувати морозостійкість бетону не нижче проектної.



Національний університет
водного господарства
та прикладного водознавства



Рис. 2.1. Декоративні бетони різної фактури:

1 – гладка; 2 – колота з крупним заповнювачем; 3 – колота з дрібним заповнювачем; 4 – зерниста; 5 – мозаїчні фактури, отримані способом розмиву шару в'язучого

Штукатурні розчини використовують для додавання рівної і гладкої фактури цегельним, бетонним, гіпсовим, дерев'яним і іншим видам поверхонь. Залежно від умов роботи і виду в'язучих штукатурки можуть бути зовнішніми і внутрішніми, простими (на одному в'язучому) і складними (на декількох). Розрізняють цементні, вапняні, гіпсові, цементно-вапняні, вапняно-гіпсові, глиновапняні штукатурні розчини.

Цементні

розчини застосовуються для оштукатурювання стін споруд, що піддаються регулярному зволоженню, а також приміщень, відносна вологість повітря в яких складає 60% і більше. Цементно-вапняні розчини застосовують при нанесенні штукатурок як на зовнішні так і на внутрішні поверхні стін.



Для оштукатурювання поверхонь всередині приміщень з відносною вологістю повітря до 60% застосовують розчини на основі повітряних в'язучих: вапняні, гіпсові. Можливо, також застосування таких розчинів для виготовлення зовнішніх штукатурок, якщо поверхні не піддаються систематичному зволоженню.

Залежно від складу розчинів, що застосовуються, штукатурки бувають звичайними, спеціальними та декоративними.

Звичайними штукатурками опоряджують внутрішні приміщення будинків і фасади. Звичайна штукатурка буває трьох видів: проста, поліпшена й високоякісна.

Проста штукатурка складається з одного шару набризку та одного шару ґрунту її застосовують при обштукатурюванні допоміжних і складських приміщень, тимчасових і деяких виробничих споруд.

Поліпшена штукатурка, крім шарів набризку й ґрунту, включає накривний шар. Її застосовують при обштукатурюванні житлових, виробничих та громадських будівель та споруд, а також підсобних приміщень 1-го класу.

Високоякісна штукатурка складається з одного шару набризку, кількох шарів ґрунту й накривного шару. Її застосовують в разі підвищених вимог до опорядження житлових та громадських будівель.

Звичайно товщина набризку складає близько 5 мм по цегельних і бетонних поверхнях і близько 9 мм – по дерев'яним. Основний штукатурний шар (ґрунт) служить для формування рівної поверхні, товщина цього шару – 5...7 мм. Товщина накривального шару звичайно не більше 2 мм. Іноді основний шар називають стартовим, а накривальний – фінішним.

Як заповнювач штукатурних розчинів підготовчого й основного шарів застосовується будівельний пісок із $M_{\text{кр}}=1...2,2$, вміст зерен розміром більше 2,5 мм не допускається. Для виготовлення штукатурних розчинів використовується дуже дрібний пісок. Вміст зерен розміром понад 1,25 мм у піску, застосовуваному в штукатурних розчинах для оздоблювального шару, не повинен перевищувати 0,5% по масі.

Для підвищення водостійкості цементних штукатурок у розчин вводять гідрофобні добавки (наприклад ГКЖ-10, ГКЖ-11, ГКЖ-94). Водостійкість вапняно-гіпсових розчинів підвищують введенням гідралічних добавок (трепел, діатоміт, опока, зола ТЕС і ін.). Для



уповільнення тужавлення гіпсових розчинів використовують добавки гашеного вапна, кісткового, міздрового або казеїнового клею, лимонної й інших полікарбонових кислот. Для підвищення пластичності штукатурних розчинів використовують мікропіноутворюючі добавки (СДО, СНВ, милонафт).

Рухливість штукатурних розчинних сумішей залежить від штукатурного шару, способу нанесення і виду використовуваного в'язучого (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Рухливість штукатурних розчинів

Основне призначення розчину	Рухливість за зануренням конуса, см
Розчин для ґрунту	7...8
Розчин для набризку: - при ручному нанесенні - при механізованому способі нанесення	8...12 9...14
Розчин для накривального шару: - без застосування гіпсу - с застосуванням гіпсу	7...8 9...12

Орієнтовні склади штукатурних розчинів для різних шарів вибирають за табличними даними і уточнюють дослідним шляхом.

Кольорові декоративні розчини розподіляють на вапняно-піщані, теразитові, каменевидні. Теразитові розчини відзначаються тим, що виготовляються з сухої кольорової суміші в'язучих, пігментів, заповнювачів та дрібних лусочок слюди. Каменевидними розчинами імітують у штукатурних покриттях різноманітні гірські породи. Вони складаються переважно з білого або кольорового цементу (інколи додається майже 5 % вапняного тіста), дрібняка різних гірських порід, пігментів.

Декоративні розчини застосовують для обробки поверхонь як всередині, так і зовні приміщень. Залежно від виду обробки декоративні штукатурні розчини поділяються на кольорові (цементно-піщані, вапняно-піщані), теразитові, каменевидні.

Вимоги до декоративних розчинів включають необхідну водо- і морозостійкість, стійкість до дії світла, адгезію (зчеплення з основною поверхнею).

Основними в'яжучими в декоративних розчинах є звичайний, білий і кольоровий портландцементи. Колір розчинам можуть додавати пігменти і заповнювачі з природних або подрібнених матеріалів. Для додавання блиску поверхні оздоблювального шару додають слою чи подрібнене скло. Декоративні розчини для оштукатурювання фасадів виготовляють з міцністю не менше М50 і морозостійкістю F35 і вище.

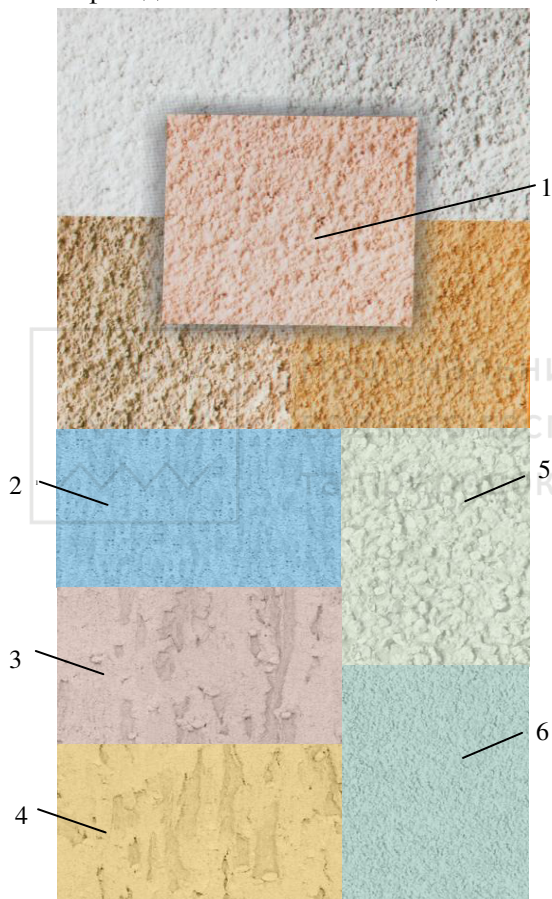


Рис. 2.2. Фактури декоративних розчинів:
 1 – «набризк»; 2-4 – теразитова "під короїд" с глибиною рельєфу 1, 2, 3 мм, відповідно;
 5-6 – теразитова "під шагрень" с висотою рельєфу 1, 3 мм, відповідно

Так як і звичайні штукатурні склади, декоративні штукатурки виконуються кількома шарами. Рухливість розчину залежить від шару в якому він застосовується і способу нанесення. Підготовчий шар декоративних штукатурних розчинів повинен мати рухливість при механізованому нанесенні 6...10 см, при ручному – 8...12 см. Рухливість оздоблювального (накривального) шару повинна знаходитися в межах 7...10 см при механізованому нанесенні і 9...12 см – при ручному.

Кольорові розчини застосовують для обробки фасадів будівель. При оштукатурюванні поверхонь, що піддаються систематичному зволожен-



ню (цоколів, пілястри, щільний бетон) використовують кольорові розчини з підвищеним вмістом цементу. Фактура кольорової штукатурки після її твердіння визначається способом нанесення накривального шару і його обробки. Найчастіше кольорові вапняно-піщані штукатурки нагадують природний камінь – піщаник або травертин.

Каменевидні штукатурки застосовують з метою імітації обробки природним каменем. Такі штукатурки застосовують для створення фактури фасадів і цоколів будівель і монументальних споруд. Відповідність певній гірській породі здійснюється шляхом використання різної кам'яної крихти і способу обробки поверхні. Основним в'язучим є цемент. Вапняне тісто вводять у кількості 10...20% для додавання сумішам пластичності і розбілювання цементу. Як заповнювач використовують, як правило, крихту тієї гірської породи, яку імітують. Важливе значення при цьому має зерновий склад кам'яної крихти, що повинен враховувати спосіб обробки поверхні затверділого розчину і необхідну фактуру. При піскоструменевій обробці поверхні бажано, щоб у сумішах містилось не менше 50% зерен крупністю 2,5...5 мм. Для дрібноборізчастої фактури, яку можна одержати циклюванням, розмір зерен заповнювача не повинен перевищувати 1,2 мм, для рельєфних фактур застосовують грубозернисті суміші.

Для кращого виділення кам'яної крихти оздоблювальний шар протравлюють 10...15%-ним розчином соляної кислоти.

Теразитові штукатурки відрізняються від інших видів декоративних штукатурок зернистою фактурною поверхнею з характерним блиском. Теразитові склади включають, крім в'язучого і кварцового піску, кам'яну крихту різної крупності, певну кількість слюди, при необхідності пігменти. Їх, як правило, готують з попередньо підібраних сухих сумішей. В залежності від крупності заповнювачів теразитові штукатурки поділяють на марки: Д (дрібні, максимальна крупність заповнювача 2 мм), С (середні – 3...4 мм), К (крупні – 5...6 мм). Обробляють теразитову штукатурку піскоструменевим апаратом, цвяховими щітками, циклюванням зубами пилки (рис. 2.2). Після обробки одержують фактуру поверхні, що імітує оброблений піщаник або туф.



Склади декоративних розчинів залежать від кольору, фактури поверхні і виду штукатурки. Зразкові склади декоративних розчинів приведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Склади теразитових штукатурок

Назва штукатурки і компоненти	Склад розчину, % по масі	Колір, тип	Фактура
білий портландцемент	25	білий або ясно-зелений	дрібнозерниста “шагрен” з висотою рельєфу 0,5...1 мм
гашене вапно	9		
пісок кварцовий білий	60		
слюда	4,5		
оксид хрому	1,5		
білий портландцемент	27	рожевий	
гашене вапно	8		
пісок кварцовий білий	60		
слюда	4		
сурик залізний	1	палевий	
білий портландцемент	25		
гашене вапно	10		
пісок кварцовий білий	58		
слюда	4		
вохра	2		
мумія	1		

Полімерцементні декоративні суміші складаються з в'язучих (портландцемент і ПВА-дисперсія або латекс), наповнювачів, заповнювачів, пігментів і води. Внаслідок високої зносостійкості такі суміші застосовують для влаштування підлог у приміщеннях з інтенсивним рухом людей, транспорту на гумових шинах і підвищених вимогах до чистоти.

Сухі будівельні суміші. Сухі суміші являють собою, в основному багатокомпонентні композиції, що виготовляються, зберігаються і транспортуються в сухому вигляді і замішуються водою тільки безпосередньо перед використанням. Як і будівельні розчини, сухі суміші можна класифікувати за основним призначенням, видом в'язучого, ступенем модифікації суміші добавками, спеціальними властивостями і умовами застосування.



За призначенням розрізняють суміші для кладки, облицювання (клеюві склади), влаштування швів (фуги), шпаклівки, штукатурки, для влаштування підлог, герметизації поверхонь, стиків тощо; за видом основного в'язучого - гіпсові, ангідритові, вапняні, магнезіальні, цементні, цементно-вапняні, полімерні, цементно-полімерні тощо; за ступенем модифікації - економічні, стандартні, високоякісні, дуже високої якості; за спеціальними властивостями - адгезійні, атмосферостійкі, швидкотверднучі, водонепроникні, морозостійкі, високоміцні, що саморозтікаються, еластичні й ін.; за умовами застосування - ручного і машинного нанесення, для пористих матеріалів і т.д.

За крупністю заповнювачів і наповнювачів сухі суміші поділяють на бетонні, розчинні і суміші для тонкошарових покриттів із крупністю наповнювача не більше 1,25 мм, їх називають також дисперсними. Дисперсні суміші додатково поділяють на крупно-, дрібно- і тонкодисперсні.

Сухі будівельні суміші виготовляються, в основному, відповідно до технічних умов, розроблених підприємством-виробником. Ці документи регламентують основні вимоги до сухих сумішей і їх номенклатуру. Тому номенклатура й умовні позначки вироблених сухих будівельних сумішей визначаються їх виробниками.

Сухі будівельні суміші за складом фактично являють собою розчини різного призначення (штукатурні, декоративні, спеціальні), з тією особливістю, що вони, внаслідок раціонального підбору складу в заводських умовах і використання спеціальних добавок-модифікаторів, відрізняються високою якістю, покращеними експлуатаційними і технічними властивостями, а також високою однорідністю і відтворюваністю цих властивостей.

Поділ сухих сумішей на різні види здійснюється відповідно до їх призначення, обумовленого основними видами оздоблювальних і ремонтних будівельних робіт.

При мурувальних роботах використовуються сухі склади для кам'яної кладки, кладки щільних і пористих, пазогребневих і звичайних блоків, закладні суміші для термовкладишів.

Вирівнювання стін і стель здійснюється в даний час за допомогою нанесення на поверхні штукатурних складів, або використання систем сухої штукатурки з застосуванням гіпсокартонних листів. Відповідно, для влаштування штукатурок використовуються



цементні (цементно-полімерні), цементно-вапняні, гіпсові, вапняні, декоративні сухі суміші, а при монтажі сухих штукатурок – гіпсовий шпаклювальний склад.

При *будівництві бетонних підлог* найбільш розповсюдженими видами робіт є влаштування основ під плиткові й інші покриття, а також несучих промислових підлог. У першому випадку використовуються самовирівнюючі (самонівелюючі) і легкі теплоізоляційні суміші, в іншому – суміші, призначені для вібраційного ущільнення, спеціальні розчини для промислових підлог.

При проведенні *лицювальних робіт* використовуються два основних види складів: клеї для вкладання плиткових покриттів (звичайних і спеціальних для гнучких поверхонь) і кольорові суміші для затирання швів.

Малярні роботи вимагають проведення шпаклювання нерівностей (у залежності від умов застосування – цементні, гіпсові, клейові шпаклівки), ґрунтування поверхонь перед фарбуванням (ґрунтувальні склади), і, власне, виконання фарбування (вапняні, гіпсові, цементні, цементно-вапняні, латексні, акрилові сухі фарби).

При *гідроізоляційних роботах* використовуються склади для штукатурної й обмашувальної гідроізоляції, гідрофобізуючі склади. Для влаштування теплоізоляції приміщень – клейові склади для монтажу теплоізоляційних плит і армуючої сітки, оздоблювальні декоративні суміші. При відновлювальних роботах застосовують закріплюючі ґрунтівки, штукатурки з підвищеними тиксотропними властивостями.

Основною технологічною особливістю практично всіх сухих будівельних сумішей є застосування в якості в'язучих полімер-мінеральних складів: переважно полімерцементних, полімергіпсових. Модифікування сумішей сухими дисперсними водорозчинними полімерами підвищує міцність і адгезію (зчеплення з поверхнею) розчинів, їх деформативність. Важливим необхідним компонентом, що забезпечує якість робіт із застосуванням сухих сумішей, є водоутримуюча добавка. Як водоутримуючі використовуються добавки на основі складних ефірів целюлози: гідрооксиетил- і гідрооксипропілметилцелюлози. Інші необхідні властивості розчинів на основі сухих сумішей забезпечуються спеціальними добавками пластифікаторами і суперпластифікаторами, прискорювачами і спо-



вільнювачами твердіння, гідрофобізаторами, армууючими волокнами, пігментами й ін.

Штукатурні склади на цементній основі застосовують для обробки фасадів, гіпсовміщуючі – для внутрішніх поверхонь. Фасадні штукатурки повинні мати високу адгезію до основи, низьке водопоглинання, достатню паропроникність, гідрофобність, тріщиностійкість і хорошу легковкладальність. Гіпсові штукатурки мають достатню міцність і твердість, низьку тепло- і звукопровідність, хімічну і вогнестійкість. Застосування полімерних модифікаторів різко підвищує водостійкість гіпсових матеріалів, а сповільнювачів – збільшує терміни тужавлення. Час придатності штукатурних сумішей після замішування – не менше 2 год., водовтримувальна здатність 90...95 %, міцність при стиску 3...5 МПа, при згині – 1,5...2,2 МПа, адгезійна міцність – 0,2...0,6 МПа, морозостійкість (фасадних) 35...50 циклів.

Матеріали для підлог і стяжок повинні мати необхідну міцність при стиску (20...30 МПа), міцність при згині (не менше 5 МПа), адгезію (0,5...1 МПа), стираність (не більше 0,5...0,7 г/см²), водопоглинання (не більше 4...6%), морозостійкість (не менше 35 циклів). Крім водоутримувальної здатності 90...95% і розтічності 17...24 см, розчинні суміші для підлог повинні мати прискорене твердіння, що дозволяє переміщення по підлозі після 3...4 годин і набір міцності до 15...18 МПа за першу добу. Для прискорення твердіння до звичайного поргланцементу додають високоалюмінатний або глиноземистий цементи, а також гіпс і солі-електроліти (сода, поташ, хлорид кальцію й ін.)

Клеючі композиції повинні характеризуватися необхідною міцністю зчеплення з основами різної природи, високою деформативністю і тріщиностійкістю, достатньою водоутримувальною і фіксуною здатністю, липкістю до основи і плитки, довгими термінами тужавлення і швидким твердінням. Міцність при стиску в затверділому стані таких сумішей складає 15...20 МПа, адгезія до бетону – 0,5...1 МПа, морозостійкість від 50 до 100 циклів. Рухливість розчинних сумішей 5...6 см, час корекції клейового з'єднання – не менше 15...20 хв., відкритий час витримки – не менше 20...30 хв., допустимий зсув плитки під навантаженням – не більше 0,5 мм. Суміші для закладення швів (фуги) крім надання привабливого зовнішнього вигляду облицюванню повинні бути здатними сприймати

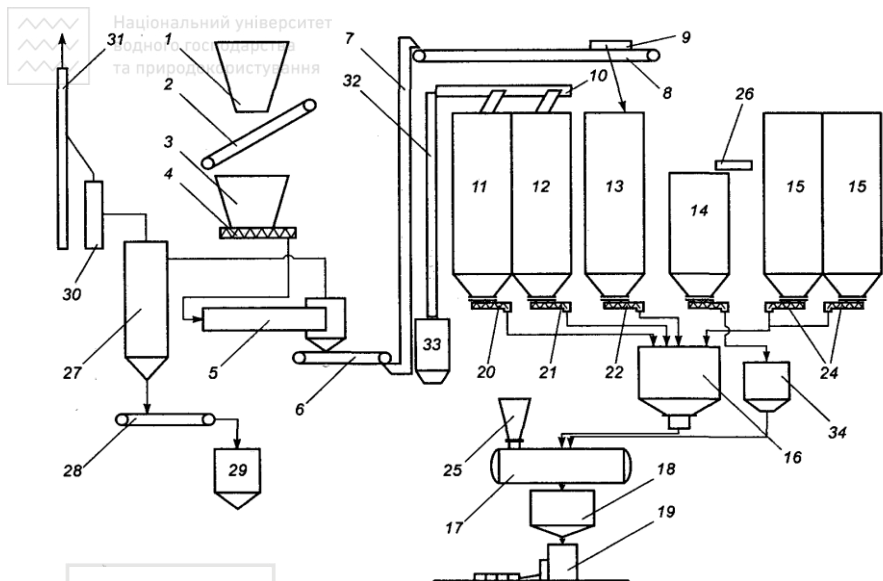


Рис. 2.3. Технологічна схема виробництва сухих гіпсових сумішей:

1 - прийомний бункер інертних заповнювачів; 2, 6, 8 - транспортер; 3 - витратний бункер; 4 - шнековий живильник; 5 - сушильний барабан; 7 - елеватор; 9 - плужковий скидач; 10 - віброгрохот; 11...14 - силоси для заповнювачів; 15 - силоси в'язучих; 16 - ваговий дозатор; 17 - змішувач; 18 - бункер сухої суміші; 19 - фасувальна машина; 20...24 - шнеки-живильники; 25 - лійка для введення хімічних добавок; 26 - пристрій для розпакування мішків; 27 - система циклонів; 28 - транспортер; 29 - бункер для пилу із циклонів; 30...34- пилоосаджувальна система

напруги, що виникають по поверхні покриття, захищати основу від механічних ушкоджень і проникнення води. Забезпечення необхідних властивостей таким складам здійснюється, в основному, за рахунок використання полімерних модифікаторів (вінілацетатних, акрилових і ін.).

Технологія отримання сухих будівельних сумішей складається з трьох основних етапів: підготовка сировини, змішування, упакування. При виробництві сухих сумішей необхідний досить високий рівень культури технологічного процесу і контролю якості.

Підготовка сировинних матеріалів передбачає класифікацію з точним дотриманням обмежень за ситовими характеристиками, безперервністю розсіву на фракції. Для цього матеріали повинні надходити або з гарантованою вологістю (до 0,5%) від виробника, або висушуватись в процесі виробництва сумішей.



В цілому підприємства з виробництва сухих сумішей повинні розташовуватись у відповідності з наступними апаратурними і технологічними можливостями: ємності для в'язучих, наповнювачів і добавок; високоефективні дозуючі пристрої; змішувачі спеціального типу, який забезпечує максимальну однорідність; пакувальна апаратура і тара, яка забезпечує необхідну герметичність продукту від попадання вологи. Інтенсивний контроль якості готової продукції є невід'ємною частиною всього технологічного процесу. Технологічна схема виробництва сухих сумішей наведений на рис. 2.3. Пісок з кар'єру або піщано-гравійна суміш піддається тепловій обробці в сушильних апаратах, де їх вологість доводять до 0,5%, а потім відбувається розсіювання на необхідні фракції. Мінеральні в'язучі завантажуються у відповідні силоси, органічні компоненти і пігменти в запакованому вигляді подаються до місця дозування. Всі компоненти дозуються з допомогою вагових дозаторів, які забезпечують регламентовану точність. Віддозовані матеріали переміщуються протягом 5-20 хв. залежно від виду продукту в змішувачі примусової дії до отримання однорідної маси. Пакувальні автомати забезпечують розфасовування продуктів у пакети від 1 до 25 кг.

Опоряджувальні виробни на основі гіпсових в'язучих. Серед гіпсових матеріалів для опоряджувальних робіт широке застосування знайшли гіпсокартонні листи й панелі, декоративні та акустичні гіпсові виробни. Гіпсовими виробами облицовують цегляні, залізобетонні, дерев'яні поверхні житлових, громадських і виробничих будівель з сухим і нормальної вологості (не більше ніж 60...70%) повітрям під час експлуатації. Один з ефективних засобів зниження маси гіпсових виробів – утворення пористої або нїздрюватої структури введенням до формувальної маси піни чи піноутворювальних реагентів.

Високі естетичні властивості та простота технології обумовлюють перспективність використання гіпсових виробів для інтер'єру споруд різного призначення. За обсягом виробництва на першому місці – виробни на основі гіпсокартонних листів, декоративний вигляд та звуковбирні властивості яким надають перфорацію, облицюванням плівковими матеріалами та нанесенням малюнка на картон.



Гіпсоволокнисті вироби мають підвищену механічну міцність, шліфуються, поліруються і фарбуються у будь-який колір. Для їхнього виробництва застосовують волокна рослинного і штучного походження. На основі гіпсу одержують штучний мармур як у вигляді розчину, що наносять на поверхню з наступною обробкою, так і у вигляді готових виробів, які отримують пресуванням та іншими способами.

Водостійкість гіпсових виробів підвищується за рахунок застосування композиційних гіпсо-цементно-пуцоланових (ГЦПВ) і гіпсо-цементно-шлакових в'язучих (ГЦШВ).

Поширені дрібнорозмірні, декоративні та звуковбирні плити на основі гіпсових в'язучих, їх виготовляють способом лиття.

Гіпсокартонні листи (ГКЛ) – це гіпсове осердя, всі площини якого, крім торцевих ребер, під час виготовлення облицовують картоном. ГКЛ виготовляють за безперервною технологією на великих конвеєрних лініях (рис. 2.4).

ГКЛ, що виготовляються за прокатною технологією, поділяються на два типи: гіпсокартонні будівельні листи ГКЛ гіпсокартонні будівельні листи вогнетривкі ГКЛВ. Вогнестійким заповнювачем в цих листах є мінеральні волокна, які не дозволяють гіпсовому сердечнику розділятися на частини після зневоднення від нагрівання, що перетворює сердечник у вогнезахисний ізолятор.

ГКЛ призначені для облицювання різних поверхонь замість звичайної „мокрої“ штукатурки і для виготовлення комбінованих гіпсокартонних плит. Їх можна також використовувати для обшивки стель, улаштування підвісних стель і виготовлення перегородок. ГКЛВ застосовуються для тих же цілей в приміщеннях з підвищеною пожежною небезпекою.

Для використання в приміщеннях підвищеної вологості (більше 75%), а також в приміщеннях з високою вологістю і підвищеними вимогами до вогнестійкості будівельних конструкцій виготовляються спеціальні типи гіпсокартонних листів. Лицьова картонна поверхня і гіпсовий сердечник таких листів просочені спеціальними хімічними складами, що зменшують поглинання ними води. До цих імпрегнованих (просочених) типів листів відносяться гіпсокартонні будівельні листи з підвищеною вологостійкістю типу ГКЛП і типу F, тобто ГКЛ з підвищеною волого- і вогнестійкістю (ГКЛПВ).

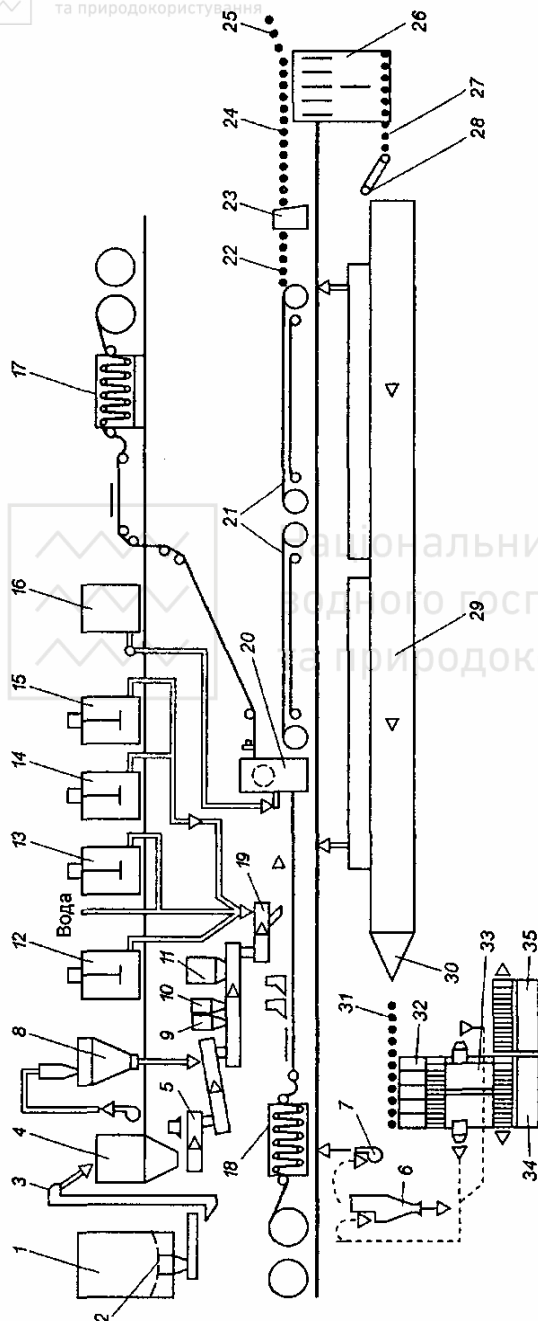


Рис. 2.4. Технологічна схема виробництва гіпсокартонних листів.

1 - силос гіпсового в'язучого; 2 - донний розвантажувач; 3 - елеватор; 4 - проміжний бункер; 5 - ваговий дозатор; 6, 7 - системи пилоосадження; 8 - бункер; 9 - дозатор; 10 - дозатор крохмалю; 11 - машина підготовки скловолокна; 12 - піногенератор; 13 - ємність для розчинів добавок; 14 - гідророзбивач макулатури; 15 - ємність для гідродиспергуючої рідини; 16 - ємність для клею; 17, 18 - розмотувачі картону; 19 - гіпсобонозмішувач; 20 - формувальний стіл; 21 - конвеєр тужавлення; 22 - рольганг; 23 - ножиці; 24 - прискорювальний рольганг; 25 - конвеєр скидання вологих відходів; 26 - поперечний стіл; 27 - стрічковий транспортер; 28 - завантажувальний стіл; 29 - сушарка; 30 - витяжний пристрій; 31 - прискорювальний конвеєр; 32 - поперечний стіл; 33 - верстат для торцювання; 34 - штабелювач; 35 - пост пакування



Тема 2: Лакофарбові та обклеювальні матеріали

Лакофарбові матеріали – сполуки, здатні при нанесенні тонким

шаром на поверхню тверднути, утворюючи плівку, яка міцно зчіплюється з основою. Плівка може бути безколірною або забарвленою, прозорою або непрозорою.

Лакофарбові покриття виконують декоративну, санітарну і технічну функції. Декоративна функція полягає в архітектурно-художньому опорядженні будівель, санітарна – у додержанні в приміщеннях необхідного санітарного стану, технічна – у захисті конструкцій від корозії, загнивання, займання, вбирання вологи тощо.

Лакофарбові матеріали в будівництві застосовують для малярних робіт. Малярне оброблення поділяють на звичайне, поліпшене та високоякісне. *Звичайне оброблення* застосовують для допоміжних, складських, підсобних та інших другорядних приміщень або тимчасових будівель; *поліпшене* – для житлових, громадських і промислових споруд; *високоякісне* – для вокзалів, театрів, клубів, готелів та інших громадсько-адміністративних будівель.

За призначенням лакофарбових покриттів розрізняють такі види малярних сумішей:

грунтовки, які забезпечують зчеплення покриття з поверхнею;

шпаклівки та підмазувальні пасти, які вирівнюють поверхню для подальшого фарбування;

фарбувальні суміші, які надають поверхням декоративних, захисних і технічних властивостей.

Найважливішими компонентами лакофарбових матеріалів є плівкоутворювальні або зв'язуючі речовини, розчинники і пігменти. Крім того, до складу їх можуть входити наповнювачі, пластифікатори, сикативи, емульгатори та інші добавки.

Лак – розчин плівкоутворювальних речовин в органічному розчиннику або воді, який після висихання утворює прозору плівку.

Фарба – суспензія пігменту або суміші пігментів з наповнювачами у плівкоутворювальній речовині, яка після висихання утворює непрозору плівку.

Емаль – суспензія пігменту або суміші пігментів з наповнювачами у лаці, що утворює після висихання непрозору блискучу плівку. Емалі порівняно з фарбами містять у собі меншу кількість наповнювача і більш декоративні.



Типова схема багат шарового покриття включає такі складові: ґрунтовку – один шар; шпаклівку – один або кілька шарів; емаль (фарба) – кілька шарів; лак – один шар.

Послідовність нанесення матеріалів, як правило, зберігається, але окремі складові можуть вилучатися. Наприклад, якщо поверхня матеріалу, який має фарбуватися, досить рівна, без істотних дефектів, а до декоративності покриття немає підвищених вимог, відпадає необхідність у використанні шпаклівки й лаку.

Лакофарбові матеріали класифікують: *за видом плівкоутворювальних речовин* (олійні, гліфталеві, епоксидні, вапняні, силікатні та ін.); *за видом рідкої фази* (водні та безводні); *за реакцією до дії води* (водостійкі та неводостійкі); *за переважаним призначенням* (хімічно стійкі, термостійкі, електроізоляційні тощо).

Для позначення малярних сумішей застосовують літерно-цифрову систему, що складається з п'яти знаків.

Перший знак визначає групу суміші (фарба, лак, емаль, ґрунтовка, шпаклівка), другий (дві великі літери) – плівкоутворювальну речовину (табл. 2.3), третій – основне призначення сумішей, четвертий – порядковий номер, який надано даній суміші (для олійних фарб замість порядкового номера наводять цифру, що позначає назву олифи, на якій виготовлено фарбу; 1 – натуральна, 2 – оксоль, 3 – гліфталева, 4 – пентафталева, 5 – комбінована).

До основних властивостей матеріалів для малярних робіт відносять колір, блиск, світло-, лужно- і кислотостійкість, атмосферостійкість, стійкість до дії сірководню, фарбувальну здатність, покриттєвість, час і ступінь висихання, умовну в'язкість, міцність покриття на вигинання, ступінь перетирання, розлив тощо.

Колірна характеристика лакофарбових матеріалів визначається за колірним тоном, насиченістю та світлістю. Під *блиском* розуміють здатність поверхні спрямовано відбивати світловий потік, його визначають фотоелектричним методом. Для установалення *світлостійкості*, яка характеризується зміною кольору лакофарбових матеріалів, їх опромінюють джерелами штучного освітлення або ультрафіолетовими променями протягом заданого інтервалу часу.

На відміну від світлостійкості *атмосферостійкість* характеризує стійкість лакофарбового покриття і здатність чинити опір руйнівній дії сонячних променів, дощу, морозу та інших атмосферних факторів. Атмосферостійкість оцінюють за зміною декоративних і



захисних властивостей покриттів після витримування в атмосферних умовах.

Таблиця 2.3

Умовні позначення лакофарбових матеріалів залежно від виду плівкоутворювальних речовин

Лакофарбові матеріали	Позн.	Основні зв'язуючі матеріали
Алкідно-акрилові	АС	Співполімери акрилатів з алкілами
Бітумні	БТ	Природні асфальти, бітуми, пеки
Гліфталеві	ГФ	Смоли алкідні гліцерофталатні (гліфталі)
Меламінові	МЛ	Смоли меламіноформальдегідні
Олійні	МА	Олії рослинні
Сечовинні	МЧ	Смоли сечовиноформальдегідні
Каучукові	КЧ	Дивінілстирольні та інші латекси, хлоркаучук
Поліакрилатові	АК	Співполімери акрилових і метакрилових кислот із стиролом, вінілацетатом та іншими мономерами
Полівініланетатні	ВА	Полівінілацетатна дисперсія
Перхлорвінілові та полі- вінілхлоридні	ХВ	Полівінілхлоридні та перхлорвінілові смоли
Пентафталеві	ПФ	Смоли алкідні пентаеритритофталатні (пентафталі)
Нітроцелюлозні	НЦ	Лакові колоксиліни, нітрогліфталі, нітропентафталі
Співполімеро-карбінольні	КС	Співполімери метилвінілєтинилкарбінолу з метибутилметакрилатом
Співполімеро- вінілхлоридні	ХС	Співполімери вінілхлориду з вінілацетатом та іншими вінільними мономерами
Фенольні	ФЛ	Смоли фенолформальдегідні
Епоксидні	ЭП	Епоксидно-модифіковані
Етилцелюлозні	ЭЦ	Етилцелюлоза



Лужностійкість установлюють звичайно для пігментів, вміщуючи їх у 5 %-й розчин каустичної соди та порівнюючи через 2 год їхній колір з кольором необроблених пігментів.

Кислотостійкість і стійкість до дії сірководню визначають за зміною зовнішнього вигляду і захисних властивостей лакофарбових покриттів після дії відповідних реагентів протягом заданого часу.

Фарбувальна здатність (інтенсивність) – властивість кольорового пігменту при змішуванні з білим пігментом зберігати свій колірний тон. Її визначають за візуальним і фотоелектричним методом за відношенням мінімальної необхідної маси кольорового пігменту до одиниці маси білого пігменту, при якому ще зберігається колірний тон.

Покривність визначається у грамах пігменту або фарби, які необхідні, щоб зробити невидимим колір поверхні, що фарбується, площею 1 м². Величину, обернену покривності, називають *покривною здатністю*.

На покривність лакофарбових матеріалів впливає їхній *ступінь перетиру*. Визначення ступеня перетиру полягає в установлюванні найменшої товщини, що випробовується (в мікрометрах), за якої стають непомітними непротерті частинки пігментів і наповнювачів.

Умовна в'язкість лакофарбових матеріалів – час витікання (в секундах) обумовленого об'єму випробовуваної лакофарбової суміші крізь калібрований отвір (сопло) віскозиметра типу ВЗ-4 або ВЗ-1. Віскозиметр і досліджуваний матеріал під час випробування повинні мати температуру $20 \pm 0,5$ °C.

Розлив – це здатність лакофарбових матеріалів після нанесення на підложку розтікатися і вирівнювати свій поверхневий шар. Розлив вважають задовільним, якщо сліди пензля зникають не пізніше ніж через 10 хв. після нанесення суміші, сповільненим – через 10...15 хв і незадовільним, якщо сліди пензля зникають після 15 хв.

Є сім *ступенів висихання* лакофарбового покриття, які визначають при температурі (20 ± 2) °C і відповідній вологості повітря $(65 \pm 5\%)$ на трьох пофарбованих пластинках.

У технічних вимогах до лакофарбових матеріалів, що застосовуються в будівництві, звичайно наводять час висихання до ступеня 1 („від пилу“) та до ступеня 3 („повний“). Час висихання до ступеня 1 настає, якщо при випробуванні скляні кульки масою 0,5 г, які на-



сипають з висоти 30...50 мм, через 60 с легко вилучаються з поверхні зразка м'яким пензлем без пошкоджень покриття. Для визначення часу висихання до ступеня 3 використовують гірю масою 200 г.

Внутрішні оштукатурені, бетонні, дерев'яні або облицьовані гіпсокартонними листами поверхні житлових і громадських будівель опоряджують обклеювальними матеріалами – рулонними (шпалерами, лінкрустом), а також оздоблювально-декоративними плівками.

Обклеювальні матеріали. До обклеювальних опоряджувальних матеріалів відносять шпалери, декоративні полімерні плівки, та лінолеуми. Шпалери – рулонний паперовий матеріал з віддрукованим на лицьовому боці кольоровим малюнком. Довжина рулонів – 6; 10,5; 12 та 18 м, ширина – 500, 560 і 600 мм. Допустимі відхилення довжини шпалер до 6 м – 3 %, а довжини 10,5 м і більше – 2 %; ширини – (± 3) мм. Корисна ширина шпалер, мм, при ширині рулону 500 мм – 470...480; при 560 – 530...540; при 600 – 570...580.

За експлуатаційними ознаками шпалери поділяють на звичайні, вологостійкі та такі, що миються, за місцезнаходженням – на стінові та стельові; за якістю – на звичайні, середньої щільності (маса 1 м шпалерного паперу 70...100 г), щільні та тиснені (120...200 г), лінкруст і деревні.

Виготовляють такі марки шпалер: А, А_в – друковані; Б, Б_в – друковані тиснені; В, В_в – друковані гофровані; Г, Г_в – дубльовані. Індекс „в“ означає стійкість до вологого стирання.

Розрізняють три види шпалер: звичайні, вологостійкі (такі, що миються), звуковбирні (ворсові).

Звичайні шпалери (прості, середньої густини та щільні) можуть бути: негрунтовані (малюнок друкується безпосередньо на білому або кольоровому папері); ґрунтовані (малюнок друкується на попередньо заґрунтованому папері); фонові (без малюнка, однотонного матового кольору); тиснені (з рельєфно виступаючими малюнками).

Вологостійкі шпалери бувають: друкованими на фарбах з добавкою полімерів; друкованими із захисною плівкою на лицьовому боці, утвореною полімерними емульсіями або лаками; з нанесеною на паперову основу тонкою кольоровою полімерною плівкою з наступним тисненням; у вигляді безосновної полімерної непрозорої плівки з друкованим малюнком. Вологостійкі шпалери витримують багаторазове миття теплою водою з милом, відзначаються підвище-



ною стійкістю до стирання. Ними опоряджують кухні та санвузли, лікарняні установи.

Звукобирні шпалери виготовляють на паперовій основі з лицьовою поверхнею, яка утворюється ворсом різноманітних волокнистих матеріалів (переважно відходів текстильного виробництва). Цими шпалерами опоряджують приміщення з підвищеними вимогами до звукоізоляції, теплоізоляції, повітрянепроникності.

Шпалери не повинні мати надривів кромek, що зачіпають малюнок, бризок фарб, плям і потьоків. Фарбовий шар має витримувати випробування на стирання. Шпалери виготовляють 1-го та 2-го сортів. До шпалер 2-го сорту належать такі, що мають надриви кромek, які не зачіпають малюнок. Рулони шпалер 2-го сорту можуть мати дві частини (не коротше 2,5 м), однакові за малюнком і відтінком.

Бордюри та фризи – стрічки паперу, вздовж яких нанесені малюнки. Бордюри 25 м завдовжки випускають у бобінах 15...16 мм завширшки, до 6 м завдовжки – у рулонах. Ширина рулонів фриза – 240, 290, 480 мм, довжина – 12 м. Призначення – обклеювання верхнього обрізу шпалер.

Рулони шпалер пакують, комплектуючи їх за кольором, малюнком й сортом, у картонні ящики або паки (по 25...30 рулонів, причому шпалери 6 м завдовжки – до 50 рулонів, а дубльовані – по 6...10 рулонів у паці). При перевезенні шпалер у контейнерах паки обгортають кількома шарами паперу, рогожею або мішковиною. Шпалери перевозять критими транспортними засобами, зберігають у закритих сухих складах.

Лінкруст – це рулонний матеріал з рельєфним малюнком, який складається із суміші синтетичних полімерів і наповнювачів; наноситься на паперову підоснову. Довжина полотна в рулоні – не менше 12 м, корисна ширина – 500, 600 і 900, товщина – 0,5... 1,2 мм, ширина кромek – 3...20 мм. Допустимі відхилення, мм: ширини 500 і 600 мм – (± 5), 750 і 900 мм – (± 7). Лінкруст призначений для внутрішнього опорядження стін у приміщеннях з нормально-вологісним режимом експлуатації. Для лінкрусту нормуються поверхнева водонасиченість (не більше 100 г/см²) і розривне зусилля (не менше 9,8 Н/см). Матеріал не повинен давати тріщин при випробуванні на гнучкість на стержні діаметром 20 мм, не мати на лицьовій поверхні розривів, дірок, складок, тріщин, раковин та напливів. У розрізі лінкруст має бути однорідної структури, не мати стійкого запаху, не

виділяти шкідливих речовин у кількості, що перебільшує допустимі концентрації. Допускають сторонні вclusions розміром не більше 2 мм, кількістю не більше 4 на 1 м².

Перед використанням лінкруст витримують у приміщенні одну-дві доби.

Декоративні плівки виготовляють з різних синтетичних матеріалів. Вони можуть бути безосновними, а також на паперовій, тканинній або звукобирній підоснові. Плівки виготовляють з гладенькою або тисненою поверхнею, з друкованим малюнком чи без нього. Вони мають матову або гляцеву поверхню, можуть випускатися з клейовим шаром. Плівки застосовують для внутрішнього оброблення адміністративних і громадських будівель з підвищеними вимогами до опоряджувальних робіт.

Полівінілхлоридна декоративна оздоблювальна плівка – рулонний опоряджувальний матеріал, що виготовляється вальцюво-каландровим способом з полівінілхлориду, пластифікаторів, пігментів і різних добавок. Випускають плівки типу ПДСО з клейовим шаром на зворотному боці, захищеним антиадгезійним папером, і типу ПДО – без клейового шару.

Довжина рулону плівки ПДО–150 м, ширина – 1500...1600 мм, товщина – 0,15 мм; довжина плівки ПДСО –15...800 м, ширина – 450...900 мм, товщина – 0,15 мм. Граничні відхилення розмірів: для плівки ПДО – довжини – (± 1), ширини – (± 10), товщини – ($\pm 0,02$ мм); для плівки ПДСО – довжини– ($\pm 0,15$) (при довжині 800 м – (± 1), ширини – (± 3), товщини – ($\pm 0,02$) мм (разом з клейовим шаром).

Поверхня плівки може бути гладенькою або тисненою, багатоклірною з друкованим малюнком. Не допускаються сторонні вclusions, подряпини, раковини, складки, смуги, бризки від фарб, викривлення малюнка, розриви, наскрізні отвори. Для плівки першої категорії якості допустиме руйнівне напруження на розтягання у поздовжньому напрямку – не менше ніж 9,8 МПа, зміна лінійних розмірів у поздовжньому напрямі – не більше ніж 7 %, у поперечному – не більше ніж 1,5 %. Плівку можна мити водою кімнатної температури.

Плівки типу ПДО і ПДСО призначені для внутрішнього опорядження поверхонь стін приміщень житлових і громадських будівель, полотен дверей, вбудованих меблів.



Віністен – безосновний полівінілхлоридний рулонний екструзійний матеріал з рельєфною поверхнею, призначений для опорядження стін у приміщеннях громадських будівель для короткочасного перебування людей.

До плівок на паперовій основі належать ізоплен, піноплен і поліплен.

Ізоплен – рулонний матеріал, який виготовляють промазуванням сумішшю з полівінілхлориду, пластифікаторів, наповнювачів, пігментів і різних добавок паперової підоснови. Його змотують у рулони 10, 12, 18 м завдовжки, 500, 600 і 750 мм завширшки; товщина його 0,3 мм.

Ізоплен випускають трьох типів: А – одноколірний; Б – багатоколірний з друкованим малюнком, покритим прозорим полівінілхлоридним шаром; В – багатоколірний з друкованим малюнком на лицьовому боці плівки. Ізоплен призначений для внутрішнього опорядження стін і вбудованих меблів у житлових, громадських і промислових будівлях.

Піноплен – рулонний матеріал, який виготовляють з полівінілхлориду, стабілізатора, пластифікатора, піноутворювача та пігментів, нанесених на паперову підоснову. Випускають у рулонах 6, 12 і 20 м завдовжки, 500... 1300 мм завширшки, 0,8...4,6 мм завтовшки, одно- або багатоколірним, з тисненою або гладенькою поверхнею.

Пінопленом обклеюють коридори та кухні житлових приміщень, туалети, кабінети, готельні номери, допоміжні приміщення у виробничих спорудах. Не можна обклеювати пінопленом сходові клітки, фойє, вестибюлі, приміщення з масовим перебуванням людей, дитячі установи, лікарні.

Поліплен – рулонний матеріал, який виготовляють з полівінілхлоридного друкованого шару з пластифікаторами, стабілізаторами, пігментами та наповнювачами, нанесеного на паперову підоснову. Випускають у рулонах 6; 10,5; 12; 18 і 25 м завдовжки, 450...1640 мм завширшки, не менше ніж 0,2 мм завтовшки. Застосовують поліплен для опорядження таких самих приміщень, що й піноплен.

До рулонних плівкових матеріалів на тканинній підоснові належать полівінілхлоридні плівки на тканинній підоснові, повінол, текстовініт, текстоплен. Ними опоряджують внутрішні поверхні стін, оббивають меблі, утеплюють двері і т. ін. Плівки випускають одно- і багатоколірними.



Полімерні матеріали для покриття підлог поділяють на рулонні та плиткові. Їх класифікують за основною сировиною, структурою, жорсткістю, зовнішнім виглядом.

Рулонні полімерні матеріали за видом основної сировини поділяють на полівінілхлоридні, алкідні, гумові, колоксилінові та на основі синтетичних волокон. *За структурою* вони бувають безпідосновні (одно- та багатошарові) та з підосновою (тканинною, плівковою, картонною і теплозвукоізолюючою).

Всі рулонні матеріали належать до гнучких (тріщини не утворюються при вигинанні зразка навколо стержня діаметром менше ніж 100 мм). *За формою* вони можуть бути штабовими та розміром на приміщення, за кольором — одно- і багатоколірними з гладенькою, рифленою, тисненою та ворсовою фактурою.

Найширше в будівництві застосовуються *полівініл-хлоридні лінолеуми*. Їх виготовляють з полівінілхлориду, пластифікаторів, наповнювачів, пігментів і різноманітних добавок каландровим, екструзійним або вальцювим способами, а на підоснові — способом промазування.

Полівінілхлоридний багато- і одношаровий лінолеум без підоснови використовують для покриття підлог приміщень житлових, громадських і виробничих будівель, крім приміщень, пов'язаних з інтенсивним рухом, дією абразивних матеріалів, жирів і масел.

На лицьовій поверхні лінолеуму не допускаються хвилястість, подряпини, раковини, зморшки, бульбашки, плями, смуги, спотворення малюнка та бризки від фарби, які можна побачити з відстані 1 м по вертикалі від поверхні підлоги. Не допускаються також напливи та вм'ятини площею понад $0,2 \text{ см}^2$ більше 3 шт. на 1 м^2 поверхні. Кромки лінолеуму повинні бути паралельними, без задирок і щербин. Допустиме відхилення від паралельності кромки не більше ніж $\pm 3 \text{ мм}$ на 1 м.

Поряд із звичайним без підоснови виготовляється також маслобензостійкий, важкозаймистий лінолеуми та лінолеум з антистатичними властивостями.

Килими виготовляють на спеціалізованих лініях при температурі повітря не нижче 15°C . Перед зварюванням та після зварювання килимів розгорнуті полотнища лінолеуму витримують у приміщенні не менше ніж дві доби.



Килими зварюють з полотен лінолеуму однієї партії одного кольору, тону й малюнка. Міцність зварного шва – не менше ніж 30 Н/см (для килимів вищої категорії якості – 35 Н/см). Зварний шов має бути прямим, рівним, без розривів, прогарів і напливів понад 0,5 мм заввишки. При потребі кінці зварних швів зміцнюють металевими скріпками, полівінілхлоридною плівкою або клеючою стрічкою.

Кількість і напрям зварних швів у килимах залежать від призначення приміщень. Килими для житлових приміщень не повинні мати більше двох поздовжніх зварних швів, перпендикулярних до світлових прорізів, для приміщень громадських будівель – трьох поздовжніх швів.

Килими для підсобних приміщень квартир житлових, громадських і виробничих будівель можуть бути з двома зварними швами будь-якого напрямку.

У спеціалізованих цехах будівельно-монтажних організацій лінолеум розкроюють, зварюють у килими розміром на кімнату, комплектують килими на секцію, поверх або будинок.

Килими за видами полівінілхлоридного лінолеуму поділяють на типи: K_1 – з лінолеуму на теплозвукоізолюючій підоснові з різних волокон (видів ВТ, ВТК, Д/А, С, Х); K_2 – зі спіненого лінолеуму; K_3 – зі спіненого лінолеуму на тканинній підоснові.

Розміри килимів відповідають розмірам приміщення в плані. Допустимі відхилення: паралельності кромки килима – 3 мм на 1 м; довжини та ширини килима – ± 10 мм.

Рекомендується така ширина лінолеуму, що застосовується для виготовлення килимів: типу K_1 – 1050, 1200, 1250, 1350, 1450, 1500, 1550, 1700, 1750, 1800, 2000; K_2 і K_3 – 2000 та 2050 мм.

Площа килима не повинна перевищувати 30 м².

Синтетичні килимові покриття є основним покриттям підлоги; вони замінюють лінолеум, паркет та інші матеріали. Килимові покриття виготовляють зварюванням або склеюванням окремих полотнищ у килим розміром на кімнату. Вони призначені для влаштування підлог у житлових і громадських будівлях, де немає інтенсивного руху людей та дії абразивних матеріалів, жирів, масла, води.

Технологія отримання рулонних і обклеювальних матеріалів полягає у формуванні неперервної стрічки способом прокату чи каландрування.

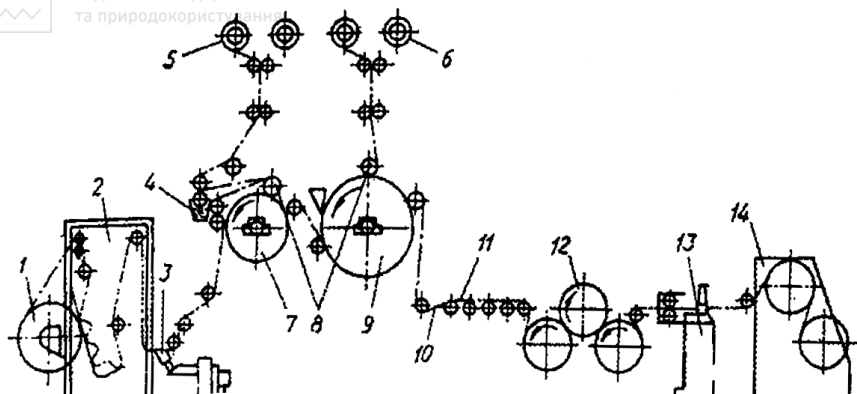


Рис. 2.5. Каширувальна машина для виготовлення рулонних матеріалів:

1 - розмотувальний пристрій; 2 - накопичувач; 3 - відсмоктуючий пристрій; 4 - вузол нанесення клею; 5,6 - розмотувальники; 7- каширувальний вузол; 8 - гумовані ролики; 9 - каширувальний вузол; 10 - каландровий вузол; 11 - роликовий конвеєр; 12 - охолоджувальний пристрій; 13 - пристрій для обрізання країв; 14 - намотувальний пристрій

Каландр - спеціальний агрегат, що складається з 3-4 порожніх валків, виготовлених із чавуну високої твердості або сталі.

Для надання поверхні каландрованого матеріалу рівного і красивого зовнішнього вигляду поверхня валків повинна бути відшліфована і відполірована. Для поліпшення формування пластичну масу обігрівають парою через валки каландра. При каландруванні маса проходить через зазори двох, трьох або чотирьох нагрітих валків, що крім формування одночасно виконують функції тиснення і друкування. В основному цим способом виготовляють вироби для підлог, тканини з покриттям, а також плівкову пряжу і плівкове волокно. При виготовленні багатошарового лінолеуму спочатку виготовляють плівки різного наповнення і пофарбування. Верхні, більш відповідальні шари лінолеуму завжди містять більше пігментів і полімерів ніж нижні. Потім усі плівки дублюють, тобто пошарово з'єднують на барабанних пресах або каширувальних машинах (рис. 2.5). Рулонні матеріали (плівки, шпалери) можна дублювати і на тиснильних і плівкових каландрах, а також на спеціальних багато-валкових пристроях.



Тема 3: Опоряджувальні матеріали і вироби на основі деревини

Деревину для опоряджувальних робіт застосовують після переоброблення у вигляді пиломатеріалів, фанери, деревоволокнистих, деревостружкових, столярних плит, паркету та інших виробів. До позитивних особливостей деревини належать якість, міцність, добра оброблюваність, низька теплопровідність, декоративність, до недоліків – неоднорідність будови, гігроскопічність, здатність руйнуватися від гниття, легка займистість.

Опоряджувально-декоративні властивості деревини обумовлюються її кольором, блиском і текстурою.

Колір деревини може бути різним: від білого (осика, смерека) до чорного (чорне дерево) і залежить насамперед від клімату. Породи помірного кліматичного поясу мають бліді тони, тропічного поясу – яскраве забарвлення. Інтенсивність кольору збільшується протягом часу. Деревина багатьох порід під дією повітря та світла міняє колір. Наприклад, ураження деревини грибками спричинює насамперед зміну кольору – синяву, жовтизну, почервоніння, різне забарвлення псевдоядра. Зміна кольору деревини при загніванні є однією з ознак для класифікації трухлявості.

Для поліпшення кольору і надання бажаного забарвлення деревину піддають обробленню – забарвленню і протравленню.

Забарвлення використовують для посилення природного кольору деревини, вирівнювання загального кольорового тону або надання їй нового кольору. Для забарвлення деревини застосовують барвники, протрави та пігменти. Барвники і протрави використовують при прозорому обробленні деревини, а пігменти – при непрозорому; їх застосовують у суміші з розчином плівкоутворювального матеріалу.

Деревина деяких порід має блиск, добре помітний на радіальних розрізах. Блиск спричинюють серцевинні промені, які займають на радіальному розрізі значну площу. Блиск мають клен, бук, платан, ільм, біла акація.

Деревині можна надати штучного блиску поліруванням, лакуванням або вошінням. Добре полірується горіх, ясен, дещо гірше – дуб, бук, клен, груша, ще гірше – м'які листяні породи; хвойні породи, за винятком тису і ялини, поліруються погано.

Текстура деревини, тобто малюнок на її розрізах, залежить від ширини річних шарів, несхожості кольорів ранньої та пізньої дере-



вини, наявності серцевинних променів та великих судин, напрямку волокон. Деревину з гарною текстурою дають на радіальному розрізі дуб, в'яз, тис, модрина.

Оброблення поверхні поліпшує зовнішній вигляд виробів або захищає їх від безпосереднього впливу зовнішнього середовища. Художнє оброблення надає виробам кращого і виразнішого вигляду. Поліпшення зовнішнього вигляду виробів досягають також різними видами художнього оброблення самої деревини: різьбленням, тисненням, випалюванням, облицюванням різноманітними декоративними матеріалами, наприклад набором облицювальної фанери (інкрустація), текстурним папером, полімерними матеріалами, тканинами, фольгою тощо.

Для оброблення деревини використовують ґрунтовки, замазки, шпаклівки, фарби, емалі, політури. Всі види оброблення дерев'яних виробів розподіляють на такі групи: столярну, малярну та імітаційну.

Деревостружкові плити виготовляють гарячим пресуванням деревних стружок з полімерним зв'язуючим.

Плити поділяють:

за фізико-механічними показниками – на марки П-А і П-Б;

за якістю поверхні – на 1-й і 2-й сорти;

за видом поверхні – із звичайною та дрібноструктурною (Д) поверхнею;

за ступенем оброблення поверхні – на шліфовані (Ш) і нешліфовані;

за гідрофобними властивостями – із звичайною та підвищеною (В) водостійкістю;

за вмістом формальдегіду – на класи емісії Е1, Е2, Е3.

Розміри плит наведено в табл. 2.4.

При виробництві плит застосовують стружку хвойних і листяних порід. Для верхніх шарів трьохшарових плит доцільно застосовувати м'яку і легку деревину, а для середніх – відходи від подрібнення, деревообробки і технологічну тріску від рубальних машин.

У якості синтетичних полімерів, якими покривають і проклеюють дерев'яну стружку, вводять фенолформальдегідні і карбамідні смоли.



Розміри деревостружкових плит, мм

Параметр	Значення	Граничне відхилення
Товщина	8...28 з градацією 1 (для шліфованих)	$\pm 0,3$
Довжина	1830; 2040; 2440; 2500; 2600; 2700; 2750; 2840; 3220; 3500; 3600; 3660; 3690; 3750; 4100; 5200; 5500; 5680	$\pm 0,5$
Ширина	1220; 1250; 1500; 1750; 1800; 1830; 2135; 2440; 2500	$\pm 0,5$

Необхідно, щоб полімери були водостійкими, нетоксичними, вогне- і вибухобезпечними, міцно з'єднували частки деревини, тверднули при термообробці маси, характеризувалися світлим забарвленням і не мали різкого запаху.

Технологія виробництва деревостружкових плит включає: підготування сировини; первинне ножове подрібнення деревини в стружку; вторинне подрібнення; розподіл подрібненої деревини на фракції з наступним її сушінням; змішування стружки зі зв'язуючими і гідрофобізуючими домішками, пігментами і антисептиками; формування стружкового килима; холодне пресування; гаряче пресування; витримування готових плит у спеціальних приміщеннях і форматне обрізання плит (рис. 2.6).

Підготування сировини передбачає гідротермальну обробку при надлишковому тиску 0,15-0,2 МПа або проварювання у воді деревини з наступним очищенням від кори.

Переробляють деревину на стружку декількома способами:

1) грудкові відходи переробляють у технологічну тріску на рубальних машинах із наступним подрібненням тріски на стругальних верстатах;

2) кругляк, дрова, колоту деревину, а також обрізки дощок і горбилів товщиною більше 50 мм переробляють на мірні чурки з наступною переробкою в стружку на спеціальних стругальних верстатах і додатковим подрібненням стружки по ширині на дезінтеграторах або в молоткових дробарках;

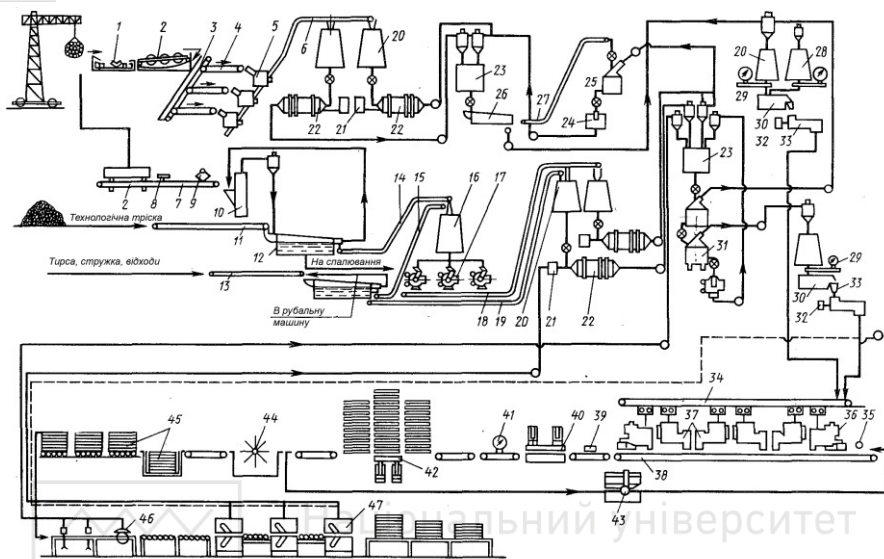


Рис. 2.6. Технологічна схема виробництва тришарових ДСП із дрібноструктурною поверхнею:

1 - подавач; 2 - багатопильний верстат для обробки довгомірної сировини; 3, 7, 11, 13 - стрічкові конвеєри; 4 - конвеєри-живильники; 5 - стружкові верстати ДС-6; 6, 14, 15, 18, 19, 27 - скребкові конвеєри; 8 - металошукач; 9 - гідроманіпулятор для видалення сировини з металевими включеннями; 10 - рубальна машина; 12 - сортування тріски; 16 - вертикальний бункер; 17 - стружкові верстати ДС-7; 20 - вертикальні бункери; 21 - топки для одержання газів (сушильного агента); 22 - сушильні барабани; 23 - протипожежні бункери; 24 - зубчато-ситові млини; 25 - одноступінчастий пневматичний сепаратор; 26 - механічний сепаратор; 28 - бункер для пилу; 29 - ваги; 30 - вирівнюючі бункери-живильники; 31 - двоступінчастий пневматичний сепаратор; 32 - установки приготування клею; 33 - змішувачі для зовнішніх і внутрішніх шарів; 34 - конвеєр розподілу осмоленої стружки; 35 - дошувальні установки; 36 - машини для формування зовнішніх шарів; 37 - машини для формування внутрішнього шару; 38 - формуючий конвеєр; 39 - металовловлювач; 40 - прес для попереднього підпресування пакетів; 41 - контрольні ваги; 42 - прес для гарячого пресування; 43 - установка для охолодження піддонів; 44 - віяловий охолоджувач; 45 - штабелеукладач; 46 - форматно-обрізний верстат; 47 - лінія шліфування й сортування плит



3) довгу деревину (кругляк, грудкові відходи) переробляють на універсальних стругальних верстатах.

Стружка, яка використовується для виготовлення деревностружкових плит, повинна мати довжину від 10 до 40 мм, товщину - 0,2-1 мм в залежності від шару плити.

Перед змішуванням стружки з іншими компонентами її вологість повинна бути не більше 7 % для зовнішніх шарів плит, 3-5 % - для внутрішніх і екструзійних плит. З цією метою стружку сушать у сушильних агрегатах.

Змішують компоненти в змішувачах періодичної і безперервної дії. Для кращого змішування використовується смола у виді дрібнодисперсного порошку або водно-колоїдного розчину. Звичайно витрата смоли складає 6-12 % відносно маси сухої стружки.

Формувати плити можна у формах і без них. Найбільш поширений спосіб формування в дерев'яних рамах на сталевих підкладкових листах. Завантажують масу у форми з допомогою вкладальних машин. Шар маси у формах через низьку середню густину стружки значно перевищує товщину плити, тому отриманий килим підпресовують.

Гаряче пресування робиться на пресах різної конструкції в залежності від виду плити. Трьохшарові плити плоского пресування виготовляють на багатоповерхових гідравлічних пресах, одношарові - на гусеничних пресах безперервної дії, одношарові екструзійні - у пресах видавлювання, багатошарові плити - в одноповерхових гідравлічних пресах імпульсної дії. Тривалість пресування для плит товщиною до 10 мм складає 7 і 4 хв. відповідно при температурах 120 і 180 °С. Питомий тиск пресування визначається необхідною середньою щільністю плити: із збільшенням тиску середня густина зростає.

У спеціально опалюваних приміщеннях плити охолоджують, вирівнюється їх вологість і знімається напруга. Після цього плити обрізають на форматно-обрізних верстатах.

Деревоволокнисті плити виготовляють гарячим пресуванням волокнистої маси, яка складається з органічних, переважно целюлозних, волокон, води, наповнювачів, синтетичних полімерів і деяких спеціальних добавок.

Сировиною для виготовлення плит служать відходи деревообробних виробництв та лісозаготівель (деревина, тріска, дріб-



нота), стебла очерету, льняна костра та інші рослинні матеріали. Залежно від сили тиску при пресуванні та подальшого оброблення деревоволокнисті плити поділяють на надтверді, тверді, напівтверді та м'які (ізоляційно-опоряджувальні та ізоляційні).

Для внутрішнього оброблення будівель, обшивки салонів літаків і кают пароплавів застосовують тверді плити; надтверді використовують для покриття підлог.

Залежно від границь міцності на вигинання тверді та надтверді плити виготовляють марок: Т-350, Т-400; СТ-500 (літери означають вид плит: Т – тверді, СТ – надтверді, а цифри – мінімальну границю міцності на вигин в мегапаскалях $\times 10$).

Залежно від призначення випускають плити марок: Т – тверді з необлагородженою лицьовою поверхнею; Т-П – тверді з підфарбованим лицьовим шаром з тонкодисперсної деревної маси; СТ – тверді підвищеної міцності (надтверді) з облагородженою лицьовою поверхнею; СТ-С – тверді підвищеної міцності (надтверді) з лицьовим шаром з тонкодисперсної маси.

М'які плити залежно від густини поділяють на марки М-1, М-2, М-3.

Як сировинні компоненти для виробництва деревноволокнистих плит використовують деревину, стебла деяких рослин, антисептики, а для надання більшої міцності – клеючі речовини.

Основним видом сировини для плит є деревина. Звичайно використовують неділову деревину хвойних порід (сосна, ялина, кедр) і листяних (осика, береза, тополя), а також відходи при заготівлі лісу і деревообробки, відходи целюлозно-паперової промисловості – непроварені сучки, волокна, макулатура, стебла лубкових рослин (очерет, рогоза, соняшник, бавовна, кукурудза), а також солома і костриця. Доцільність застосування того або іншого виду сировини визначається економічними чинниками (наявність сировини, дальність перевезення, якість готової продукції).

Для надання водостійкості деревноволокнистим плитам волокна проклеюють каніфольно-парафіною або парафіною емульсією, осадженою сірчаноокислим алюмінієм. До складу твердих і надтвердих плит можна додатково вводити спеціальні полімерні суміші і передусім фенолформальдегідні смоли. Технологія деревноволокнистих плит включає два основних етапи – підготування сировини (помел і обробка трісок) і формування плит. Волокнисту масу мож-

на одержати двома способами - сухим і мокрим. Мокрим способом одержують усі види деревноволокнистих плит, сухим - тільки тверді і надтверді.

Мокрий спосіб базується на здатності волокон при зневодненні суспензії утворювати килим за рахунок створення каркаса в результаті переплетення цих волокон. Для одержання напівтвердих і твердих плит килим піддається гарячому пресуванню, під час якого волокна зближаються і поліпшується їх контакт.

Технологічна схема виготовлення ДВП наведена на рис. 2.7.

Тріску одержують з допомогою дискових або барабаних рубальних машин. Фракціонована і промита тріска надходить на подрібнення механічним, термомеханічним або хіміко-механічним способами.

При подрібненні в деревині протікають фізичні і фізико-хімічні процеси, суть яких полягає в поздовжньому розщепленні деревини на пучки і волокна з наступним переломом волокон у поперечному напрямку, гідратацією клітковини, її набряканням з ослабленням опору розщепленню волокон у поздовжньому напрямку.

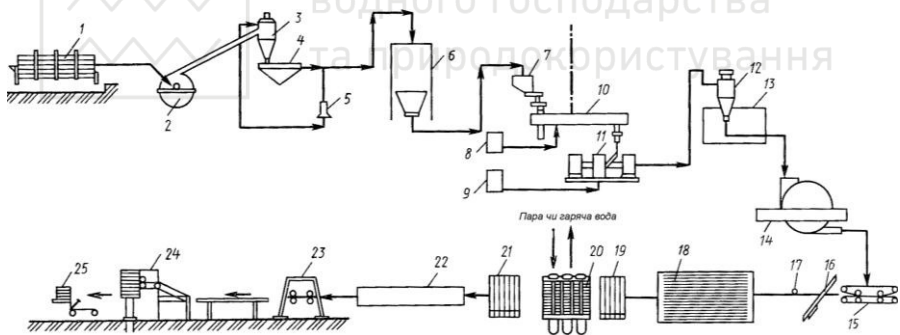


Рис. 2.7. Схема технологічного процесу мокросухого способу виробництва ДВП:

1 - обкорувальний барабан; 2 - рубальна машина; 3 - циклон; 4 - сортування; 5 - дезінтегратор; 6 - силос для тріски; 7 - витратний бункер тріски; 8, 9 - витратні баки хімікатів; 10 - пропарювальна ємкість; 11 - апарат для розмелювання; 12 - циклон; 13 - басейн маси; 14 - круглосітчаста відливна машина; 15 - стрічковий прес; 16, 17 - верстати поздовжньої й поперечної різки; 18 - багатоярусна сушарка; 19 - завантажувальна етажерка преса; 20 - прес; 21 - розвантажувальна етажерка преса; 22 - камера кондиціонування; 23 - верстат розкрою плит; 24 - накопичувач готових плит; 25 - електронавантажувач



Механічний спосіб подрібнення полягає в стиранні деревини рифленими дисками або циліндрами, що швидко обертаються. Для полегшення подрібнення можуть використовуватися хімічні речовини, а деревина - прогріватися. На практиці механічний спосіб мало використовується, тому що вимагає значних енергетичних витрат (800 кВт на 1 т сухого волокна).

Хіміко-механічний спосіб базується на протіканні досить складних фізико-хімічних процесів у деревині, викликаних її обробкою слабо-лужними розчинами з наступним подрібненням.

Термомеханічний спосіб полягає в прогріванні деревини гарячою водою (не нижче 70 °C) або парою високого тиску з наступним її подрібненням між двома обертовими рифленими дисками. Прогрівання маси викликає розм'якшення лігніну деревини, гідроліз вуглеводів і полегшує подрібнення. Термомеханічний спосіб найбільш поширений.

Після вторинного подрібнення волокниста маса подається на проклеювання. Після проклеювання маса розбавляється до концентрації 0,9 % і подається у відливальну машину.

Зневоднюється маса і формуються вироби в результаті вільної фільтрації води через сітку, вакуумування, пресування.

Для одержання м'яких плит відформовані вироби надходять на сушіння. Для виготовлення напівтвердих і твердих плит їх піддають гарячому пресуванню (170°C) на гідравлічних багатоповерхових пресах. Тривалість циклу пресування 8...15 хв.

М'які плити сушать у сушильних агрегатах безперервної дії протиструмного типу з рециркуляцією. Тривалість сушіння при температурі 130-160 °C близько 3 год.

Висушені м'які і зволожені тверді плити надходять на розкроювання до необхідних розмірів на форматно-обрізні верстати. Оздоблення твердих плит складається з фарбування або обклеювання плівками.

Сухий спосіб виробництва деревноволокнистих плит полягає в одержанні деревних волокон, що склеюються між собою з допомогою полімерного в'язучого. Просочені в'язучим деревноволокнисті плити піддаються гарячому пресуванню, під час якого відбувається тверднення в'язучого.

Цементостружкові плити виготовляють пресуванням суміші з деревних частинок, портландцементу і хімічних добавок (рис. 2.8).



Як сировину для виробництва плит використовують тонкомірну деревину хвойних і листяних порід. Плити водо-, морозо- та біостійкі, нетоксичні, добре обробляються інструментом, мають високу механічну міцність на стискання. Їх випускають двох марок: ЦСП-1 і ЦСП-2. Довжина плит – 3200 і 3600 мм, ширина – 1200 і 1250 мм, товщина – 8...40 мм.

Таблиця 2.5

Фізико-механічні показники цементостружкових плит

Властивості	ЦСП-1	ЦСП-2
Густина, кг/м ³	1100	1400
вологість, %, не більше	9	9
Розбухання за товщиною після 24 год. витримання у воді, %, не більше	2	2
Водовбирання за 24 год., %, не більше	16	16
Границя міцності на вигинання, МПа, не менше, при товщині, мм:	12	9
8...16		
18...24	10	8
26...40	9	7
Твердість, МПа, не менше	45	65
Питомий опір висмикуванню шурупів, Н/м	4...7	4...7
Морозостійкість (зниження міцності при вигинанні після 50 циклів), %, не більше	10	10

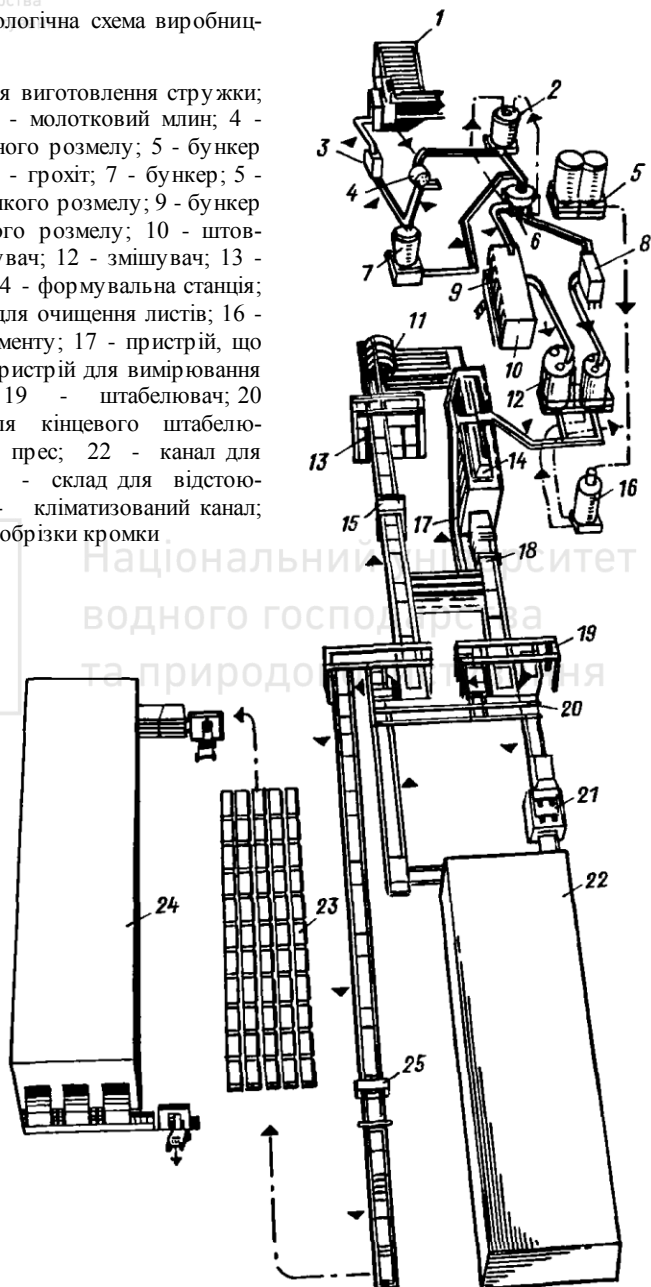
Технологічний процес виготовлення ЦСП складається з таких основних операцій (рис. 2.8):

- підготовка деревинної сировини (сортування, обкорування, витримка і поділ на мірні заготовки);
- виготовлення стружки з наступним сортуванням і доподрібненням;
- приготування цементно-стружкової суміші (підготовка розчинів хімічних добавок, вимірювання вологості та дозування стружки, розчинів хімічних добавок, води й цементу, їх змішування);
- формування килима;
- його розділення і формування пакетів на піддонах;



Рис. 2.8. Технологічна схема виробництва ЦСП:

1 - верстат для виготовлення стружки; 2 - бункер; 3 - молотковий млин; 4 - млин для дрібного розмелу; 5 - бункер для цементу; 6 - грохот; 7 - бункер; 8 - бункер для тонкого розмелу; 9 - бункер для нормального розмелу; 10 - штовхач; 11 - кантувач; 12 - змішувач; 13 - склад листів; 14 - формувальна станція; 15 - пристрій для очищення листів; 16 - бункер для цементу; 17 - пристрій, що сепарує; 18 - пристрій для вимірювання маси поверхні; 19 - штабелювач; 20 - пристрій для кінцевого штабелювання; 21 - прес; 22 - канал для твердіння; 23 - склад для відстоювання; 24 - кліматизований канал; 25 - пилка для обрізки кромки.





- пресування пакетів;
- теплова обробка;
- розпресування і розбирання пакетів;
- тверднення плит у стосах;
- кондиціювання плит;
- форматне обрізування;
- сортування і складання;

Технологічний процес виготовлення ЦСП значною мірою орієнтується на обладнання для виготовлення стружкових плит. Відмінність полягає у використанні як в'язучого цементу, що зумовлює необхідність тривалого тверднення плит в ущільненому стані й високі вимоги до точності дозування компонентів і якісного настеляння килима.

Цементостружкові плити рекомендується застосовувати для внутрішньої та зовнішньої обшивок панелей стін, плит покриттів, плит перекриттів малоповерхових будівель; обшивок каркасних перегородок, підвісних стель, санітарно-технічних кабін, екранів, огорож, облицювань, елементів підлог, столярно-будівельних виробів (табл. 2.5.)

При використовуванні зовні, а також усередині приміщень з вологим режимом між плитами залишають компенсаційний зазор з урахуванням лінійної зміни розміру в площині листа від зволоження.

Плити, які використовуються всередині приміщень з сухим і нормальним режимом вологості, обробляють лакофарбовими матеріалами, декоративними плівками, шпалерами.

Фанера — це листовий матеріал, склеєний з трьох і більше шарів лущеного шпону. Зовнішні шари шпону у фанері називаються *сорочками*, внутрішні — *серединками*. Розрізняють лицьову та зворотну сорочки. Лицьова сорочка містить менше вад деревини і дефектів оброблення, ніж зворотна сорочка та серединки. Фанеру виготовляють з деревини берези, вільхи, ясена, дуба, липи, осики, тополі, клена, ялини, сосни, смереки, кедра і модрина.

Для оброблення приміщень застосовують фанеру, облицьовану струганим шпоном, декоративну фанеру, фанеру бакелізовану і фанерні плити.

Фанеру, облицьовану струганим шпоном, поділяють:

за видом клею, що застосовують, – на марки ФОФ (склеєна фенолформальдегідними клеями) та ФОК (склеєна карбамідними клеями);

за кількістю облицьованих поверхонь – на одно- і двобічну;

за видом структури струганого шпону – на радіальну, напіврадіальну, тангенціальну, тангенціально-торцеву,

за видом оброблення поверхні – на нешліфовану і шліфовану з одного чи обох боків.

Фанера декоративна поділяється: за кількістю облицьованих боків – на однобічну та двобічну; за зовнішнім виглядом облицювального покриття – на глянцеvu та напівматову; за виглядом облицювального покриття та смолами, які застосовують для їх виготовлення.

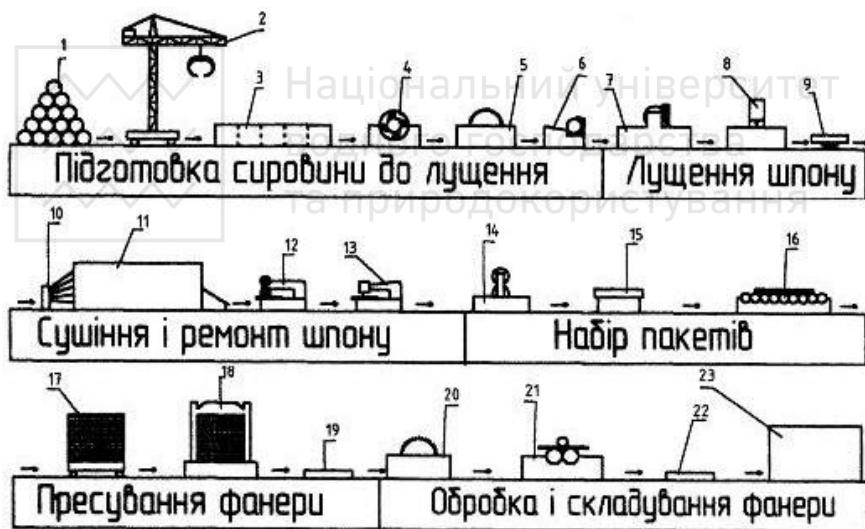


Рис. 2.9. Технологічна схема виробництва фанери:

1 – склад сировини; 2 - кран; 3 – басейн гідротермічної обробки; 4 – окорочний верстат; 5, 20 – пилний агрегат; 6 – центрувач; 7 – лушлильний пристрій; 8 – ножиці для різки шпону; 9, 19 – рольганг; 10 – система завантаження сушарки; 11 – сушарка; 12, 13 – ремонт шпону; 14 – клеєві валки; 15 – стіл набору пакетів шпону; 16 – ролик-конвеєр; 17 – завантажувач; 18 – прес; 21 – шліфувальний верстат; 22 – пакування; 23 – склад



Для виготовлення декоративної фанери усіх марок застосовують шпон з деревини берези, вільхи, липи, осики й тополі. Для внутрішніх шарів декоративної фанери марок ДФ-2 і ДФ-4 допускається застосування шпону з деревини хвойних порід.

Бакелізовану фанеру виготовляють з березового лущеного шпону, просоченого фенолформальдегідними смолами. Для цього виду фанери характерні підвищені густина і міцність, гладенькі поверхні, покриті тонкою плівкою отверділої смоли.

Фанерні плити – багатошарові вироби, які виготовляють з семи та більше шарів шпону, склеєних синтетичними клеями на основі фенолформальдегідних і карбамідоформальдегідних смол.

Основні технологічні етапи виготовлення фанери та обладнання наведені на схемі (рис. 2.9).





Тема 1: Технологія гідроізоляційних матеріалів. Загальні відомості. Класифікація

Матеріали, призначені для захисту стінових та інших будівельних конструкцій, а також будинків і споруд від зволоження та фільтрації води, називають гідроізоляційними. Вони повинні бути водонепроникними і достатньо довговічними. Ці показники досягаються за рахунок мінімальної пористості і визначаються відповідними значеннями міцності, деформативності, морозостійкості.

За функціональним призначенням у гідроізолюючому шарі усі гідроізоляційні матеріали поділяють на: ґрунтувальні, підмазочні, шпаклювальні, ізоляційні і покривні (рис. 2.10).

За фізичним станом і зовнішнім виглядом може бути таке розподілення: рідкі, пластично-в'язкі, пружнов'язкі та тверді.



Рис. 2.10. Схема гідроізоляційного покриття:

1 - покривний шар; 2 - шар ізоляційного матеріалу; 3 - шпаклівка; 4 - ґрунтівка; 5 - підмазка або затирка; 6 - основа

За основною сировиною, яка використовується, гідроізоляційні матеріали можуть бути розділені на три групи: органічні, неорганічні і змішані (або комбіновані). Переважне застосування в гідроізоляції знаходять органічні матеріали, які мають більш чітко виражені гідрофобні властивості.

За виробничим призначенням гідроізоляційні матеріали поділяються на такі основні групи: ін'єкційні, обмазочні, обклеєчні, монтажні, насипні; ущільнюючі і просочувальні.

Найбільш повною є комбінована класифікація (рис. 2.11), в якій різні класифікаційні ознаки враховуються у їх сукупності.

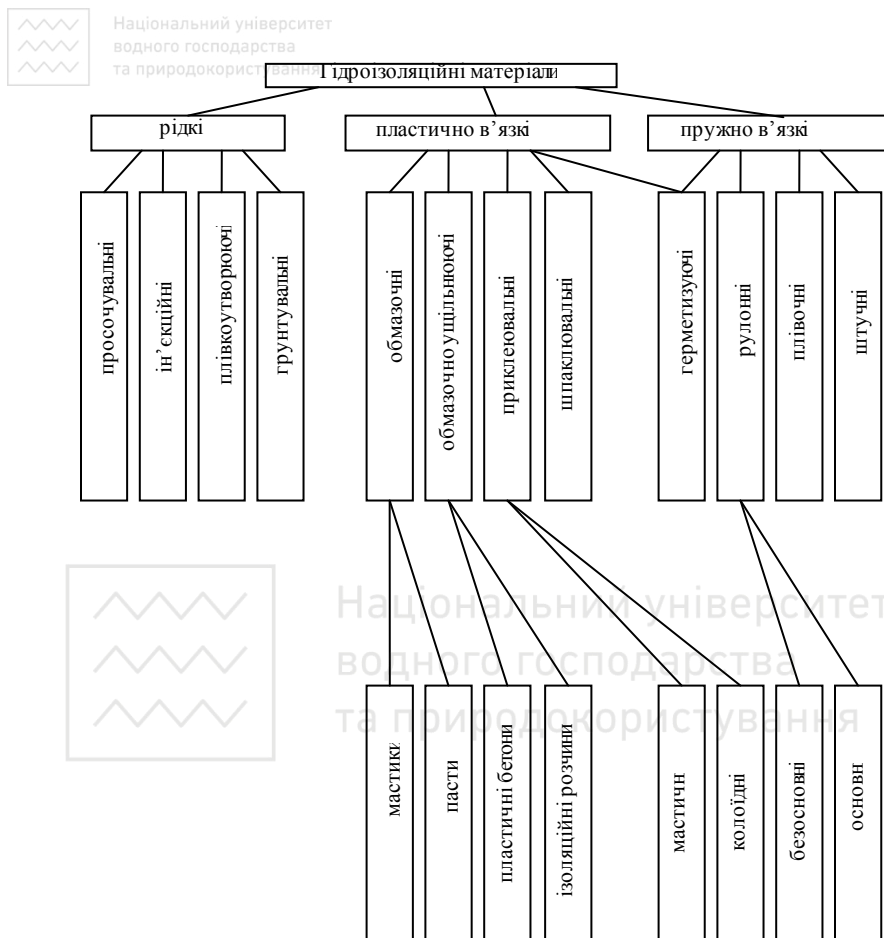


Рис. 2.11. Комбінована класифікація гідроізоляційних матеріалів

Гідроізоляційні матеріали характеризуються двома взаємозв'язаними характеристиками: структурою і властивостями. Їх структура утворюється під час виробничих процесів переробки сировинних матеріалів в певних напрямках і відношеннях.

Взаємозв'язок встановлюється при оптимальних структурах, коли стійкі зв'язки в них забезпечують стабільність основних власти-



востей при різних зовнішніх і внутрішніх змінах матеріалу у конструкціях.

Склад, структура, текстурні особливості матеріалу, а також певний характер внутрішнього теплового стану визначають основні властивості гідроізоляційних матеріалів і їх відношення до зовнішнього середовища і механічним діям.

Технічні властивості гідроізоляційних матеріалів поділяються на 4 взаємозв'язаних групи.

До першої групи належать властивості, які відображають відношення матеріалу до водного і парового середовищ: водопроникність, водопостачання і водонасичення, гіроскопічність, гідрофільність.

Другу групу складають механічні властивості: міцність, пластичність; пружність, в'язкість, які зв'язані з технологічними (формувальність, легкооброблюваність) властивостями, покривність та інші.

Третя група об'єднує якісні характеристики, які показують відношення матеріалів до тривалої дії зовнішнього середовища і геофізичних факторів, стабільності основних показників властивостей гідроізоляції за часом (водо-, морозостійкість, хімічна і біохімічна стійкість, погодостійкість, довговічність).

До четвертої групи належать адгезійні властивості, що показують здатність гідроізоляційного матеріалу до зчеплення з поверхнею конструкції або з проміжним клейовим шаром.

При сукупній оцінці матеріалу і його експлуатаційних показників в конструкції споруди, особливо при виробництві і використанні в покриттях комбінованих матеріалів, враховують також деякі теплофізичні, акустичні та інші характеристики (наприклад, теплостійкість, теплопровідність, вогнестійкість, звукопровідність та інші).

Тема 2: Теоретичні положення якості та технології гідроізоляційних матеріалів

Основні умови надійної гідроізоляції. Про якості гідроізоляційних матеріалів судять за основними і специфічними властивостями.

До матеріалів ставлять такі умови:

- низьке змочування;
- виключення можливості вільного руху води по капілярах і порам ізоляційного шару;



гальмування дифузного проникнення води, якщо не можна повністю запобігти дифузії;

- забезпечення необхідної міцності і деформативності;
- збереження довговічності матеріалу у конструкції.

Від того, в який мірі ці необхідні показники якості гідроізоляційних матеріалів забезпечуються у період експлуатації, залежить і надійність ізоляції конструкції від зовнішніх дестабілізаційних факторів.

Як відомо, гідроізоляційний матеріал повинен бути гідрофобним, тобто погано змочуватись водою, і тоді водопоглинання, гігроскопічність та інші властивості, які безпосередньо впливають на збереження та довговічність матеріалу у конструкції, будуть мати мінімальні значення.

Здатність до змочування поверхні, яка завжди характеризується наявністю вільної енергії, залежить від полярності рідини, яку наносять. Чим менша різниця в надлишку вільної енергії фаз, які стикаються, або різниця їх поверхневих натягів, тим повніше і легше відбувається змочування.

Зменшення змочуваності матеріалу водою може бути досягнуто при умові, що крайовий кут змочування $\varphi > 90^\circ$. Це можливо за рахунок використання матеріалів з високою діелектричною проникністю, наприклад полімерних матеріалів. Меншою ефективністю характеризуються бітумні і дьогтеві матеріали.

Гідроізоляційний матеріал повинен добре змочувати поверхню, що захищається, але погано змочуватися водою. Утворення гідрофобної поверхні (зовнішньої і усередині пор) є одним з основних умов доброї гідроізоляції.

Незмочуваність поверхні гідроізоляційного шару - необхідна, але не достатня умова ефективного захисту конструкції від дії всмоктування води. Для поліпшення гідроізоляційного покриття необхідно зменшити радіус капілярів або пор. До практичних способів зменшення величини радіуса капілярів або пор відносяться:

- максимально можливе ущільнення гідроізоляційної маси - бетонної суміші, будівельного розчину, мастики, пасти, насипних та інших гідроізоляційних матеріалів;
- проектування складу зернистої суміші цих матеріалів за принципом „найбільшої щільності“ з послідовним заповненням усіх порожнин, які залишились, чистою або наповненою в'язучою

речовиною з паралельним контролем якісних показників властивостей (особливо механічних) матеріалу.

Необхідно також захищати поверхню ізоляційного покриття від сторонніх наносів, особливо не допускати механічного всмоктування їх у пори. Наноси, звичайно гідрофільні за своєю природою, зменшують крайовий кут змочування у менісків.

Проникання води усередину ізоляційного матеріалу може відбуватися і у результаті дифузії, яка завжди безпосередньо зв'язана з тепловим рухом. Вона збільшується з підвищенням температури і змочуваності, внутрішньої поверхні дефектів (наприклад, гідроізоляційних частинок твердої високодисперсної фази). Наявність у воді ПАР, які можуть колоїдно її розчиняти, утворюючи додаткові дефекти у мікроструктурі матеріалу, також сприяє дифузії.

Для сповільнення дифузії необхідно:

- не допускати наявності у в'язучій речовини водорозчинних домішок;
- обмежувати вміст ПАР у в'язучому матеріалі, щоб майже не залишалось їх у вільному стані після об'єднання в'язучого з мінеральними компонентами;
- при виборі в'язучого і заповнювачів (наповнювачів) більш суворо враховувати їх хімічний склад і кристалохімічні властивості, ретельно обробляти композиційні суміші у змішувачах, на вальцях-каландрах та інших.

Регулювання структурно-механічних, властивостей гідроізоляційних матеріалів. Висока гідроізолююча здатність повинна поєднуватись з достатньою міцністю, необхідною деформативністю й іншими механічними властивостями матеріалів. Показники механічних властивостей не можуть бути нижче граничних значень, допустимих у відношенні гідроізоляції в конкретних експлуатаційних умовах. Так як властивості залежать від складу і структури матеріалів, то регулювання механічних (структурно-механічних) властивостей базується на реалізації закономірностей, які вивчені у відношенні того чи іншого класу матеріалів, а також більш загальних закономірностей, які характерні для матеріалів оптимальної структури типу штучних будівельних конгломератів (ШБК).

Як відомо з теорії ШБК, механічні властивості більшості матеріалів оптимальної структури, у тому числі і гідроізоляційних, визначаються кількістю співвідношення фаз в'язучої речовини, якістю



заповнювачів і наповнювачів, технологічними параметрами і режимами виробництва, кількістю пор у матеріалі. Оскільки технологічні параметри і режими забезпечують оптимальну структуру матеріалу, а кількість пор у гідроізоляції намагаються прирівняти нулю, то міцність як головна механічна властивість щільного гідроізоляційного матеріалу, що визначається при даній температурі і даній швидкості прикладання навантаження, обумовлена в основному міцністю в'язучої речовини оптимальної структури, співвідношенням фаз і якістю заповнювача.

Основні технологічні процеси отримання гідроізоляційних матеріалів. Як відомо, хіміко-технологічний процес виробництва матеріалів складається в основному з трьох взаємозв'язаних базисних елементів: сировини, енергії і обладнання (апаратури), які обумовлені економікою, станом і рівнем науково-технічного процесу. Чим ближче технологічний процес дотримується загальних і специфічних наукових принципів і закономірностей, тим більш досконале виробництво, вище ступінь його оптимізації і краща якість продукції, що виготовляється.

Перемішування віддозованих сировинних компонентів і загальної суміші є основною операцією.

У виробництві покрівельно-гідроізоляційних і антикорозійних матеріалів, особливо з використанням полімерів, вибір типу змішувача має суттєве значення, так як від перемішування залежить структура (на мікро- і макрорівнях) готової продукції. Типи змішувачів, які найбільш часто використовуються у виробництві гідроізоляційних матеріалів: СМБ з Z - подібними змішувачими елементами (робочі об'єми – 100...600 л, потужність електродвигуна від 2,8 до 40 кВт, діаметри лопатей від 300 до 600 мм); гумозмішувачі (з робочим об'ємом камер на 72, 250 і 600 л); роторні СРК, шнекові СН-300 (продуктивність при виготовленні мастик УСМ-50 – 1,5...2,0 т/год), змішувальні вальці (з фракцією від 1,05 до 1,25); роторно-ексцентрикові (РЕС); черв'ячні машини, які в значній мірі можуть замінити вальці, змішувачі і навіть каландри.

Якість готової суміші характеризує її однорідність і здатність до *формування і ущільнення*.

Характерною операцією у технології гідроізоляційних матеріалів являється каландрування.



Як правило, каландрування виконується у комплексі з отриманням суміші, у роторному змішувачі і її попереднім вальцюванням.

До формування і ущільнення відносяться ще дві можливих операції - *екструзія* (у екструдері, найчастіше у шнековому (черв'ячному), рідше - з допомогою шприц-машини) і *пресування* (на обігрітих паровою або гарячою водою пресах, які утворюють зусилля 100-500кН).

При виготовленні пористих герметизуючих прокладок і джгутів обробкою рідких або в'язкотекучих полімерів з допомогою газів використовують *спінювання*. Гази виділяються при реакціях між компонентами або при розкладанні порофорів, які розкладаються при нагріванні до температури в'язкості полімеру. Процес спінювання здійснюють або в замкненому об'ємі, або у відкритих формах. Нерідко спінювання сполучають з екструзією. Наприклад, при виготовленні герметиків-джгутів (пористих) або смуг.

Напилення - нанесення речовини у дисперсному стані на поверхню виробів або напівфабрикатів для отримання тонких плівок, які захищають виріб від корозії або фізичного зносу. Для гідроізоляції використовують газополум'яний, вихорний, псевдозріджений способи, хоча вони і не знайшли ще належного розповсюдження.

Просочування і допросочування покрівельного картону гарячим бітумом або бітумополімерною масою відноситься до одної з важливих операцій у технології гідроізоляційних матеріалів. Для цього використовують просочувальні ванни. При зануренні картону у ванну з гарячим бітумом (180-200°C) швидко випаровується волога з поверхні волокон. Частина пари підсушує його і нагріває бітум частково затискує перегріту пару у порах картону (до 30 % пор залишається незаповненими бітумом, оскільки затиснена пара повільно звільняє пори). Щоб інтенсифікувати процес просочування, необхідно охолодити полотно картону, наприклад, з 180° до 140°, що здійснюється з допомогою повітряного середовища або більш охолодженням бітумом.

Спеціальна обробка матеріалів і виробів сприяє лавинному протіканню внутрішніх структуроутворюючих процесів, зміцненню з поступовим або швидким переходом у твердий або твердоподібний стан.

Таким чином, матеріал, отриманий під час технологічного процесу, набуває новий склад і нову структуру порівняно з вихідними



сировинними компонентами, а також і нову якість, яка виражається комплексом механічних, фізичних і інших властивостей.

Тема 3: Характеристика сировини для виробництва гідроізоляційних матеріалів. Рідкі та пластично-в'язкі гідроізоляційні матеріали

Характеристика основних видів сировини. Для виробництва гідроізоляційних матеріалів і виробів використовують наступні види сировини: органічну (бітуми, полімери, розчинники, пластифікатори та інші), мінеральну (волокнисті і порошкоподібні наповнювачі, посипочні речовини - пісок, відходи, дрібнозернистий щебінь і інші).

Залежно від технології гідроізоляційних матеріалів сировину піддають різним видам обробки: очищенню, нагріванню, розплавленню, розрідженню, розпушуванню (азбесту), промиванню, перемішуванню і т.п.).

Органічні в'язучі матеріали. До них відносять бітуми, дьогті, синтетичні полімери та їх композиції. Як відомо, бітуми - органічні речовини чорного або темно-бурого кольору, які складаються з суміші високомолекулярних вуглеводнів і їх неметалевих похідних, тобто сполук вуглеводнів із сіркою, киснем та азотом. Вони можуть бути природними і штучними, які одержують з нафти (нафтові бітуми). Властивості бітумів залежать від їх складу, структури і температури.

Залежно від основних властивостей в'язкі нафтові бітуми поділяють на марки. Для виготовлення покрівельних і гідроізоляційних матеріалів використовують бітуми марок: БНК 45/180 (просочувальні); БНК 90/40 і БНК-90/30 (покрівельні).

Для ізоляції нафто- і газопроводів можна використовувати тверді будівельні бітуми марок БН 50/50, БН 70/30, БН 90/10.

Нафтові дорожні бітуми виготовляють п'яти марок: БНД 40/60, БНД 60/90, БНД 90/130, БНД 130/200 і БНД 200/300.

Якщо бітум не задовольняє необхідним вимогам, слід підібрати склад бітумних сплавів з нафтових бітумів різних марок або сплавів нафтових бітумів з природними. Поліпшені бітуми або сплави, властивості яких поліпшені спеціальною хімічною обробкою або додан-



ням пластифікаторів, застосовують при виготовленні рулонних і штучних гідроізоляційних матеріалів і лаків підвищеної теплостійкості і динамічної міцності.

Рідкі бігуми використовують як підігрітими до температури близько 100°C, так і у холодному стані (з температурою 15...20°C). З часом рідкі бігуми затужавіють за рахунок випаровування летких фракцій, окислення та інших процесів.

Дьогті - органічні в'язучі речовини в'язкої або рідкої консистенції, які отримують як побічний продукт при сухий (деструктивної, без доступу повітря) перегонці твердих видів палива (кам'яного або бурого вугілля, торфу, деревини тощо). Для гідроізоляції використовують кам'яновугільні дьогті (відігнані дьогті, пек і складені дьогті, які одержують сплавленням пеків з дьогтьовими маслами або зневодненими сирими дьогтями).

З метою поліпшення якості дьогтьових в'язучих вводять мінеральні дисперсії наповнювачів до 30 % (меленого вапняку і доломіту, кам'яновугільного і цементного пилу). Такі дьогті називають наповненими, їх випускають двох марок ДН-7 з в'язкістю 3 - 70с і ДН-8 з в'язкістю $S_{50}^{10} = 70...120$ с.

При змішуванні бігуму з дьогтевими в'язучими отримують матеріали, які мають підвищену активність до взаємодії з мінеральними матеріалами і органічною основою (картоном, тканиною), більш високою адгезійною і змочувальною здатністю, а також підвищеною біо- і хімічною стійкістю.

Для підвищення еластичності, теплостійкості, довговічності і міцності бігумів у яких вводять каучук або більш доступну сировину - регеновану гуму, для отримання якої доцільно використовувати покрішки, які зносились і містять звичайно більш 50% каучукової речовини, а також відходи заводів, які випускають чорні і кольорові гумові вироби.

З метою збільшення довговічності бігумних гідроізоляційних і покрівельних матеріалів, поліпшення їх деформативної здатності при різних експлуатаційних температурах, підвищення водостійкості, міцності зчеплення з основою і поліпшенням інших характеристик бігуми модифікують добавками полімерів.

Бігумно-полімерно в'язуче можна розглядати як композиційний матеріал, в якому матрицю-середовищем є бігум, а дисперсною фазою-полімер.



У виробництві гідроізоляційних матеріалів широко застосовуються синтетичні полімери: поліізобутилен, поліетилен, поліпропілен, полівінілхлорид, полівінілацетат, полістирол, поліуретан, фенолформальдегідні полімери; епоксидні смоли, кремнійорганічні полімери, поліефіри, синтетичні каучуки, латекси.

Наповнювачі, заповнювачі і додаткові матеріали. Наповнювачі необхідні для підвищення механічних властивостей гідроізоляційних матеріалів бігумів і інших подібних матеріалів, які зв'язують компоненти. Вони підвищують їх тепло- і атмосферостійкість, довговічність, дозволяють економити зв'язуюче.

Для бігумів найбільш поширеними наповнювачами є порошки природного походження або отримані шляхом помелу гірських порід (головним чином карбонатних). Вапнякові порошки мають високу стійкість до лужного, сульфатного і морського середовища.

Для дьогтьових в'язучих в якості наповнювачів використовують порошки з польовошпатових, азбестових і інших гірських порід, а також з кварцу, каолініту.

Також у бігум в якості наповнювачів можуть вводитись деякі органічні речовини: каніфоль, асфальтит, гума та інші.

У полімерах в якості наповнювачів використовують деревне і бакелітове борошно, каолін, кварцовий або азбестовий пил, крейду, тальк, пемзу, сажу, молоту слюду, неорганічні пігменти (вохру, сурик і т.п.) та інші.

Волокнистими служать целюлозні, азбестові і скляні у виді коротких (3...7 мм) волокон наповнювача, а також волокна з капрону, нейлону, лавсану та інші. Введення волокнистого наповнювача в склад плівки збільшує міцність матеріалу, зменшує анізотропію.

Заповнювачами служать щебінь, гравій (5...70 мм) і пісок (з 0,16...5 мм).

Щебінь і гравій з основних порід має підвищене зчеплення з бітумом, ніж з кислих гірських порід.

Активатори – речовини, які вводять в композиційні матеріали з метою підвищення адгезійних властивостей на межі поділу фаз збільшення полярності будь-якого компоненту, прискорення реакції полімеризації або поліконденсації, поліпшення технологічних властивостей сумішей.

У бігумно-мінеральних сумішах активаторами можуть бути добавки вапна, оксиду магнію, портландцементу, добавки ПАР, електро-



ліги та інші. Для асфальтових матеріалів рекомендуються такі ПАР: феролігносульфонат (ФЛС) феросоапсток (ФС ферорисайкл (ФР), ферожировий гудрон (ФЖГ), фероокислений гас (ФОГ).

Стабілізатори - речовини, які сповільнюють процеси старіння полімерів і пластмас, виникаючі під дією кисню повітря, підвищених температур, сонячних променів, бактерій.

При виготовленні гідроізоляційних полімерцементних матеріалів застосовують органічні стабілізатори: казеїн, мила і неорганічні стабілізатори: метафосфати або поліметафосфати.

Для підвищення водостійкості латексних і каучукоцементних матеріалів застосовують емульсії бітуму, масел або парафіну. Для підвищення водостійкості асфальтових матеріалів в готову суміш перед її вивантаженням з змішувача, додають рідке тісто або молоко, яке виготовлено з гідралічного в'язучого (гідралічного вапна, портландцементу, гідрофобного цементу) і води.

Барвники і пігменти вводять в деякі гідроізоляційні матеріали для надання їм необхідного забарвлення, а також як порошкоподібні наповнювачі. Застосовують вохру, сурик, умбру, хромову зелень. Для матеріалів темних тонів вводять сажу, а для світлих тонів - літопон, крейду, цинкові білила. З органічних барвників в деяких випадках використовують нігрозин, хризоїдін.

Пластифікатори – речовини, які надають підвищену еластичність і гнучкість матеріалу при низьких температурах і вводяться в кількості 2...40% (за масою). При виборі кількості пластифікатору необхідно враховувати, що з його введенням у композицію знижується теплостійкість, прискорюється старіння матеріалу, знижується в'язкість, хімічна стійкість. Найбільш поширені пластифікатори – олеїнова кислота, фталати жирних спиртів, стеарат алюмінію та інші. Для бітумно- і дьогтьомінеральних матеріалів застосовують в основному мінеральні масла, які отримують при перегонці нафти або дьогтю (зелене масло, мазут, гудрон, антраценове масло та інші).

Розчинники вводять у композиційні матеріали для підвищення текучості і полегшення гідроізоляційних робіт.

Отверджувачі – хімічні речовини, які вводять у суміш для введення у процесі виробництва термопластичних смол у термореактивні (уротропін, оксиди і гідрооксиди магнію і кальцію).

Антисептиками для бітумних мастил і інших гідроізоляційних матеріалів служать антраценові і креозотові масла, органічні сполу-



ки олова, похідні ртуті, цинку, міді, марганцю, сірки, миш'яку. Застосовують також пентахлорфенол (біля 1%), кремнефтористий натрій в кількості 4...5% від маси бігумного в'язучого.

Мастильні матеріали застосовують для запобігання прилипання формовальних мас до робочих поверхонь обладнання, інструменту, бігумно-мінеральних мас - до форм і ущільнюючих валків.

Посипочні речовини наносять на поверхню гідроізоляційних матеріалів для сповільнення їх старіння, підвищення атмосферо- і вогнестійкості, поліпшення декоративності, запобігання злипання, обважніння покрівельного полотна. Вони бувають крупнозернисті, дрібнозернисті (0,315...1 мм), пилюваті і лускаті. Найкращою за властивостями є крупнозерниста посипка – річний або гірський пісок з розмірами зерен 0,5...3 мм, але з розсіванням за фракціями: 0,5...1, 1...2, 2...3 мм. Використовується також подрібнена мінеральна крихта розмірами 0,5...2 мм, наприклад: сланцева, талькова, азбестова галя та інші. Пилюватий посипочний матеріал отримують подрібненням галькового каменю; лускату посипку - з слюдяного скрапу.

Використовують також кольорові крупнозернисті посипки, причому в якості забарвлюючих речовин використовують оксид хрому, залізний сурик тощо.

Картони. В якості більшості рулонних покрівельних і гідроізоляційних матеріалів застосовують картони, тобто полотна, які отримані з безладно і щільно сплєтених волокон органічного і мінерального походження. Для гідроізоляційних матеріалів використовують головним чином картон покрівельний і рідше картон азбестовий.

Покрівельний картон випускається в рулонах шириною полотна 1000, 1025 та 1050 мм, масою 250...600 кг.

В залежності від всмоктування і швидкості просочування картон, поділяється на групи А та Б (у картону групи Б менша здатність всмоктування, так як в його складі менше ганчір'я),

Залежно від маси 1 м² картону і міцності на розрив покрівельний картон поділяється на марки: А-500, А-420, А-350, А-300, Б-500, Б-420, Б-350, Б-300. Цифра в марок вказує масу 1 м² картону. Вологість картону повинна бути менше 6%, оскільки зі збільшенням вологості знижується його міцність.



Міцнісні характеристики картону залежать відмінності і довжини вихідного волокна, режимів розмелу і обезводнення маси при виробництві картону.

В якості основи і для армування гідроізоляційних матеріалів застосовують також папір азбестовий (марок БГ-М і БГ-К), скловолокну, у тому числі склосітку, склохолст (найчастіше марок ВВ-Г, ВВ-К), тканини азбестові, бавовняні та інші.

Алюмінієва рулонна фольга випускається шириною 10-1500 мм при товщині 0,007 - 0,20 мм. Фольга певної товщини повинна мати міцність при розриві - не менше 0,75 МПа і відносне видовження - не менше 20%. Фольга може бути м'якою (М) і твердою (Т).

Рідкі гідроізоляційні матеріали. Як відомо, рідкі матеріали поділяють просочувальні, ін'єкційні, плівкоутворюючі, ґрунтувальні.

В якості просочувальних матеріалів найчастіше використовують: бітум, який використовують в холодному або підігрітому стані, а також у вигляді бітумної емульсії; стеаринову емульсію; кремнійорганічні гідрофобні рідини - ГКЖ-10, ГКЖ-11, ГКЖ-94.

Просочують розливом по поверхні конструкції просочувального матеріалу або зануренням конструкції у рідину.

Найбільш придатний бітум марок БНД 40/60, але використовують також бітум марок БНД 60/90 і БНК 45/180. Для гарячого просочування застосовують в'язкі бітуми. В'язкість бітуму повинна бути 5...25 с (за стандартним, віскозиметром з отвором 5 мм при 25°C), регулюють її додаванням в бітум відповідної кількості розчинника. Тривалість висихання розрідженого бітуму складає від 5 год. до 2 діб.

Бітумну емульсію отримують тонким подрібненням бітуму у воді, куди вводять емульгатор для стабілізації емульсії. Вміст бітуму в емульсіях не менше 50%, а водорозчинних емульгаторів не більше 1...3%. Емульсію отримують в гомогенізаторах, які складаються з кожуха та двох рифлених дисків, які з'єднані між собою. Гарячий бітум і воду з емульгатором, нагріту до 90°C, вводять у зазор шириною 0,1...0,3 мм, який знаходиться між кожухом і диском. Завдяки високій частоті обертання дисків (3000 хв⁻¹) та інтенсивному диспергуванню бітуму утворюється стійка емульсія.

Для виготовлення емульсії можна також використовувати змішувачі лопатевого типу. Вони складаються з циліндричного корпусу з конічним, дном та вертикального валу, на якому знаходяться лопа-



ті. Завдяки обертанню вала з частотою 100...120 хвил⁻¹ та розбиванням на найдрібніші частини тонкого струменя бітуму (температура до 120...125°C), який наливається у водний розчин емульгатора, утворюється емульсія.

В якості *ін'єкційних матеріалів* використовують рідкі бітуми, бітумні емульсії, полівінілацетатну дисперсію, розігрітий бітум. Їх вводять у матеріал під тиском.

Плівкоутворюючі матеріали - це лаки, емалі, фарбувальні склади. Лак - це колоїдний розчин, в якому середовищем є органічний розчинник, а фазою - дисперсний бітум, пек або штучна смола. Лакова поверхня утворюється не тільки за рахунок висихання розчинника, але і за рахунок протікання процесів полімеризації у дисперсній фазі. Тонкий шар лаку має достатню міцність, еластичність і водонепроникність.

Найпростіший вид лаку - бітумний або асфальтовий - отримують, розчиненням тугоплавкого бітуму у ксилолі, сольвент-нафті, уайт-спіриті. Для підвищення атмосферо- та водостійкості готують лаки складних складів. Їх стримують сплавленням бітуму з натуральною або синтетичною смолою при температурі 250...300°C з подальшим розчиненням в розчиннику. Приблизний склад складних асфальтових лаків, %: смола - до 20, бітум - до 45 та розчинник - до 35.

Найбільш поширені лаки на перхлорвінілової основі. Їх виготовляють розчиненням перхлорвінілової смоли в розчинниках (ксилолі, хлорбензолі, бутилацетаті та інші). Плівка лаку, що утворюється, має високу адгезію, стійкість до води, кислот, лугів, масел, а також добру покривність при нанесенні на інші шари лаку. Ці лаки висихають протягом 1 години.

З лаків на основі кремнійорганічних речовин отримав розповсюдження метилтрихлорсилановий лак. В якості розчинника для нього можна використовувати бензин. Плівка з такого лаку має високу водовідштовхуючу здатність.

Основним плівкоутворюючим компонентом при виготовленні гідроізоляційних лаків на основі епоксидних смол є епоксидно-діанова смола марок ЕД-16 та ЕД-20.

При змішуванні лаків з пігментами отримують емалі. Найпростіша емаль - суміш алюмінієвого порошку з дьогтевим лаком, який



одержують при розчиненні кам'яновугільного пеку у ароматичних розчинниках (толуолі, сольвент-нафті тощо).

Покриття на основі такої емалі мають світло-сріблястий колір і більш водо- та атмосферостійкі, ніж покриття з одного лаку.

Можна одержувати емалі на основі перхлорвінілової, сечовино-, мелаїноформальдегідної, епоксидної та інших смол. Так, розчиненням гумової і крихти у органічному розчиннику (антраценове масло) отримують фарбувальні склади. Поверхня, яка утворюється після висихання фарбувального складу, має достатню міцність, водо- і лугостійкість.

Грунтувальними матеріалами для гідроізоляції металевих конструкцій часто служать покриття з олійних фарб на основі натуральної оліфи і атмосферостійких пігментів - алюмінієвого порошку, залізного сурику, свинцевого сурику, свинцевого оранжевого крону. Замість натуральної оліфи можна використовувати напівнатуральну (типу околь), гліфталевий або пентафталевий лак.

Олійні і емалеві фарби одержують ретельним перетиранням пігменту з оліфою або лаком на фарботерці з наступним розбавленням до робочої консистенції.

Пластично-в'язкі гідроізоляційні матеріали. Пластично-в'язкі матеріали за призначенням бувають обмазочні, обмазочно-ущільнюючі, приклеювальні, затирочні і шпаклювальні. Їх випускають у вигляді мастик, паст, асфальтових розчинів і бетонів.

Мастики складаються з органічного в'язучого, мінерального наповнювача і добавки (пластифікатора, стабілізатора та інші). В залежності від виду в'язучого мастики можуть бути бігумними, бігумно-полімерними, бігумно-гумовими, дьогтьовими, дьогтеполімерними, гудрокамовими, гудрокамполімерними.

Бігумні мастики за умовами застосування бувають холодними і гарячими. Теплостійкість мастики - це максимальна температура, при якій мастика не витікає на протязі 5 год з шару товщиною 2 мм, який склеює два зразка пергаменту, які розташовані під кутом 45° до горизонту.

В табл. 2.6 наведені технічні характеристики гарячих бігумних мастик, які використовують при покрівельно-гідроізоляційних роботах.



Технологія гарячих мастик полягає в змішуванні розплавленого бігуму при температурі 180...185 °С з попередньо висушеним наповнювачем.

Холодну бігумну мастику готують змішуванням нафтобігуму, розчинника, наповнювача, а також пластифікуючих та антисептуючих добавок. В якості розчинника звичайно використовують лігроїн, уайт-спирит, зелене масло. Теплостійкість мастики 70°С. Твердіння протікає перші дві доби.

Таблиця 2.6

Технічні характеристики бігумних мастик

Марка мастики	Вміст наповнювача, % за масою		Температура розм'якшення за К і К, °С		Температура крихкості бігумного в'язучого, °С
	пилуватого	волокнистого	бігумного в'язучого	мастики	
МБК-Г-55	25	-	45	55-60	не менше
	-	10-12	50	-	-18
	-	10-15	55	-	-
МБК-Г-65	25	-	60	68-72	не менше
	-	15-20	60	-	-15
МБК-Г-75	-	15-20	65-70	77-80	-13
МБК-Г-85	-	20-25	70-75	87-92	-12
МБК-Г-100	-	20-25	85-90	105-110	-10

Асфальтові бетони і розчини отримують введенням крупного або дрібного заповнювача в суміш бігуму з наповнювачем.

Технологія асфальтових бетонів полягає в нагріванні сировинних матеріалів і їх змішуванні. Спочатку перемішують заповнювачі і наповнювачі, а потім змішують усе з гарячим бігумом.

До пластично-в'язких матеріалів відносять також герметизуючі мастики, які призначені для замурування і ущільнення зовнішніх і внутрішніх швів, стиків, отворів.

Найпоширеніші - гумобігумна мастика Ізол-Г-М, ущільнюючі мастики марок УМ-20, УМ-40, УМ-60.

Гумобігумна мастика Ізол-Г-М вміщує, %: гуми (від старих автопокришок) – 7...15, бігуму – 60...78, кумаронової смоли – 2...6, наповнювача до 25, каніфолі до 6. Склад мастики уточнюють у лабо-



раторії залежно від якості сировинних матеріалів. Її можна використовувати як є холодному, так і у гарячому стані. При використанні у холодному стані в склад мастики вводять розчинник (до 30%) - лігроїн, бензин, зелене масло.

Склади ущільнюючих мастик наведені у табл. 2.7

Таблиця 2.7

Склади ущільнюючих мастик

Матеріали	Склад, % за масою		
	УМ-20	УМ-40	УМ-60
Поліізобутилен	3	3	5
Гумова крихта	5	5	3
Масло ПН-6 або інше	20	10	5
Автол або веретенне масло	5	15	8
Зелене масло	-	1	15
Наповнювач органічний	67	66	64
(камяне вугілля-антрацит)			

Технологія виготовлення ущільнюючих мастик полягає в перемішуванні компонентів при температурі 100-120°C. Мастики мають такі фізико-механічні показники: в'язкість при 50°C- $2 \cdot 10^3$ - $3 \cdot 10^4$ Па·с, відносне видовження - не менше 200% водопоглинання через добу - не більше 0,3%, температуростійкість – від -45 до +80°C, температура крихкості – -45°C.

Тема 4: Тверді та пружнов'язкі гідроізоляційні матеріали

Ці матеріали є найбільш масовим видом продукції для гідроізоляції і покрівлі, так як ця продукція транспортабельна і зручна при виконанні гідроізоляційних і покрівельних робіт, а її виробництво можна механізувати і автоматизувати.

Окремі різновиди матеріалів цієї групи мають відносно високу міцність, еластичність у широкому інтервалі температур, гнучкість,



водонепроникність. Гідроізоляційні матеріали і вироби поділяються на три підгрупи: рулонні, плівочні і штучні.

Рулонні матеріали. Рулонні гідроізоляційні матеріали виготовляють двох типів: основні і безосновні, які звичайно містять порошкоподібний або волокнистий наповнювач.

Як основу рулонного матеріалу застосовують покрівельний картон, склотканину, фольгу та азбестовий папір. На картонній основі виробляють руберойд, пергамін, толь, на склооснові - склоруберойд, склопівсть, гідросклоізол, на основі фольги - фольгоізол та фольгоруберойд, а на азбестовому папері - гідроізол.

В табл. 2.8 наведені основні фізико-механічні властивості рулонних гідроізоляційних матеріалів.

Таблиця 2.8
Основні властивості рулонних гідроізоляційних матеріалів

Матеріал	Розривна сила при розтягу, Н, не менше	Гнучкість (діаметр стержня, мм)	Теплостійкість, °С	Водонасиченість, %, не більше
Руберойд	216...392	20; 30	70...80	4...6
Пергамін	200...300	10	-	15...23
Склорубе-	300...500	30	70...80	<1
Толь	274...589	20; 30	45...60	12...20
Гідроізол	220...350	10; 15	70...80	6...10
Фольгоізол	600...800	20	110...140	<0,5
Металоізол або фольгоруберойд	600...800	20	110...140	<0,5

Технологія рулонних основних матеріалів полягає в просочуванні і покриванні основи органічним зв'язуючим.

Для підвищення атмосферостійкості при експлуатації і запобіганню злипання матеріалів при зберіганні їх у рулонах поверхні посилюють дрібним піском, крихтою, пиловидною посипкою.



При виробництві руберойду, пергаменту, гідроізолю використовують бітумне зв'язуюче, а для склоруберойду, склоповсті - бітумне, бітумне-гумове або бітумно-полімерне.

Бітумно-гумовий композит використовують також для виробництва фольгоізолю.

Дьогтеві зв'язуючі використовують для виробництва різних видів толей. Технологія різноманітних рулонних основних гідроізоляційних матеріалів має багато спільних технологічних операцій.

Технологічний процес виготовлення, руберойду складається в основному з 4 етапів:

- 1) просочування полотна картону, який рухається, м'яким покрівельним бітумом, наприклад, марки БНК 45/180;
- 2) нанесення тугоплавкого бітумно-мінерального покривного шару;
- 3) утворення захисного шару з мінеральної посипки;
- 4) охолодження готового матеріалу.

Технологічна схема виробництва руберойду складається з таких основних операцій: підігрівання просочувальної та покривної маси до 180...200 °С; подавання картону на просочувальний агрегат; розмотування картону з бобін; підсушування картону для його попереднього обезводнення; просочування картону гарячою бітумною масою у ванні; допросочування картону у повітряному середовищі; нанесення покривного шару (бітум або суміш бітуму з мінеральним наповнювачем); посипання однієї або декількох сторін мінеральним порошком; охолодження руберойду та його згортання у рулони, пакування.

Виробництво продукції здійснюється з допомогою спеціальних руберойдних агрегатів СМА-184 і СМ 486 Б, а також додаткового обладнання (рис. 2.12).

Приготування покривної маси відноситься до найвідповідальнішої операції і на завершальній стадії здійснюється змішуванням доокисленого бітуму з мінеральним наповнювачем (рис.2.13).

Технологія приготування покривної маси полягає в подаванні і обігріві доокисленого бітуму, транспортуванні наповнювача реверсивним шнековим дозатором в турбозмішувач і змішуванні його з бітумом. Обладнання цеху складається з елеватора для подавання порошкоподібного наповнювача з прищехового складу у бункер, циклона для уловлювання і осадження пилу, бітумопроводу для по-

давання окисленого бітуму в змішувач, реверсивного шнекового дозатора для регулювання подавання порошку в змішувач. Дозатор-живильник комірчатого типу служить для рівномірного подавання дозованої кількості наповнювача в змішувач, який складає з корпусу (резервуару), лопатевого валу, який обертається з частотою 110...120 хвил¹, приводу, масопроводу для зливання готового продукту. Останній з температурою 180...200°C подається по спускній трубі у покривну ванну.

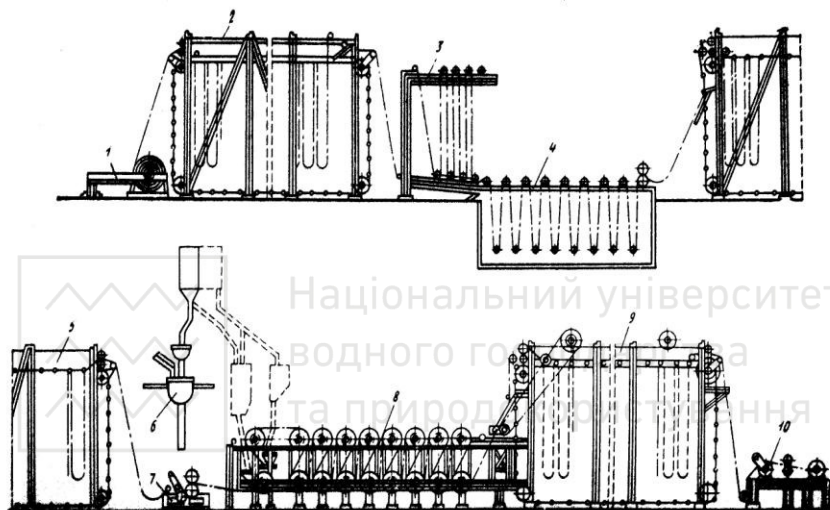


Рис. 2.12. Технологічна схема виготовлення руберойду:

1- верстат для розмотування картону; 2-магазин запасу картону; 3-прилад попереднього поливу картону; 4 - просочувальна ванна; 5-збагачувальна камера допросочування; 6-змішувач; 7-покривний лоток; 8-посипочно-охолоджувальна секція агрегату; 9-магазин запасу готового матеріалу; 10-змотувальний верстат

Окислений бітум потрапляє у змішувач з відповідної ємності або безпосередньо з реактору, у якому здійснювався процес окислення.

Для поліпшення фізико механічних і зокрема, еластичних властивостей в бітум марки БНК 90/30 вводять модифікуючі речовини: гумову крихту (її попередньо девулканізують шляхом термопластифікація у бітумі марки БНК 45/180 при температурі - 170...180°C, механічної пластифікації при температурі 225...235°C змішування з наповнювачем гранул розміром 0,5...1 мм. У покривний бітум марки БНК 90/30 додають гранулят, який складається з 15% гумової



крихти, яка девулканізована у бітумі БНК 45/180, 15% бітуму марки 45/180 і 70% наповнювача (наприклад, тальку).

Другою суттєвою і необхідною операцією на руберойдному заводі є підготування мінеральної посипки.

На заводі мінеральна посипка знаходиться у сховищі - силосі - металевому циліндричному закритому резервуарі з завантажувальним жолобами. Через вертикальну трубу усередині силосу завантажуються посипка. Труба має велику кількість дрібних отворів. При наповненні або спорожненні силосу посипка проходить через ці отвори і поділяється на фракції з різними діаметрами частинок. Це забезпечує надходження до руберойдного агрегата посипки необхідного гранулометричного складу. З силосів посипка подається стрічковим конвейєром у напірний бункер, а з нього попадає у посипочні бункери руберойдного агрегату.

Дія надійної адгезії з покривними шарами посипка повинна бути зовсім сухою і підігрітою.

Сушіння посипок, у тому числі і піску, здійснюється у механічній сушарці безперервної дії з повною механізацією процесу.

Підготовлені на заводі вихідні матеріали в певній послідовності використовують у технології виробництва руберойду. Для цього використовують просочувальні агрегати прохідної системи з безперервним ходом полотна.

Подавання картону здійснюється на раму розмотувального станка у бобинах. Верстат розрахований на установа двох бобин одночасно. У період дії агрегату одна бобина розмотується, а інша є запасною. Направляючі планки верстата встановлені похило для полегшення накочування бобин і мають металеві штирі для запобігання їх скочування.

Магазин петлевого запасу картону необхідний для забезпечення неперервного руху стрічки під час склеювання полотен. Він складається з коробчастої рами, у верхній і нижній частині якої встановлені два ряди металевих валків, які вільно обертаються у шарикопідшипниках.

Після виходу полотна з магазину запасу здійснюється його попереднє підсушування для підвищення усмоктуваності картону і прискорення процесу просочування. Потім полотню попадає у просочувальну ванну, яка має прямокутний переріз довжиною 5 м, глибиною 23...23 м і шириною 1,5 м. З допомогою системи направляючих вал-

ків досягається теплове переміщення полотна картону. Тягові металеві валки однакового діаметру (150...220мм) встановлені один над іншим на вихідному кінці просочувальної ванни і з регульованим зазором, вони є одночасно і віджимними.

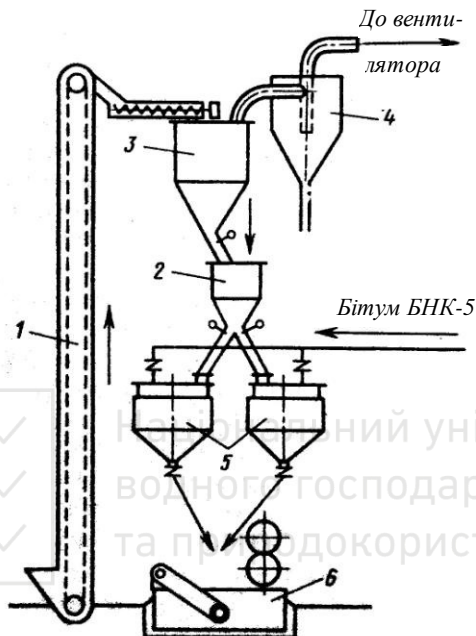


Рис. 2.13. Технологічна схема виробництва покривної маси.

1-елеватор для подачі тальку; 2-дозатор тальку; 3-бункер для тальку; 4-циклон; 5-змішувач; 6-покривна ванна

Довжина шляху картону у просочувальній ванні приблизно 24 м. Тривалість перебування картону у просочувальній масі складає не менше 80...85с, що залежить від швидкості руху полотна, якості картону, температури нагріву бітумної маси.

Відтиснуте після просочування полотно картону проходить через камеру допросочування, яка виготовляється з листового заліза товщиною 2...3 мм у вигляді шафи прямокутної форми. У камері температура повітря складає 70...80°C (залишкова пористість у картоні складає до 10...15%).



Після камери допресочування на майже сухе полотно картону наносять покривну масу або у покривних лотках, або у спеціальних пристроях.

Після нанесення покривного шару полотно щільно посипають мінеральною посипкою.

Після нанесення посипки полотно руберойду охолоджується у два етапи. Спочатку охолодження здійснюється на холодильних циліндрах, а потім у магазині запасу руберойду. На першому етапі температура руберойду на холодильних циліндрах знижується з 160...150 до 110...100°C, а у магазині запасу складає 30...40°C. Час охолодження складає близько 10 хв. Загальна довжина запасу полотна руберойду у петлях, кількість яких може бути 60...70, дорівнює приблизно 600 м.

За рамою магазину петельного запасу встановлюється намоточний верстат і різальна машина, відповідними операціями на яких завершується технологічний процес виробництва руберойду.

До рулонних безосновних матеріалів відносять також ізол, бризол, кармізол, гідробутил, армогідробутил та інші. Приблизний склад бризолу: бітум – БН 70/30 до 60%, гума – до 30%, пластифікатор (озокерит, зелене масло, петролатум, поліізобутилен П-20 та інші) - 2-5%, азбест – до 12% (за масою).

При виробництві ізолу використовують суміш бітумів різних марок – НО - 60% (БНД 40/60-20-25%, БН 90/10-28-30%); девулканізовану гуму - 25-30%, наповнювача - 25-30%, крезотового масла - 1-5%.

Таблиця 2.10

Основні фізико-механічні властивості бризолу та ізолу

Матеріал	Розривне зусилля, МПа	Деформативність, %	Температура крихкості, °С	Температура розм'якшення, °С
Бризол	1,5...0,7	30...100	-5... -20	110...160
Ізол	0,4...2	30...100	-30... -45	120...160

У табл. 2.10 наведені основні фізико-механічні властивості ізолу і бризолу.

Технологія İzолу і брізолу включає: підготовку сировинних матеріалів: переробку старої гуми в крихту з розмірами частинок до 1-1,5 мм; розігрів бітуму; розпушення азбесту на дезінтеграторах; змішування компонентів при 160...170°C; екструджування полотна на черв'ячному пресі; каландрування; охолодження; присипання порошком крейди; намотування у рулон (рис 2.14).

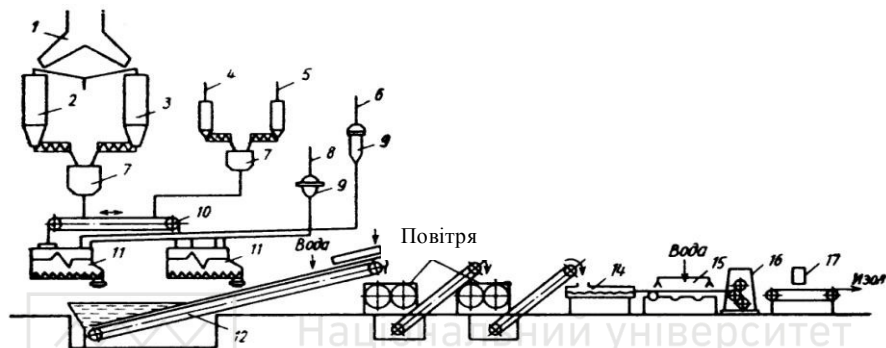


Рис. 2.14. Технологічна схема виробництва İzолу періодичним способом:

1 - пневмотранспорт до бункерів; 2 - бункер гумової крихти; 3 - бункер азбесту; 4 - бункер з кумароновою смолою; 5 - бункер з каніфолію; 6 - бітум; 7 - ваговий дозатор; 8 - антисептик; 9 - мірники об'ємів; 10 - стрічковий транспортер (реверсивний); 11 - змішувач; 12 - вузол випаровувального охолодження; 13 - вальці; 14 - черв'ячний прес; 15 - рольганг; 16 - каландр; 17 - нанесення антиадгезиву

Плівочні матеріали. Для плівочного виробництва найчастіше використовується, поліетилен, поліпропілен, полівінілхлоридна смола, а також гумова крихта, яка попередньо підлягає девулканізації.

Виробництво поліетиленової плівки здійснюється методом екструзії з наступним пневмомеханічним розтягуванням.

У виробництві покрівельних і гідроізоляційних плівочних матеріалів можуть бути використані різні вторинні полімери, наприклад суміш дивіністирольного, дивінільного, дивінілметакрилатного і дивінілнітрального каучуків, браковані і некондиційні полімери подібні до суспензійно-блочного полістиролу, відпрацьовані у виробках



каучуки СКИ, СКМС, СКС-30АР і інші відходи, які дозволяють відмовитися від застосування поліізобутилену, бутилкаучуку і інших первинних полімерів в складах плівочних композицій.

До композиційних різновидів поліетиленової плівки відносяться плівки марок ПКП, ППКП, ППКПМ (табл. 2.11).

Матеріал марки ПКП можна виготовляти вальцюванням (каландруванням), а марок ППКП і ППКПМ - як вальцюванням, каландруванням, так і методом роздуву у екструдері.

Таблиця 2.11

Технічні характеристики плівочних матеріалів основі поліетилену

Найменування компонентів і технічних характеристик	Плівки		
	ПКП	ППКП	ППКПМ
Поліетилен високого тиску, %	80	50	20...50
Поліізобутилен П-118, %	-	20...30	20...30
Кам'яновугільний пек високотемпературний, %	20	20...30	25...35
Високо кипляча фракція бігумного конденсату для зм'якшення, %	-	-	50...20
Границя міцності при розтягу в поздовжньому напрямі, МПа, не нижче	16	6	4
Відносне видовження в поздовжньому напрямі, %, не менше	30	80	150
Гнучкість на стержні діаметром 20мм, °С	-40...-45	-55...-60	-55...-60
Водонасичення, %, не більше	0,1	0,1	0,1
Товщина плівки, мм, до	0,5	0,5	0,5

Штучні матеріали. За формою штучні вироби поділяють на листові, плитові і фасонні. До них належать бігумні армовані мати, які виготовлять просочуванням скляної або органічної тканини бігумом марок БНК 45/180 або БНК 90/130, підігрітих до температури не вище 160...165 °С, та нанесенням з обох сторін просоченої тканини

шар тугоплавкового бітуму або асфальтової мастики, який може бути посипаний мінеральним порошком; асфальтополімербетонні гнучкі мати; бітумні фасовані листи марок ЛБ-500 та ЛБ-600 з температурою розм'якшення просочувальної маси не нижче 60 °С, виготовляють їх пресуванням гарячої асфальтової суміші. Склад асфальтових плит армованих і неармованих з піщаних асфальтобетонних сумішей у % за масою: бітум БН 50/50 або БН 70/30 – 12...18; наповнювач порошкоподібний – 30...35, наповнювач волокнистий – 1...2, пісок з розмірами зерен до 2 мм – 40...45, пластифікатор (якщо необхідно) – 0,5.

Послідовність технологічних етапів виготовлення асфальтових плит показана відповідно на рис. 2.15 .

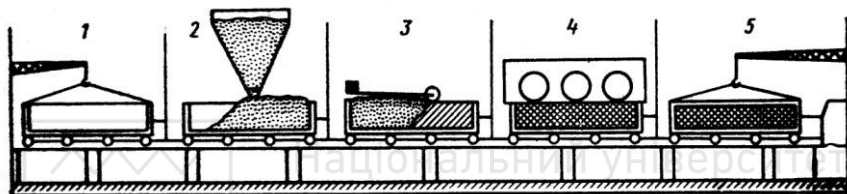


Рис.2.15. Послідовність технологічних етапів при виготовленні асфальтових плит:

1- збирання форм, установка каркасів і подача форм на рольганг; 2- заповнення форм сумішшю із бункера та її розподілення; 3- віброобробка з при вантаженні асфальтобетонної маси у формах; 4- остаточне ущільнення суміші прокатними валками; 5- зняття за допомогою крана та навантаження їх в місце розбирання форм

Крім того до штучних матеріалів відносять також гідроізоляційні камені, які виготовляють просочуванням природних чи штучних пористих матеріалів (цегли, бетону, опоки, крейди, вапняку тощо) бітумом, температура якого 180...200°С, або дьогтепродуктами на глибину 10...20 мм; збірні гідроізоляційні залізобетонні вироби та пружнов'язкі штучні герметики: пороізол, герніт, поробіт у вигляді пористих або щільних джгутів, стрічок або трубок різної конфігурації.

Пороізол відноситься до пористих еластичних прокладок-джгутів, які виготовляють вулканізацією газонаповненої суміші з девулканізованої гуми (гумова крихта - 70-75%; нафтові дистилати - 20-23%) і пороутворююча. Останній у вигляді вспінювача - порофора у кіль-



кості 2...5% додається при механічній пластифікації маси на вальцях при температурі 50...60°C. Додаються також вулканізуючі речовини (1...2%) та добавки проти старіння. Ретельно перемішана маса формується у круглі джгути діаметром 10...45мм або смуги прямокутного перерізу розміром 40×20 та 30×40мм стрічковими пресами. Вулканізація проходить при температурі 150...160°C у спеціальних термокамерах. Процес виготовлення пороїзолу може бути організований за періодичним або безперіодичним способами. При періодичному способі використовують лопатеві змішувачі, вальці і теплові камери одностороннього, при безперервному-шнекові змішувачі, в яких девулканізують, пластифікують і змішують, а також теплові камери безперервної дії.

Герніт є різновидом пористого еластичного герметика. Його якісні показники, наприклад водостійкість, вищі ніж у пороїзолу. Випускається у вигляді джгутів діаметром 20...60 мм і довжиною 3 м. Однак він не має необхідних деформаційних властивостей, тому його використовують разом з приклеючими мастиками. Герніт виготовляють з наїриту (20...25%), нафтового масла ПН-6 (20...25%) і наповнювача (20...60%) з добавками порофора, вулканізуючих реагентів і добавки проти старіння - неозона Д.

Поробіт виготовляється шляхом просочування поліуретанового поропласта гарячим бітумом БНД 40/60 з добавкою пластифікатора (2,5%) - технічного скипидару.

До прокладок у вигляді профільних стрічок відносять герметики з поліетилену, полівінілхлоридних пластиків і пластмас, які містять каучук.

До більш досконалих штучних герметиків можна віднести трубку, яку виготовляють з полімерогумобітумних або полімерогумодьогтебітумних сумішей з товщиною стінки до 1...2,2 мм, заповнену спученим бісером поліуретану.



МОДУЛЬ 2. ТЕХНОЛОГІЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2.1

Теплоізоляційні матеріали волокнистої структури

Тема 1: Технологія теплоізоляційних матеріалів.

Загальні відомості. Класифікація

Класифікація теплоізоляційних виробів. Властивості. *Теплоізоляційні матеріали* - це різновид будівельних матеріалів, які призначені для теплової ізоляції будівель і споруд за рахунок низької теплопровідності. При цьому під тепловою ізоляцією розуміють техніко-економічні заходи щодо збереження тепла, зменшення його втрат у зовнішнє середовище.

Теплоізоляційні матеріали класифікуються за формою, зовнішнім виглядом, структурою, видом вихідної сировини, густиною, жорсткістю (відносно деформацією стиску), теплопровідністю, горючістю.

За формою і зовнішнім виглядом матеріали розподіляються на:

- штучні вироби (плити, блоки, цегла, циліндри, напівциліндри, сегменти);
- рулонні і шнурові (мати, шнури, джгути);
- пухкі і силучі матеріали (вата мінеральна і скляна, спучений перліт і вермикуліт).

За структурою матеріали бувають волокнистими, ніздрюватими і зернистими.

За вихідною сировиною їх ділять на органічні і неорганічні.

За густиною матеріали і вироби діляться на групи і марки (кг/м³):

- Особливо низької густини – 15; 25; 35; 50; 75;
- Низької густини – 100; 125; 150; 175;
- Середньої густини – 200; 225; 250; 300; 350;
- Щільні – 400; 450; 500; 600

За жорсткістю теплоізоляційні матеріали поділяються на види, які наведені в таблиці 2.12.



Головним показником теплоізоляційних матеріалів є коефіцієнт теплопровідності (λ , Вт/м⁰С). За теплопровідністю теплоізоляційні матеріали поділяються на класи:

- низької теплопровідності – $\lambda < 0,06$;
- середньої теплопровідності – $\lambda = 0,06 \dots 0,115$;
- підвищеної теплопровідності – $\lambda = 0,115 \dots 0,175$.

Таблиця 2.12

Класифікація теплоізоляційних матеріалів за жорсткістю

Види теплоізоляційних матеріалів	Відносний стиск, % , при навантаженні, кПа		
	20	40	100
М'які	>30	-	-
Напівжорсткі	6...30	-	-
Жорсткі	<6	-	-
Підвищеної жорсткості	-	<10	-
Тверді	-	-	<10

В стандартах або технічних умовах на кожний вид матеріалу повинен бути показник теплопровідності при:

- середній температурі випробувань 125°C - для матеріалів, які використовуються при температурі поверхні до 500°C;
- температурі 300°C - для матеріалів, які використовуються при температурі вище 500°C.

За спалімістю теплоізоляційні матеріали і вироби діляться на три групи:

- неспалімі;
- важкоспалімі;
- спалімі.

В цілому теплоізоляційні матеріали і вироби мають таку загальну технічну характеристику:

- теплопровідність не вище 0,175 Вт/м⁰С при 25°C;
- середня густина не вище 500 кг/м³;
- стабільні фізико-механічні і теплофізичні властивості;



Основна ознака теплоізоляційних матеріалів - висока пористість. Вона визначає властивості матеріалів і є причиною об'єднання їх в одну групу. Ось чому основною технологічною задачею виробництва теплоізоляційних матеріалів є забезпечення їх високопористої структури.

З пористістю безпосередньо зв'язаний такий показник якості продукції, як середня густина. У виробничих умовах його неважко визначити, тому на практиці він найчастіше використовується, як характеристика якості теплоізоляційних матеріалів. Критерієм поділу теплоізоляційних матеріалів на марки є їх середня густина. За цим показником матеріали поділяються на марки: 15, 25, 35, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600. Таким чином, максимальна середня густина і марка теплоізоляційних матеріалів не повинна перевищувати 600 кг/м³.

Використання теплоізоляційних матеріалів у будівництві дозволяє підвищити його ефективність в цілому, а саме:

- скоротити витрати палива на опалення будівель;
- знизити масу конструкцій і зменшити навантаження на несучі конструкції;
- зменшити потребу у цементі і сталі;
- підвищити індустріальність будівельних робіт за рахунок розширення діапазону збірних конструкцій, що одержують у заводських умовах;

- скоротити транспортні витрати;

Основними напрямками розвитку промисловості теплоізоляційних матеріалів є:

- розширення сировинної бази;
- вдосконалення технологічних процесів для покращення якості виготовлених матеріалів;
- автоматизація виробництва і впровадження принципово нових високо механізованих методів;
- забезпечення максимальної заводської готовності збірних виробів.

До *функціональних* властивостей теплоізоляційних матеріалів належать:



пористість і теплофізичні характеристики (теплопровідність, теплоємність, температуропровідність);

будівельно-експлуатаційні властивості – середня густина, фізико-механічні показники (стійкість при дії вологи, морозостійкість, міцність та ін.), які забезпечують довговічність матеріалу, можливість його транспортування, монтажу тощо.

Способи отримання теплоізолюючих структур матеріалів.

Для одержання теплоізоляційних матеріалів і виробів із заданою високопористою структурою - застосовують кілька десятків способів залежно від виду вихідної сировини і заданих властивостей виробів.

Спучування. Цей спосіб одержав досить широке застосування при виготовленні високопористих матеріалів. Його використовують у виробництві ніздрюватих бетонів, керамічних і вогнетривких теплоізоляційних виробів, виробів з ніздрюватого скла, пінопластів, спучених перліту, вермикуліту, гранул з розчинного скла. Спучування охоплює наступні способи поризації: низькотемпературне газоутворення, високотемпературне газоутворення, піноутворення (повітрятягування). Спільним для всіх різновидів спучування є пластично-в'язкий стан мас у період їх поризації, тобто поризовані маси повинні мати здатність незворотно деформуватися (текти) без розриву суцільності. Як відомо, пластично-в'язкий стан тіл характеризується реологічними показниками: в'язкістю, граничною напруженою зсуву, в'язкістю, пластичною міцністю, поверхневим натягом.

Найбільш широке застосування одержав спосіб газоутворення.

Газоутворення. Суть цього способу полягає у виділенні газоподібних продуктів у повному об'ємі матеріалу, що перебуває в пластично-в'язкому (у тому числі і піропластичному) стані.

Спосіб газоутворення найбільше широко застосовують для виробництва високопористих матеріалів з мас, що представляють собою висококонцентровані суспензії. Типовими представниками таких матеріалів є ніздрюваті бетони, одержувані на основі портландцементу, вапна, змішаного цементно-вапняного в'язкого й кремнеземистого компонента.

До найбільше широкоживаних газоутворювачів належать порофори (органічні речовини, що розкладаються з виділенням газів при нагріванні); легко киплячі рідини (ізопентан, бензол, фреони,



спирти тощо), карбонати, метали, що реагують із сірчаною, фосфornoю та соляною кислотами з виділенням газів (Al, Zn, Mg, Fe); газоподібні речовини (азот, повітря, інертні гази), здатні насичувати собою полімерні композиції під тиском.

Спосіб піноутворення і аерування. Базується на введенні повітря в рідкотекучі розчини або маси, що містять поверхнево-активні речовини, рівномірному його розподілі у вигляді комірок і стабілізації піномаси, що утворилася. За принципом утворення піномаси розрізняють наступні способи поризації: піноутворення, що передбачає окреме приготування піни, маси і їх змішування; аерування, при якому піна окремо не готується, а повітря утягується безпосередньо в масу, що містить повітрявтягувальні ПАР; суха мінералізація піни, заснована на готуванні піни і змішуванні її з тонкодисперсними твердими частками вихідної композиції.

В основі всіх цих різновидів способу піноутворення лежить здатність поверхнево-активних речовин збиратися на поверхні розділу „рідина-повітря“ і різко знижувати поверхневий натяг.

Отримують технічні піни головним чином диспергаційним способом. Піна утвориться в результаті інтенсивного спільного диспергування піноутворюючого розчину й повітря. Технологічно це здійснюється при проходженні струменя газу через шар рідини; при дії пристроїв, що рухаються на рідину; при дії рідини, що рухається, на перешкоду (при перемішуванні в мішалках, струшуванні, взбиванні, переливанні розчинів); при ежектуванні повітря струменем, розчину.

У якості повітрявтягувальних добавок використовують поверхнево-активні речовини аніоноактивного класу: синтетичні ПАР із групи нафтових сульфокислот (піноутворювач ПО-1), комплексні ПАР (суміш алкілбензосульфокислот, синтетичних жирних кислот, ефірів вторинних спиртів).

Спосіб високого водомішування базується на використанні в складі формувальної маси компонентів з високою водовтримувальною здатністю, тобто на введенні в таку масу великого об'єму води і випаровуванні її після утворення несучого каркасу. Утворення несучого каркасу перед випаровуванням води необхідно для істотного зниження або повного виключення сушильних усадок, тому що тільки при цих умовах можна одержати високі значення пористості матеріалу.



Видалення пороутворювача (спосіб вигоряючих добавок). В основу цього способу покладене випаровування або випалювання пороутворювача, що відбувається при середньо- або високотемпературному впливі. При цьому об'єм маси, що поризується практично не змінюється, спучування не відбувається. У якості пороутворювачів застосовують воду, легколетючі рідини, вигоряючі тверді добавки. При використанні вигоряючих добавок утворюється, як правило, ніздрювата пориста структура, при застосуванні летких рідин – пористо-капілярна.

Нещільна упаковка. Цей спосіб використовують при виготовленні волокнистих і зернистих високопористих матеріалів. Стосовно до волокнистих матеріалів він базується на переплутуванні волокон і утриманні наданої виробу форми за рахунок тертя та зачеплення волокон між собою. В цьому випадку одержують волокнисту пористу структуру, характеристики якої залежать від товщини й довжини застосовуваних волокон, а збереження початкових властивостей – від пружності волокон, їх стійкості в середовищі експлуатації.

Спосіб утворення волокнистого каркасу базується на використанні повітря, яке втягується волокнами мінерального і органічного походження. Ці волокна створюють каркас матеріалу. Спосіб дозволяє виготовляти вироби з мінеральної та скляної вати, азбестовміщуючих матеріалів, фіброліту тощо. Пориста будова в них створюється взаємним переплетінням волокон. Повітряні пори – переважно великі, сполучені, неоднорідні за формою та розміром. Міцності матеріалу додають довгі волокна.

Теплоізоляційні матеріали з волокнистим каркасом можуть бути двох видів:

1). Матеріали, пористість яких забезпечується тільки пружно-жорстким волокнистим каркасом. До них належать прошивні мати з мінеральної вати в паперовій обгортці або скловолокно в металевій сітці;

2). Матеріали, структура яких утворюється в результаті жорстких контактів між волокнами і в'язким. Так отримують фіброліт з дерев'яної вовни і цементу, мінераловатні вироби на основі синтетичних смол тощо.



Тема 2: Отримання штучного мінерального волокна та виробництво мінеральної вати

Основні відомості. Сировина. Одним з основних видів теплоізоляційних матеріалів в нашій країні і за кордоном на цей час є мінеральна вата і вироби на її основі. Ця продукція становить більше 50% від загального об'єму теплоізоляційних матеріалів.

Мінеральна вата - пухкий матеріал, що складається з тонких (1...15 мкм) волокон склоподібної структури. Технологія мінеральної вати включає наступні процеси: підготовку сировини, плавлення сировини й одержання силікатного розплаву, переробку розплаву у волокно, формування мінераловатного килима, рулонування отриманого килима чи переробка його у вироби.

У високорозвинутих країнах 95% об'єму мінераловатної продукції складають вироби наступних фірм: „Грюнвейг унд Хартман“ (Німеччина), „Роквул“ (Данія), „ИзOVER Оу“, „Сант Гобеин“ (Франція), „Дау Кемікл“ (США, Німеччина). Вони випускають мінераловатні плити підвищеної жорсткості при середній густині 75...125 кг/м³ і жорсткі плити з середньою густиною 200 кг/м³ при товщині 30...140 мм. Японська фірма „Ніпон Асбестос“ випускає ламельні плити, обклеєні поліетиленовою плівкою.

Основним показником мінеральної вати є діаметр волокон, який коливається в межах 1...10 мкм. Товщина волокон вати, яка використовується для виробництва теплоізоляційних виробів, не повинна перевищувати 8 мкм, бо її збільшення викликає підвищену теплопровідність, тобто погіршення основних властивостей. Довжина волокон визначається хімічним складом розплаву і становить 2...300 мм. Більш довгі волокна сприяють більшій еластичності і міцності виробів.

Частинки розплаву, що не витягнулись у волокна і мають, як правило, сферичну форму, одержали назву корольків. Ці включення погіршують теплоізоляційні властивості матеріалів. Мінеральна вата випускається марок 75, 100 і 125 із вмістом корольків розміром вище 0,25 мм не більше 12, 20 і 25% відповідно. Марка мінеральної вати відповідає значенням її середньої густини при навантаженні 0,002 МПа.

Сировинні матеріали для мінераловатного виробництва досить різноманітні і розповсюджені. Для виготовлення мінеральної вати застосовують промислові відходи, побічні продукти виробництв,

гірські породи. До сировини для виробництва мінеральної вати пред'являють наступні основні вимоги: воно повинне мати певний хімічний склад, що забезпечує стійкість волокна до дії експлуатаційних факторів (вологи, температури); невисоку температуру одержання розплаву, яку можна досягнути в певних плавильних агрегатах; утворювати силікатні розплави, що характеризуються необхідними для волокнуутворення реологічними показниками; бути розповсюдженим і не вимагати складної попередньої підготовки.

Основними показниками, що використовуються при розрахунку необхідного хімічного складу сировинної шихти є модуль кислотності (M_k) та модуль в'язкості (M_v).

Модуль кислотності:

$$M_k = \frac{SiO_2 + Al_2O_3}{CaO + MgO},$$

де SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO – вміст відповідних оксидів у сировинній шихті, % за масою.

Волокно з $M_k=1,5\ldots 2,5$ характеризуються підвищеної експлуатаційною стійкістю, при $M_k \leq 1,2$ – волокно не стійке до дії води. Для мінеральної вати вищої категорії $M_k \geq 1,5$, для першої – $\geq 1,2$.

Модуль в'язкості силікатного розплаву:

$$M_v = \frac{M_{SiO_2} + 2M_{Al_2O_3}}{2M_{Fe_2O_3} + M_{FeO} + M_{CaO} + M_{MgO} + M_{K_2O} + M_{Na_2O}},$$

де $M_{R_nO_n}$ – молекулярна кількість кожного з оксидів, яка визначається діленням кількості кожного з них (% за масою) на молекулярну масу цього оксиду.

Модуль в'язкості силікатного розплаву при ваграночному способі виробництва не повинен перевищувати 1,2, а при ванному способі – 1,4.

Перераховані вимоги звичайно забезпечуються складанням відповідної суміші (шихти), що включає два чи більше компонентів. Лише деякі види природної сировини можуть бути використані для одержання мінеральної вати без підшихтовки.



Доменні шлаки є одним з основних видів сировини для виробництва мінеральної вати. Вони являють собою розплави (рідкі й охолоджені), у яких кристалізуються силікати і алюмосилікати. Вони можуть бути кислими ($M_k > 1$), нейтральними ($M_k = 1$), і основними ($M_k < 1$).

До складу шлаків входять шість найголовніших оксидів, вміст яких, % за масою, коливається в наступних межах: SiO_2 – 35...40; Al_2O_3 – 10...15; CaO – 35...45; MgO – 5...10; $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ – 0,5 ... 1,0.

Ваграночні шлаки в деяких випадків є підходящою сировиною для одержання мінеральної вати. Їх можна застосовувати як компонент шихти для підкислення доменних шлаків, так і як основну сировину однокомпонентного складу. Вміст оксидів, % за масою, у цих шлаках наступний: SiO_2 – 40...49; Al_2O_3 – 17...19; CaO – 19...32; MgO – 5...10; Fe_2O_3 – 3...5.

Мартенівські шлаки є основними. Вміст у них SiO_2 і Al_2O_3 не перевищує 40%. Крім того, у їх складі звичайно міститься до 20% оксидів заліза і марганцю. Їх використовують як добавку до доменних шлаків або гірських порід з метою зниження в'язкості розплаву.

Металургійні шлаки використовують в охолоджену вигляді (відвальні шлаки) і у вогненно-рідкому стані. В останньому випадку істотно знижуються витрати палива на виробництво мінеральної вати, однак суттєві труднощі коректування складу вогненно-рідких шлаків стримують розвиток цього виду їх переробки.

Зола теплових електростанцій — вид сировини, що характеризується мінливістю хімічного складу і залежить від виду вугілля, які спалюються. Однак проведені дослідження показали можливість її переробки в мінеральну вату в електропечах.

Відходи керамічного і силікатного виробництва використовують у якості одного з компонентів для регулювання хімічного складу шихти.

Гірські породи можуть застосовуватися в чистому вигляді або як компонент шихти. До числа кращих гірських порід для виробництва мінеральної вати належать вивержені гірські породи габбро-базальтової групи і подібні їм за хімічним складом метаморфічні гірські породи, а також мергелі.

Вміст оксидів у складі гірських порід, застосовуваних для виробництва мінеральної вати, звичайно коливається в наступних межах, % по масі: SiO_2 – 45...65; Al_2O_3 – 10...20; CaO – 5...15;



$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} = 10...15; \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} = 1...3$, хоча в деяких випадках вміст окремих оксидів виходить за зазначені межі.

Габбро-базальтові гірські породи (діабази, базальти, габро), а також їх метаморфічні аналоги (амфіболіти, вапнякові сланці), мергелі є оптимальною сировиною для мінераловатного виробництва. Одержувана з них вата характеризується підвищеною експлуатаційною стійкістю.

Кислі гірські породи типу граніту, перліту, грандіориту утворюють розплави з більш високою в'язкістю, чим габбро-базальтова сировина. У результаті цього потрібна підвищена витрата палива, знижується продуктивність плавильних агрегатів. Цей вид гірських порід доцільно застосовувати для підвищення білизни волокна при його використанні, наприклад, для одержання декоративно-акустичних виробів.

Властивості силікатних розплавів, умови їх отримання. По мірі підвищення температури у плавильному агрегаті між компонентами шихти починається фізико-хімічна взаємодія, яка приводить до силікато- і склоутворення.

До основних властивостей розплаву, які впливають на характеристики мінеральних волокон, відносяться в'язкість, поверхневий натяг, схильність до кристалізації. Ці властивості залежать, головним чином, від хімічного складу вихідних сировинних компонентів і температури розплаву.

В'язкість виражається опором взаємному переміщенню шарів рідини за рахунок внутрішньомолекулярного тертя.

З підвищенням температури розплаву в'язкість його знижується за рахунок деструкуючої дії броунівського руху. З технологічної точки зору очевидно, що більш доцільно використовувати розплави з широким температурним інтервалом в'язкості (рис.2.16). Залежність в'язкості від хімічного складу силікатного розплаву наведена на рис. 2.17, а від умов плавлення і температури - в табл. 2.13. Переробка розплавів на мінеральне волокно проходить, в основному, в інтервалі температур $1300...1400^\circ\text{C}$ і в'язкості $0,5...5 \text{ Па}\cdot\text{с}$.

Поверхневий натяг характеризує роботу, необхідну для утворення одиниці нової поверхні на межі розділу двох фаз при незмінній температурі.

Від співвідношення в'язкості і сил поверхневого натягу під час роздування струменя розплаву залежать довжина і товщина воло-

кон, кількість і розмір корольків. Для одержання якісного мінерального волокна необхідно, щоб при роздуванні в'язкість збільшилась настільки, щоб спочатку змогла врівноважити сили натягу, а потім зафіксувати форму волокна, виключивши можливість утворення корольків.

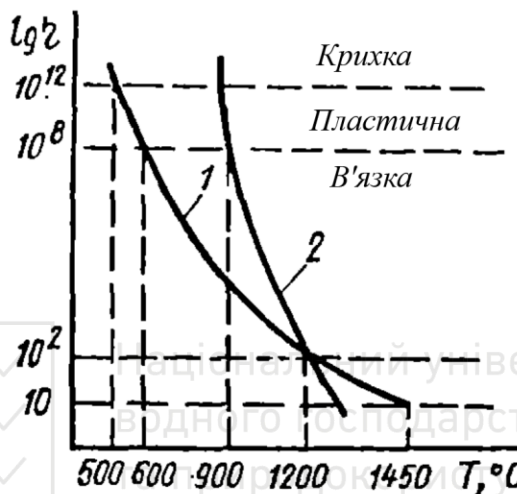


Рис. 2.16. Характер зміни в'язкості у довгих (1) і коротких (2) розплавів

Таблиця 2.13

Залежність в'язкості силікатного розплаву від умов плавлення

Температура розплаву, °C	В'язкість розплаву, Па·с	
	Вагранка	Ванна ніч
1300	0,5...3	7...11,5
1350	0,4...1,7	5...7
1400	0,3...1,2	3,5...5,5
1450	0,2...1	1...4,5
1500	0,2...0,8	—

На силу поверхневого натягу суттєво впливає хімічний склад розплаву. Відповідно до класифікації А.А. Апена оксиди в залежно-

сті від дії на поверхневий натяг силікатного розплаву поділяються на три групи:

- поверхнево-неактивні – SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , FeO ;
- з проміжним характером дії - K_2O_3 , B_2O_3 ;
- поверхнево-активні - Cr_2O_3 , CrO , SO_3 , W_2O_5 ; WO_3 .

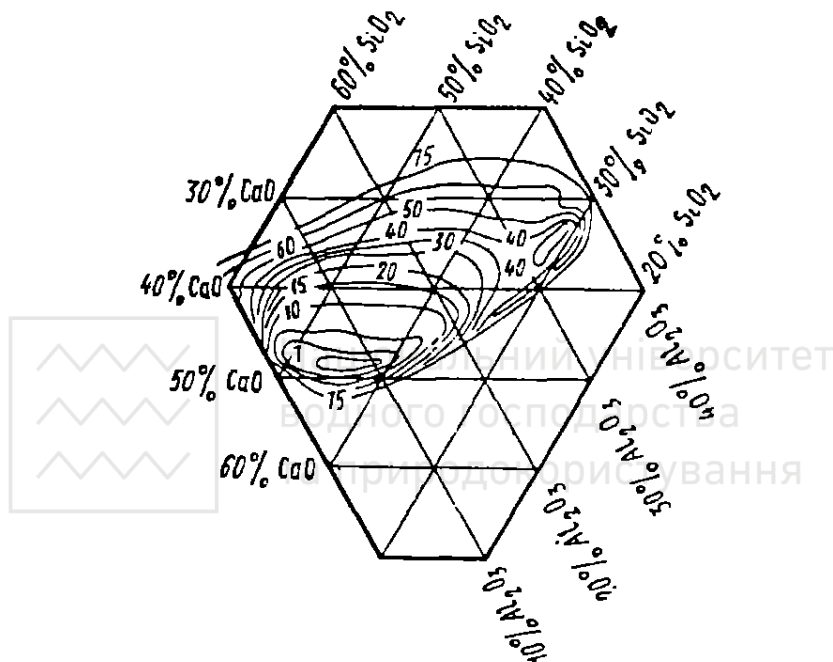


Рис. 2.17. Діаграма в'язкості силікатних розплавів при 1400°C

У технології мінерального волокна зниження поверхневого натягу сприяє приросту нової площі розплаву з мінімальними витратами енергії: при однакових енерговитратах на роздуб силікатного струменя продуктивність обладнання зростає, волокно одержується меншого діаметра, більшої довжини, з мінімальною кількістю сторонніх включень.

Залежність поверхневого натягу від температури значна в інтервалі температур розм'якшення $600\ldots 700^\circ\text{C}$ і складає $10\ldots 0,25 \text{ Н/м}$, але практично не змінюється при більш високих температурах.

Схильність до кристалізації характерна, в основному, для моно-розплавів, які складаються з однієї досить простої сполуки, наприклад, для металу. В складному розплаві можливість кристалізації різко зменшується, особливо якщо з нього одночасно як первинні фази виділяються дві і більше кристалічних сполук різного складу. Введення домішки, відмінної за складом від першої фази і яка виділяється разом з нею з розплаву, також зменшує можливість його кристалізації.

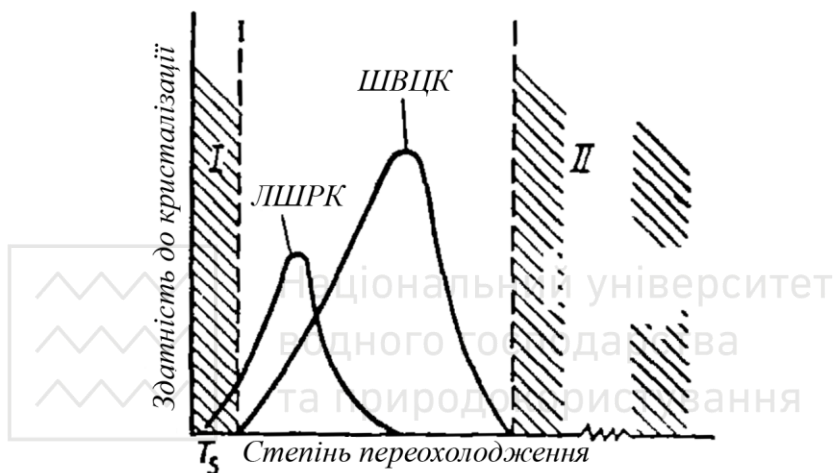


Рис. 2.18. Залежність швидкості виникнення центрів кристалізації (ШВЦК) та лінійної швидкості росту кристалів від ступеня переохолодження силікатного розплаву:

I, II – метастабільні зони, у яких центри кристалізації не утворюються, але можливий ріст кристалів при внесенні кристалізаційних затравок

Головну роль при зародженні центрів кристалізації відіграє переохолодження, від швидкості зміни якого залежить співвідношення між лінійною швидкістю росту кристалів (ЛШРК) і швидкістю виникнення центрів кристалізації (ШВЦК).

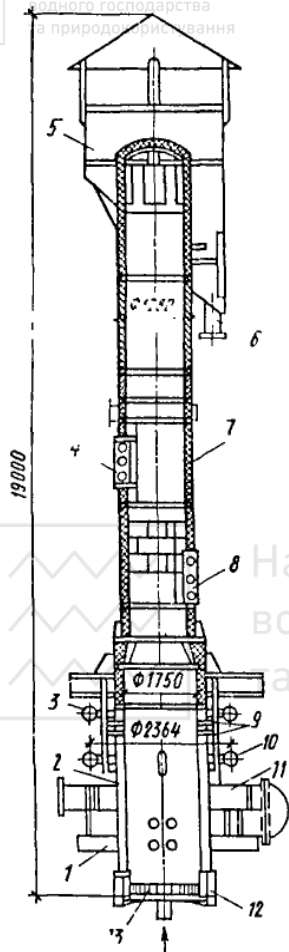


Рис. 2.19. Вагранка ватержакетна:

1- фурми; 2- ватержакет; 3- труба для відводу води; 4 - завантажувальне вікно; 5- іскрогасник; 6- патрубок для видалення виносу; 7- шахта; 8- ремонтний люк; 9- компенсатори; 10- водяна труба; 11- повітряний колектор; 12- легка; 13- днище (под)

У свою чергу, схильність до самостійної кристалізації регламентується співвідношенням саме цих двох факторів (рис. 2.18). Якщо в процесі охолодження розплаву ШВЦК буде переважати над ЛШРК, то розплав закристалізується. У протилежному випадку буде одержане скло з невеликою кількістю закристалізованих ділянок у вигляді сферолітів.

Обладнання для приготування силікатних розплавів. Теплові агрегати для одержання силікатного розплаву відрізняються можливістю переробки окремих видів сировини при використанні різного палива або енергії.

Вагранка - найбільш розповсюджений тип шахтної плавильної печі безперервної дії, в якій розігрівання і плавлення шихти протікає за принципом протитоку. На рис. 2.19 наведена схема удосконаленої вагранки СМТ-208. Вагранка складається з секцій: головної, проміжної і завантажувальної, а також механізму закривання днища, зливного лотка, іскрогасника, установки для сепарації пари, фурменного колектора, вузла випуску розплаву, люка розпалювання, опорної рами.

Секція завантаження оснащена двома вікнами: завантажуваль-



льним і оглядовим. Завантажують сировину через завантажувальне вікно, оснащене спеціальним механізмом, який являє собою водоохолоджуваний лоток, що обертається навколо горизонтальної осі. У неробочому положенні лоток закриває завантажувальне вікно.

Завантажувані в вагранку шихта і кокс по черзі попадають на розподільник шихти, а з нього - в зону підігріву, де проходить виділення адсорбційної і хімічно зв'язаної води, а по мірі опускання шихти - декарбонізація MgCO_3 (при температурі 600°C) і CaCO_3 (при температурі вище 800°C) з виділенням CO_2 .

У процесі плавки шихта поступово опускається і попадає в зону плавлення, де при температурі $1500\ldots 1800^\circ\text{C}$ переходить в рідкий стан і надходить у нижню частину вагранки - горн. Тут розплав накопичується і гомогенізується за складом і температурою. Оптимальна висота горна $600\ldots 750$ мм. З горна мінеральний розплав випускають через лютку на зливний лоток. Лютка виконана у вигляді спецотвору діаметром $55\ldots 65$ мм у водоохолоджуваному корпусі (ватержакеті). Ватержакет – металевий циліндр з двома стінками, між якими циркулює вода, яка запобігає перегріву корпусу. Металевий кожух печі вище ватержакета футерується вогнетривкими керамічними матеріалами. Через зливний лоток мінеральний розплав прямує на волокно утворююче обладнання.

Для прискорення процесу розчинення тугоплавких складових розмір їх зерен повинен бути меншим ніж легкоплавких. Крім розміру зерен тугоплавких і легкоплавких компонентів необхідно втримувати оптимальне співвідношення між об'ємами тугоплавкого і легкоплавкого компонентів. Інакше можливе неповне розчинення тугоплавких компонентів у легкоплавких.

Для інтенсифікації горіння коксу в зону горіння піддувають повітря через два ряди фурм-отворів фурменного пояса (колектора). Гази, що утворюються в процесі плавлення, подаються в шахту вагранки.

Для очищення відхідних газів використовується іскрогасник мокрого принципу дії. Запилені відхідні гази осаджують водним аерозолем. Охолоджені і очищені ваграночні гази викидають в трубу, встановлену у верхній частині іскрогасника.

До недоліків вагранок, які працюють на твердому паливі, відносяться: низький ККД використання тепла; недостатня однорідність розплаву і стабільність витікання його струменя; високі питомі ви-

трати на паливо; необхідність використання коксу (що обумовлює низькі санітарно-технічні умови експлуатації установки).

Переваги вагранок: висока продуктивність; простота конструкції, яка не потребує високих капітальних затрат; простота в обслуговуванні; можливість їх швидкої зупинки і запуску; невеликі габарити.

Крім вагранок для отримання силікатного розплаву використовують печі інших типів: ванні, шахтно-ванні, печі-шлакоприймальники для переробки на мінеральне волокно вогненно-рідких шлаків, електродугові, циклонні, конверторні тощо. Як паливо, в основному, використовують рідке паливо (мазут) і газ.

За способом утилізації тепла відхідних газів печі діляться на регенеративні і рекуператорні. Рекуператорні печі більш економічні щодо витрат тепла, але для їх спорудження потрібні більш вогнетривкі матеріали.

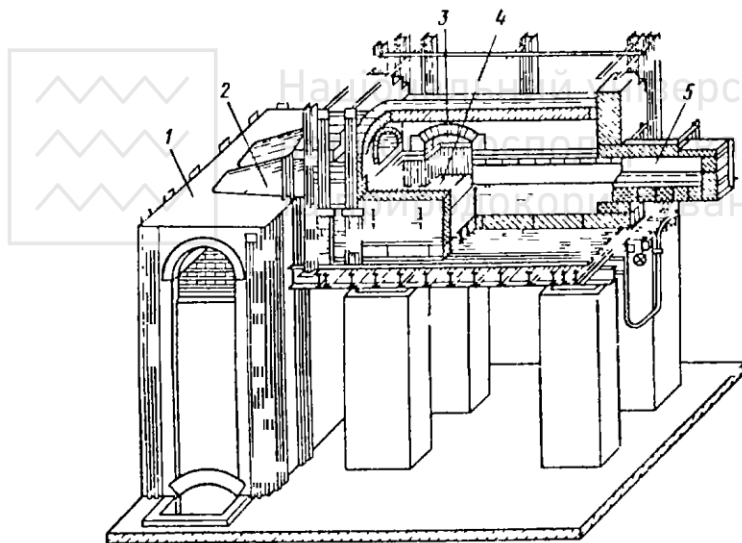


Рис. 2.20. Ванна піч:

1- регенератори; 2- пальник; 3- завантажувальне вікно; 4- басейн; 5- фідер

Ванні печі мають продуктивність $25-50 \text{ кг}/(\text{м}^2 \text{ год})$, яка залежить від форми полум'я, його теплової радіації, напрямку, температури в печі та ін. (рис.2.20).



До переваг ванних печей відносять: їх невибагливість до механічної міцності сировини (оскільки її завантажують у подрібненому стані з розміром зерен 1...2 мм); просту керування процесом варіння і достатньо високий ступінь гомогенізації розплаву; можливість використання фільтрного способу для зменшення втрати розплаву.

До недоліків відносять: великі виробничі площі (в 3...4 рази більші ніж під вагранку); складну підготовку сировини за рахунок подрібнення і перемішування; в 2 рази більші витрати тепла й електроенергії.

Шахтно-ванні печі використовують для одержання мінеральної вати з вивержених порід - габро, діабазу, базальту та ін. Конструктивні особливості цих печей обумовлені специфікою сировини, розплаву і забезпечують високу температуру плавлення та короткий інтервал в'язкості. З цієї причини в ванних і шахтно-ванних печах басейни мають глибину не більше 400 мм, бо провар іде лише в поверхневому шарі розплаву.

Піч-шлакоприймальник дозволяє переробляти вогненно-рідкі шлаки в мінеральне волокно. Печі-шлакоприймальники (печі-запасники) (рис. 2.21) більш економічні за рахунок зниження затрат на капітальні вкладення і теплову енергію. Відпадає необхідність у створенні дільниць підготовки сировини, зберігання шихти, різко зменшуються затрати на одержання розплаву.

Металургійний вогненно-рідкий шлак у ковшах місткістю 6...20 т з температурою 1250...1350°C доставляють до печей шлакоприймальників і зливають у них по чавунному жолобу. Піч обладнана пальниками, встановленими в об'ємі печі і в виробничій частині для підтримання необхідної в'язкості розплаву.

До серйозних недоліків печей для переробки вогненно-рідких шлаків відносять складність коригування розплаву і його гомогенізації, що впливає на якість продукції і стримує їх більш широке впровадження.

Електродугові печі (рис. 2.22) дозволяють використовувати тугоплавку сировину за рахунок можливості одержання в них більш високих температур. Плавлення виконується з допомогою трьох нерухомих електродів, місцеположення яких можна міняти в процесі одержання розплаву. Параметри плавки легко регулюються.

Електродугова піч дозволяє одержувати мінеральне волокно, яке має високу жаростійкість.

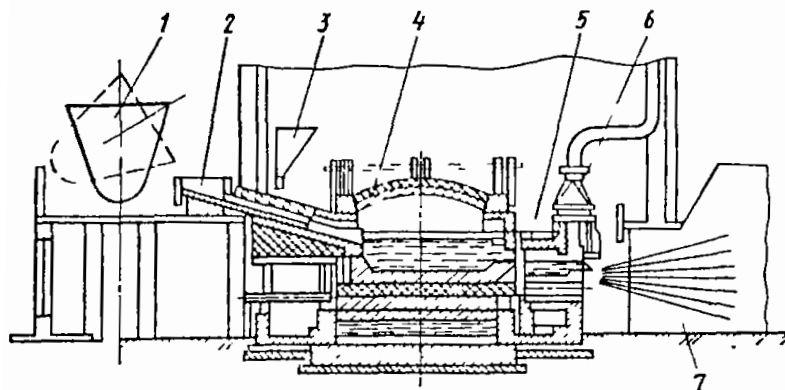


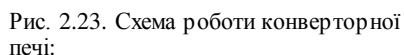
Рис. 2.21. Піч-шлакоприймальник:

1- шлаковозний ковш; 2- приймальний лоток; 3- бункер для добавок; 4 – приймальний басейн; 5- піч-живильник; 6- витяжний зонд; 7- камера волокноосадження

Циклонна піч конструктивно складається з вертикальної печі, ванни для приймання розплаву, бункера з живильником для подачі шихти, рекуператора, димососа і системи подачі повітря, води і палива. За рахунок особливостей конструкції циклонної печі забезпечується підвищений тепло- і масообмін між сировиною і аеродинамічним потоком розпеченого газу, в струмені якого проходить теплова обробка сировини. На установку волокноутворення розплав надходить з приймальної камери через філь'єри на лютку. Позитивною рисою установки є її компактність.

Доцільність використання цих печей обумовлена використанням дрібної сировини, наприклад відходів мінераловатного виробництва.

Конверторна піч (рис.2.23) розроблена Науково-дослідним інститутом теплоізоляції разом з інститутом газу НАН України. Газ згорає в середовищі силікатного розплаву і шихти з їх одночасним барботуванням. Завдяки внутрішньому підводу тепла покращується тепло- і масообмін, гомогенізація розплаву, підвищується продуктивність установки.



1- двокамерна ванна; 2- рівень розплаву; 3- відбійний козирок; 4 – газохід; 5- завантажувальне вікно; 6- перегородка; 7- отвір робочої видачі розплаву; 8- отвір повного зливу розплаву; 9- газоповітряний змішувач; 10- палиник

Піч конверторного типу є установкою безперервної дії. Паливно-повітряна суміш подається всередину конвертора, де підпалюється.



Шихту завантажують збоку, через завантажувальне вікно. Ці печі

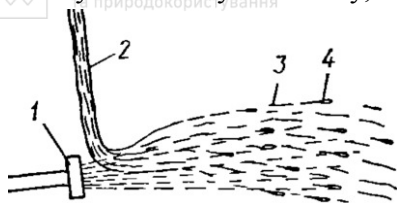


Рис. 2.24. Схема волокноутворення при горизонтально-дутьовому способі:

1- дуттєва головка; 2- струмінь розплаву; 3- волокно; 4 – корольки

високопродуктивні, економічні, дозволяють працювати на шихті будь-якої гранулометрії.

Доцільність використання печі тієї або іншої конструкції залежить від багатьох причин, в тому числі, від виду сировини, її складу і стану, гранулометрії, вимог до розплаву за в'язкістю, до якості мінерального волокна і галузі його використання.

Хоча електродугова піч є найбільш ефективним тепловим агрегатом, її використання пов'язане з підвищеними витратами електроенергії.

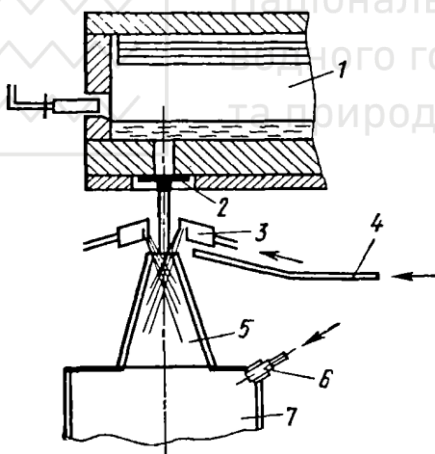


Рис. 2.25. Схема вертикального фільтрно-дутьового способу волокноутворення:

1- фідер; 2- фільтрний живильник; 3- дуттєвий пристрій; 4 – подача обезпилювача; 5- дифузор; 6- форсунка для подачі зв'язуючого; 7- камера волокноосадження

Утворення мінерального волокна.

На цей час основними промисловими способами переробки силікатного розплаву в мінеральне волокно є дуттьові, відцентрові, комбіновані.

Дуттьові способи можна розподілити на горизонтально- і вертикально-дутьові.

При горизонтально - дуттьовому способі енергоносії з великою швидкістю (400...600 м/с) входить у контакт з потоком розплаву

приблизно під кутом 90° , вигинає його і розщеплює на волокна (рис. 2.24). В якості енергоносія можливе використання гарячого повітря, перегрітої і сухої насиченої пари, відхідних паливних газів або газо-повітряної суміші.

При горизонтально-дугтовому способі роздувається лише один доволі товстий струмінь розплаву, волокна одержуються невисокої якості, з високим вмістом корольків. Тому цей спосіб є основою для різних комбінованих способів, але в чистому вигляді не використовується.

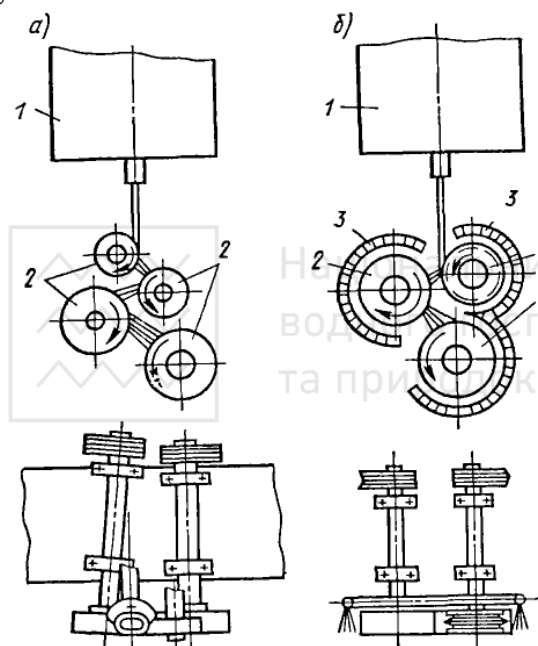


Рис. 2.26. Схеми багатовалкових центрифуг:

а - чотиривалкова; б- тривалкова; 1- вагранка; 2- валки; 3- дугтеві пристрої

При вертикально-дугтовому фільсному способі розплав по передньо роздрібнюють на тонкі струмені, які витікають з живильників типу пластинки або човника через тонкі отвори-фільери з отворами не більше 3 мм, після чого їх роздувають в струмені енергоносія, направленого зверху вниз під кутом $10...11^\circ$ по відношенню до струменя розплаву (рис. 2.25).

Для роздуву струменя силікатного розплаву використовують сопла двох типів: просте звужене сопло і сопло Лавалля. На виході сопла йде часткове перетворення теплової енергії пари або газу в кінетичну. У соплах Лавалля це перетворення відбувається в більшій мірі ніж в звичайних, тому їх використання ефективніше.

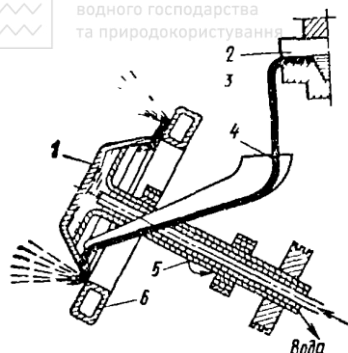


Рис. 2.27. Схема відцентрово-дуттєвої установки:

1- роздавальна чаша; 2- вагранка; 3- розплав; 4 – направляючий лоток; 5- приводний вал; 6- дуттєвий колектор

Сопла виконують у вигляді щілини або круглого отвору і оформлюються, як дуттєві головки в двох варіантах: ударної і ежекторної дії. В конструкції ударної дії енергоносієй відразу на виході з сопла входить у контакт зі струменем розплаву.

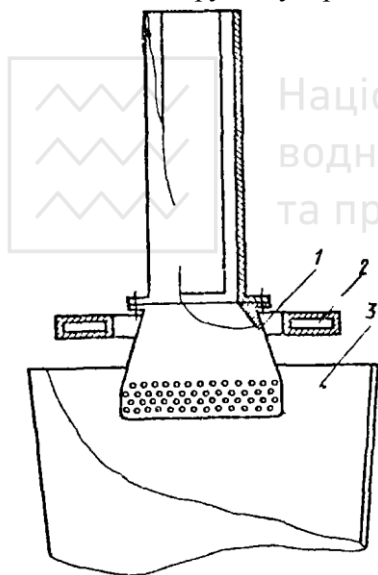


Рис. 2.28. Схема відцентрово-фільтрної дуттєвої установки:

1- порожнистий оборотний вал з фільтрною чашею; 2- кільцеве сопло; 3- камера волокноосадження

В ежекторних головках розплав спочатку засмоктується всередину за рахунок вакууму, який створюється високою швидкістю енергоносія, і розщеплюється на волокна всередині головки. Ежекторна головка забезпечує високу якість одержуваної продукції, однак її використання обмежене малою продуктивністю і високим рівнем шуму.

Відцентрові способи реалізують відцентрову силу, яка виникає за рахунок високої швидкості обертання валків або дисків волокноутворюючого вузла, коли йде поступовий відрив розплаву від поверхні і розподіл його у вигляді тонких ниток.

В залежності від форми



робочого органу центрифуги можуть бути валковими, дисковими і чашковими; від кількості центрифуг - одноступінчастими і багатоступінчастими; від орієнтування площини обертання - горизонтальними і вертикальними.

Відцентрово-валковий спосіб реалізований у вигляді багатовалкових ступінчастих центрифуг і є зараз найбільш перспективним способом волокноутворення, який одержав широке визнання у світовій практиці (рис. 2.26).

У чотирьохвалковій центрифугі струмінь розплаву з температурою близько 1400°C спочатку попадає на систему валків, що обертаються зі швидкістю $3000 \dots 6000 \text{ хв}^{-1}$. Волокна, що утворилися, відкидаються в сторону відцентровою силою, підхоплюються потоком повітря і відносяться в камеру волокноосадження, де вони осідають на поверхню сігчастого конвеєра. Більш важкі корольки відкидаються далі, збираються і можуть подаватися в плавильний агрегат на повторну переробку.

Комбіновані способи об'єднують як силу дуття, так і відцентрову силу. Схема одержання волокна відцентрово-дугтьовим способом відображена на рис. 2.27.

Схема одержання волокна за відцентрово-фільтрно-дугтьовим способом зображена на рис. 2.28.

До комбінованого можна віднести і спосіб з використанням трьохвалкової центрифуги з дугтьовим пристроєм біля кожного ступеня (рис. 2.26, б).

Тема 3: Мінераловатні теплоізоляційні вироби

У сипкому стані використовувати мінеральну вату недоцільно, так як при транспортуванні і зберіганні вона ущільнюється, а при цьому погіршуються її теплотехнічні характеристики. Ці недоліки значною мірою усуваються при переробці мінеральної вати у вироби. Навіть проста обробка мінеральної вати - грануляція - значно поліпшує її основні властивості: зменшує кількість корольків, знижує середню густину, підвищує пружність. За рахунок грануляції з'являється можливість часткової механізації її укладки, наприклад, з допомогою пневмотранспорту.

До основних видів матеріалів на основі мінеральної вати відносяться:



- сипкі (гранульована мінеральна вата);
- шнурові (шнури, джути);
- гнучкі рулонні (прошивні мати);
- жорсткі штучні (плити, циліндри і напівциліндри, шкаралупи, сегменти).

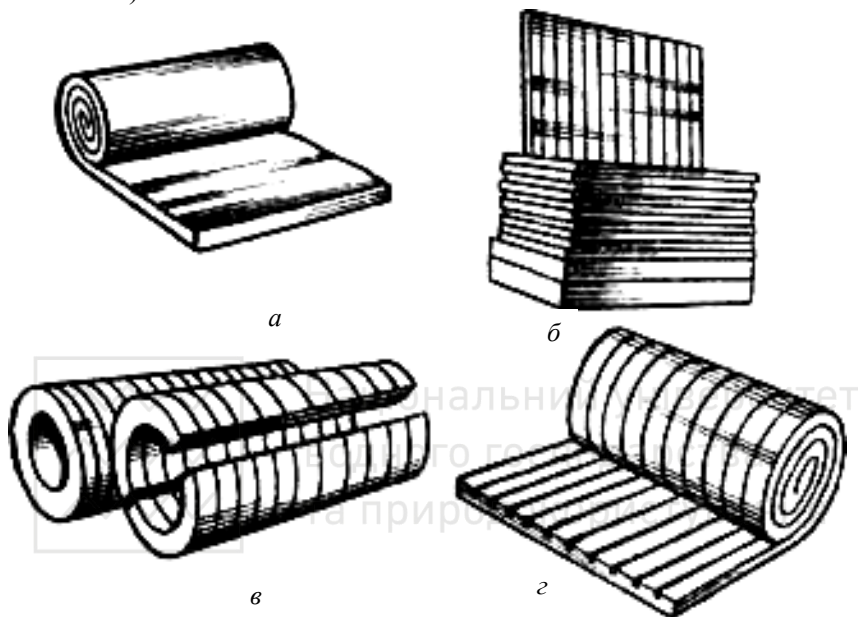


Рис. 2.29. Вироби з мінеральної вати:

а – рулонована мінеральна вата; б – жорсткі плити; в – циліндри; г – прошивні мати

Гнучкі рулонні прошивні мати з нескріпленими або частково скріпленими між собою волокнами вати з допомогою зв'язуючого отримують шляхом розміщення мінераловатної ковдри в гнучкій оболонці (водостійкий папір, тканина, сітка, поліетиленова плівка, алюмінієва фольга тощо.) з наступним прошиванням їх нитками, шпагатом, дротом.

Гнучкі рулонні непрошивні мати (повсть) виготовляють скріпленням між собою волокон з допомогою зв'язуючого.

Всі інші види мінераловатної продукції виготовляються з використанням зв'язуючого, від виду і кількості якого залежать ступінь жорсткості і механічна міцність виробів.



Види готових виробів з мінеральної вати зображені на рис. 2.29.

Зв'язуючі речовини і способи їх введення у мінеральну вату.

Основне призначення зв'язуючого - створювати контакти між окремими мінеральними волокнами для фіксування волокнистої макроструктури дисперсної системи при одержанні виробів з заданими експлуатаційними характеристиками.

Основні вимоги до зв'язуючих речовин є висока адгезія і здатність рівномірно розподілятися по волокну матеріалу, достатньо висока когезія зв'язуючого після його затвердіння, водорозчинність при приготуванні робочих розчинів або здатність утворювати стійкі емульсії, водо- і термостійкість після твердіння, довговічність, нетоксичність, недефіцитність компонентів зв'язуючого, низька усадка, прийнятні терміни твердіння.

При виробництві мінераловатних виробів найбільш широко використовують органічні зв'язуючі речовини. Органічні зв'язуючі відповідають більшості з перерахованих вимог і в даний час найбільш повно можуть задовольнити промисловість теплоізоляційних матеріалів на основі мінеральної вати. До групи таких речовин відносять багато синтетичних смол, бітуми, декстрин, крохмаль та інше. Для розчинення зв'язуючих найбільш часто використовують такі популярні розчинники, як вода, спирти, ефіри, а такі розчинники, як бензин, бензол, ксилол і інші використовуються не так часто.

Найбільш розповсюдженим видом синтетичного зв'язуючого в виробництві мінераловатних виробів є *фенолформальдегідні смоли*, зокрема термореактивні фенолоспирти. В останній час все більше використовуються і карбамідні смоли.

Фенолоспирти є водорозчинними фенолформальдегідними поліконденсаційними смолами. Фенольні смоли переходять у твердий нерозчинний (резитний) стан при температурі 160...170°C протягом 10...30 хв. під час проникнення гарячого газоподібного теплоносія через товщу мінераловатної ковдри. Термін твердіння фенолоспиртів скорочується зі збільшенням їх концентрації у водному розчині.

Фенолформальдегідні смоли мають більшість необхідних характеристик хорошого зв'язуючого, але в водночас характеризуються токсичністю, крихкістю плівок та швидким старінням.



Карбамідні смоли дешевші за фенолоспирти, мають високу адгезію до волокон, не горять, дозволяють одержувати мінераловатні вироби з хорошими експлуатаційними характеристиками. Температура переходу їх у твердий стан $130...140^{\circ}\text{C}$. Більш широке використання карбамідних смол стримується нестабільністю властивостей, значними коливаннями фізико-механічних характеристик готових виробів при однакових технологічних режимах. Крім того, вони досить чутливі до режимів теплової обробки і недостатньо водостійкі.

Останнім часом все ширше використовуються багатокомпонентні в'язучі, які вміщують композиції смол з різними пластифікаторами, що підвищують еластичність мінераловатних виробів. Завдяки використанню зв'язуючих композицій з такими властивостями можливе одержання мінераловатних виробів з більш низькими показниками середньої густини і коефіцієнта теплопровідності ніж у вихідної мінеральної вати. У виробничій практиці також знайшли використання бігумно-бентонітові і крохмально-бентонітові композиції, суміші фенолоспиртів з пластифікаторами, наприклад, з полівінілацетатною емульсією, що зменшують крихкість плівок застверділого зв'язуючого.

Мінеральні зв'язуючі, не дивлячись на їх меншу вартість, неадекватність, нетоксичність, мало використовуються через їх низької адгезії до мінерального волокна, малої міцності і високої середньої густини виробів, що отримуються при їх застосуванні. Використання таких зв'язуючих можливе в окремих випадках, коли потрібно одержати жорстку нееластичну макроструктуру без особливо суворих обмежень за середньою густиною. До групи мінеральних зв'язуючих входять цементи, глини, трепел, діатоміт, розчинне скло тощо.

Існує декілька способів введення зв'язуючих речовин при виробництві мінераловатних виробів: пульверизація, полив з наступним віджиманням і вакуумуванням, одержання гідромас.

При *пульверизації* розчин або емульсію зв'язуючого у вигляді аерозолі наносять на мінеральну вату в камері волокноосадження (рис. 2.30). Зв'язуюче розпилюють з допомогою форсунок через паровий колектор відцентрово-дутьвової установки або через порожнистий вал центрифуги. Через високі втрати зв'язуючого при розпиленні цей спосіб є рентабельним тільки при виготовленні

м'яких, напівжорстких плит і рулонного матеріалу з низькою середньою густиною.

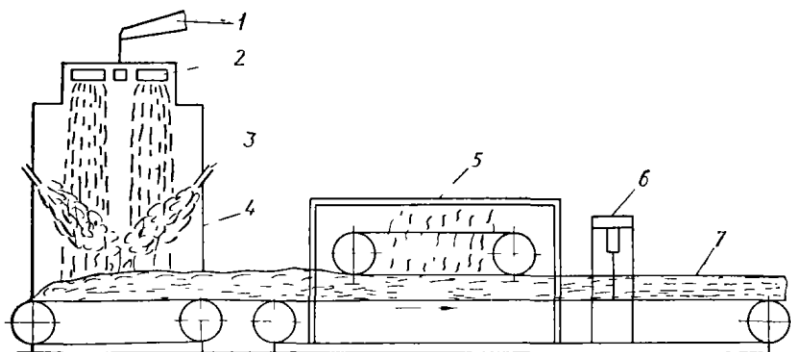


Рис. 2.30. Схема нанесення зв'язуючого способом пульверизації:

1- подача розплаву; 2- пристрій волокноутворення; 3- впорскування зв'язуючого; 4 - камера волокноосадження; 5- камера полімеризації; 6- пост розрізування виробів; 7- виріб

При *поливі з віджиманням і вакуумуванням* зв'язуюче у вигляді безперервного плоского струменя падає на мінераловатну ковдру, що рухається (рис. 2.31). Ковдру доуціплюють, віджимають від надлишкової вологи і вакуумують, в результаті чого оптимізується вологість матеріалу. Надлишок зв'язуючого, що відтискається знову перекачується в поливальну ванну. Переваги способу - більш висока міцність порівняно зі способом пульверизації, менші витрати зв'язуючого. Недоліками способу є підвищена середня густина готових виробів, вологість мінераловатної ковдри, необхідність використання складних технологічних прийомів (вакуумування, пресування, віджим і т.п.), а також необхідність сушіння. Спосіб використовують для одержання жорстких і твердих мінераловатних плит.

При *одержанні гідромас* розрізняють два способи формування мінераловатних виробів: підпресування і відливки. В обох випадках суха мінераловатна ковдра попадає з камери волокноосадження в змішувач, куди подають розчин зв'язуючого. Перемішану мінеральну вату з розчином зв'язуючого і іншими компонентами розкладають шаром на конвеєр, що безперервно рухається, після чого суміш вакуумують і піддають термообробці.

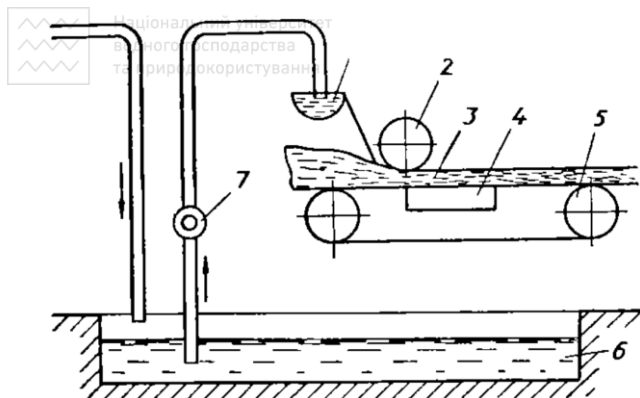


Рис. 2.31. Схема отримання мінераловатних виробів способом поливу з віджиманням:

1- ванна з жолобом; 2- віджимний вал; 3- мінераловатна ковдра; 4 - вакуум-коробка; 5- конвеєр; 6- басейн зв'язуючого; 7- насос

економічними показниками, ніж спосіб відливання. Плити, одержані з гідромас, відрізняються жорсткістю і міцністю при стиску.

Недоліки цього способу: підвищена вологість ковдри, необхідність вакуумування, підвищена енерго- і металоємність, подрібнення вати в процесі її перемішування, порівняно невисока міцність при згині.

Формування виробів. Існує два основних способи формування мінераловатних виробів: конвеєрний і пресовий.

Конвеєрний спосіб. За конвеєрною технологією з використанням синтетичного зв'язуючого виготовляють основний об'єм мінераловатних виробів. Технологічний процес передбачає: одержання силікатного розплаву; одержання мінерального волокна з розплаву; приготування розчину зв'язуючого; одержання мінераловатної ковдри, яка зволожена розчином синтетичного зв'язуючого; формування і термообробка мінераловатного масиву заданої густини; розрізування на вироби заданих розмірів; пакування і складування готової продукції.

Теплова обробка і твердіння зв'язуючого здійснюється у камерах полімеризації. Камера являє собою установку безперервної дії з позонним регулюванням температури і гідравлічного режиму. Конс-

Спосіб підпресування дозволяє використовувати гідромаси з співвідношенням мінеральної вати до розчину від 1:3 до 1:10, литтєва технологія потребує більших витрат зв'язуючого.

Спосіб підпресування дозволяє одержувати мінераловатні вироби з більш високими техніко-

структивно вона складається з секцій довжиною по 6 м кожна. Між секціями є штори, що розділяють камери на теплові зони.

При тепловій обробці мінераловатних плит, у які зв'язуюче введено розпиленням, достатньо двох зон; при введенні зв'язуючого способом поливу - чотирьох зон. Теплоносієм можуть бути топочні гази з температурою 180...250°C, які одержують в результаті спалювання палива і змішування продуктів згорання з відпрацьованими газами.

Конвеєрним способом з використанням синтетичного зв'язуючого можливе формування рулонних виробів (прошивні мати і мінераловатна повсть), мінераловатних циліндрів різного діаметра, плит різної жорсткості (ПМ - м'які, ПП - напівжорсткі, ПЖ - жорсткі, ППЖ - підвищеної жорсткості) тощо.

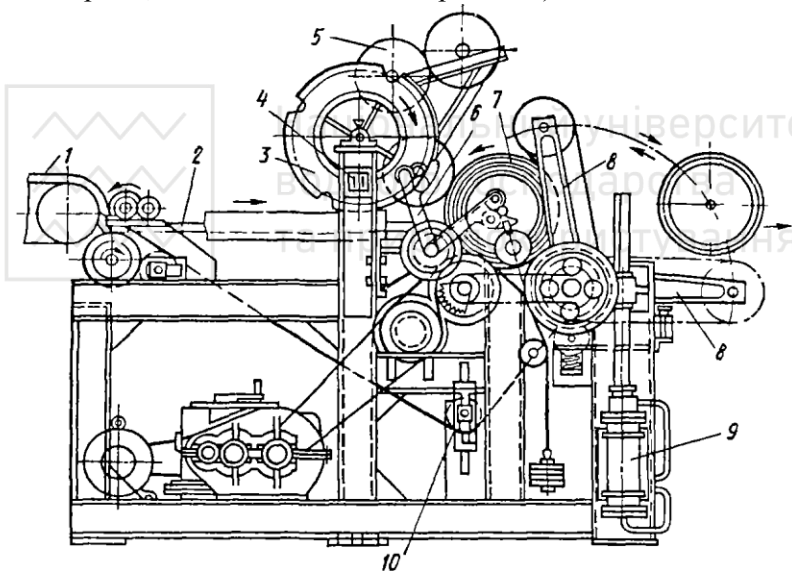


Рис. 2.32. Пристрій для навивки мінераловатних циліндрів:

1- мінераловатна ковдра; 2- прогумована стрічка; 3- зубчаті диски; 4 – електромагніт; 5- перфоровані скалки; 6- кронштейни; 7- барабан для навивки циліндрів; 8- хитні кронштейни; 9- пневмоциліндр; 10- натяжна станція

Прошивні мати одержують прошивкою на виході з камери волокноосадження мінераловатної ковдри, яка може розміщуватися в обкладці з різних матеріалів (картон, цупкий папір, поліетилен та ін.) з одного чи з двох боків. В камері волокноосадження мінерало-



ватна ковдра може бути зволожена невеликою кількістю зв'язуючого (1...2%) або мінерального масла для знепилювання мінеральної вати. Перед прошивкою ковдру незначно ущільнюють. Для даного типу виробів термообробку не використовують. Після прошивки ковдру розрізають, змотують у рулон, упаковують і складають.

Мінераловатну повсть одержують зволоженням ковдри аерозолем зв'язуючого з наступним незначним ущільненням і термообробкою. Після камери полімеризації ковдру охолоджують, розрізають, змотують в рулон, упаковують і складають.

Технологія одержання мінераловатних плит ідентична, за винятком операції рулоногоування і одержання виробів більш коротких розмірів.

Способом навивки виготовляють мінераловатні циліндри на синтетичному зв'язуючому (рис. 2.32).

Плити підвищеної жорсткості (ППЖ) відносяться до високоефективних мінераловатних виробів. Середня густина плит підвищеної жорсткості приблизно в 1,5 рази більша, а жорсткість в 5...15 разів вища аналогічних показників рядової промислової продукції.

Плити підвищеної жорсткості за конвеєрною технологією виготовляють трьома способами, відмінною особливістю яких є кількість і спосіб введення зв'язуючого в мінераловатну ковдру, напрямок орієнтування волокон у плиті: спосіб стрічкового формування, спосіб формування блоковим методом, спосіб формування з гідромас.

Спосіб стрічкового формування практично не відрізняється від конвеєрного способу. Волокна в виробах, які одержані методом стрічкового формування, орієнтовані в поздовжньому напрямку.

Блоковий спосіб отримання ППЖ дозволяє одержувати ламельні плити підвищеної жорсткості без збільшення їх середньої густини за рахунок вертикального орієнтування мінеральних волокон. Технологічна схема виробництва плит підвищеної жорсткості з вертикально розміщеними волокнами блоковим способом наведена на рис. 2.33.

Спосіб формування ППЖ із гідромас складається з трьох основних технологічних операцій: одержання гідромаси, формування з

неї безперервної мінераловатної ковдри, термообробка відформованої мінераловатної ковдри (рис. 2.34).

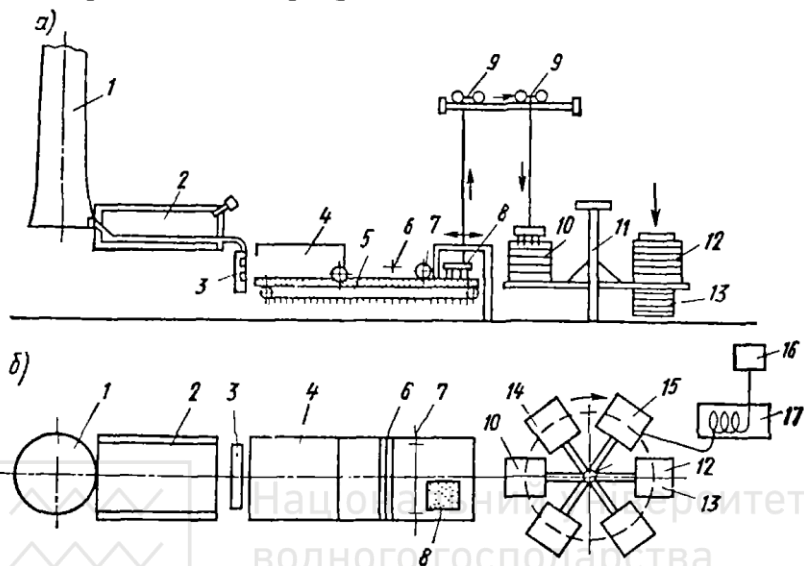


Рис. 2.33. Схема отримання ППЖ блоковим способом:

а) - розріз; б) - план; 1- вагранка; 2- фідер; 3- центрифуга; 4 - камера волокноосадження; 5- конвеєр; 6, 7- ножі; 8- вилочний захват; 9- тельфер; 10- форми карусельної установки; 11- карусельна установка; 12- пост випресовки заготовок; 13- заготовка; 14- пост підпресовки; 15- пост термообробки; 16- компресор; 17- тепловий агрегат

Мінераловатні вироби, одержані з гідромас, мають структуру, що займає проміжне положення між структурою плит з горизонтально розташованими волокнами і ламельними плитами з вертикально орієнтованими волокнами, тобто вони характеризуються хаотичним розташуванням волокон. Цим можна пояснити той факт, що при однаковій середній густині міцність на стиск цих плит вища ніж плит з горизонтально орієнтованими волокнами.

Формування мінераловатних виробів способом гідромас включає наступні основні технологічні операції (рис. 2.34): одержання зв'язуючого у вигляді водно-бітумної емульсії; розпушування мінеральної вати; одержання гідромаси з емульсії зв'язуючого і мінеральних волокон; формування виробів з гідромас; теплова обробка виробів.

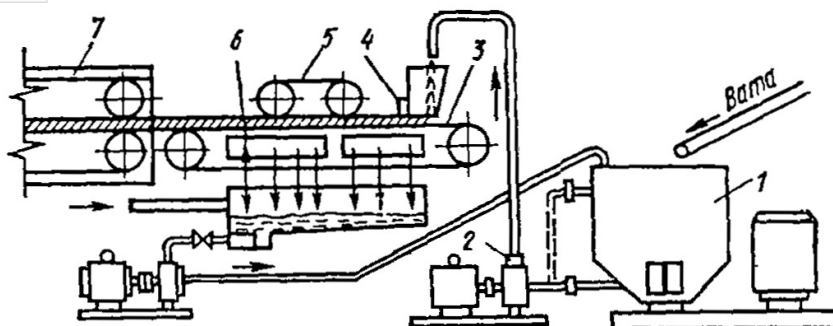


Рис. 2.34. Схема отримання ППЖ з гідромас:

1- змішувач; 2- насос; 3- конвеєр; 4 – бункер; 5- підпресуючий конвеєр; 6- вакуум-коробка (відсмоктування розчину зв'язуючого); 7- камера термообробки

Тема 4: Теплоізоляційні матеріали і вироби на основі деревини

Фіброліт – це плитний матеріал, волокниста структура якого утворюється в результаті омоноличування деревинної вовни мінеральним в'язучим.

Види і властивості фіброліту визначаються видом в'язучого, залежно від якого розрізняють цементний, магнезійний, магнезіально-доломітовий, цементно-вапняний, вапняний, вапняно-трепельний, гіпсовий.

Залежно від *призначення* розрізняють:

- теплоізоляційний фіброліт з середньою густиною до 350 кг/м^3 ;
- акустичний – $350 \dots 400 \text{ кг/м}^3$;
- теплоізоляційно-конструктивний – $400 \dots 500 \text{ кг/м}^3$.

Основні властивості цементного фіброліту наведені в табл. 2.14.

Марка фіброліту відповідає його середній густині, яка залежить від витрат в'язучого і зусилля пресування при виготовленні. Збільшення витрат в'язучого дозволяє одержувати більш пористу і легку структуру фібролітових плит за рахунок розпушування формувальної маси, зменшення тиску пресування і більшої міцності в



місяцях контакту деревинної вовни. Однак тільки просте збільшення витрат цементу без змін технологічних режимів окремих операцій (пресування, розпушування маси) приведе до збільшення середньої густини і теплопровідності матеріалу. Біо- і вогнестійкість фіброліту при цьому зростають. Крім того, міцність фіброліту на згин значно залежить від якості і довжини волокон деревинної вовни, режиму термообробки.

Таблиця 2.14

Основні властивості цементного фіброліту

Середня густина, кг/м ³	Міцність при згині, МПа	Коефіцієнт теплопровідності, Вт/м°С	Загальна пористість, %
300	4	0,098	87
350	5	0,110	83
400	7	0,112	82
500	12	0,151	77

Фібролітові плити не водостійкі і тому потребують захисту від зволоження. Водопоглинання – 40...60% і залежить від густини і складу. Високорозвинута структура фіброліту з відкритою пористістю сприяє хорошему звукопоглинанню. Так, при товщині матеріалу 25...35 мм коефіцієнт звукопоглинання складає 0,5...0,7.

В захищеному від вологи стані фіброліт біостійкий. Однак при 35%-у зволоженні він уражається грибком.

Сировина для виготовлення фіброліту - деревинна вовна, цемент і мінералізатор. Для одержання *деревинної вовни* використовують неділову деревину з попередньо знятою корою, бо у корі міститься значна кількість екстрагуючих речовин, що негативно впливають на твердіння в'язучих. В самій деревині також міститься багато органічних речовин, які під дією лужного середовища портландцементу можуть негативно впливати на тверднення цементного каменю.

Деревинна вовна являє собою тонку і довгу деревинну стружку довжиною 200...500 мм, шириною 2...5 мм і товщиною 0,2...0,6 мм.

Портландцемент, шлакопортландцемент, які використовуються для виробництва фіброліту, повинні бути швидкотверднучими і мати марку не нижче 400. Цемент із вмістом 60% C_3S і 12% C_3A є найбільш придатним для одержання фіброліту.



Мінералізатори призначені для нейтралізації шкідливої дії на цементний камінь цукристих сполук і покращання адгезії цементу до шерсті. Як мінералізатор використовуються водний розчин хлористого кальцію, розчинного скла або сірчаноокислого глинозему, яким зволожують деревинну вовну.

При виробництві фіброліту марок 300...500 на 1 м³ продукції витрачається 0,3...0,8 м³ деревини, 170...270 кг портландцементу марки 400, 6...12 кг хлористого кальцію, 21...51 кг умовного палива, 13...25 кВт·год електроенергії.

Технологія цементного фіброліту (рис. 2.35) включає:

- підготовку сировини (деревинної вовни);
- мінералізацію;
- змішування з цементом;
- тверднення і теплову обробку плит.

Підготовка сировини включає окорювання неділової деревини, витримання її протягом 4...6 місяців на відкритому повітрі для часткової нейтралізації екстрактивних речовин шляхом переходу їх в менш розчинні форми, розпилювання деревини на відрізки довжиною 0,5 м, одержання деревинної вовни на спеціальних станках.

Вовну сепарують, під час чого видаляють пил і дрібняк, далі підсушують до вологості 22%), що забезпечує більш глибоке проникнення мінералізатора в деревину і більший ступінь мінералізації.

Мінералізацію деревинної вовни виконують у барабанних змішувачах, занурюванням порції деревинної вовни в ванну з мінералізатором, конвеєрах з перфорованою стрічкою. При підігріванні розчину мінералізатора до 40°C мінералізація проходить більш глибоко і повно.

Технологія одержання формувальної суміші часто реалізується сухим способом, за якого попередньо зволожена вовна посипається або обпилюється цементом. Вологість вовни при цьому 140...160%). Якщо портландцемент вміщує менше 50% C_3S , то операцію мінералізації можна виключити. Витрати цементу залежать від марки фіброліту і виду вовни і складають 1,3...1,9 кг/кг для марок 300...400 відповідно.

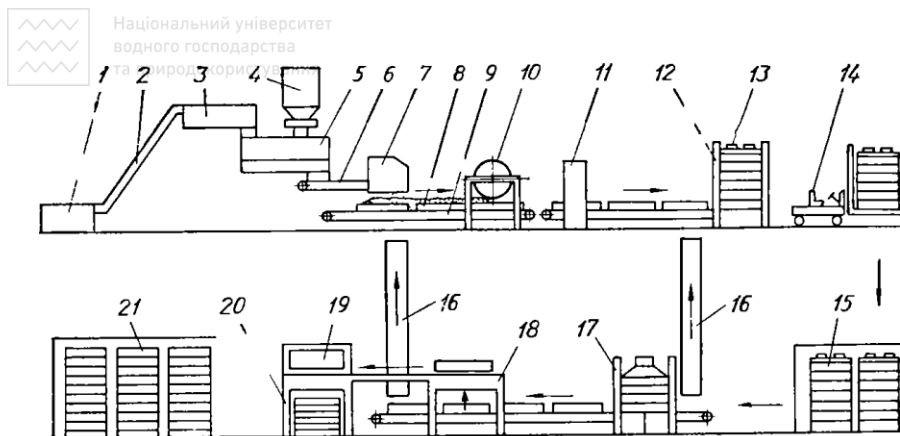


Рис. 2.35. Технологічна схема отримання фібролітових плит:

1- станок для отримання деревинної вовни; 2- пневмопровід; 3- вібростол; 4 – бункер цементу; 5- змішувач; 6- конвеєр; 7- скидаючий барабан; 8- форма; 9- конвеєр; 10- підпресовуючий барабан; 11- круглопилний верстат; 12- прес; 13- привантажувальна плита; 14- електронавантажувач; 15- камера твердіння; 16- конвеєр; 17- розділювач форм; 18- пристрій для розпалубки; 19- верстат для обрізування; 20- штабелювач; 21- камера для сушіння плит

Суміш одержують у змішувачах, які виключають ущільнення і навівання вовни на вал у процесі її перемішування. Із змішувача фібролітова маса конвеєром із спеціальним розпушувальним пристроєм і валковим розділювачем розподіляється по формах, в яких пресується механічними, гідравлічними або пневматичними пресами. Товщина шару маси тим вища, чим більший ступінь ущільнення передбачений. Так, при виготовленні фіброліту марок 300, 350 шар фібролітової маси в формі в 2,5...3 рази більший товщини готової плити. При марках 400, 500 - в 3,5...5 разів.

При одержанні теплоізоляційного фіброліту використовується тиск пресування 0,06...0,1 МПа за рахунок власної маси верхніх форм у пакетах і спеціальної привантажувальної плити. Більш щільні плити одержують гідропресуванням при тиску 0,25...0,4 МПа.

Конвеєрний спосіб дозволяє усунути основні недоліки пакетного способу виробництва - циклічність і невисоку продуктивність. При конвеєрному способу фібролітова ковдра поступово обтискується калібрувальними елементами до заданої товщини, після чого розрі-



зається на окремі плити і направляється на теплову обробку. Теплову обробку виконують за два етапи - низькотемпературна тепловологісна обробка в формах і сушіння без форм при загальній протяжності до 48 год.

Фіброліт в індустріальному будівництві використовується, в основному, як утеплювач і акустичний матеріал. Цементний фіброліт використовують для теплоізоляції в огорожувальних конструкціях, улаштування перегородок; як утеплювач - при влаштуванні безгорищних покрівель, при цьому поверх залізобетонних плит укладаються фібролітові плити, по яких роблять цементну стяжку і укладають покрівельний рулонний матеріал. Фіброліт можна використовувати для виготовлення фіброліто-азбестоцементних легких панелей. Фіброліт широко використовується при оздобленні демонстраційних залів кінотеатрів, павільйонів, громадських приміщень як декоративно-акустичний матеріал.

На базі фібролітових складових елементів створені теплі і легкі збірно-каркасні житлові будівлі для сільської місцевості. До дерев'яного каркаса плити кріпляться цвяхами, до сухих бетонних і цегляних поверхонь - вапняно-цементним розчином, у підвалах - гарячим бігуном.

Головною перевагою фіброліту при використанні його в індустріальному будівництві є хороші теплоізоляційні властивості, відносно нескладна технологія і можливість транспортування на великі відстані без шкоди для якості, чим він вигідно відрізняється від інших теплоізоляційних матеріалів. Використання фіброліту в огорожувальних конструкціях сприяє значному полегшенню стін споруд і економії стінових матеріалів. Так, фібролітова стіна товщиною 15 см за теплоізоляційними характеристиками рівнозначна цегляній стіні товщиною 50 см. Переважаючий розмір плит з фіброліту, що випускаються, $2400 \times 550 \times 75$ мм.

Арболіт - різновид легкого бетону. Виготовляють його із суміші органічних целюлозовміщуючих заповнювачів рослинного походження (подрібнених відходів деревообробки, конопель, льону, січки стебел бавовнику, очерету і т.д.), мінерального в'язучого (звичайно портландцементу), хімічних добавок і води. Призначений для будівництва малоповерхових сільськогосподарських, промислових, житлових будівель.



Виробництво арболіту - один з найбільш ефективних і рентабельних способів використання деревних відходів, тому що технологія його виготовлення відносно проста і не вимагає великих капітальних вкладень.

Вироби з арболіту, маючи порівняно невисоку середню густину ($400 \dots 850 \text{ кг/м}^3$), характеризуються відмінними будівельними, фізико-технічними і гігієнічними властивостями, піддаються свердлінню, обробці різальним інструментом і оштукатурюванню. В них можна забивати цвяхи і угвинчувати шурупи. Вони важкоспалимі, не руйнуються у воді, морозо- і біостійкі, негігроскопічні і малотеплозвукопровідні.

Конструкції і вироби з арболіту залежно від *середньої густини* поділяють: за призначенням — на теплоізоляційні (середня густина $400 \dots 500 \text{ кг/м}^3$) і конструкційні (середня густина $500 \dots 850 \text{ кг/м}^3$); за структурою — звичайний і поризований; за армуванням — на армовані і неармовані; за кількістю шарів — на одношарові і багатошарові.

Арболіт залежно від *міцності* на стиск зразків-кубів поділяють на класи: теплоізоляційний арболіт - класи B0,35; B0,75; B1; конструкційний арболіт - класи B 1,5; B2; B2,5; B3,5.

Середня густина арболіту залежно від його виду і класу (марки), а також від виду заповнювача не повинна перевищувати значень, зазначених у табл. 2.15.

Теплопровідність арболіту, висушеного до постійної маси знаходиться в межах $0,08 \dots 0,17 \text{ Вт/(м} \cdot ^\circ\text{C)}$,

Арболіт характеризується досить високим *водопоглинанням*, однак перевага матеріалу в тому, що він легко віддає поглинену воду.

Сорбційне зволоження арболіту залежить від його середньої густини, виду заповнювача і введених добавок; при відносній вологості повітря $40 \dots 90\%$ воно перебуває в межах $10 \dots 15\%$.

Технологічний процес виробництва арболітових виробів і конструкцій складається з наступних операцій: подрібнення й підготовки заповнювача за гранулометричним складом, його обробки, приготування хімічних добавок, дозування компонентів, приготування арболітової суміші, вкладання її у форми і ущільнення, термообробки сформованих виробів, визрівання при позитивних температурах і транспортування виробів на склад (рис. 2.36).



Середня густина арболіту

Вид арболіту	Клас за міцністю на стиск	Марка за міцністю при стиску	Середня густина арболіту, кг/м ³ , з заповнювачем			
			подрібненою деревиною	кошторізню	кошторізню опілі	подрібненою соломомою
Теплоізоляційний	B,35	M5	400...500	400...500	400...500	500
	B,75	M10	450...500	450...500	450...500	—
	B1	M15	500	500	500	—
Конструкційний	B1,5	—	500...650	550...650	550...650	600...700
	B2	M25	500... 700	600...700	600...700	—
	B2,5	M35	600...750	700...800	—	—

Технологічна деревна сировина поставляється на підприємства як окремо по породах, так і в змішаному в різних співвідношеннях вигляді.

Розміри часток подрібненої деревини, що допускаються стандартом, не повинні перевищувати за довжиною 40 мм, за шириною 10 мм, за товщиною 5 мм. Вміст домішок кори в подрібненій деревині повинен бути не більше 10%, а хвої і листя - не більше 5% (за масою сухої суміші заповнювача).

Для сортування тріски і деревної дріблянки, а також м'яких відходів використовують механічні сортування наступних типів: хитні, вібраційні і гіраційні. Попередня гідротермічна обробка заповнювача з метою його облагороджування сприяє істотному поліпшенню фізико-механічних властивостей арболіту.

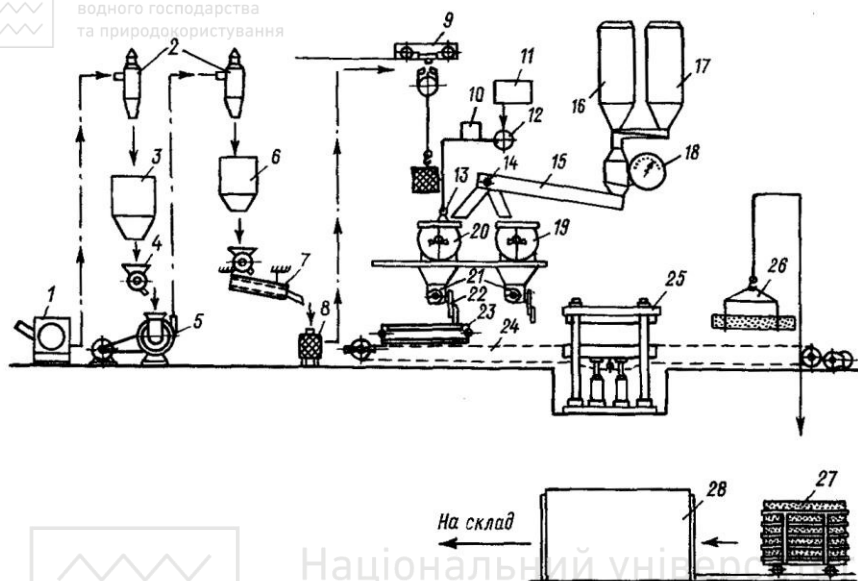


Рис. 2.36. Принципова технологічна схема виробництва виробів з арболіту:

1 – рубальна машина; 2 – циклон; 3 – бункер для тріски; 4 – барабанный дозатор; 5 – молоткова дробарка; 6 – бункер для дріблянки; 7 – віброгрохот; 8 – сітчатий контейнер; 9 – кран-балка; 10 – дозатор хімічних розчинів; 11 – ємність для хімічних розчинів; 12 – відцентровий насос; 13 – перфорована трубка; 14 – шиберний затвор; 15 – шнековий конвеєр; 16 – бункер для піску або мінеральних добавок; 17 – бункер для цементу; 18 – автоваги; 19 – змішувач для готування розчину для фактурного шару; 20 – змішувач для готування арболітової суміші; 21 – роздавальник; 22 – розрівнювач; 23 – металева форма; 24 – ланцюговий конвеєр; 25 – формувальний пост; 26 – захват; 27 – накопичувач; 28 – камера термообробки

Вода в арболітову суміш може бути введена трьома способами: у вигляді води замішування, при замочуванні або шляхом введення її в суміш у вигляді хімічного розчину - „мінералізатора“. В деяких випадках доцільно замочування заповнювача здійснювати у воді чи в розчині „мінералізатора“.

Підігрів води до температури 40...60°C прискорює процес замочування і часткового добування речовин, що легко гідролізуються.

Арболітову суміш готують у змішувачах примусової циклічної дії типів СБ-35, СБ-62, СБ-138, СБ-138А, або лопатевих розчинозмішувачах типів С-209, СМ-290. На більшості технологічних ліній

арболітові конструкції і вироби формуються в сталевих формах. Для заповнення форм можуть бути рекомендовані двохбункерні бетоноукладачі, наприклад типу СМЖ-166А. Сучасними механізованими способами ущільнення арболітової суміші, що успішно використовуються в цей час, є: циклічне пресування або вібропресування, вібросилового прокату, пошарове ущільнення, вібрування.

Спосіб пресування. Принципова схема виробництва виробів з арболіту методом горизонтального пресування наведена на рис. 2.37. Формувальна технологічна лінія являє собою візковий конвеєр з формою. Візок за допомогою привода встановлюється під бункером для розчину і арболіту. На цьому пості у форму укладають послідовно нижній шар фактурного розчину, арболітову суміш і верхній шар розчину. Потім візок з формою, у якій виріб зафіксований знімною кришкою, переміщується на пост ущільнення, оснащений вібропресом, звідки, по завершенні ущільнення, переміщується на пост витримки. Виріб у формі знімається, і на візок встановлюється інша форма. Після цього цикл повторюється.

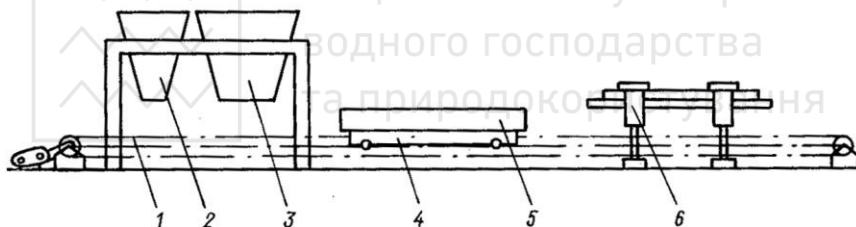


Рис. 2.37. Технологічна схема отримання арболітових виробів пресуванням:

1 – привод візка; 2 – бункер для розчину; 3 – бункер для арболіту; 4 – візок; 5 – форма; 6 – прес

При пресуванні забезпечуються проектні розміри виробу і одержання арболіту високого класу (В2,5 і вище), однак необхідне застосування достатньо складних процесів. Виробництво характеризується високою металоємністю, особливо при формуванні крупних панелей з арболіту.

Спосіб вібропресування. Виготовлення арболітових виробів здійснюється в сталевих формах з фіксуючими кришками. Форма з укладеними фактурними шарами і арболітом, арматурою і закладними деталями накривається кришкою, що фіксується, і подається на візку у вібропресувальну установку. Під дією вібрації і тиску гідродо-



мкратів кришка утоплюється у форму, ущільнюючи суміш, і замикається. Виріб у формі із зафіксованою кришкою витримується в опалюваному цеху до досягнення розпалубочної міцності.

Твердіння й теплова обробка виробів з арболіту. Завершальним етапом технологічного процесу є теплова обробка і твердіння виробів до набору відпускнуї міцності. Оптимальною є низькотемпературна обробка арболіту за м'якими режимами: температура сушіння 40...50°C і відносна вологість повітря 70...80%. При такому режимі арболіт здобуває розформувальну міцність через 18...20 год.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2.2

Теплоізоляційні матеріали, отримані шляхом спучення і поризації

Тема 1: Теплоізоляційні матеріали на основі гірських порід, що спучуються

До гірських порід, що спучуються, відносяться водовміщуючі склоподібні вивержені гірські породи (перліги, обсидіани, мареканіти, вітрофіри, туфи, пехштейни), а також вторинні слюди (вермикуліт, сильно гідратовані слюди - гідробіотит, гідрофлогопіт), які утворилися в результаті фізико-хімічних перетворень в магнезійно-залізистих слюдах (біотит, флогопіт), у кристалічній решітці яких луги заміщуються водою.

Обсидіани вміщують до 1% води, перліги – 1...6%, інше вулканічне скло - більше 6%. У промисловості термін „перліги“ використовується по відношенню до всього вулканічного скла, яке вміщує 1...10% води і має такий хімічний склад, % за масою: SiO_2 - 70...75; Al_2O_3 - 11...15; Fe_2O_3 - 0,2...4; $\text{CaO}+\text{MgO}$ - 0,3...6; R_2O - 2,5...9; H_2O - 0,3...10.

Хімічний склад вермикуліту коливається у наступних межах, % за масою: SiO_2 - 37...42; Al_2O_3 - 10...13; Fe_2O_3 - 5...17; FeO - 1...3; MgO - 14...28; R_2O - 1...2; H_2O - 8...20.

Загальним для гірських порід, що спучуються, незалежно від їх складу і структури є їх спроможність до значного збільшення об'єму зерен породи за рахунок інтенсивного виходу з них зв'язаної води при високотемпературній обробці.



Виготовлення спученого перліту. *Випал* перліту є головною технологічною операцією, яка в значній мірі визначає основні якісні характеристики спучуваного матеріалу. Спучення попередньо диспергової породи проходить в момент переходу її в пластично-в'язкий (піропластичний) стан при нагріванні і пов'язане з виділенням хімічно і фізично зв'язаної води у вигляді пари і частково за рахунок виділення CO_2 і O_2 . Хімічно зв'язана вода, що знаходиться в перліті у вигляді гідроксильної групи OH , має цеолітний характер і видаляється з нього без руйнування кристалічної решітки.

Ефективність процесу спучення оцінюється коефіцієнтом спучення - відношенням об'ємів-спученої породи до вихідної, який може бути в межах 8...15.

Хімічний склад суттєво впливає на в'язкість і поверхневий натяг розм'якшеної породи. Так, наявність лугів знижує температуру розм'якшення, тому $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ в сировині повинно бути не менше 4%. Для нормального процесу спучення потрібна підвищена в'язкість і понижений поверхневий натяг маси.

Температура термообробки перліту, при якій досягається необхідне співвідношення між розм'якшенням скломаси і тиском газової фази, що виникає за рахунок випаровування перлітної „ефективної“ води, знаходиться в межах 850...1250°C.

Спучуваність перліту знаходиться в прямій залежності від його дисперсності. У виробничих умовах коефіцієнт спучення зернового перліту (розмір зерен до 1,5 мм) повинен бути не менше 6, кускового (розмір 5...10 мм) - не менше 4.

Перлітову породу *добувають* відкритим способом і, як правило, подрібнюють і фракціонують на дробильних заводах, розміщених у кар'єрах. Іноді процес диспергування породи суміщують з її підсушуванням і виділенням вільної води. Обов'язковою умовою хорошої спученості перліту є вміст в ньому 1-3% оптимальної кількості або так званої „ефективної“ води. У цьому випадку сировина спучується за одно-стадійною схемою - зразу ж подається на термообробку. Якщо кількість води в сировині перевищує оптимальну, то спучення ведеться в дві стадії: спочатку при температурі 200...400°C сировина проходить термоопідготовку для виділення надмірної води до оптимальної її кількості, а потім перліт з „ефективною“ кількістю води подається в зону високих температур, де він спучується.

Для термообробки перліту можливе використання обертових барабанних печей, різних сушарок, печей киплячого шару і інших теплових агрегатів. Найбільш часто використовують обертові протитічні печі (сушильні барабани) довжиною 4...6,5 м з внутрішнім

діаметром 0,45...0,9 м. Як правило, сушильні установки і печі випалу технологічно зв'язані в одну лінію і термopідготовлена сировина зразу ж подається на випалювання зменшує теплові втрати процесу в цілому.

Для термообробки перліту найбільш розповсюджені шахтні і обертові печі.

Шахтна піч (рис. 2.38) має внутрішній діаметр 0,6 м і висоту 7,7 м. Подрібнений матеріал подають через завантажувальні лійки, встановлені на різних рівнях, що дозволяє міняти висоту вільного падіння частинок і регулювати режим їх спучення.

Дрібні частинки перліту, попадаючи в потік розжарених газів, що рухаються знизу догори, спучуються зразу і виносяться з газами в циклон, де осаджуються. Більш крупні долітають до факельної зони, спучуються, знаходяться якийсь час у зваженому стані і за рахунок зменшення

середньої густини виносяться з печі разом з димовими газами в систему уловлювання (циклони), де розділяються на фракції, а відпрацьовані гази знепилюються і викидаються в атмосферу чи утилізуються. Час спучення перліту в шахтній печі у зваженому стані виходить секундами.

Спучення більш крупної сировини (до 12 мм) реалізують в *обертових печах* (рис.2.39) за рахунок подовження її перебування в зоні випалювання. Час випалу залежить від фракційного складу сировини. Для частинок розміром 3...5 мм він складає біля 15 с, для фракцій 7...10 мм – 30...45 с. Загальна протяжність випалу, як правило,

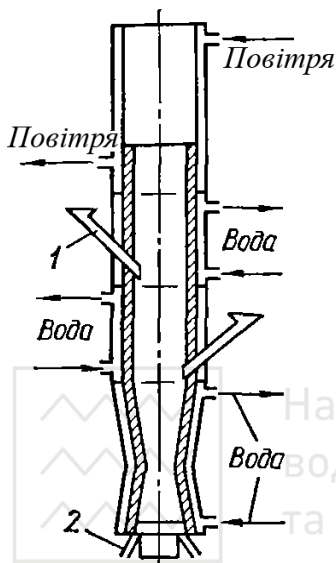


Рис. 2.38. Схема роботи шахтної печі для спучування перліту:

1- завантажувальна лійка; 2- паливник

3...5 хв. Печі встановлені під кутом до 8° , довжина їх 6...10 м, діаметр 0,5...1,5 м, швидкість обертання 8...22 хв⁻¹.

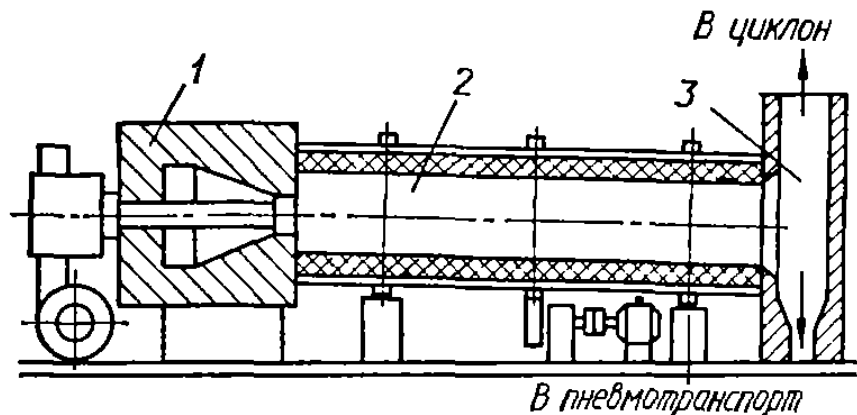


Рис. 2.39. Обертова піч для спучування перліту:

1 - топка; 2 - барабан; 3 - камера розвантаження

З урахуванням конструктивних і техніко-економічних особливостей шахтних печей їх експлуатація доцільна для одержання перлітового піску, а обертових - для виробництва перлітового щебеню і крупного піску.

Відомі установки з термообробкою перлітової сировини у зваженому стані, де замість газового теплоносія (димових газів) використовується твердий інертний теплоносій (кварцовий пісок 0,6...1,2 мм). В цьому випадку забезпечується більш інтенсивний теплообмін, скорочення витрат палива і тривалості спучення. Газ спалюють у шарі піску, перліг розміром 5-15 мм випадають у шарі розпеченого твердого теплоносія. Більш легкий спучений перліг спливає на поверхню киплячого шару і вивантажується через спеціальний люк. Частково винесений теплоносій після сепарації знову повертається в піч з допомогою пневмотранспорту.

Спучений перліг в основному використовують у вигляді перлітового піску (розмір зерен до 5 мм) і перлітового щебеню (розмір зерен 5-20 мм). В свою чергу, перлітовий пісок у відповідності з вимогами стандарту ділиться на дрібний - до 1,2 мм і крупний - 1,2...5 мм.



Середня густина спученого перлітового піску відповідно вимог стандарту 75...500 кг/м³; піску, що використовується як засипний матеріал – 80...120 кг/м³, як заповнювач для легких бетонів – 150...300 кг/м³.

Теплопровідність перлітового піску визначається його середньою густиною і дорівнює 0,047...0,093 Вт/м·°С. Вона залежить також від характеру і розміру пор, гранулометрії і розміру частинок, їх форми і вологості матеріалу. Мінімальною теплопровідністю характеризуються фракції 0,1...0,6 мм, яких у звичайному перлітовому піску вміщується до 50% за масою. Вони в найбільшій мірі придатні для теплоізоляційних засипок. Перлітовий пісок треба оберегати від дії вологи, бо навіть 10% її вмісту збільшує теплопровідність в 2 рази, а 80% - в 3...4 рази.

Середня густина перлітового щебеню – 300...600 кг/м³, міцність при стиску – 1,5...4 МПа. Теплотехнічні характеристики виробів на основі перлітового щебеню, який використовується тільки як заповнювач, крім вищезгаданих факторів, залежать також від його гранулометричного складу, виду і витрат зв'язуючого.

Спучений перліг має високе водопоглинання і гігроскопічність. Водопоглинання перліту зростає із зменшенням його частинок.

Отримання спученого вермикуліту. Спучений вермикуліт - сипучий теплоізоляційний матеріал із шаруватою сполученою пористістю, зерна якого складаються з пакетів деформованих слюдяних пластин золотисто-латунного кольору. Хоча в сировинному вермикуліті є вода, яка має різні форми зв'язаності (хімічно зв'язана, міжпакетна, адсорбована на площинах спайності, цеолітна, гігроскопічна), головну роль при спучуванні відіграє вихід міжпакетної і хімічно зв'язаної води в інтервалі температур 200...1000°С.

Спучення проходить головним чином за рахунок механічної дії пружної водяної пари, яка миттєво утворюється при термообробці зерен вермикуліту. При цьому розщеплюються і розсовуються пластини слюди в напрямку, перпендикулярному площини спайності із збільшенням об'єму зерен в 15 і більше разів. За аналогією з перлігом якість спучення вермикуліту оцінюється коефіцієнтом спучення 4...40.

Зменшення зерен спученого вермикуліту збільшує його середню густину. Оптимальним є час термообробки 2...3 хв при температурі 900...1100°С. На спучення направляють частинки не більше 15 мм.

Випал може виконуватися в шахтних і трубних печах у зваженому стані.

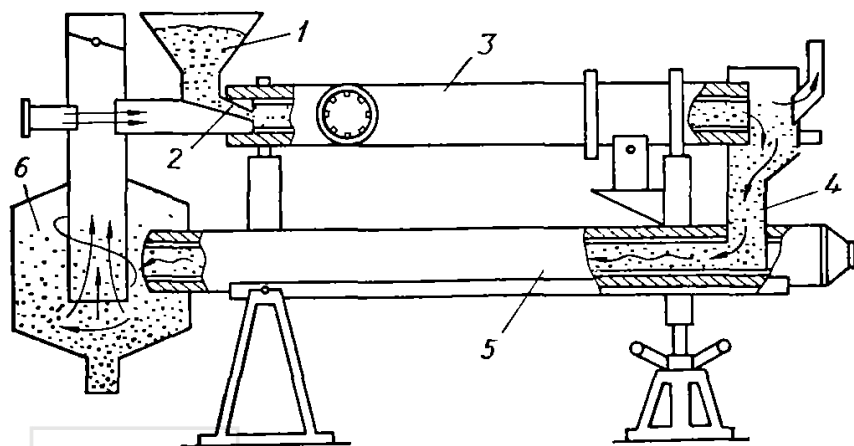


Рис. 2.40. Трубна піч-комбайн для спучення вермикуліту:

1 - завантажувальний бункер; 2 - живильник; 3 - сушильний барабан; 4 - живильник; 5 - піч; 6 - циклон

В шахтних печах частинки сировини, що подаються через завантажувальні лійки, попадають в потоки гарячих газів, які піднімаються і попадають в бункер по нахиленому поду печі. Обов'язковою вимогою в даному випадку є однорідність сировини за фракційним складом і ступенем гідратації. Інакше більш крупні або більш гідратовані частинки не встигнуть повністю спучитись.

Трубна піч (комбайн) дозволяє використовувати поліфракційну сировину з різним вмістом води. Піч (рис. 2.40) складається з верхнього барабана, що обертається і де сировина сушиться відхідним газом і нижньої нерухомої труби, де відбувається спучення сировини. Спучений продукт збирається в циклонній камері. Агрегат працює на рідкому і газоподібному паливі за принципом прямої топки, що дозволяє використовувати сировину різної гранулометрії, оскільки дрібні частинки швидше спучуються і раніше виносяться з печі, а більш крупні затримуються до повного спучення, а потім також виносяться потоком газів.



Спучений вермикуліт за середньою густиною ділять на три марки - 100, 150 і 200, а за фракційним складом відповідно - на крупний (розмір зерен 5...10 мм), середній (0,6...5 мм) і дрібний (< 0,6 мм). Теплопровідність матеріалу становить 0,056...0,07 Вт/м°C і залежить від середньої густини, розміру зерен і температури експлуатації. Підвищення крихкості вермикуліту, який одержано при високих температурах, негативно впливає на його тепло-експлуатаційні характеристики за рахунок подрібнення при транспортуванні і укладанні.

Спучений вермикуліт має високу термостійкість, що дозволяє використовувати його для високотемпературної теплоізоляції до 1100°C. Характеризується високим водопоглинанням, біостійкістю.

Тема 2: Виготовлення виробів на основі спученого перліту та вермикуліту

На основі спучених перліту і вермикуліту з використанням різних зв'язуючих матеріалів виготовляють теплоізоляційні матеріали двох типів: безвипалювальні - цементоперліт, силікатоперліт, склоперліт, бітумоперліт, гіпсoperліт, азбестовермикуліт, вермикулітобетон; випалювальні - керамоперліт, перлітофосфат, керамовермикуліт.

В обох випадках спучений перліт і вермикуліт використовують як крупнопористий заповнювач. Основні техніко-експлуатаційні характеристики виробів на їх основі залежать від середньої густини і зернового складу спучених заповнювачів, виду і витрат зв'язуючого, добавок, водовмісту формувальних сумішей.

Оптимальний зерновий склад заповнювачів призначають, виходячи з вимог до продукції, яку випускають. Переважний вміст дрібних фракцій підвищує міцність, середню густину і теплопровідність. Крупний заповнювач дозволяє одержувати більш легкі, але менш міцні вироби.

Мінеральні і органічні зв'язуючі, азбест, інколи гідрофобні і піноутворюючі речовини служать добавками до спученого перліту і вермикуліту. Вибір зв'язуючого визначається особливостями технології одержання виробу і його експлуатації.



Органічні зв'язуючі дозволяють одержувати водостійкі, легкі, достатньо міцні, але малотермостійкі вироби з температурою експлуатації 60...200°C. Мінеральні зв'язуючі збільшують щільність виробів, але розширюють термічний діапазон їх використання в сторону високих температур (до 1100°C), збільшують їх механічну міцність.

Азбест надає композиціям міцності і пружності за рахунок дрібнодисперсного об'ємного армування. При цьому знижується усадка при сушінні виробів, зменшуються втрати зв'язуючого з відхідною водою при формуванні мас, оскільки волокна азбесту на відміну від лусок спученого вермикуліту мають високу сорбційну спроможність.

Технологія виготовлення виробів на основі спученого перліту і вермикуліту включає підготовку і дозування сировинних матеріалів, їх змішування, формування виробів, теплову обробку. Остання технологічна операція відсутня тільки у виробів на бітумному зв'язуючому.

Способи приготування суміші і формування з неї виробів не повинні приводити до руйнування структури зерен пористого заповнювача. Цього в якійсь мірі досягають за рахунок правильного підбору змішувачів, моменту введення пористого заповнювача в суміш, тривалістю перемішування. Як правило, використовують лопатеві змішувачі, тривалість перемішування суміші в яких 1...2 хв після введення в нього легкого заповнювача. Пресують вироби при тиску 0,05 МПа, який не руйнує зерен заповнювача.

Перлітоцемент. До складу перлітоцементу входять: портландцемент не нижче М400, перлітовий пісок і розпушений азбест V-VI сортів. Послідовність приготування суміші: спочатку в змішувач заливають воду, далі - азбест і в останню чергу - перлітовий пісок. Витрати води на 1 м³ перлітового піску – 850 л, цементу – 125...135 кг, азбесту – близько 35 кг. З моменту подачі перліту в змішувач масу перемішують 1,5 хв. і подають на формування, яке складається з заливки масою форми з перфорованим піддоном і наступним її пресуванням під тиском 0,05 МПа. Далі виріб виштовхують на піддон і подають на теплову обробку в спеціальні камери, які суміщують пропарювання і сушку. В камері вироби витримують протягом 4 год. при температурі 150°C, далі 6...8 год. – при 80°C. Сушать вироби при температурі 150°C до остаточної вологості 20%.



Вироби з перлітоцементу виготовляють у вигляді плит, шкаралуп, сегментів і використовують для теплоізоляції промислового обладнання і теплотрас з робочою температурою до 600°C.

Керамоперліт. Вироби з керамоперліту перевищують за своїми показниками діатомітову теплоізоляційну кераміку за рахунок більшої міцності і меншої теплопровідності при рівній середній густині. Можливе використання керамоперлітових виробів замість ультралегких вогнетривів (300...500 кг/м³) при температурі до 900°C. При цьому вартість їх в 10 разів нижча вартості останніх.

Перлітобетон використовують для збірних теплоізоляційних і теплоізоляційно-конструктивних елементів залізобетонних споруд, для тепло- і звукоізоляційних штукатурок.

Бітумоперліт отримують шляхом змішування спученого перлітового піску і розплавленого бітуму. В цьому випадку до гранулометрії перліту пред'являють такі вимоги: вміст фракції розміром менше 0,6 мм повинне бути близько 70%, а фракції більше 2 мм – близько 30%. При співвідношенні перліт:бітум – 10:1 за об'ємом, одержують матеріал із середньою щільністю від 300 до 450 кг/м³.

Бітумоперліт у моноліті й у вигляді виробів застосовують для утеплення і гідроізоляції сполучених покрівель, гідро- і теплоізоляції промислових холодильників, теплотрас і іншого технологічного обладнання, що працює при температурі від -50 до +60°C. Бітумне в'язуче практично виключає найбільш серйозний недолік спученого перліту - його зволоженість.

Пластоперліт одержують зі спученого перлітового піску і синтетичних смол. Найбільш ефективними в'язучими є композиції іденкумаронових, сечовиноформальдегідних, алкілфенольних і фенолформальдегідних смол.

Після формування вироби проходять теплову обробку сушильних камерах при температурі 140... 150°C. Витрата смол на 1 м³ виробів становить 40...70 кг, а спучений перліт 1,5...1,6 м³.

Пластоперлітові вироби застосовують як утеплювач у тришарових панелях, покрівельних плитах, для влаштування теплоізоляції покрівель промислових будинків по профільованому настилу, а також у холодильній техніці.

Перевагами цих виробів є: низька густина, висока теплоізолююча здатність, висока міцність, порівняно висока водостійкість. До недоліків варто віднести необхідність використання дорогих і дефі-



цитних смол, наявність шкідливих виділень, обмеження застосування по температурі.

Вироби зі *склоперліту* отримують із суміші, що містить, % за масою: спученого перлітового піску – 60...70; рідкого скла густиною 1,25...1,35 г/см³ – 40...30. Технологія склоперлітових виробів відрізняється від технології перлітоцементних виробів лише тепловою обробкою сирцю, що здійснюють у тунельних сушарках при температурі 300...400°C. Вироби зі склоперліту застосовують для теплової ізоляції гарячих поверхонь (до 600°C) технологічного обладнання і теплопроводів.

Силікатоперлітові вироби виготовляють на вапняному і вапняно-кремнеземистому в'язучому. Твердіння відбувається в автоклавах при тиску 0,8...1,2 МПа по режиму: підйом тиску 1 год., витримка при максимальному тиску 3 год., зниження тиску 1 год. При цьому відбувається взаємодія перліту з гідроксидом кальцію, в результаті чого на границі зерен заповнювача і в'язучого утворюються в основному високоосновні гідросилікати кальцію.

На 1 м³ виробів із середньою густиною 250...350 кг/м³ витрачається 15 кг меленого вапна, 7 кг напівводного гіпсу, 105...125 кг перлітового піску з насипною густиною 70...90 кг/м³, 19...20 кг азбесту V сорту і 450...460 л води. Силікатоперлітові вироби використовують у вигляді термовкладишів у панелях зовнішніх стін і покриттів, для влаштування теплоізоляції гарячих поверхонь (до 800°C).

Цементовермикуліт. Технологія його одержання і обладнання, яке при цьому використовується, практично не відрізняються від технології перлітоцементу. Необхідно підкреслити особливу роль азбесту при виготовленні виробів на основі спученого вермикуліту. Він знижує витрати в'язучого, зменшує його втрати з водою, що відходить при пресуванні виробів, за рахунок високої сорбційної спроможності азбестових волокон до мінеральних в'язучих, підвищує міцність за рахунок ефекту армування структури виробів.

Розрізняють два види цементовермикуліту, аналогічних за складом, але які відрізняються за вмістом формувальних сумішей.

У першому випадку готують суміш, що складається з азбесту, цементу, вермикуліту і води у кількості 400-900% по відношенню до твердої фази суміші. При формуванні для видалення надмірної вологи використовують вакуумування. Одержаний матеріал називається *азбестовермикулітом*.



У другому випадку в суміш вводять 150...200% води по відношенню до твердої фази суміші, що забезпечує відносно рухливу суміш, яка практично не віддає воду при пресуванні. Матеріал зветься вермикулітобетон. Теплову обробку цементовермикулітових виробів виконують в автоклавах або в пропарювальних камерах. Із цементовермикулітових сумішей виготовляють плити, сегменти, напівциліндри, які використовуються для теплоізоляції трубопроводів, промислового обладнання, стін тощо. Температура їх експлуатації досягає 1100°C.

Струніт - щільно впакований у поліетиленову плівку спучений вермикуліт. Плівка заварюється по торцях виробу і, крім того, з метою виключення повітряних подушок і ущільнення вермикуліту проварюється в поздовжньому напрямку через 25...30 см. У результаті утворюється виріб у вигляді мата із щільно вкладеним у нього спученим вермикулітом.

Галузь використання виробів на основі спученого вермикуліту аналогічна перлітовим. Їх використовують для виконання безгорищних покрівель промислових будівель, для виробництва легких і теплих огорожувальних конструкцій, для теплоізоляції промислових трубопроводів і поверхні теплових установок, для міжповерхової тепло- і звукоізоляції.

Тема 3: Ніздрюваті теплоізоляційні бетони

Ніздрюватими бетонами називають групу штучних пористих матеріалів на основі мінеральних в'язучих речовин та кремнеземистого, що вміщують рівномірно розподілені пори. Ніздрюваті бетони класифікують за функціональним призначенням, способом отримання пор, видом в'язучого і кремнеземистого компонента.

За *функціональним призначенням*:

а) теплоізоляційні – середня густина до 500 кг/м³, загальна пористість 82...92%, які поділяються на:

- легкі з середньою густиною до 350 кг/м³;
- важкі з середньою густиною до 350...500 кг/м³;

б) теплоізоляційно-конструктивні для огорожувальних самонесучих конструкцій - середня густина 500...900 кг/м³, загальна пористість 66-82%;



в) **конструкційні бетони для несучих конструктивних елементів житлових та громадських будівель** – середня густина 1000...1400 кг/м³, загальна пористість 47...66%.

За способом одержання пор:

- газоутворенням - поризація досягається спученням маси, що твердне, газами, які виділяються за рахунок реакцій в системі (газобетон, газосилікат, газозолобетон тощо);

- піноутворенням - поризація досягається змішуванням водної суспензії тонкодисперсних матеріалів з попередньо одержаною піною (пінобетон, піносилікат, піногіпсобетон тощо);

- аеруванням - пори утворюються внаслідок спінювання маси при її перемішуванні, яка включає піноутворювач (аерований ніздрюватий бетон, аерований ніздрюватий силікат тощо).

За видом в'язучого: для виробництва ніздрюватих бетонів використовуються портланд-, шлакопортланд-, пуцолановий цемент, вапно, вапняно-цементні та вапняно-гіпсові суміші.

В'язуча речовина і пороутворювач часто визначають і назву ніздрюватого бетону: газо-, пінобетони тощо (з використанням цементу); газо-, піносилікати (з використанням вапняно-кремнеземистого в'язучого).

За видом кремнеземистого компонента, що виконує як функції дрібнодисперсного заповнювача, так і складової частини в'язучого, особливо при автоклавуванні. Перевага надається кварцовим піскам зі вмістом кремнезему не менше, ніж 90%.

Вид кремнеземистого компонента також знаходить відображення у назві матеріалу: пінозолобетон, газозолосилікат тощо. Відомі і ніздрюваті бетони, в яких використовуються і пористі заповнювачі, наприклад, пемзопінобетон, керамзитогазобетон тощо.

За умовами твердіння ніздрюваті бетони діляться на автоклавні і безавтоклавні. Автоклавні бетони тверднуть у тепловологісних умовах при тиску, який перевищує нормальний атмосферний. До безавтоклавних відносяться ніздрюваті бетони нормального природного тверднення.

Властивості ніздрюватих бетонів. Марка ніздрюватих бетонів визначається показником їх середньої густини. Ніздрюваті бетони також випробовуються і на механічну міцність. Взаємозв'язок між значенням міцності і середньою густиною для ніздрюватих бетонів виготовлених на різних видах в'язучих наведений у табл. 2.16.



Таблиця 2.16

Марка за середньою густиною та міцність ніздрюватих бетонів
на різних в'язучих

Середня густина, кг/м ³	Міцність при стиску, МПа			
	цемент	вапно	зола	шлак
300	-	1...1,5	-	-
400	-	1,5...2	-	-
500	1,5...2,5	2,5...4	-	-
600	2...3,5	4...5,5	3	2,5
700	4...4,5	5,5...7,5	4	3,5
800	9,5	7,5...9,5	5	4,5
900	6,5	9,5...12	7	6
1000	8	12...15	9	8
1100	10	-	12	11
1200	13	-	16	14

Відпускна міцність ніздрюватих бетонів при стиску повинна бути не менша проектної, з урахуванням коефіцієнту – 0,85, 0,82, 0,78, 0,75 при вологості 8, 10, 12, 15-25% відповідно.

Ніздрюваті бетони характеризуються анізотропією основних властивостей. Їх міцність при стиску перпендикулярно до напрямку спучення на 15...25% нижча міцності зразків, випробуваних навантаженням, паралельним напрямку спучення. Тому зразки ніздрюватих бетонів треба випробовувати у відповідності з розташуванням виробів у будівельній конструкції.

Автоклавні ніздрюваті бетони характеризуються більшою (в 1,5...1,8 рази) міцністю, ніж неавтоклавні.

Міцність ніздрюватих бетонів у значній мірі залежить від їх вологості. Міцність при стиску в сухому стані на 20...40% вище водонасиченого матеріалу. При цьому найбільше зниження міцності спостерігається при зволоженні ніздрюватого бетону до 7...12%, що відповідає величині сорбційного зволоження відповідно ніздрюватих бетонів на кварцовому піску і золі-виносу.

Залежно від застосовуваної технології (литтєвої або вібраційної) *вологість* ніздрюватого бетону після тепловологісної обробки ко-



ливається в межах від 15 до 35% за масою. Через 1,5...2 року експлуатації в нормальних умовах у ніздрюватих бетонах встановлюється рівноважна вологість, що складає 6...9% для бетонів на кварцовому піску і 10...15% – на золі-виносу.

Вологість ніздрюватих бетонів істотно впливає на їхню теплопровідність. На кожен відсоток вологості приріст теплопровідності становить від 7 до 8,5%. Вирішальним фактором зниження теплопровідності є підвищення загальної пористості. При зниженні середньої щільності ніздрюватого бетону на 100 кг/м^3 теплопровідність зменшується на 20%.

Усадочні деформації ніздрюватих бетонів обумовлені, головним чином, дією капілярних сил і виходом міжкристалічної води силікатного каменю. Усадка автоклавного пінобетону із середньою густиною 600 кг/м^3 складає 0,4 мм/м; при 800 кг/м^3 – 0,43 мм/м; при 1200 кг/м^3 – 0,53 мм/м. Для ніздрюватих бетонів неавтоклавного тверднення характерними є більш значні деформації усадки. Зниження усадочних деформацій і підвищення тріщиностійкості можна досягти підбором оптимальної гранулометрії меленого піску, призначенням раціональних режимів автоклавної обробки і співвідношенням компонентів сировинної маси.

Морозостійкість ніздрюватих бетонів залежить, головним чином, від характеру структури силікатного каменю і виду використаної в'язучої речовини. Ніздрюваті матеріали на цементях мають більш високі показники, ніж газо- і піносилікати. Як правило, морозостійкість ніздрюватих бетонів перевищує 25 циклів. При більш вдалих варіантах підбору складу сировинної шихти, гранулометрії меленого піску, технології виробництва вдається одержати матеріал, який витримує до 150 циклів.

Сировина для виробництва ніздрюватих бетонів. В'язучі. Портландцемент, пуцоланові портландцементи і шлакопортландцементи марки 400 і вище - в чистому вигляді для виробництва ніздрюватих бетонів практично не використовують, а вживають у поєднанні з вапном, тонкомеленим піском та іншими кремнеземистими додатками (золою, шлаками, деякими гірськими породами). Присутність клінкерних цементів у сировинній суміші навіть у незначній кількості сприяє підвищенню міцності, морозо- і атмосферостійкості ніздрюватих бетонів. Для одержання ніздрюватих бетонів, які твердіють в природних умовах і при пропарюванні, використовую-



ються цементи більш високих марок.

Для ніздрюватих бетонів використовують кальцієве вапно, що вміщує не більше 5% MgO , не менше 70% активного CaO і має швидкість гасіння 8...25 хв. При використанні більш активного вапна з вищою швидкістю гашення до нього додають спеціальні регулюючі добавки. При приготуванні вапняно-кремнеземистого в'язучого слід віддавати перевагу спільному помелу вапна і кремнеземистого компонента до отримання суміші з питомою поверхнею 450...500 m^2/kg .

Кремнеземисті компоненти. Пісок за вмістом слюди не повинен перевищувати 0,5%, а глини – не більше 5%. Ступінь дисперсності – 170...280 m^2/kg . Збільшення вмісту кремнезему і тонкості помелу позитивно впливає на міцність ніздрюватих бетонів.

Золи-виносу електростанцій мають досить змінний хімічний склад, який залежить від виду спалюваного палива, %: SiO_2 – 30...62; Al_2O_3 – 8...34; Fe_2O_3 – 4...18; CaO – 3,5...40; MgO – 0,1...4,5. Золи від спалювання кам'яного вугілля характеризуються більш високим вмістом SiO_2 і більш низьким – CaO у порівнянні з золами від спалювання бурого вугілля і горючих сланців. Кількість незгорілих частинок не повинна перевищувати 10%.

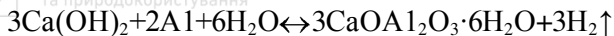
Доменні та інші металургійні шлаки використовують залежно від вмісту в них склофази, типу структури і хімічного складу (модуля основності (M_o)). Гранульовані шлаки з $M_o > 0,8$ і вмістом склофази більше 80% можна використовувати як самостійні в'язучі речовини автоклавного твердіння. Зі зниженням $M_o < 0,7$ вони втрачають свою активність як самостійні в'язучі, тому можуть вживатися тільки як коригуючі кремнеземисті добавки.

Кремнеземисті добавки, котрі використовують як компоненти в'язучого, подрібнюють до питомої поверхні 600 m^2/kg . Заповнювач повинен мати питому поверхню не менше 250 m^2/kg .

У якості кремнеземистих компонентів використовують також трепел, діатоміт, опоку – речовини, що вміщують 70...90% хімічно активного аморфного кремнезему.

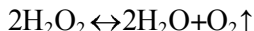
Газоутворювачі. Типовим компонентом, який утворює газ у силовій суміші при одержанні ніздрюватих бетонів, є алюмінієва пігментна пудра марок ПАП-1 і ПАП-2. Введення пудри забезпечує початок газовиділення в лужному середовищі через 1...2 хв.

Газоутворення проходить за реакцією:



Оскільки пудра вогнебезпечна, її необхідно зберігати у металевій герметичній тарі.

Пергідроль - це 80%-й водний розчин перекису водню H_2O_2 . При нагріванні пергідроль розкладається за реакцією:



Піноутворювачі. Використовують піноутворювачі клеєканіфольного, смолосапонінового, алюмосульфонафтенового типу, гідролізовану кров.

Добавки. Прискорювачі твердіння - напівводний гіпс, хлористий кальцій, хлоралюмокальцит, сірчанокислий глинозем, рідке скло - використовують головним чином для ніздрюватих бетонів неавтоклавного твердіння.

Прискорювачі і стабілізатори газовиділення вживають для інтенсифікації реакції газовиділення при використанні алюмінієвої пудри. Це гідроксиди і сполуки лужних металів, які дають у воді лужну реакцію - NaOH , NaF , Na_2CO_3 , K_2CO_3 , Na_2SiO_3 , K_2SiO_3 та ін. Для рівномірного протікання реакції використовують добавку-стабілізатор КМЦ (карбоксиметилцелюлоза натрію). Ефект прискорювача-стабілізатора дає комплексна добавка $\text{NaOH} + \text{КМЦ}$, яка дозволяє регулювати час і швидкість газовиділення в досить широких межах.

Основні етапи технології отримання ніздрюватих бетонів. *Підготовка сировинних матеріалів.* Найважливішою підготовчою операцією при виготовленні ніздрюватих бетонів є подрібнення. В результаті підвищення дисперсності і реакційної здатності компонентів можливе зменшення витрати в'язучої речовини, підвищення міцності виробів при одночасному зменшенні їх середньої густини. Обов'язковому подрібненню підлягають кремнеземисті компоненти. Для подрібнення використовують два способи - мокрий і сухий. Мокрий спосіб передбачає спільний помел вапна і кремнеземистих компонентів (піску, золи, шлаку і т.п.) в кульовому чи вібромліні в присутності води з метою одержання шламу. Можливий також варіант мокрого помелу кремнеземистих компонентів, сухого помелу



вапняно-кремнеземистого в'язучого і змішування в'язучого зі шламом з одержанням суспензії потрібної консистенції.

Сухий спосіб передбачає спільний помел сировинної шихти, яка складається з вапна, кремнеземистого компонента і цементу без води.

В обох випадках для інтенсифікації процесу помелу доцільно вводити поверхнево-активні речовини у кількості 0,1...0,3% маси сухих компонентів.

При використанні алюмінієвої пудри здійснюють також її підготовку до використання, яка полягає у видаленні захисної жирової плівки з її поверхні для забезпечення активної взаємодії металу з гідроксидом кальцію.

Отримання ніздрюватобетонної суміші. Залежно від технології ніздрюваті бетони отримують із пластично-в'язких і литих сумішей, які вміщують бульбашки повітря в результаті введення в них піни, або спучуються за рахунок газів, які виділяються в результаті хімічної реакції. Після цього поризована маса твердіє, утворюючи структуру матеріалу.

Одержання ніздрюватої структури при газовиділенні - це кінцевий результат дії двох основних паралельних процесів, що протікають: газовиділення внаслідок взаємодії тонкоподрібненого порошку алюмінію з лугами (вапном, сполуками лужних металів тощо), які є у суміші, і твердінням самої суміші. При змішуванні розчину, який вміщує $\text{Ca}(\text{OH})_2$, з алюмінієвою пудрою майже зразу починається реакція з виділенням водню. При виготовленні газобетону важливим є дотримання необхідного температурного режиму (25...30 °C) та реологічних характеристик суміші.

Отримання ніздрюватої структури при піноутворенні. У технології пінобетону і піносілікату необхідно виділити такі стадії: отримання стійкої піни з водного розчину піноутворювача; отримання суспензії із мінеральних речовин (в'язуче, добавки) з водою; одержання ніздрюватобетонної суміші механічним змішуванням піни з водною суспензією мінеральних речовин та твердіння отриманої поризованої маси.

Піна у повітряному стані характеризується: висотою руйнування (осідання) стовпа піни за одиницю часу; кратністю (виходом піни) - відношенням об'єму одержаної піни до об'єму вихідного розчину

піноутворюючої рідини; відходом рідини - об'ємом водного розчину піноутворювача при руйнуванні піни.

Газопінобетонний спосіб об'єднує два способи одержання ніздрюватої структури (повітрятягуванням і піноутворенням) на основі використання високошвидкісних змішувачів, які подрібнюють бульбашки повітря і газу до мінімального розміру, щоб гомогенізувати суміш і розподілити бульбашки. Бетон, що отримують, має однорідну дрібнодисперсну макроструктуру з більш високими характеристиками за міцністю і з порами, розміром менше 0,5 мм.

Тема 4: Виготовлення теплоізоляційних виробів з ніздрюватих бетонів

Загальним у технології ніздрюватих газо-, пінобетонів і газо-, піносилікатів є послідовне виконання наступних технологічних операцій:

- підготовка сировинних компонентів;
- змішування сировинних компонентів у певному співвідношенні й одержання ніздрюватобетонної суміші;
- заповнення форми сумішшю;
- витримування;
- тепловолісна обробка відформованих і витриманих виробів;
- калібрування;
- складування.

Технологічні схеми можуть відрізнятися від наведеної за рахунок використання різного технологічного обладнання і заходів на окремих етапах виробництва.

За цими технологічними ознаками виділяють *литтєву і вібраційну* схеми формування ніздрюватобетонної суміші. Якщо після формування і дозрівання (витримування) ніздрюватобетонного масиву вироби одержують розрізанням його на окремі блоки, така технологія зветься *різальною*.

Литтєва технологія використовується при виробництві газо- і пінобетону, в той час як *вібраційна* - при виробництві тільки газобетону або газосилікату. При литтєвій технології ніздрюватобетонні суміші відрізняються підвищеною рухливістю за рахунок високого вмісту води (водотверде відношення – $V/T=0,45...0,65$, текучість за



Суттардом – 22...44 см). Спучення маси проходить у формах протягом 20...50 хв., визрівання – 4...6 год.

Суть вібраційної технології виробів із газобетону полягає в можливості зменшення витрати води ($V/T = 0,3...0,4$, текучість за Суттардом 9...12 см) і в інтенсифікації процесу спучення при використанні вібрації за рахунок тиксотропії (розріджування) суміші і прискорення ходу реакції газовиділення.

Вібротехнологія порівняно з литтєвою має ряд переваг:

- різкий набір структурної міцності зразу ж після припинення вібрації;
- скорочення періоду визрівання до 40 хв.;
- скорочення тривалості автоклавної обробки за рахунок достатньо високої початкової міцності і збереження всередині масиву перед автоклавною обробкою температури 60...70°C, яка виникає в результаті реакції газовиділення;
- коефіцієнт конструктивної якості, міцність і морозостійкість віброспучених бетонів вищі звичайних;
- усадочні деформації менші за рахунок меншого водовмісту.

Вібротехнологія використовується для отримання газобетону середньої густини 300...1200 кг/м³.

Суть *різальної технології* – розрізування сирого ніздрюватобетонного масиву, який має достатню міцність, на окремі блоки і вироби з допомогою спеціальних різальних машин. Ніздрюватий масив-сирець для наступного його різання може бути одержаний будь-яким вищезгаданим способом. Однак для великих масивів з висотою заливки 160 см і більше використовують тільки газоутворення.

Найбільш простим і розповсюдженим способом розрізання газобетонного сирцю є спосіб продавлювання, за яким струна визначеного діаметра протягується через товщу масиву. Для зниження лобового опору бетонної маси струні використовують різні більш раціональні способи руху ріжучого органу: коливальний рух („пиляння“); суміщення поступального руху струни з обертанням навколо своєї осі; використання струни з навитою на неї спіраллю та інші. Ці способи дозволяють у 10...12 разів знизити лобовий опір різанню в порівнянні з продавлюванням. Швидкість подачі матеріалу повинна бути строго регламентована, а пластична міцність – максимальна.



При багат шаровому горизонтальному розрізуванні масиву можуть з'явитися тріщини у верхніх шарах за рахунок збільшення деформацій шарів. Тому струни доцільно ставити не в одній площині, а з деяким зміщенням у напрямку різання, щоб вони по черзі входили в масив. Це зменшує ймовірність появи критичних деформацій і тріщин у блоках.

Найбільш складною операцією є вертикальний поздовжній розріз, оскільки прогин струни не дозволяє виконати його до кінця. У зв'язку з цим доводиться ускладнювати конструкції піддонів і способи різання. Після розрізання масиву блоки окремо або на піддоні направляють на автоклавну обробку.

Технологічна схема одержання виробів з газобетону за литвеною технологією наведена на рис. 2.41. Вона передбачає мокре подрібнення кремнеземистого компонента до одержання шламу густиною $1600 \dots 1800 \text{ кг/м}^3$ і сухе подрібнення вапняно-кремнеземистого в'язучого до одержання питомої поверхні $350 \dots 400 \text{ м}^2/\text{кг}$. Для зберігання, перемішування і коригування піщаного шламу використовують шламбасейни, не менше трьох: в один подають шлам з млина, в другому коригують його водовміст, з третього через дозатори шлам надходить в газобетонозмішувач. Для стабільності і однорідності середньої густини шлам необхідно постійно перемішувати.

В пересувний газобетонозмішувач завантажують піщаний шлам, вапняно-піщане в'язуче, цемент і перемішують протягом $2 \dots 3$ хв. Після цього у змішувач подають віддозовану кількість алюмінієвої пудри у вигляді водної суспензії або паст з поверхнево-активними речовинами і перемішують ще 3 хв. Заливають газобетонну суміш у форми з допомогою гнучких рукавів змішувача. Відформовані вироби витримують на протягом $3 \dots 4$ год. на теплій підлозі, в яку вмонтовано водяні реєстри для покращення умов спучення і тузавлення маси. Далі йдуть операції зрізування „окрайця“, що утворюється при спученні за рахунок тертя маси об стінки форми; автоклавування; розпалублення і складування.

Майже всі заводи, які виконують помел кремнеземистого компонента, працюють за мокрим способом. Середня тонкість помелу кремнеземистого компонента складає $280 \dots 320 \text{ м}^2/\text{кг}$, вапняно-піщаного в'язучого – $450 \dots 500 \text{ м}^2/\text{кг}$.

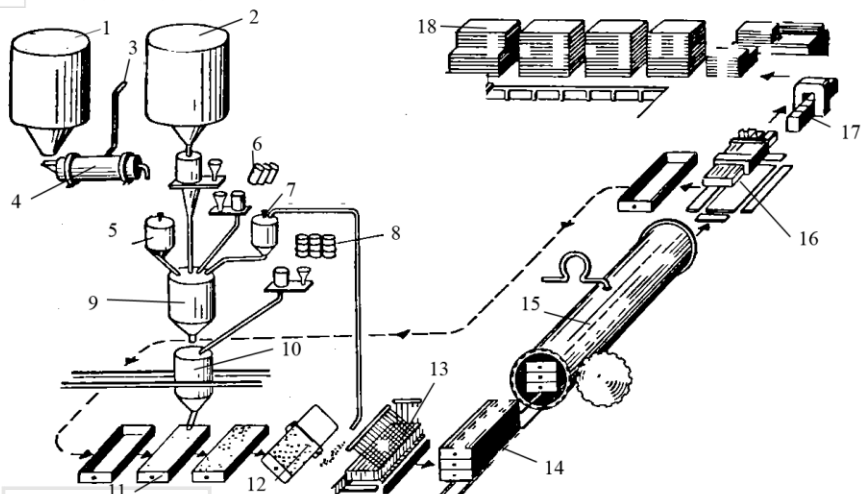


Рис. 2.41. Технологічна схема отримання газобетону:

1- бункер піску; 2- бункер в'язучого; 3- подача води; 4 – кульовий млин; 5- дозатор піщаного шламу; 6- склад добавок; 7- дозатор шламу з відходів; 8- склад алюмінієвої пудри; 9- дозатор; 10- газобетонозмішувач; 11- пост формування; 12- пост дозрівання; 13- розрізання масиву; 14- автоклавний візок; 15- автоклав; 16- пост розпалубки; 17- пакування; 18 – склад

Обладнання для виробництва газобетону. При виробництві газобетонних виробів можна використовувати практично будь-яке помельне обладнання, що придатне для помелу неметалевих мінеральних матеріалів. Зараз використовують вібротлини, які різко прискорюють процес подрібнення і гомогенізації, кульові млини барабанного типу СМ-436, СМ-1456. Рекомендують до використання струминні млини, які відрізняються дуже високою продуктивністю і здатністю одержувати дуже високу дисперсність матеріалу з відносно невисокими енергетичними витратами на помел.

Шламбасейни являють собою вертикальні металеві або залізобетонні циліндричні ємкості, обладнані пристосуванням для перемішування, яке складається з приводу і валу з лопастями пропелерного типу. Для інтенсифікації перемішування шламу через порожнистий вал подається стиснуте повітря для барботажу. Перед пуском мішалки басейн повинен бути вільним від шламу. Шлам вивантажується через розвантажувальний клапан.

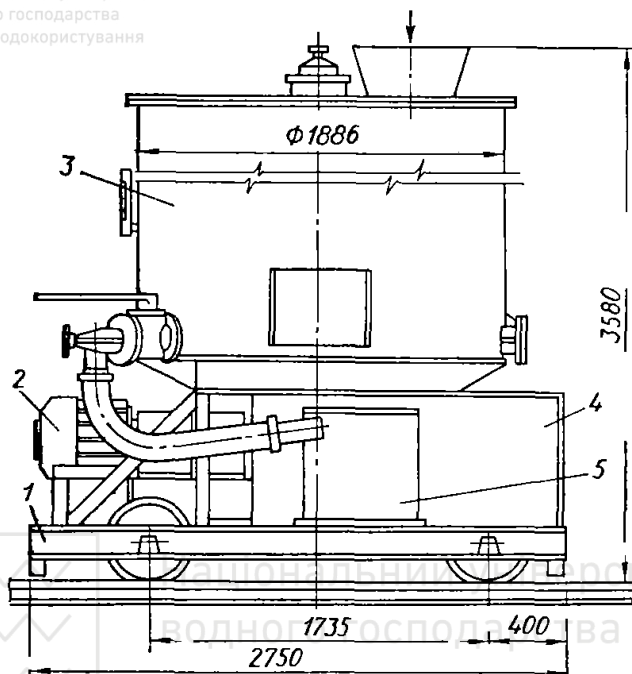


Рис. 2.42. Газобетонозмішувач:

1- самохідний візок; 2- привод змішувача; 3- резервуар; 4 – привод механізма пересування змішувача; 5- пульт керування

Для транспортування шламу використовують пневмоустановки. Газобетонозмішувачі можуть бути пересувними і стаціонарними. Для виробництва теплоізоляційного газобетону і газосилікату в основному використовуються вертикальні самохідні змішувачі. Тип і конструкція змішувача залежать від прийнятої технології газобетону.

Газобетонозмішувач ємністю 4 м^3 (рис.2.42, 2.43) - це самохідний візок, на якому встановлено зварний резервуар з вертикальним лопастевим валом, приводи мішалки, механізм пересування і пульт керування. Компоненти суміші подаються в змішувач через вихідний отвір. В нижній частині біля дна є два крани для видачі газобетонної суміші на дві сторони колії.

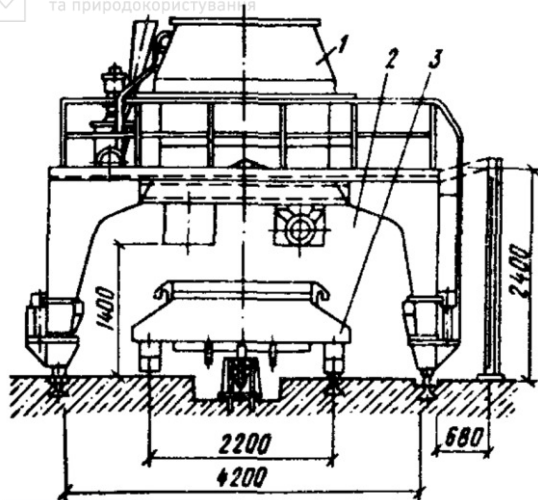


Рис. 2.43. Схема установки для формування газобетону за вібраційною технологією:

1- вібраційний газобетонозмішувач; 2- самохідний портал; 3- вібромайданчик

Автоклави призначені для теплової обробки бетонних виробів при підвищеному тиску (0,8...1,2 МПа) і температурі (174...200°C). Автоклав являє собою циліндричну посудину високого тиску непрохідного або прохідного типу (з однією знімною кришкою і глухим торцем або з двома знімними кришками, що більш вдало для організації потокового виробництва). За-раз для обробки теп-

лоізоляційних ніздрюватих бетонів використовуються автоклави діаметром 2; 2,6 і 3,6 м.

Установки для розрізування масиву дозволяють отримати ніздрюватобетонні вироби з масивів об'ємом 15 м³ і більше методом їх розрізування в горизонтальному і вертикальному напрямках (рис. 2.44).

Технологія виробництва пінобетонних виробів. Технологія отримання автоклавного пінобетону (піносілікату) передбачає таке ж обладнання, яке використовується для виробництва газосілікату, за виключенням змішувачів та піногенератора.

Внаслідок низьких початкових капіталовкладень із відомих методів одержання ніздрюватих бетонів найбільшу поширеність набув безавтоклавний спосіб одержання пінобетону на цементному в'язучому. Найчастіше застосування такого способу викликає труднощі із забезпеченням вимог нормативних документів по середній густині і відповідній міцності при стиску (табл. 2.17).



Співвідношення середньої густини ніздрюватого бетону
з класами бетону по міцності на стиск

Середня щільність, кг/м ³ , не менш	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
Клас бетону по міцності на стиск, не менше	B3,5	B5	B5	B7,5	B7,5	B7,5	B10	B12,5
	B2,5	B3,5	B3,5	B5	B5	B5	B7,5	B10
	B2	B2,5	B2,5	B3,5	B3,5	-	-	-
	B1,5	B2	B2	B2,5	B2,5	-	-	-

Основні причини низької якості одержуваного безавтоклавного пінобетону визначаються способом приготування пінобетонної суміші, складом бетону, якістю сировини (в'язучого, піноутворювача, заповнювача) і точністю його дозування, водовмістом суміші, характеристиками основного устаткування (піногенератор, змішувач, компресор і т.д.), технологією формування виробів, а також умовами набору бетоном міцності.

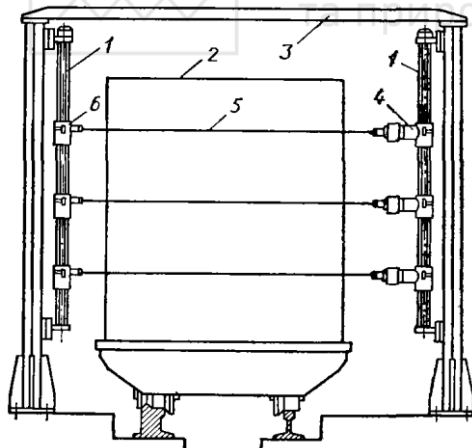


Рис. 2.44. Установка для горизонтального розрізування масиву:

1- розподільні вали; 2- масив; 3- рама; 4- тримач-амортизатор; 5- струна; 6- рухомий тримач

Найбільш відомими є три технології одержання пінобетону. За *традиційною технологією* приготовлена піногенератором технічна піна з необхідними характеристиками (щільністю, стійкістю) змішується з окремо підготовленим цементним тістом або цементно-піщаним розчином (рис. 2.45, 2.46). При недотриманні точності дозування й умов перемішування можливе руйнування піни і зниження якості матеріалу.

На відміну від традиційного способу, виготов-

лення пінобетону по „баротехнології“ передбачає перемішування піни з в'язучим і заповнювачем у спеціальному герметичному змішувачі, що допускає підтримання всередині надлишкового тиску. Основний об'єм пор утворюється після виходу маси зі змішувача в спеціальній насадці. Пінобетонна суміш, отримана в барозмішувачі, характеризується підвищеною товщиною міжпорових перегородок, що знижує ймовірність руйнування піномаси в процесі перемішування, транспортування до форми і формування.

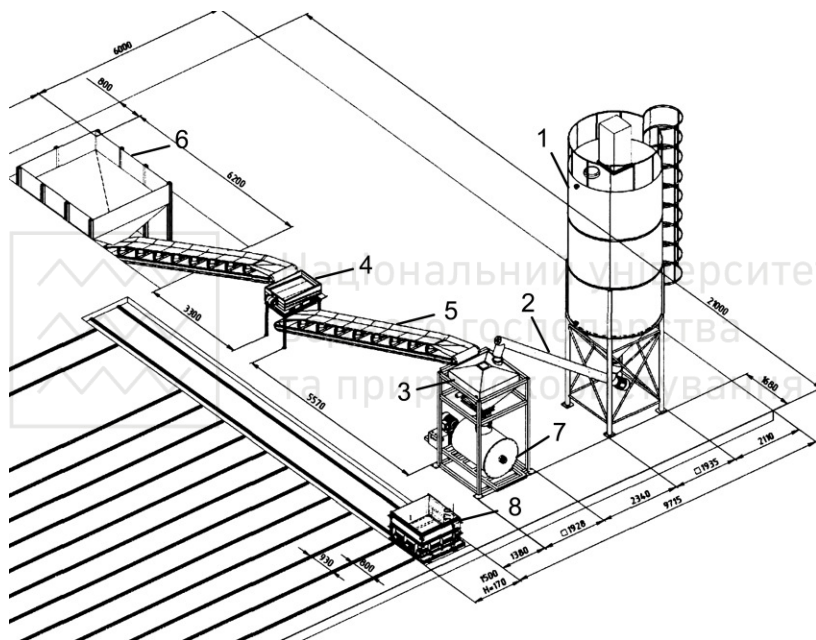


Рис. 2.45. Комплект обладнання для виробництва неавтоклавного пінобетону:

1- цементний силос; 2- шнековий живильник; 3- дозатор; 4 – грохот; 5- конвеєр; 6- бункер заповнювача; 7- пінобетонозмішувач; 8- пересувна форма

При одержанні пінобетону методом „сухої мінералізації піни“ окремо готується розчин піноутворювача з використанням усієї кількості води, необхідної для одержання пінобетону, в піногенераторі готується піна необхідної щільності, що фіксується додаванням мінералізатора – сухої суміші в'язучого із заповнювачем (пісок, зола й ін.). Щільність пінобетону за даною технологією регулюється кратністю одержуваної піни. Ефективним способом підвищення

міцності в цьому випадку є застосування суперпластифікаторів і в'язучих низької водопотреби.

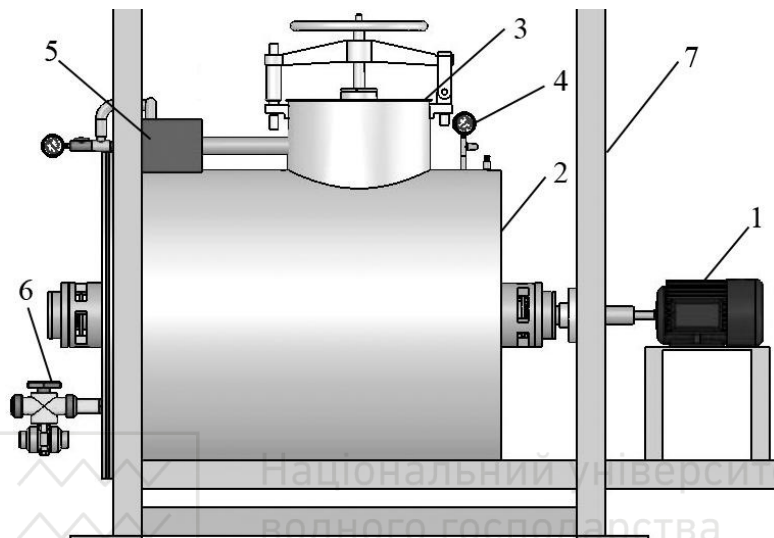


Рис. 2.46. Пінобетонозмішувач:

1- привод лопатевого вала; 2- корпус змішувача; 3- завантажувальний отвір з кришкою; 4 – манометр; 5- піногенератор; 6- кран подачі стисненого повітря; 7- рама

У формуванні міцності пінобетону значну роль грає вид і якість застосовуваного цементу. Найкращі результати може забезпечити застосування високоактивного швидкотвердіючого портландцементу. При цьому застосування портландцементу з мінеральними добавками небажано. Питома поверхня цементу повинна бути $250 \dots 300 \text{ м}^2/\text{кг}$ для конструктивно-теплоізоляційного і $300 \dots 400 \text{ м}^2/\text{кг}$ для теплоізоляційного ніздрюватого бетону. Відомі способи підвищення активності цементу (домел, віброперемішування цементного тіста або цементно-піщаного розчину, використання швидкісних змішувачів-активаторів) сприяють істотному підвищенню міцності пінобетону й швидкості її набору.

Для зниження водовмісту пінобетонної суміші ефективно застосування добавок-пластифікаторів, що не визивають осідання піни.

Твердіння ніздрюватих бетонів. Витримування ніздрюватобетонних виробів перед автоклавною обробкою значно впливає на



якість матеріалу, що пов'язано з фізико-хімічними процесами, які протікають в цей період. Тривалість і температурно-вологісний режим цього періоду надзвичайно важливі, бо всі дефекти доавтоклавного твердіння (тріщини, порушення структури) в процесі запарювання не „заліковуються“, а навпаки, розкриваються.

Автоклавна обробка виробів із нідзрюватих бетонів проходить при надлишковому тиску 0,8...1,2 МПа і температурі 174...200°C в середовищі перегрітої водяної або насиченої пари. Основним призначенням автоклавної обробки є створення найбільш сприятливих умов для синтезу новоутворень в системах $\text{CaO-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$, $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$, які складаються різними сировинними компонентами. Мета такої обробки – перетворення вихідної сировини в штучний конгломерат заданої форми і міцності з конденсаційно-кристалізаційними структурними зв'язками, які формують водостійкі фазові контакти між частками в'язучого, що твердіє.

Для твердіння нідзрюватих бетонів (на портландцементі) застосовують також пропарювання при атмосферному тиску і температурі 70...80°C. В цьому випадку необхідне наступне висушування чи тривале витримування виробів на складі. Пінобетони можуть набирати міцність і в нормальних умовах. Умови твердіння повинні забезпечувати максимальну вологість (90...100%) і стабільну температуру (15...20°C). При твердінні в нормальних умовах можливе використання алітових низько- і середньоалюмінатних цементів, шлаколузких в'язучих. Для конструкційно-теплоізоляційних бетонів рекомендуються цементы з питомою поверхнею 250...300 м²/кг, для теплоізоляційних 300...400 м²/кг. При цьому також ефективно використання добавок-прискорювачів.



3. ПЛАНИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

МОДУЛЬ 1. Загальні принципи технології опоряджувальних, теплоізоляційних та гідроізоляційних матеріалів. Технологія опоряджувальних та гідроізоляційних матеріалів

Змістовий модуль 1.2

Лабораторна робота №1.

Тема: Виготовлення зразків декоративної штукатурки

Мета роботи: Вивчити технологію приготування кольорових штукатурок, виготовити зразки декоративних штукатурок, зробити висновки щодо відповідності кольору та фактури заданим.

Обладнання і матеріали: плитки із цементно-піщаного розчину (16×16 см), чаші з лопатками, мірний посуд, мінеральні пігменти, в'язучі, крупні та дрібні заповнювачі, технічні ваги, 5% розчин соляної кислоти.

Порядок виконання роботи:

1. Приготувати цементно-вапняний розчин складом за об'ємом 1:0.25:1 і сформувати з нього в формах 20×20 см ґрунтовочний шар.
2. По одержаному завданню (табл. 3.1) виготовити декоративні розчинові суміші, які нанести на ґрунт, що затвердів, після його попередньо зволоження. Кількість матеріалів на ґрунт і декоративний шар (в см³ і г) підраховують і записують в журнал.
3. Після 7-ми діб витримки в стандартних умовах зразок кам'яної штукатурки для отримання шорсткої поверхні обробити каменетісним інструментом чи шляхом відмивки соляною кислотою для оголення кам'яної крихти. Зразки інших видів штукатурки оглядають.
4. Замалювати виготовлений зразок в зошит і зробити висновок.



Рекомендовані склади декоративних розчинів та можливі
результати їх приготування

№	Назва штукатурки та компоненти	Склад розчину		Колір		Фактура	
		% за масою	в 2 на зразок	очікува- ний	отри- маний	очікувана	отри- мана
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Вапняно-піщана: гашене вапно портландцемент молотий цегель- ний щебінь пісок кварцовий білий сурик залізний	15 10 15 58 2	180	терако- товий		гладка або рів- номірно шорс- тка поверхня з висотою рель- єфу 0.2...0.5 мм	
1	Вапняно-піщана: гашене вапно портландцемент білий пісок кварцовий вохра	20 6 70 4	180	золотис- то- жовтий		гладка або рів- номірно шорс- тка поверхня з висотою рель- єфу 0.2...0.5 мм	
1	Вапняно-піщана: гашене вапно портландцемент білий пісок кварцовий крупний мумія	20 4 73 3	180	рожевий		гладка або рів- номірно шорс- тка поверхня з висотою рель- єфу 0.2...0.5 мм	
1	Вапняно-піщана: гашене вапно портландцемент білий пісок кварцовий оксид хрому	20 4 74 2	180	ясно- зелений		гладка або рів- номірно шорс- тка поверхня з висотою рель- єфу 0.2...0.5 мм	



1	2	3	4	5	6	7	8
2	Каменеподібна: портландцемент білий вапняне тісто дрібняк білого вапняку крупніс- тю 1 ... 5 мм	20 5 75	180	білий вап- няк		середньозерни- ста шагрень з висотою рель- єфу 2 ... 3.5 мм	
2	Каменеподібна: портландцемент кольоровий (білий портландцемент – 90%; вохра – 8%; мумія – 2%) мрамуровий дріб- няк крупністю 0,6 ... 5 мм крупнозернистий кварцовий пісок	25 18 57	180	пісковик темно- жовтий		середньозерни- ста шагрень з висотою рель- єфу 2 ... 3.5 мм	
2	Каменеподібна: портландцемент кольоровий (білий портландцемент – 94%; вохра – 2%; сурик – 4%) червоний граніт- ний дрібняк	25 75	180	червоний граніт		середньозерни- ста шагрень з висотою рель- єфу 2 ... 3.5 мм	
3	Теразитова білий портланд- цемент гашене вапно пісок кварцовий білий слюда оксид хрому	25 9 60 4,5 1,5	180	білий або світло- зелений		дрібнозерниста шагрень з ви- сотою рельєфу 0,5 ... 1 мм	



1	2	3	4	5	6	7	8
3	Теразитова білий портланд- цемент гашене вапно пісок кварцовий білий слюда сурик залізний	27 8 60 4 1	180	рожевий		дрібнозерниста шагрень з ви- сотою рельєфу 0,5...1 мм	
3	Теразитова білий портланд- цемент гашене вапно пісок кварцовий білий слюда вохра мумія	25 10 58 4 2 1	180	палевий		дрібнозерниста шагрень з ви- сотою рельєфу 0,5...1 мм	

Примітки:

1. В складах, що містять білий цемент, по завданню викладача, він може бути замінений звичайним портландцементом і тонкопомеленою крейдою. Студентами, в даному випадку, необхідно підібрати оптимальний вміст крейди. Оптимальною кількістю рахується така, при якій колір одержаного розчину на білому цементі і на портландцементі з крейдою будуть практично однакові.

2. Рухливість вапняно-піщаних розчинових сумішей для покривного шару (товщина 2...3 см) при ручному нанесенні 7...9 см (за стандартним конусом); для сумішей, в склад які вводять гіпс - до 9...12 см; з мінеральною крихтою рухливість підбирається дослідним шляхом; для теразитових розчинів - рухливість 2...3 см товщина шару - 6...8 мм.



Лабораторна робота №2.

Тема: Виготовлення зразків штучного мармуру

Мета роботи: Виготовити зразок гіпсового штучного мармуру розміром 16×16 см методом самополірування шляхом відливки у формах на поліроване скло або нікельовані металеві листи.

Обладнання і матеріали: металеві форми (16×16 см), поліроване скло чи поліетилен, чаші з лопатками, мірний посуд, мінеральні пігменти, гіпсове в'язуче, клеєний розчин, сповільнювач, технічні ваги.

Порядок виконання роботи:

1. Перед використанням гіпс просівають через сито №02, а сухі пігменти - через сито №008. Потім змішують гіпс з пігментами. Кольорові гіпси заготовляють в кількості пропорційній площі окремих тонів в загальному забарвленні запроєктованого штучного мармуру.

2. Витрати суміші на виготовлення зразка-плитки штучного мармуру даного розміру складають 300г, з них гіпсу – 86%, клею плиточного (або ПВА) – 4% , сповільнювача 0,05% і пігменту -10%. Клеєвий розчин для затвердіння гіпсу слід виготовляти окремо і використовувати відповідної консистенції в межах 60-70% від маси суміші. Поліроване скло чи поліетилен розмішують у роз'ємній металевій формі.

3. Суху гіпсову суміш основного тону розсипають у формі тонким шаром товщиною 5-6 мм з проміжками за характером малюнка мармуру, а у проміжках розмішують прожилочні суміші (інший варіант: основна гіпсова суміш насипається шаром товщиною 5...6 мм по всій формі, а потім в цьому шарі роблять ямки і прожилки, продряплюючи їх дерев'яними паличками).

4. На кольоровий шар насипають ґрунт (звичайний гіпс). Потім ґрунт покривають чистою мішковиною чи марлею і обережно, поливають клеєвим розчином рівномірно до повного насичення і появи води на поверхні суміші.



5. Мішковину знімають після просочування маси клеєвим розчином. Залишки розчину, що виступили на гіпсовій масі, видаляють шляхом присипки гіпсу і м'якого зіскоблювання сметаноподібної маси, що утворилася. Після затвердіння тіста, зразок виймають з форми.

Гіпсові кольорові сухі суміші для імітації різних видів природних мармурів можна виготовити враховуючи склади приведені в табл.3.2.

Таблиця 3.2

Приклади рецептура для виготовлення штучного
мармуру

№	Різновид мармуру	Вид і кількість пігменту, % від маси гіпсу	Співвідношення ко- льорових мас у тек- стурі, %	
			основ- ний фон	прожилки
1	Мармур „газган“			
	фон жовтувато- червоний	вохра – 3...4, мумія – 2...3	85	–
	прожилки 2-х тонів	вохра – 2...3; вохра – 10, мумія – 3...5	–	15
2	Мармур „ляпіс- блакить“			
	фон синій	ультрамарин – 10	90	–
	прожилки білі	чистий гіпс	–	10
3	Мармур „шроша“			
	фон темно-червоний	сурик залізний – 10	85	–
	прожилки білі	чистий гіпс	–	15
4	Мармур „білок-якой“			
	фон пісочно- жовтуватий	вохра – 10	80	–
	прожилки червонува- ті	мумія – 10	–	20



Лабораторна робота №3.

Тема: Визначення якості пігментів і фарб

Мета роботи: Дослідити властивості пігментів і фарб; порівняти отримані результати з технічними умовами на дані матеріали; оформити висновки.

Обладнання і матеріали: зразки мінеральних пігментів, льняна олія, олифа, 5%-ий розчин лугу, технічні ваги, пластини з жерсті 100×20×0.2 мм; скляні пластини 300×100×2 мм, мірні циліндри, пробірки, прилад ШГ, фільтрувальний папір, пензлі.

Порядок виконання роботи:

Дослід №1. Визначення лугостійкості пігменту.

Лугостійкість - здатність пігментів протистояти дії лугів.

Для досліду зважити дві порції (по 3 г) пігменту і розчинити одну порцію у пробірці з 5% розчином NaOH або KOH, другу наважку розчинити у воді.

Обидві пробірки збовтують та дають відстоятися. Через 1...2 хв. порівняти їх колір.

Якщо він змінився, то пігмент не лугостійкий. Такі пігменти непридатні для приготування вапняних, силікатних і казеїнових фарб.

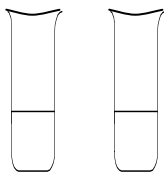


Схема досліду:

Дослід №2. Визначення водостійкості пігменту.

Пігменти для фарб водорозчинних фасувальних сумішей не повинні розчинятися у воді. Для перевірки водостійкості пігментів виконують дослід двома способами.

Перший спосіб. У пробірку насипають 2 г пігменту і заливають водою з температурою 70...80°C. Потім пробірку збовтують і дають



відстоятися. Водостійкі пігменти осідають на дно, а вода залишається чистою.

Другий спосіб. Декілька крапель, розведеного у воді пігменту наносять на білий фільтрувальний папір. Якщо пігмент не розчиняється у воді, навколо плями біля фарби утворюється безбарвне кільце води.

Дослід №3. Визначення олієстійкості пігменту.

Пігменти повинні не розчинятися в олії. Для перевірки олієстійкості зважують 3 г пігменту, розтирають з 15 г оліфи, підігрівають до температури 70°C і дають відстоятися. Після того як пігмент осяде порівнюють колір оліфи з зразком без додавання пігменту.

Дослід №4. Визначення оліємісткості пігменту.

Оліємісткість ($O_{\text{п}}$, %) - кількість олії, яку слід додати до 100 г пігменту, щоб дістати однорідну пасту. Із зменшенням оліємісткості покривність пігментів зростає, поліпшуються ті властивості фарб, що характеризують їх стійкість та довговічність.

Оліємісткість пігменту у середньому складає 10...100% і залежить, головним чином від його тонкості помелу.

На технічних вагах з точністю до 0,01г зважують 5 г сухого пігменту, який потім висипають у скляний стакан. З мензурки місткістю 20 мл в стакан приливають по краплі відбілену лляну олію спочатку по 5-6 крапель, потім по 2-3 краплі, далі – по одній краплі. При цьому пігмент перемішують скляною паличкою. Коли весь пігмент у стакані буде змочений олією, утворюється згусток з блискучою олійною поверхнею, що свідчить про насичення пігменту і відображає оліємісткість останнього.

Кількість олії в грамах, яку витратили, визначають зважуванням стакана з отриманою фарбовою пастою після закінчення дослідів.

Робоча формула:

$$O_{\text{п}} = \frac{m_{\text{ол}}}{m} \cdot 100\%,$$

де $m_{\text{ол}}$ – маса олії, г; m – маса пігменту, г.



Результати дослідів записують у табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Результати визначення оліємистості пігменту

Маса пігменту m , г	Маса пігмен- ту з олією, г	Маса олії $m_{ол}$, г	Оліємисткість O_n , %

Дослід №5. Визначення покривності пігменту.

Покривність визначається масою пігменту або фарби, необхідною, щоб зробити невидимим колір поверхні, що фарбується, площею 1 м^2 . Величину обернену покривності, називають покривною здатністю.

На покривність впливає ступінь перетиру лакофарбових матеріалів. Покривність пігментів зростає при збільшенні різниці показників заломлення зв'язуючого та пігментів і зменшенні частинок пігментів до межі, що дорівнює половині довжини світлової хвилі. Нижче цього розміру пігменти втрачають покривність.

На скляну пластинку 10×30 см товщиною 2...2,6 мм наносять на різних відстанях одна від одної по всій довжині три смужки: по краям – чорні (газовою сажею), посередині - білі (цинковими білилами); ширина кожної смужки 1,5 см. Після висихання фарби пластину зважують.

Потім, зваживши 5 г пігменту, розбавляють його натуральною оліфою до малярної консистенції.

Підготовлену фарбу на випробувальному пігменті тонким шаром за допомогою щетинної щітки наносять на одну сторону скляної мастики, обернену тій, на якій нанесені кольорові смужки.

Фарбують площину розміром 100×250 мм, залишаючи смугу 50×100 мм для того, щоб було зручно тримати пластину при фарбуванні.

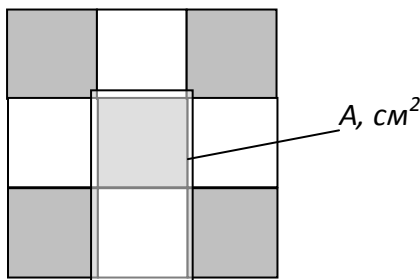


Схема дослідів:

Фарбу наносять спочатку вздовж, а потім поперек пластинки до тих пір, поки у пластинки, що лежить на аркуші білого паперу, перестануть бути помітними в відображеному світлі кольорові смужки. Перед перевіркою нанесену фарбу розрівнюють, потім пластинку з нанесеною фарбою зважують.

Покривність розраховують за формулами:

– покривність по фарбі малярної консистенції, г/м²:

$$\Pi_{\phi} = \frac{m_{\phi}}{A} \cdot 10000$$

– покривність по сухому пігменту, г/м²:

$$\Pi_n = \frac{m_{\phi} \cdot (100 - O_{\Pi})}{A \cdot 100} \cdot 10000,$$

де m_{ϕ} – маса фарби, г; A – площа офарблення, см²

Визначення покривності проводять двічі. Розходження в результатах дослідів допускається не більше 5% для фарб з покривністю до 100 г/м² і не більше 7% для фарб покривністю до 300 г/м²- приймаючи максимальну покривність за 100%.

Результати дослідів записують у табл. 3.4.



Результати визначення покривності пігменту

Маса пластини, г	Маса пластини з фар- бою, г	Маса фарби m_f , г	Площа зафа- рбованої по- верхні A , см^2	P_f , г/м^2	P_p , г/м^2

Дослід №6. Визначення міцності плівки фарби на згин (умовної гнучкості)

Міцність плівки визначають за допомогою приладів ШГ (шкала гнучкості). Прилад являє собою станину, на якій прикріплені 6 великих стержнів довжиною 35мм. Діаметр стержнів верхнього ряду 20, 15 і 10 мм, нижнього ряду – 5, 3, 1 мм.

На очищенні від окалини та іржі пластинки з жерсті товщиною 0,2...0,3мм і розміром 20×100мм наносять фарбу методом передбаченим стандартом.

Після висихання плівки пластинку щільно притискають до стержня плавно вигинають на протязі 2..3 с плівкою вверх на 180° навколо стержня діаметром 20 мм. Якщо після вигинання на плівці при розгляді в лупу помітно тріщин і плівка не відшаровується – вигинання пластинки проводять в іншому місці навколо стержня діаметром 15 см і т.д. До тих пір, поки на плівці не будуть помічені вказані вище зміни.

Міцність плівки на згин виражається мінімальним діаметром стержня, на якому лакофарбове покриття залишилось непошкодженим.

Наприклад, гнучкість 10 означає, що фарбувальна плівка не пошкодилась при вигині на стержнях діаметрами 15 і 10 мм, але на стержні діаметром 5 мм плівка вже руйнується (утворюються тріщини).

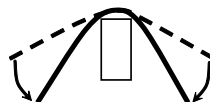


Схема дослідів:

Результати дослідів записують у табл. 3.5.

Таблиця 3.5
Результати визначення міцності плівки фарби на згин

Стержні при- ладу ШГ	Діаметр, мм			Переріз, мм		
	20	15	10	5×10	3×10	1×10
Відмітка про пошкодження плівки						

Змістовий модуль 1.3.

Лабораторна робота №4.

Тема: Визначення властивостей рулонних гідроізоляційних матеріалів

Мета роботи: Дослідити нормовані властивості руберойдів; порівняти отримані результати з технічними умовами на даний матеріал; оформити висновки.

Обладнання і матеріали: зразки руберойду, толю чи пергаменту, розривна машина, лінійка, випробувальний брус, морозильна камера, секундомір, прилад для визначення водонепроникності, сушильна шафа, лупа.

**Дослід №1.** Визначення розривної сили та умовної міцності.

Випробування основних бігумних і бігумно-полімерних матеріалів проводять на трьох зразках-смужках розмірами $(300 \times 50) \pm 1$ мм, вирізаних у поздовжньому напрямку.

Зразок поміщають у захвати розривної машини по настановних мітках так, щоб поздовжні осі захватів і поздовжня, вісь зразка збіглися між собою і з напрямком руху рухливого захвата. Для зразків-смужок допускається при закріпленні зразка в затискачах перегинати його кінці через спеціальний стержень щоб уникнути вислизання матеріалу із затискача, або використовувати інші способи закріплення зразка, що забезпечують надійність кріплення.

При наявності в машині шкали деформації фіксують подовження зразка. У випадку розриву зразка поза робочою ділянкою або на його границі результати випробувань не враховують і проводять повторні випробування.

Умовну міцність (σ_p , МПа) зразка обчислюють за формулою:

$$\sigma_p = P_p / b \cdot h_0$$

де P_p - розривна сила, Н; b - ширина зразка, см; h_0 - середнє значення товщини зразка на робочій ділянці, см.

Результати дослідів записують у табл. 3.6.

Таблиця 3.6

Результати визначення розривної сили та умовної міцності

№	Ширина зразка, см	Товщина зразка, см	Розривна сила, Н	Умовна міцність, МПа	Середнє значення умовної міцності, МПа
1					
2					
3					



Випробування проводять на трьох зразках розмірами $(150 \times 20) \pm 1$ мм, вирізаних у поздовжньому напрямку.

Зразки й випробувальний брус поміщають у морозильну камеру і витримують при заданій температурі $(20,0 \pm 0,5)$ хв. Температура $+5^{\circ}\text{C}$.

Після закінчення заданого часу зразок і випробувальний брус витягають із іспитового середовища й прикладають до рівної поверхні бруса нижньою стороною таким чином, щоб до нього прилягало близько 0,25 довжини зразка. Вільний кінець зразка згинають протягом (5 ± 1) с навколо закругленої частини бруса до досягнення іншої рівної поверхні (зразок приймає U-видну форму).

Здійснюють контроль зовнішнього вигляду зразка.

Зразок вважають таким, що витримав випробування, якщо на його лицевій стороні не з'являться тріщини (розриви шару в'язучого) і відшаровування в'язучого або посипання.

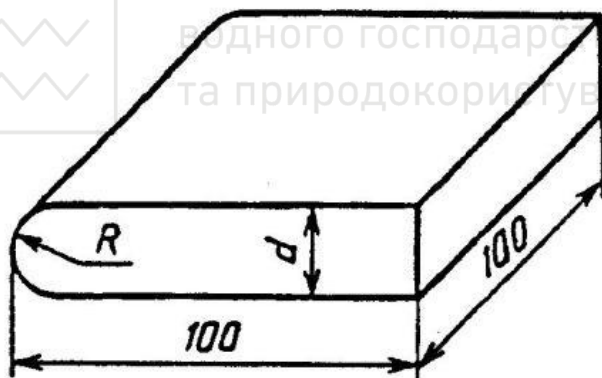


Рис.3.1. Брус випробувальний для визначення гнучкості (радіус заокруглення 25 мм)

Результати дослідів записують у табл. 3.7.



Таблиця 3.7

Результати випробування дослідних зразків руберойду на гнучкість

№ зразка	Температура, °C	Наявність тріщин, які з'явилися після випробувань
1		
2		
3		

Дослід №3. Визначення водонепроникності.

Руберойд не повинен проявляти ознак фільтрації води крізь нього при тиску 0,001 МПа.

У верхній частині робочої камери пристрою (рис. 3.2) укладають гумову прокладку шириною (15±1) мм, потім зразок лицьовою стороною (посипанням) до води й другу гумову прокладку. На зразок укладають контактну сітку товщиною 3 - 4 мм із отворами діаметром не більше 5 мм, закривають плитою й щільно притискають гвинтами. За допомогою кранів встановлюють необхідний тиск.

Зразок витримують при заданому тиску протягом 72 год., після чого проводять спостереження.

Результати дослідів записують у табл. 3.8.

Таблиця 3.8

Результати випробування зразків руберойду на водонепроникність

№ зразка	Робочий тиск, МПа	Час випробування, год	Наявність ознак фільтрації
1			

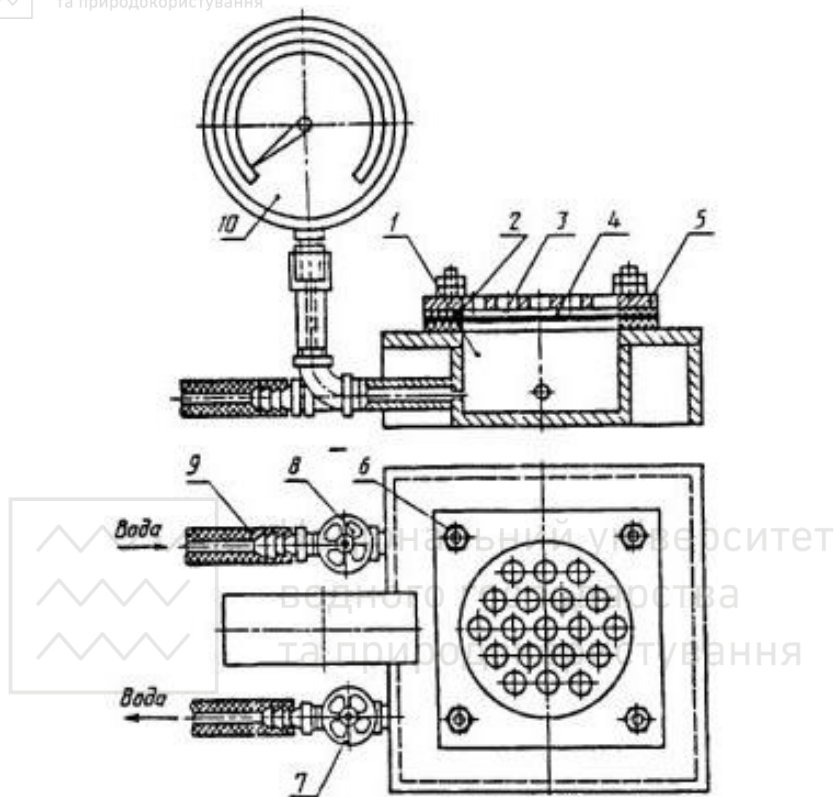


Рис. 3.2. Пристрій для визначення водонепроникності:

1 – робоча камера; 2 – гумові прокладки; 3 – зразок; 4 – контактна сітка; 5 – прижимна плита; 6 – затисні гвинти; 7, 8 – крани; 9 – гумова трубка; 10 – манометр

Дослід №4. Визначення теплостійкості руберойду.

Випробування проводять на трьох зразках розмірами $(100 \times 50) \pm 1$ мм, вирізаних у поздовжньому напрямку.

Сушильну шафу нагрівають до температури 70°C . Зразок матеріалу підвішують у вертикальному положенні на відстані не менш 50 мм від стінок шафи.



Зразки витримують у сушильній шафі при заданій температурі протягом 2 год.

Потім зразки витягають із шафи, прохолоджують і візуально оглядають. Зразок вважають таким, що витримав випробування на теплостійкість, якщо на його поверхні відсутні здуття й сліди переміщення покривного шару або в'язучого й сповзання посипання.

Результати дослідів записують у табл. 3.9.

Таблиця 3.9

Результати випробування зразків руберойду на теплостійкість

№ зразка	Температура, °С	Час випробування, год.	Наявність пошкодження
1			
2			
3			

**Змістовий модуль 2.2.****Лабораторна робота №5.****Тема: Визначення марки (типу) мінеральної вати**

Мета роботи: Вивчити методики визначення основних властивостей мінеральної вати; порівняти отримані результати з вимогами стандартів; оформити висновки.

Обладнання і матеріали: Вимірювальний мікроскоп; прилад для визначення середньої густини мінеральної вати; сушильна шафа; терези технічні

Порядок виконання роботи:**Дослід №1.** Визначення вологості мінеральної вати

Відібравши три наважки мінеральної вати по 10 г (m) і висушивши їх у сушильній шафі при температурі 105-110 °С до постійної маси (m_c), зважують їх з точністю до 0,01 г і визначають вологість (W , %).

Вологість вати визначають як середнє арифметичне трьох визначень.

Робоча формула:

$$W = \frac{m - m_c}{m_c} 100\%.$$

Результати дослідів записують у табл. 3.10.

Дослід №2. Визначення середньої густини мінеральної вати

Наважку вати масою (m) 0,5кг кладуть горизонтальними шарами у металевий циліндр 1. Зверху на вату опускають металевий диск 2 масою 7 кг, що відповідає тиску 0,002 МПа.

Під навантаженням вату витримують 5 хвилин. Висоту стиснутого шару вати в циліндрі обчислюють по шкалі, яка знаходиться на стержні 3, з потім обчислюють об'єм (v) ущільненої вати. Густину вати, кг/м^3 , обчислюють з точністю до 10 кг/м^3 . Густину обчислюють як середнє арифметичне з 5 значень.



$$\rho_o = \frac{m}{v + 0.01 \bar{W}} \cdot 100\%$$

Таблиця 3.10

Таблиця результатів вимірювань вологості мінеральної вати

№	Показник	Результати вимірювань		
		1	2	3
1	Маса вологої наважки (m , г)			
2	Маса сухої наважки (m_c , г)			
3	Вологість наважки (W , %)			
4	Вологість мінеральної вати (\bar{W} , %)			

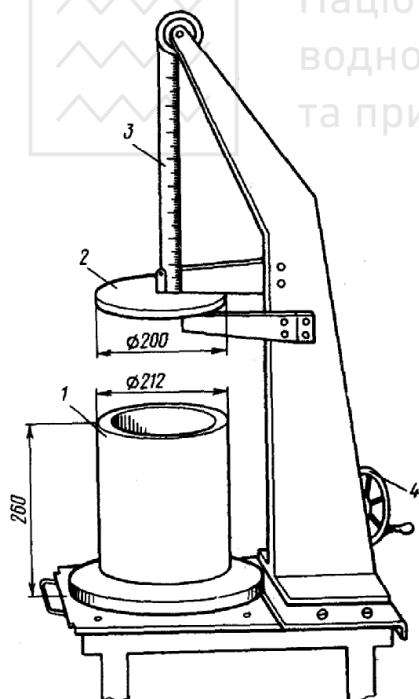


Рис. 3.3. Пристрій для визначення середньої густини мінеральної вати:

1- металевий циліндр; 2- металевий диск;
3- шкала; 4- підйомний пристрій



Результати дослідження записують у табл. 3.11.

Таблиця 3.11

Таблиця результатів вимірювань середньої
густини мінеральної вати

№	Показник	Результати вимірювань				
		1	2	3	4	5
1	Маса наважки (m , г)					
2	Маса металевого диска (m_0 , кг)	7				
3	Величина привантаження (P , МПа)	0,002				
4	Вологість мінеральної вати (\bar{W} , %)					
5	Середня густина наважки (ρ_0 , кг/м ³)					
6	Середня густина мінеральної вати ($\bar{\rho}_0$, кг/м ³)					

Дослід №3. Визначення товщини (середнього діаметру) волокон.

З різних місць мінеральної вати беруть чотири наважки масою біля 1 г, перемішують і загальну наважку розділяють на 10 рівних частин. Кожну частину вати розміщують на предметне скло мікроскопа, розрівнюють голкою, вкладають її тонким шаром, і, користуючись окуляром, ціна поділу лінійки якого відома, визначають діаметр 10 волокон. Таким же способом визначають об'ємний вміст корольків. Середній діаметр волокон вати обчислюють як середнє арифметичне 100 визначень.

Результати дослідження записують у табл. 3.12.



Таблиця 3.12

Таблиця результатів вимірювань діаметру волокон
мінеральної вати

№	Діаметр волокон, мкм										Середній діаметр волокон наважки	Вміст коро- льків, %
1												
...
10												
Середній діаметр волокон мінеральної вати:												

Отримані результати визначення характеристик мінеральної вати порівнюють вимогами ДСТУ Б В.2.7-94-2000 „Вата мінеральна. Технічні умови“ (табл. 3.13) і роблять висновок про відповідність мінеральної вати певному типу.

Таблиця 3.13

Технічні вимоги до мінеральної вати
та зведена таблиця результатів

№	Показники	Норми для типів			Резуль- тати
		А	Б	В	
1	Середня густина, кг/м^3 , не більше	80	100	100	
2	Вміст корольків розміром більше 0,25 мм, %, не більше	12	20	25	
3	Середній діаметр волокон, мкм, не більше	7	8	12	
4	Вологість	1	1	2	
5	Теплопровідність $\text{Вт/(м}\cdot^{\circ}\text{C)}$ при середній температурі не більше:				
	$25\pm 5^{\circ}\text{C}$	0,045	0,045	0,05	
	$125\pm 5^{\circ}\text{C}$	0,064	0,065	-	
	$300\pm 5^{\circ}\text{C}$	0,105	0,112	-	



Лабораторна робота №6.

Тема: Дослідження впливу кількості в'язучих речовин на основні властивості мінераловатних виробів

Мета роботи: Вивчити технологію отримання мінераловатних виробів та методики визначення їх властивостей.

Обладнання і матеріали: Комплект форм із перфорованим дном і пуансоном; сферичні чаші та лопатки; прилад для визначення середньої густини мінеральної вати; сушильна шафа; прилад для випробування зразків на згин; прилад для визначення стисненості та пружного стискання; лінійка; мірний посуд; терези технічні

Порядок виконання роботи:

Дослід №1. Виготовлення зразків жорстких мінераловатних виробів

Отримання жорстких виробів з мінеральної вати складається з трьох основних технологічних операцій: 1) змішування волокон вати з в'язучою речовиною; 2) формування виробів із отриманої маси з пресуванням або вакуумуванням; 3) теплової обробки відформованих виробів.

Кожна бригада виготовляє зразки жорстких мінераловатних виробів, використовуючи одне з в'язучих речовин (бітумне, глиняне, діатомітове і т.п.) в кількості від 10 до 22 % від маси однієї і тієї ж мінеральної вати (вид і кількість вказує викладач).

1. Готують в'язучі речовини. Наприклад, при використанні неорганічних в'язучих готують водну суспензію глини або опоки. При цьому кількість в'язучої речовини беруть у відповідності з завданням з кількості води з розрахунку 1:10 (вата:вода). Виготовлену суспензію ділять на частини, в залежності від заданої кількості зразків і кожен частину старанно змішують з ватою. При цьому наважку вати беруть в тій самій кількості, в якій беруть її інші бригади, які виготовляють зразки з іншими в'язучими або з іншою кількістю в'язучого.



2. Проводять формування зразків розмірами $100 \times 100 \times 95$ мм. Необхідно, щоб форми мали перфороване днище. Формування зразків здійснюють наступним чином виходячи із заданої середньої густини і розмірів зразка зважують необхідну кількість вати з точністю до 1 г.

При цьому враховують кількість в'язучої речовини, яка буде введена у воду.

Необхідна маса мінеральної вати (M_e , г):

$$M_e = Sh\rho_o,$$

де S – площа зразка, см^2 ; h – товщина плити, см ; ρ_o – потрібна середня густина (марка) плити, г/см^3 .

Вату, рівномірно промочену суспензією, складають у форму, стараючись розподілити її рівним шаром і розрівняти наявні грудки. Наверх вати ставлять пуансон з вантажем, забезпечуючи тиск $0,005$ МПа. В основному вологість зразків після формування становить $65-75\%$. Зміну кількості в'язучої речовини (при приготуванні зразків з більшим її вмістом) забезпечують шляхом збільшення її концентрації в суспензії при цьому зберігаючи незмінною кількість вати.

3. Теплову обробку відформованих зразків здійснюють в сушильній шафі при температурі $130-150^\circ\text{C}$ ($110-120^\circ\text{C}$ на глиняно-бігумні емульсії) до постійної маси.

Дослід №2. Визначення середньої густини виробів

Середню густину жорстких виробів визначають вимірюванням лінійних розмірів (довжину і ширину міряють не менше, ніж у двох місцях - по краях і середині, а товщину - у п'яти-шести) і зважуванням зразків, попередньо висушених при температурі $105-110^\circ\text{C}$. При визначенні середньої густини виробу в природному вологому стані, застосовують формулу:

$$\rho_o = \frac{m}{V + 0.01W} \cdot 100\%.$$

Результати дослідів записують у табл. 3.14. За результатами визначення середньої густини отриманих мінераловатних плит буду-



ють залежність даної властивості від вмісту в'язучої речовини чи від виду в'язучих речовин.

Таблиця 3.14

Таблиця результатів вимірювань середньої густини

№	Показник	Результати вимірювань бригад							
		1		2		3		4	
1	Маса зразка (m , г)								
2	Розміри: a b c								
3	Об'єм зразка, см^3								
4	Вологість зразка (\bar{W} , %)								
5	Середня густина виробів (ρ_o , кг/м^3)								



Графік залежності властивостей від кількості в'язучого



Дослід №3. Визначення границі міцності при згині

Для визначення границі міцності при згин зразок укладають на опори так, щоб його кінці виходили за осі опор на 25 мм. Відстань між осями, повинна складати 75% від довжини зразка (рис. 3.4). Границю міцності зразка при згині визначають за допомогою формули:

$$R_{32} = \frac{3Fl}{2bh^2},$$

де F – руйнівне навантаження, Н; l – відстань між опорами, см; b – ширина зразка, см; h – висота, см.

Результати дослідів записують у табл. 3.15. За результатами будують графік.

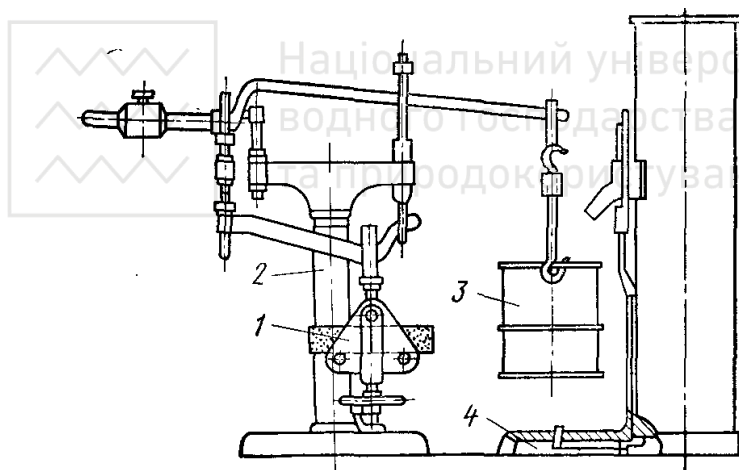


Рис. 3.4. Важільний прилад для визначення міцності при згині:

1- навантажувальні опори; 2- важільний прилад; 3- ємкість для навантаження;
4- стопорний важіль

Дослід №4 Визначення залишкової деформації стискання плит.

Залишкова деформація стискання плит є вагомим показником, який характеризує поведінку цих виробів в реальних умовах (при

зберіганні в штабелях, при транспортуванні та ін. Для її визначення застосовують прилад (рис. 3.5). Маса рухомої частини 2 приладу складає 0,5 кг, а загальна маса рухомих частин 2,3,7 і 4 разом із стержнем 5 становить 2,0 кг.

Таблиця 3.15

Таблиця результатів вимірювань границі міцності при згині

№	Показник	Результати вимірювань бригад			
		1	2	3	4
1	Руйнівне навантаження (F , Н)				
2	l , см				
	b , см				
	h , см				
3	Границя міцності при згині (R_{32} , МПа)				

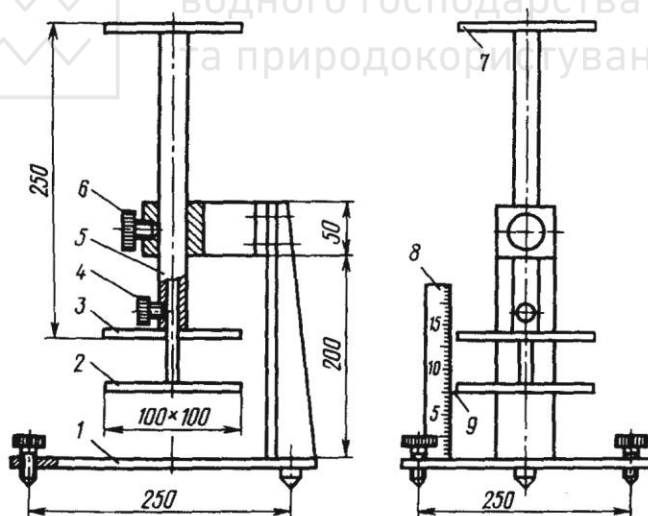


Рис. 3.4. Прилад для визначення залишкової деформації та коефіцієнта повернення мінераловатних плит:

1- основа приладу; 2, 3, 7 - пластини; 4, 6 - гвинти; 8- лінійка



Встановивши прилад точно в горизонтальному положенні, на основу 1 приладу встановлюємо зразок 100×100 мм. За допомогою гвинта 4 на поверхню зразка опускають пластину 2. Лінійкою 3 вимірюють товщину зразка h , після чого гвинтом 6 опускаємо пластину 3. Масою пластин 2,3 і 7, гвинта 4 і стержня 5 створюється питоме навантаження на зразок, що рівне 0,002 МПа. Під таким навантаженням зразок витримують протягом 15 хв. після чого лінійкою 8 вимірюють його товщину h_1 . Залишкову деформацію стискання (ЗД) обчислюють з точністю до 0,1%:

$$ЗД = \frac{h - h_1}{h} 100\%,$$

де h і h_1 відповідно товщина зразка, мм під навантаженням 0,005 МПа і після зняття навантаження 0,005 МПа.

Таблиця 3.16

Таблиця результатів вимірювань коефіцієнта повернення
(залишкової деформації)

№	Показник	Результати вимірювань бригад			
		1	2	3	4
1	Початкова товщина зразка (h , мм)				
2	Товщина зразка після стискання (h_1 , мм)				
3	(Залишкова деформація (ЗД, %)) Коефіцієнт повернення ($K_{пов}$)				

Дослід №5 Визначення пружного стискання плит (коефіцієнта повернення).

Прилад і зразок такі ж, як і в досліді 4. Товщину зразка h визначають під питомим навантаженням 0,0005 МПа, опускаючи на його поверхню плити 2, після цього зразок навантажують, опускаючи на нього всі рухомі частини приладу і встановлюючи на пластину 7 вантаж масою 3 кг (питоме навантаження складає 0,01 МПа). Під



цим навантаженням зразок витримують 15 хв., після чого всю рухому частину, включаючи плиту 2, піднімають і закріплюють гвинтами 6 і 4. Через 15 хв. після того, як зняли вантаж, знову опускають пластину 2 на зразок на 5 хв., а потім визначають товщину зразка (h_1). Пружне стиснення (коефіцієнт повернення $K_{пов}$) визначають з точністю до 0,01:

$$K_{пов} = \frac{h_1}{h},$$

де h і h_1 відповідно товщина зразка, мм під навантаженням 0,0005 МПа і після зняття навантаження 0,01 МПа.

Результати дослідів №4 та №5 записують у табл. 3.16. За результатами визначення даних характеристик будують залежності від вмісту в'язучої речовини чи від виду в'язучих речовин та роблять висновок стосовно оптимального складу отриманих композицій. Оптимальним вважається склад, що забезпечує мінімальну густину при максимально можливих механічних властивостях (міцності, деформативних властивостях).

Змістовий модуль 2.4.

Лабораторна робота №7.

Тема: Визначення властивостей ніздрюватих бетонів

Мета роботи: Вивчити методику проектування складу, технологію отримання ніздрюватих бетонів та методики визначення їх властивостей.

Обладнання і матеріали: сферичні чаші та лопатки; форми для зразків розміром 10×10×10 см; віскозиметр Сутгарда; сушильна шафа; пропарювальна камера; гідравлічний прес лінійка; мірний посуд; терези технічні

Порядок виконання роботи:

В процесі роботи кожна бригада виконує наступні операції:



- виконує розрахунок складу ніздрюватого бетону заданого складу готує розчин пороутворювача;
- формує контрольні зразки;
- виконує випробування зразків, визначаючи середню густину та міцність на стиск;
- вносить корективи в склад ніздрюватого бетону та виконує підрахунки витрат матеріалів на 1 м³ готових виробів.

Вихідними даними для підбору в задана середня густина зразків в сухому стані, кубикова міцність їх при стисканні, вид пороутворювача та сировинних матеріалів, технологія виробництва.

Дослід №1. Проектування складу і виготовлення зразків ніздрюватого бетону

Проектують склад ніздрюватого бетону у такій послідовності:

- встановлюють за середньою густиною необхідну текучість розчину за Суттардом (табл. 3.18);
- встановлюють оптимальні текучість і температуру;
- встановлюють орієнтовний склад розчину;
- уточнюють значення проєктованих параметрів, а також витрати матеріалів на приготування поризованої бетонної суміші.

При проектуванні складу встановлюють оптимальне співвідношення сухих компонентів (С), відношення маси води замішування до маси сухих твердих речовин (В/Т), температуру розчину оптимального складу і витрати матеріалів на один заміс.

Підбір складу бетонної суміші для дослідних замісів повинен призначатися з врахуванням вихідних значень відношення маси кремнеземистого компонента до маси в'язучого (С), рекомендовані значення С наведені в табл. 3.17.

Вихідне водотверде відношення (В/Т) повинно відповідати значенням текучості та температури розчину суміші, наведеним з табл. 3.18 і 3.19.

Методика виконання дослідів:

1. Для Першого пробного замісу значення В/Т приймають для ніздрюватих бетонів на кварцовому піску рівно 0,5, на золі-виносі



- 0,6 (технологія лиття). При проектуванні ніздрюватого бетону за вібротехнологією і технологією з використанням вискоефективних пластифікаторів типу С-3. на піску В/Т-0,35 на золі В/7-0,4.

Таблиця 3.17

Рекомендовані вихідні значення С

В'язуче	С для автоклавного бетону	С для неавтоклавного бетону
Цементне або цементно-вапняне	1; 1,25; 1,5; 1,75	0,75; 1; 1,25
Вапняне	3; 3,5; 4,5; 5; 5,5	–
Вапняно-шлакове	0,6; 0,8; 1	0,6; 0,8; 1
Шлаколувне	0,15; 0,2; 0,25	0,1; 0,15; 0,2
Високоосновне зольне	0,75; 1; 1,25	–

Таблиця 3.18

Рекомендовані значення рухливості розчинової суміші

Задана середня густина кг/м ³	Діаметр розпливу суміші за Суттардом, см		
	на цементному, цементно-вапняному, шлакоцементному в'язучому	на вапняному, вапняно-шлаковому в'язучому	на високоосновному зольному в'язучому
При формуванні способом лиття			
300	38	30	–
400	34	25	25
500	30	23	23
600	26	21	21
При вібраційному формуванні			
500	15	–	–
600	13	–	–



Необхідна температура суміші

Вид ніздрюватого бетону і застосованого в'язучого	Температура розчинної суміші в момент розвантаження в форми при формуванні, способом	
	лигтя	вібраційним
Газобетон на цементі	45	45
Газобетон на вапняно-в'язучому	35	40
Газобетон на вапняно - або високоосновному зольно-в'язучому	40	45
Газосилікат на вапні-кипільці або вапняно-біліговому в'язучому	30	40

Значення В/Т і температури розчину які забезпечують максимальний коефіцієнт використання пороутворювача і максимальну міцність ніздрюватого бетону після твердіння, приймають за оптимальні. Їх знаходять шляхом підбору, змінюючи початкові значення В/Т на $\pm 0,04$ і температури на $\pm 3^{\circ}\text{C}$.

2. Текучість розчину визначається по його розпливу (в см), використовуючи прилад Суттарда, який складається з мідного або латунного порожнистого циліндра з внутрішнім діаметром 5 см та висотою 10 см, скла квадратної форми із стороною 45 см і листа паперу з нанесеними на ньому концентричними колами через кожні 0,5 або 1 см, які під час проведення досліду підкладають під скло. Перед випробуванням, циліндр та скло протирають м'якою тканиною, змоченою чистою водою. Скло кладуть в строго горизонтальному положенні та ставлять на нього циліндр так, щоб зовнішній контур циліндра співпадав з окружністю діаметром 6 см. Досліджуваний розчин наливають в циліндр до верху і вирівнюють поверхню розчину ножем або шпателем. Потім швидким та точним рухом піднімають циліндр знизу вверху, розчин при цьому розтікається по склу у вигляді „плескачика“, діаметр якого і визначає консистенцію суміші.



Для приготування розчину необхідно 0,4 кг сухої суміші (вихідного складу) і 0,16-0,28 л води, підігрітої до температури 70-80 °С.

В/Т приймають за вихідне якщо отримана текучість розчину відхиляється від даних табл. 3.18 не більше, ніж на ± 1 см.

3. Розрахунок витрати матеріалів на один заміс визначають за наступними формулами:

$$P_{36} = \frac{\rho}{K_c \cdot C} \cdot V;$$

$$P_6 = P_{36} \cdot n;$$

$$P_u = P_{36} - P_6;$$

$$P_k = P_{36} \cdot C;$$

$$B = (P_{36} + P_k) \cdot B/T;$$

$$\Pi = 1 - \frac{\rho}{K_c} \cdot (V + B/T);$$

$$P_n = \frac{\Pi}{\alpha \cdot K} \cdot V,$$

де P_{36} , P_6 , P_u , P_k , B , P_n - витрати в кг відповідно змішаного в'язучого, вапна, цементу, кремнеземистого компоненту, води пороутворювача; ρ - середня густина бетону в сухому стані, кг/м, V - заданий об'єм нідруючої суміші, рівний об'єму форм і збільшений на 7-10% (утворення окрайця); K_c - коефіцієнт збільшення маси сухої суміші в результаті твердіння в'язучого (приймаємо 1,1); C - число частин кремнеземистого компоненту, які припадають на одну частину в'язучого; n - доля вапна у в'язучому; B/T - водотверде відношення; Π - пористість; K - вихід пор, для алюмінієвої пудри $K=1390$ л/кг; для пергідролу $K=130$ л/кг; для піноутворювача $K=18...20$ л/кг; α - коефіцієнт використання пороутворювача, для алюмінієвої пудри $\alpha=0,85$, для піноутворювачів $\alpha=0,8$; W_r - питомий об'єм сухої суміші в абсолютно щільному стані, л/кг, знаходиться в табл. 3.20).

4. Алюмінієву пудру вводять в розчин у вигляді водноалюмінієвої суспензії. Для її приготування на 1 вагову частину (в.ч.) алюмінієвої пудри витрачається 0,05 в.ч. сухої ПАР і 10-15 в.ч. гарячої води; цю воду нагрівають до 30°C враховують в загальній кількості води замішування. Змішування компонентів водноалюмінієвої су-

спензії здійснюють в такому порядку. В посудину ємністю 0,5 л обережно всипають необхідну кількість пудри, потім вливають розчин поверхнево-активної речовини в кількості 5% (з розрахунку на суху речовину) від кількості алюмінієвої пудри і 0,3-0,5 л води. Після ретельного перемішування на протязі 2. ..4 хвилин, коли всі часточки пудри будуть змочені розчином, суспензія вважається готовою.

Таблиця 3.20

Значення питомого об'єму сухої суміші
в абсолютно щільному стані

Кремнеземистий компонент	Вид в'язучої речовини							
	ПЦ		Змішане в'язуче		Вапно		Вапняно-шлаковий цемент	
	С	W, л/кг	С	W, л/кг	С	W, л/кг	С	W, л/кг
Пісок, 2650 кг/м ³	1	0,34	1,5	0,36	3	0,38	1	0,32
Зола, 2360 кг/м ³	1	0,38	1,5	0,41	3	0,4	1	0,36
Легка зола, 2000 кг/м ³	1	0,44	1,5	0,48	3	0,48	1	0,42

Примітка: Вихідні значення С наведені для піску з $S=2000 \text{ см}^2/\text{г}$. Значення С прийняте для вапна $A=70\%$.

5. Приготування замісів і формування зразків. Після розрахунку вихідного складу приступають до приготування замісів з метою виявлення оптимального В/Т.

Для визначення оптимальної текучості і температури нідзрюватої бетонної суміші виготовляють пробні заміси з В/Т відношенням, які відрізняються від прийнятого на $\pm 0,4$ і значеннями температури, які відрізняються від базової на $\pm 3^\circ \text{C}$ (табл. 3.19).

Уточнюють вихідні значення С тому, що властивості в'язучих речовин, які застосовуються для виготовлення нідзрюватих бетонів,



різні. Для цього роблять ряд пробних замісів оптимальної текучості і температури розчину. Оптимальне значення C визначають за максимальною міцністю зразків у віці 28 діб. Значення C для пробних замісів приймають згідно даних табл. 3.17.

6. Газобетонну суміш готують наступним чином. Приготовивши водо-алюмінієву суспензію за методикою, яка описана вище, її вводять у вже приготовлений розчин при неперервному перемішуванні маси на протязі 2...2,5 хв. Розчин готують з використанням сухих компонентів із заданою кількістю води з температурою 45-50⁰С на протязі 1,5...2 хв.

Для визначення середньої густини газобетонної суміші проводять її укладку в попередньо змащені і підігріті посудини кубічної форми з об'ємом 0,5-1 л на висоту, визначену попереднім розрахунком. Після закінчення спучення, приблизно через 1 годину ножом зрізають „окрасць“, зважують посудину і вираховують її середню густину

7. Тепловологісна обробка зразків із ніздрюватого бетону. Після формування зразки витримують при температурі 20-25⁰С 4-6 годин (через 3-4 г необхідно зрізати „окрасць“), а потім проводять ТВО в лабораторному автоклаві (рекомендовані режими: при $p=0,9$ МПа - 3+8+3 год.; при $p=1,3$ МПа - 3+6+3 год.) або пропарювання в пропарувальній камері (за режимом: підняття температури від 30 до 90⁰С, ізотермічна витримка при 90⁰С – 14 г і зниження температури до 50⁰С – 2 г).

8. Випробування зразків і розрахунок остаточного складу. Після ТВО зразки виймають із форм, висушують при $t=105-110^0$ С до постійної маси і визначають середню густину і границю міцності при стиску.

Результати розрахунку рекомендується записувати за такою формою.

Склад суміші, при якому зразки показали найбільшу міцність, але не менше заданої, приймають за оптимальну.

Для розрахунку кінцевих витрат матеріалів на 1 м³ або на один заміс для отримання ніздрюватого бетону заданої середньої густини необхідно уточнити прийняті при розрахунку вихідні величини W , K_c , α .



Приклад проектування складу ніздрюватого бетону.

Завдання. Необхідно визначити склад ніздрюватого бетону на змішаному (цементно-вапняному) в'язучому з середньою густиною 500 кг/м^3 , з можливо найбільшою міцністю, який виготовляється за технологією лиття. Об'єм одного замісу 15 л.

Вихідні матеріали: ПЦ марки 500; молоте вапно-кипілька з активністю 70%; кремнеземистий компонент – пісок кварцовий; пороутворювач - алюмінієва пудра ПАП-4, ПАВ - милонафт, сповільнювач швидкості гідратації вапна-кипільки - молотий двоводний гіпс.

Розв'язок:

Користуючись відповідними формулами, розраховують витрату матеріалів на 1 заміс з врахуванням таких даних $K_c=1,1$; $C=1,25$; $n=0,5$.

За табл. 3.17 визначають, що необхідний розплив маси (текучість розчину) повинен бути рівним 30 см.

Дослідним шляхом встановлюють, що така текучість розчину має місце при $B/T=0,5$.

За табл. 3.20 знаходять, при застосуванні даних матеріалів $W=0,36 \text{ л/кг}$; для газобетону $K=1,39 \text{ л/г}$; $\alpha=0.65$.

Встановивши ці величини, проводять розрахунок витрат матеріалів:

В'язуче:

$$P_{3g} = \frac{0,5}{1,1 \cdot (1 + 1,25)} \cdot 1,5 = 3030 \text{ г.}$$

Вапно:

$$P_g = 3030 \cdot 0,5 = 1520 \text{ г.}$$

Цемент:

$$P_{ц} = 3030 - 1520 = 1510 \text{ г.}$$

Кремнеземистий компонент:

$$P_{к} = 3030 \cdot 1,25 = 3790 \text{ г.}$$

Двоводний гіпс:

$$Г = 1520 \cdot \frac{3}{100} = 46 \text{ г.}$$

Вода:



$$B = 6030 + 3790 \cdot 0,5 = 3410 \text{ мл.}$$

Пористість, яку необхідно створити з допомогою пороутворювача для отримання заданої середньої густини ніздрюватого бетону:

$$P = 1 - \frac{0,5}{1,1} \cdot 0,36 + 0,5 = 0,61$$

Алюмінієва пудра:

$$P_n = \frac{0,61}{1,39 \cdot 0,85} \cdot 1,5 = 0,81 \text{ г}$$

Поверхнево-активна речовина (милонaft) для приготування водно-алюмінієвої суспензії:

$$ПАР = 0,81 \cdot \frac{70}{100} = 0,57 \text{ г}$$

Змістовий модуль 2.5.

Лабораторна робота №8.

Тема: Визначення якості сировини для виготовлення теплоізоляційного арболіту. Визначення якості арболіту

Мета роботи: Вивчити методику визначення якісних показників деревини як сировини для виготовлення арболіту, виготовлення зразків арболіту та визначення їх властивостей.

Обладнання і матеріали: сферичні чаші та лопатки; форми для зразків розміром 10×10×10 см; вібромайданчик набір сит КСІ; сушильна шафа; гідравлічний прес; лупа; лінійка; мірний посуд; терези технічні.

Порядок виконання роботи:

Для органічного заповнювача визначають насипну густину, вміст домішок, фракційний склад, вологість, водопоглинання, максимальний розмір частинок дріблянки, показник придатності дріблянки.

Дослід №1. Визначення насипної густини заповнювача.



Середню пробу масою 3...5кг висушують до постійної маси при температурі $75 \pm 5^{\circ}\text{C}$ і висипають у попередньо зважену ємкість об'ємом 5 л з висоти 100 мм над його верхнім краєм. Далі дослід виконують за стандартною методикою визначення насипної густини заповнювача. Насипну густину в сухому стані вираховують з точністю до 10 кг/м^3 за формулою:

$$\rho_0 = \frac{m_2 - m_1}{V},$$

де m_1 - маса ємкості, кг; m_2 - те ж з заповнювачем, кг; V - об'єм ємкості.

Кінцевий результат знаходять як середнє арифметичне двох значень.

Дослід №2. Визначення вмісту домішок.

З висушеної при температурі $75 \pm 5^{\circ}\text{C}$ наважки заповнювача масою $1000 \pm 1 \text{ г}$ (m_1). Зовнішнім оглядом або з допомогою лупи відділяють від неї домішки (кору, листя, хвою, гниль) і зважують їх (m_2). Вміст домішок ($D, \%$) знаходять за формулою:

$$D = \frac{m_2}{m_1} 100$$

Кінцевий результат знаходять як середнє арифметичне з двох значень.

Дослід №3. Визначення фракційного складу заповнювача.

Після відділення домішок від заповнювача, беруть наважку і просіюють крізь набір сит з розмірами отворів 2,5; 5; 10 і 20 мм. Розсів проби проводять невеликими порціями механічним (вібро-майданчик) або ручним способом, при цьому товщина шару заповнювача на ситі не повинна бути більша ніж $1/3$ висоти борта сита. Тривалість просіювання не повинна бути більше 15 хвилин. Просіювання вважають закінченим, якщо при неодноразовому струшуванні випадання заповнювача не спостерігається.



Після просіювання підраховують часткові і повні залишки на кожному ситі (а, А, %) і звіряють з табличними значеннями (табл. 3.21).

Таблиця 3.21
Зерновий склад заповнювача для виготовлення арболіту

Розміри отворів конт-рольних сит, мм	20	10	5	2,5	≤2,5
Повні залишки на конт-рольних ситах, %	до 5	20-40	40-75	90-100	до 100

Дослід №4. Визначення вологості заповнювача.

Пробу заповнювача в об'ємі 2-3 дм ділять на дві наважки. Кожну наважку насипають, у попередньо зважену ємність, зважують разом з нею, а потім висушують до сталої маси у сушильний шафі при температурі $75 \pm 5^{\circ}\text{C}$ і знову зважують. Вологість заповнювача (W, %) за масою, знаходять за формулою:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2} 100\%,$$

де m_1 , m_2 - відповідно, маса проби у вологому та сухому стані. За кінцевий результат приймають середнє арифметичне двох визначень.

Дослід №5. Визначення максимального розміру частинок заповнювача.

Максимальний розмір визначають відбором 20 частинок заповнювача з фракцій, яка залишилась на ситі з отворами 20мм. Розміри кожної частинки вимірюють металевою лінійкою з точністю до 1 мм. Максимальний розмір частинок обчислюють як середнє арифметичне з відібраних замірив.

Дослід №6. Визначення водопоглинання заповнювача.

Пробу органічного заповнювача досліджуваної фракції (2,5-5мм, 5-10мм, 10-20мм) об'ємом 3 дм³, висушують до сталої маси і стру-

шуванням на ситі протягом 2-3 хвилин старанно відділяють частки найменшого розміру для даної фракції, після чого пробу розділяють на дві частини і зважують їх. Потім кожну наважку кладуть у контейнер, закривають кришкою, занурюють у воду і струшують для видалення із заповнювача повітря. Через одну годину контейнер виймають із води і підвішують на протязі 10 хвилин, даючи таким чином стекти надлишковій воді і зразу ж зважують контейнер. Водопоглинання за масою за годину ($W_m, \%$) визначають за формулою:

$$W_m = \frac{m_1 - m_2}{m_2} 100 \%,$$

де m_1, m_2 - відповідно, маса проби у насиченому водою та сухому стані.

Дослід №7. Визначення показника придатності дріблянки.

Показник придатності дріблянки визначають випробуванням в арболіті. Для приготування арболітової суміші застосовують ПЦ М400-500; дріблянку у сухому стані, яка поділена на фракції 0-5, 5-10, і 10- 20мм. CaCl_2 і воду. Якщо буде отримано негативний результат, CaCl_2 можна замінити комплексною добавкою, наприклад сумішшю сірчаноокислого заліза, гідроксиду кальцію і хлориду кальцію у співвідношенні від 1:8:1 до 2:10:2 (за масою) в кількості -10-12% від маси цементу. Об'єм кожного замісу приблизно 12 л в ущільненому стані. Відношення витрат компонентів приведені в табл. 3.22.

Дріблянку дозують за масою з врахуванням насипної густини окремих фракцій. Витрати води для замішування арболіту приймаються такими, щоб В/Ц дорівнювало 1,1. Арболітову суміш виготовляють перемішуванням компонентів вручну на протязі 10 хвилин або у бетонозмішувачі примусової дії на протязі 5 хвилин.

Форми розміром $10 \times 10 \times 10$ см заповнюють арболітовою сумішшю двома шарами висотою по 5 см і ущільнюють трамбуванням.

Кожний шар трамбують 15-20 натисканнями з висоти 2-3 см щоб коефіцієнт ущільнення арболітової суміші склав 1,9-2,0. Після закінчення ущільнення поверхню зразків затирають. З кожного замісу виготовляють 6 кубів і визначають густину свіжоукладеного арболіту.



Витрати компонентів для приготування
пробних замісів

№ за- місу	Цемент, кг	CaCl ₂ , кг	Дріблянка в сухому стані, від фракцій, кг		
			0...5 мм	5...10 мм	10...20 мм
1	4,25	0,085	8	8	9
2	4,75	0,095	8	8	9
3	5,25	0,105	8	8	9

Через 3 доби зразки виймають з форми і переносять у камеру стандартного твердіння, де зберігають на протязі 28 діб при $20 \pm 2^\circ \text{C}$ і відносній вологості повітря $70 \pm 10\%$. Через 28 діб визначають середню густину арболіту та границю міцності на стиск. Після випробувань зразків з кусків арболіту беруть наважку 500 г, висушують при температурі $75 \pm 5^\circ \text{C}$ до постійної маси і визначають вологість за масою, а потім середню густину арболіту у сухому стані. За результатами випробувань окремих зразків арболіту на стиск визначають середню міцність матеріалу у серії зразків.

Середньосерійні значення дослідів трьох серій зразків наносять на графік з координатами: витрати цементу Π (кг/м^3), міцність на стиск $R_{\text{ст}}$ (МПа), густина ρ_0 (кг/м^3). За кривими, які з'єднують три експериментальні точки для кожної серії зразків визначають міцність на стиск $R_{\text{ст}}$, яка відповідає витратам цементу 360 кг/м^3 .

Коефіцієнт придатності дріблянки визначається за формулою:

$$K_{np} = \frac{\Pi \cdot A_u}{10 \cdot R_{cm} \cdot R_u},$$

де Π - витрати цементу (приймаються рівним 360 кг/м^3); A_u - активність, цементу, МПа; R_u - марка цементу, МПа.

**Дослід №8.** Визначення середньої густини арболіту.

Середню густину арболіту визначають випробуванням зразків у стані природної вологості або нормованому вологому стані: сухому, повітряно-сухому (стандартному), водонасиченому. При визначенні середньої густини у стані природної вологості зразки випробовують зразу після їх приготування.

Зразки арболіту при визначенні середньої густини у сухому стані висушують при $105 \pm 5^\circ\text{C}$ (краще при 60°C) до сталої маси, а у водо насиченому стані насичують водою.

Для зазначення середньої густини арболіту у повітряно-сухому стані зразки перед випробуванням витримують не менше, ніж 28 діб у приміщенні при $20 \pm 2^\circ\text{C}$ і відносній вологості повітря $70 \pm 10\%$.

Середня густина арболіту у нормованому за вологістю стані може бути визначена за формулою:

$$\rho_0^w = \rho_0 \frac{\left(1 + \frac{W_n}{100}\right)}{\left(1 + \frac{W_m}{100}\right)},$$

де - ρ_0^w середня густина арболіту при вологості W , кг/м^3 ; W_n – нормована вологість арболіту, %; W_m - вологість арболіту у момент випробування, %.

Середню густину арболіту визначають з точністю до 1 кг/м^3 за формулою:

$$\rho_0 = \frac{m}{V} 1000,$$

де m - маса зразка, г; V - об'єм зразка, см^3 . Масу вимірюють з похибкою не більшою ніж $0,1\%$, а об'єм - $<1\%$ температура у приміщенні повинна бути $25 \pm 10^\circ\text{C}$. Кожна серія повинна складатись з трьох зразків. Значення середньої густини необхідно визначати на тих зразках, що і міцність на стиск.

Дослід №9. Визначення вологості арболіту.

Виконують на, таких же зразках, з тими ж вимогами по вимірюванню, що і при визначенні середньої густини. Висушують -



(при $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$) до постійної маси цілі зразки або подрібнені проби (маса проби повинна бути не менше 200 г). Вологість за масою або за об'ємом розраховують за формулами відповідно до дослідів №4.

Дослід №10. Визначення водопоглинання арболіту.

Виконують на таких же зразках, як і при визначенні середньої густини. Зразки розміщують у посуді з водою ($20 \pm 2^{\circ}\text{C}$) так, щоб вода покривала їх шаром приблизно 5 см. Вимірювання маси необхідно проводити через кожну добу до 3 раз, поки збільшення не менше ніж 0,1% від початкового її значення. Зразки насичують водою після висушування або природному стані. В останньому випадку висушування проводять після завершення водопоглинання. Водопоглинання за масою розраховують з похибкою до 0,1% за формулами з дослідів №6.

Водопоглинання можна також визначати кип'ятінням на протязі 4 год. посуду з зразками, в якому вода покриває зразки не менше ніж 5 см. Після охолодження зразків до $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ їх виймають з води, обтирають вологою тканиною і зважують, потім цикл кип'ятіння повторюють. Якщо два послідовних зважування дають різницю у масі не більше 0,1% маси сухого зразка, випробування вважають закінченими.

Дослід №11. Визначення міцності арболіту при стиску.

Міцність арболіту визначають при випробуванні кубів розміром $100 \times 100 \times 100$ або $150 \times 150 \times 150$ мм. Міцність на стиск визначають за формулою:

$$R_{cm} = a \cdot K \frac{F_p}{S},$$

де a - масштабний коефіцієнт; K - коефіцієнт, який враховує вологість арболіту; F_p - руйнівне навантаження, Н; S - площа зразка, см^2 .



4. ПЛАНИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

МОДУЛЬ 1.

Змістовий модуль 1.2.

Практичне заняття №1.

Тема: Розробка технологічних схем виробництва декоративних азбестоцементних виробів. Основні розрахунки сировинних шихт

Мета роботи: Вивчити основні варіанти побудови технологічних схем виробництва азбестоцементних виробів, методики розрахунку компонентного складу сировинних мас.

План проведення заняття:

1. Вимоги нормативних документів до якісних показників декоративних азбестоцементних виробів.
2. Вимоги до сировини для виготовлення азбестоцементу. Розрахунок складу сировинної шихти.
3. Основні технологічні процеси. Обладнання.
4. Варіанти технологічних схем виготовлення декоративного азбестоцементу.
5. Розробка технологічних схем за індивідуальними завданнями.

Змістовий модуль 1.3.

Практичне заняття №2.

Тема: Вивчення номенклатури, складових, видів, технології основних лакофарбових матеріалів

Мета роботи: отримання навичок розшифрування лакофарбових матеріалів, розв'язування технологічних задач, визначення раціонального складу композицій, складання технологічних схем

План проведення заняття:

1. Номенклатура лакофарбових матеріалів (позначення, розшифрування).

2. Характеристика основних компонентів лакофарбових матеріалів (зв'язуючі, пігменти, наповнювачі, розчинники).
3. Характеристика видів лакофарбових матеріалів (водорозчинні, олійні фарби, емалі, лаки і політури).
4. Характеристика основного обладнання для виробництва лаків і фарб.
5. Розв'язування технологічних задач

Змістовий модуль 1.5.

Практичне заняття №3.

Тема: Розробка технологічних схем виробництва опоряджувальних матеріалів на основі деревини; розрахунки технологічних процесів

Мета роботи: Оволодіти навичками розробки технологічних схем, підбору обладнання при проектуванні виробництва опоряджувальних матеріалів на основі деревини.

План проведення заняття:

1. Розробка технологічних схем підготовки сировини. Вибір обладнання.
2. Розробка технологічних схем виробництва ДСП. Вибір обладнання.
3. Розробка технологічних схем виробництва ДВП. Вибір обладнання.
4. Розробка технологічних схем виробництва фанери. Вибір обладнання.
5. Розрахунки витрат сировини і матеріалів.



Практичне заняття №4.

Тема: Розробка технологічних схем виробництва основних гідроізоляційних матеріалів

Мета роботи: Вивчити основні варіанти побудови технологічних схем виробництва гідроізоляційних матеріалів, оволодіти навичками

План проведення заняття:

1. Варіанти технологічних схем виготовлення рідких та пластичнов'язких гідроізоляційних матеріалів.
2. Варіанти технологічних схем виготовлення твердих та пружнов'язких гідроізоляційних матеріалів.
3. Основні технологічні процеси. Обладнання.
4. Розробка технологічних схем за індивідуальними завданнями.

МОДУЛЬ 2.

Змістовий модуль 2.2.

Практичне заняття №5.

Тема: Проектування складу сировинної шихти для отримання мінеральної вати

Мета роботи: Оволодіти навичками проектування складу сировинної шихти для виготовлення мінеральної вати з урахуванням необхідної довговічності та способу виготовлення.

План проведення заняття:

1. Проектування складу сировинної шихти методом розв'язування алгебраїчних рівнянь.
2. Проектування складу сировинної шихти методом послідовного наближення.
3. Розв'язування технологічних задач.



Практичне заняття №6.

Тема: Розробка технологічних схем виробництва основних мінераловатних виробів

Мета роботи: Оволодіти навичками розробки технологічних схем, підбору обладнання при проектуванні виробництва мінераловатних виробів.

План проведення заняття:

1. Розробка технологічних схем підготовки сировини. Вибір обладнання.
2. Розробка технологічних схем виробництва мінеральної вати, прошивних матів та м'яких плит. Вибір обладнання.
3. Розробка технологічних схем виробництва мінераловатних циліндрів та жорстких плит. Вибір обладнання.
4. Розробка технологічних схем виробництва плит підвищеної жорсткості. Вибір обладнання.

Змістовий модуль 2.3.

Практичне заняття №7.

Тема: Розробка технологічних схем виробництва виробів на основі перліту та вермікуліту, характеристика основних технологічних параметрів процесів виробництва

Мета роботи: Оволодіти навичками розробки технологічних схем та підбору обладнання теплоізоляційних матеріалів на основі спучених гірських порід.

План проведення заняття:

1. Розробка технологічної схеми отримання спученого перліту. Вибір обладнання.
2. Розробка технологічних схем отримання спученого вермікуліту. Вибір обладнання.
3. Розробка технологічних схем виробництва теплоізоляційних виробів на основі спучених перліту і вермікуліту. Вибір обладнання
4. Вирішення технологічних задач.



Практичне заняття №8.

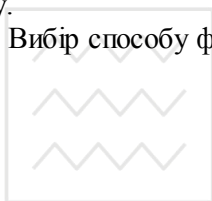
Тема: Розрахунок складу пористого та поризованого арболіту.

Основні способи формування арболітових сумішей, їх технологічні параметри

Мета роботи: Вивчити методику розрахунку складу теплоізоляційного арболіту, розробки технологічних схем.

План проведення заняття:

1. Методика проектування складу теплоізоляційного арболіту.
2. Вирішення технологічних задач.
3. Розробка технологічних схем виробництва арболіту.
4. Огляд основних способів формування теплоізоляційного арболіту.
5. Вибір способу формування арболіту та відповідного обладнання.





5. РЕКОМЕНДАЦІЙ ДО ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ

Впродовж семестру з метою поглибленого вивчення курсу студенти денної форми виконують індивідуальну розрахунково-графічну роботу (ІРГР).

Завдання на розрахункову роботу передбачає розкриття студентом технології виготовлення певного виду теплоізоляційного, гідроізоляційного чи опоряджувального матеріалу з прив'язкою до заданої продуктивності. Завдання на виконання роботи видає викладач індивідуально кожному студенту.

В розрахунковій роботі студентом розробляються наступні питання: номенклатура і технічні характеристики продукції; обґрунтування та вибір технологічної схеми; розрахунок складу сировинної маси; розрахунок матеріального балансу підприємства; підбір основного технологічного обладнання; компонування основних апаратів.

Робота виконується на стандартних аркушах А4 відповідно до вимог ЄСКД. Схеми і графічні побудови повинні бути виконані олівцем на аркушах міліметрового паперу (чи комп'ютерним способом) і підписані автором.

Пункт „Компонування основних апаратів“ виконується на стандартному аркуші формату А3.

Текстовий матеріал виконується від руки або комп'ютерним друком. На титульній сторінці необхідно вказати назву вищого навчального закладу, кафедри, тему, прізвище, ім'я, по батькові студента, посаду, прізвище і ініціали викладача, який приймає роботу. Об'єм ІРГР – 25 ... 30 сторінок.

Студенти заочної форми навчання виконують контрольну роботу (КР) згідно із завданням в МВ 059- . Для виконання КР необхідно:

- дати відповіді на 3 теоретичних питань по технології виготовлення певних видів матеріалів;
- розв'язати 3 технологічні задач, що передбачають визначення властивостей, складу сировинних сумішей тощо.
- Обґрунтувати і скласти 2 технологічні схеми виготовлення певного виду матеріалу.

Вимоги до виконання і оформлення КР аналогічні вимогам до ІРР.



ПРИКЛАД ЗАВДАННЯ НА ІНДИВІДУАЛЬНУ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНУ РОБОТУ

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства та природокористування

Кафедра технології будівельних виробів та матеріалознавства

ЗАВДАННЯ

на розрахунково-графічну роботу з дисципліни "Технологія опоряджувальних, теплоізоляційних та гідроізоляційних матеріалів" студенту IV курсу, групи ТБК-41

на тему:

**"Технологія виготовлення сухих будівельних сумішей
(наливних підлог)"**

Перелік питань, котрі необхідно розробити:

1. Номенклатура і технічні характеристики продукції
2. Обґрунтування та вибір технологічної схеми.
3. Розрахунок складу сировинної маси.
4. Розрахунок матеріального балансу підприємства.
5. Підбір основного технологічного обладнання
6. Компонування основних апаратів.

ДОДАТКОВІ ДАНІ:

Продуктивність – 60 тис. м³/рік

Термін виконання: _____

**ПЕРЕЛІК МОЖЛИВИХ ВАРІАНТІВ ЗАВДАНЬ ДО ІРГР**

№ варіанту	Тема
1	2
1.	Технологія виготовлення сухих будівельних сумішей (наливних підлог)
2.	Технологія виготовлення сухих будівельних сумішей для зовнішнього опорядження (теразитових штукатурок)
3.	Технологія виготовлення сухих будівельних сумішей для внутрішнього опорядження (гіпсових шпаклівок)
4.	Технологія виготовлення сухих будівельних сумішей для зовнішнього опорядження (клей для плитки)
5.	Технологія виготовлення гіпсокартонних листів
6.	Технологія виготовлення гіпсокартонних листів підвищеної вологостійкості
7.	Технологія виготовлення гіпсоволокнистих плит
8.	Технологія виготовлення азбестоцементних покрівельних листів
9.	Технологія виготовлення азбестоцементних кольорових плиток
10.	Технологія виготовлення м'яких ДВП
11.	Технологія виготовлення ДВП середнього тиску (MDF)
12.	Технологія виготовлення одношарових деревностружкових плит
13.	Технологія виготовлення тришарових ДСП



1	2
14.	Технологія виготовлення ДСП з орієнтованою стружкою (OSB)
15.	Технологія виготовлення фанери
16.	Технологія виготовлення цементно-стружкових плит
17.	Технологія виготовлення мінеральної вати та прошивних матів
18.	Технологія виготовлення м'яких мінераловатних плит на синтетичному зв'язуючому
19.	Технологія виготовлення напівжорстких мінераловатних плит на бігумному зв'язуючому
20.	Технологія виготовлення жорстких мінераловатних плит на неорганічному зв'язуючому
21.	Технологія виготовлення плит підвищеної жорсткості на синтетичному зв'язуючому
22.	Технологія виготовлення спученого перліту та перліто-бігумних виробів
23.	Технологія виготовлення пінобетонних блоків безавтовклавним способом
24.	Технологія виготовлення газозолосилікату
25.	Технологія виготовлення руберойду
26.	Технологія виготовлення пергаміну
27.	Технологія виготовлення арболіту
28.	Технологія виготовлення фібролітових плит



6. ТИПОВІ ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ ДО МОДУЛЬНИХ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ*

1. Назвіть основний принцип класифікації опоряджувальних, теплоізоляційних та гідроізоляційних матеріалів.
 1. Напрямки використання матеріалів у відповідних галузях будівництва.
 2. Умови формування структурних взаємозв'язків і контактів у матеріалах.
 3. Особливості технології виготовлення і використання у будівництві.
 4. Визначення основних видів сировини і напівфабрикатів, що використовуються при виготовленні матеріалів.
2. Назвіть особливості теплоізоляційних матеріалів.
 1. Висока міцність, низька пористість, висока водостійкість та адгезія.
 2. Низька середня густина, висока пористість, дрібнопориста структура.
 3. Висока водонепроникність, деформативність, гідрофобність.
 4. Певна фактура і текстура, невисока міцність, декоративність.
3. Назвіть особливості гідроізоляційних матеріалів.
 1. Висока міцність, низька пористість, висока водостійкість та адгезія.
 2. Низька середня густина, висока пористість, дрібнопориста структура.

* Типові тестові завдання наведені на прикладі модуля 1



3. Висока водонепроникність, деформативність, гідрофобність.
 4. Певна фактура і текстура, невисока міцність, декоративність.
4. Перерахувати основні принципи вибору сировини при виробництві будівельних матеріалів для опорядження, тепло- і гідроізоляції.
1. Доступність, мінімальна вартість, стабільність кристалічної структури, забезпечення вимог нормативних документів до продукції
 2. Висока міцність, морозостійкість, розповсюдженість, низька вартість, мінімальна віддаль від виробництва.
 3. Постійність хімічного складу, розповсюдженість, відповідність прийнятій технології, забезпечення максимальних показників якості
 4. Певна фактура і текстура, стабільність основних характеристик, сприяння збільшенню тривалості виробничого циклу.
5. Що належить до підготовчого етапу при виробництві будівельних матеріалів для опорядження, тепло- і гідроізоляції?
1. Зберігання сировинних матеріалів, дозування компонентів та їх перемішування.
 2. Подрібнення і класифікація сировини, її збагачення.
 3. Вибір оптимального виду сировини, розрахунок складу шихти, подрібнення.
 4. Видалення шкідливих домішок, коректування хімічного складу, гомогенізація.
6. Які матеріали називають опоряджувальними?



1. Це матеріали, що використовуються для створення комфортних умов проживання та забезпечення санітарно-гігієнічних норм.
 2. Це матеріали, що використовуються для підтримання необхідного санітарного стану в приміщеннях та забезпечують захист конструкцій.
 3. Матеріали, що використовуються зовнішнього опорядження будівель і споруд при забезпеченні їх архітектурної виразності.
 4. Це матеріали, що характеризуються естетичними властивостями та виконують декоративну і конструкційну функції.
-
7. Як поділяються опоряджувальні матеріали залежно від умов експлуатації?
 1. Власне опоряджувальні, конструкційно-опоряджувальні, спеціальні опоряджувальні.
 2. Неорганічні, органічні, органо-мінеральні.
 3. Матеріали для зовнішнього опорядження, внутрішнього опорядження, для підлог.
 4. Природні (камінь, подрібнений матеріал) і штучні (кераміка, розчини, бетони).
 8. Які матеріали відносять до конструкційно-опоряджувальних?
 1. Матеріали, що мають специфічні декоративні властивості і служать для опорядження будівельних конструкцій.
 2. Матеріали, що крім опорядження можуть служити для захисту людей і конструкцій будинків від дії агресивних середовищ, високих температур, шуму.
 3. Матеріали для зовнішнього опорядження, внутрішнього опорядження, для підлог.



4. Матеріали, що служать для опорядження будівель та можуть виконувати функції стінової конструкції

9. Які матеріали належать до власне опоряджувальних?

1. Матеріали, що служать для опорядження будівель та можуть виконувати функції стінової конструкції.
2. Матеріали, що використовуються для створення декоративних покриттів.
3. Матеріали, що мають специфічні декоративні властивості і служать для опорядження будівельних конструкцій.
4. Матеріали для зовнішнього опорядження, внутрішнього опорядження, для підлог.

10. Що відносять до функціональних властивостей конструкційно-опоряджувальних матеріалів?

1. Міцність, водопоглинання, пористість, адгезія, тріщиностійкість, деформативність.
2. Фактура, текстура, водостійкість, світлостійкість, вогнестійкість, атмосферостійкість.
3. Колір, міцність зчеплення з основою, морозостійкість, тріщиностійкість.
4. Колір, світлість, кольоростійкість, фактура, текстура, паропроникність, водонепроникність

11. Що є сировиною для виготовлення опоряджувальних матеріалів на основі мінеральних в'язучих?

1. Портландцемент, гіпсові в'язучі, білий пісок, щебінь.
2. Мінеральні в'язучі речовини, декоративні заповнювачі, пігменти.



3. Мінеральні наповнювачі, полімерні в'язучі, кольорові заповнювачі, хімічні добавки.
 4. Білий портландцемент, вапно, гіпс, фарбники.
12. Що відноситься до опоряджувальних матеріалів на основі мінеральних в'язучих?
1. Декоративні бетони і розчини, сухі будівельні суміші, гіпсокартонні, гіпсоволокнисті листи.
 2. Грунтівки, шпаклівки, фарби, лаки, мастики, МДФ.
 3. Шпалери, лінолеум, лінкруст, синтетичні коврові покриття, підвісні стелі.
 4. Сухі будівельні суміші, полімермінеральні фарби, деревностружкові, деревноволокнисті плити.
13. Наведіть основні види декоративних розчинів?
1. Штучний мармур, клеючі суміші, шпаклювальні склади, мастики.
 2. Звичайні, кольорові, каменевидні, теразитові штукатурки, сухі будівельні суміші.
 3. Фуги, азбестоцемент, лінкруст, теразитові штукатурки, гіпсоволокнисті розчини.
 4. Сухі будівельні суміші, полімермінеральні фарби, поліпшен, віністен.
14. Як поділяються штукатурні розчини залежно від умов роботи і виду в'язучих?
1. Прості, поліпшені, високоякісні, стартові, фінішні
 2. Звичайні, кольорові, каменевидні, теразитові.
 3. Цементні, цементно-вапняні, вапняні, гіпсові, вапняно-гіпсові, глино-вапняні.
 4. Зовнішні, внутрішні, прості, складні.



15. В яких умовах застосовуються цементні штукатурки?

1. При штукатуренні як зовні так і всередині приміщень.
2. При штукатуренні внутрішніх поверхонь, вологість яких не перевищує 60%.
3. При штукатуренні поверхонь, що піддаються регулярному зволоженню.
4. При штукатуренні поверхонь, що не піддаються регулярному зволоженню.

16. В яких умовах застосовуються штукатурки на основі повітряних в'язучих?

1. При штукатуренні як зовні так і всередині приміщень
2. При штукатуренні внутрішніх поверхонь, вологість яких не перевищує 60%
3. При штукатуренні поверхонь, що піддаються регулярному зволоженню
4. При штукатуренні поверхонь, що не піддаються регулярному зволоженню.

17. Назвіть основні види звичайних штукатурок?

1. Стартова, фінішна.
2. Проста, складна, комбінована.
3. Проста, поліпшена, високоякісна.
4. Грунт, набризк, накривальний шар.

18. Назвіть шари, з яких складаються звичайні штукатурки?

1. Стартовий, фінішний.
2. Простий, складний, комбінований.



3. Простий, поліпшений, високоякісний.
4. Грунт, набризк, накривальний шар.

19. Назвіть добавки, що використовуються для підвищення пластичності штукатурних розчинів?

1. Гіперпластифікатори.
2. Пластифікатори, суперпластифікатори.
3. Мікропіноутворювачі.
4. Сповільнювачі твердіння.

20. З яких компонентів складаються теразитові штукатурки?

1. Білий чи кольоровий портландцемент, дрібний пісок, суперпластифікатор.
2. Білий портландцемент, вапно, кварцовий пісок, пігмент, слюда.
3. Білий портландцемент, вапно, декоративний фракціонований заповнювач, пігмент.
4. В'язуче, сповільнювачі твердіння, декоративний заповнювач, пігмент.

21. Що таке сухі будівельні суміші?

1. Це опоряджувальні будівельні розчини різного складу, що виготовляються і висушуються у заводських умовах.
2. Це багатокомпонентні композиції, що виготовляються, в сухому вигляді і замішуються водою тільки безпосередньо перед використанням.
3. Це суміш сухих в'язучих, заповнювачів і хімічних добавок.
4. Це багатокомпонентні композиції, що виготовляються, і замішуються водою тільки безпосередньо на будівельному майданчику.



22. Як поділяються сухі будівельні суміші за призначенням?

1. Прості, поліпшені, високоякісні, стартові, фінішні.
2. Кладочні, облицовальні, фуґи, шпаклівки, штукатурки, герметики.
3. Цементні, цементно-вапняні, вапняні, гіпсові, вапняно-гіпсові, глино-вапняні.
4. Зовнішні, внутрішні, прості, складні.

23. Назвіть технологічні етапи виготовлення сухих будівельних сумішей?

1. Зберігання компонентів, сушіння і фракціонування заповнювачів, змішування, фасування.
2. Зберігання компонентів, фракціонування, сушіння і випал, змішування, пакування.
3. Зберігання компонентів, варіння гіпсу, фракціонування піску, змішування, пакування.
4. Складування, змішування, збагачення, формування, сушіння, пакування.

24. Чим характеризується колір матеріалів?

1. Коефіцієнтом відбивання світла, стійкістю.
2. Тонем, насиченістю, світлістю.
3. Світловим фоном, відтінком, яскравістю.
4. Ступенем відмінності колірного фону від ахроматичного.



7. ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК

Аерування – процес утворення пористої структури матеріалу, котрий полягає у перемішуванні розчину в присутності піноутворювача з одночасним нагнітанням стисненого повітря.

Активатори – речовини, які вводять в композиційні матеріали з метою модифікування властивостей деякого компонента

Антисептики – речовини, які вводять до складу матеріалів з метою підвищення біостійкості (фтористий натрій, кремнефтористий амоній)

Арболіт – різновид легкого бетону, з використанням у якості крупного легкого заповнювача подрібнені відходи деревини.

Вагранка – вертикальна піч для отримання силікатних чи металевих розплавів. Використовується при виробництві мінеральної вати.

Ватержакет – порожній кожух навколо зони плавлення ваграночної печі, в який подається вода для охолодження.

Вермикуліт – гірська порода з класу гідролітів, яка містить 8...20% хімічно зв'язаної води і здатна до спучення при високотемпературній обробці. Використовується для отримання теплоізоляційних матеріалів.

Водонепроникність – здатність матеріалів не пропускати воду під тиском. Характеризується коефіцієнтом фільтрації. Для матеріалів зовнішнього опорядження водонепроникність регламентується як допустима глибина проникнення косого дощу.

Водоутримуючі добавки – хімічні добавки-модифікатори до сухих будівельних сумішей та розчинів, що підвищують здатність розчину утримувати воду і не віддавати при нанесенні на пористу основу. Підвищують життєздатність розчину. Здебільшого використовуються ефіри целюлози.

В'язкість – показник, що виражається опором взаємному переміщенню шарів рідини за рахунок внутрішньомолекулярного тертя.

Газоутворення – спосіб отримання пористої структури матеріалів, що полягає у виділенні газоподібних продуктів у повному об'ємі матеріалу, який перебуває в пластично-в'язкому (у тому числі і піропластичному) стані.



Гідромаса – суспензія волокнистого матеріалу у воді (чи розчині зв'язуючого) концентрацією 10...30%, що використовується при мокрому способі формування мінераловатних плит.

Гідротермальна обробка – процес проварювання чи пропарювання деревної сировини, з метою ослабити зв'язки між окремими волокнами. Застосовується в технології виробництва деревно-стружкових плит та фанери.

Гіпсоволокнисті листи – опоряджувальні гіпсові плити армовані паперовими волокнами (макулатура).

Гіпсокартонні листи – гіпсове осердя, всі площини якого, крім торцевих ребер, під час виготовлення облицьовують картоном. призначені для облицювання різних поверхонь замість звичайної „мокрої“ штукатурки.

Декоративні бетони – композиційний матеріал, що включає білий чи звичайний портландцемент, пігменти, декоративні заповнювачі (кварцовий пісок, крихта (мрамурова, гранітна тощо)). Поверхні бетону надається певна декоративна фактура (шліфована, бугриста, „скеля“).

ДВП – деревно-волокнисті плити, опоряджувальний і теплоізоляційний матеріал, що отримується гарячим пресуванням деревних волокон без зв'язуючого чи з ним.

ДСП – деревно-стружкові плити, опоряджувальний і теплоізоляційний матеріал, що отримується гарячим пресуванням деревної стружки з карбамідними чи фенолформальдегідними смолами.

Довгий (короткий) розплав – характер зміни в'язкості силікатного розплаву з підвищенням температури, що залежить від хімічного складу сировинної шихти. Довгі розплави більш технологічні

Емаль – суспензія пігменту або суміші пігментів з наповнювачами у лакові, що утворює після висихання непрозору блискучу плівку.

Ізоплен – рулонний матеріал, який виготовляють промазуванням сумішшю з полівінілхлориду, пластифікаторів, наповнювачів, пігментів і різних добавок паперової підоснови.

Каменевидні штукатурки – один із видів декоративних штукатурок, що використовуються для опорядження фасадів і цоколів будівель імітуючи природний камінь (пісковик, граніт).

Карбамідна (карбамідформальдегідна) смола – синтетичні клеюча речовина продукт поліконденсації карбаміду з формальдегідом.



Твердіє при температурі 130...140 °С в присутності каталізаторів (Хлорид амонію, Сульфат амонію). Використовується в технології виробництва деревинних та мінераловатних плит.

Колір (колірний фон) – показник, що визначається довжиною хвилі відбитого світлового променя, характеризується також насиченістю і світлістю.

Корольки – частинки силікатного розплаву при виробництві мінеральної вати більш 0,25 мм, являють собою невитягнуті у волокна згустки. Викликають підвищення теплопровідності мінеральної вати.

Лінкруст – рулонний матеріал з рельєфним малюнком, який складається із суміші синтетичних полімерів і наповнювачів

Мастики – пластично-в'язкий гідроізоляційний матеріал, що складається з бігумного чи гумо-бігучого зв'язуючого з наповнювачем. Використовується для приклеювання рулонних матеріалів та для влаштування штукатурної гідроізоляції.

Модуль в'язкості – показник, що виражає вплив хімічного складу силікатної маси на в'язкість розплаву.

Модуль кислотності – показник, що виражає вплив хімічного складу силікатної маси на довговічність мінеральної вати.

Наповнювачі – компоненти різних видів композиційних матеріалів, що знижують витрату в'язучого, покращують деякі властивості матеріалу (деформативність, теплостійкість, міцність тощо).

Отверджувачі (каталізатори) – речовини, що підвищують швидкість твердіння синтетичних полімерів (хлорид амонію, сульфат амонію, сульфат алюмінію та інші)

ПАР – поверхнево-активні речовини. Хімічні речовини переважно органічні, котрі змінюють поверхневий натяг, адсорбуючись на поверхні розділу фаз. Використовуються як добавки, що регулюють властивості рідких сумішей (розчинів, бетонних сумішей, сировинних мас тощо)



8. МЕТОДИ ТА ФОРМИ КОНТРОЛЮ

1. Введена кредитно-модульна система організації навчального процесу із 100-бальною шкалою оцінювання знань студентів.
2. Контроль лабораторного практикуму належить до складання окремих тем змістових модулів.
3. Складання змістових модулів включає: захист лабораторних робіт, поточний контроль з тем змістових модулів. Студенти виконують протягом семестру 2 модульних письмових контрольних завдання.
4. *Поточний контроль* знань передбачає оцінку систематичності (в тому числі відвідування занять) та активності роботи на лабораторних та практичних заняттях, а також тестування за змістовими модулями
5. *Підсумковий контроль* передбачає іспит з виконанням „Комплекту контрольних завдань“.

Розподіл балів, що присвоюються студентам

Шкала оцінювання в КМСОНП ECTS:

- 90....100 балів – відмінно (A);
- 82...89 балів – дуже добре (B);
- 74...81 балів – добре (C);
- 64...73 балів – задовільно (D);
- 60...63 балів – достатньо (DE);
- 35...59 балів – незадовільно (FX);
- 1...34 балів – незадовільно (F).

Розподіл балів за змістовими модулями, темами та формами навчальної діяльності наведено в табл. 8.1.

9. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

9.1. Методичні вказівки

1. Методичні вказівки до виконання лабораторно-практичних робіт з дисципліни „Технологія опоряджувальних та теплоізоляційних матеріалів“ (розділ „Теплоізоляційні матеріали“) для студентів спеціальності 7.092104 „Технологія будівельних конструкцій,

виробів та матеріалів“ для денної та заочної форм навчання/ Тімофєєва Л.В. - Рівне: УДАВГ, (059-76).

2. Методичні вказівки до виконання лабораторно-практичних робіт з дисципліни „Технологія опоряджувальних та теплоізоляційних матеріалів“ (розділ „Опоряджувальні матеріали“) для студентів спеціальності 7.092104 „Технологія будівельних конструкцій, виробів та матеріалів“ для денної та заочної форм навчання / Тімофєєва Л.В. - Рівне: УДАВГ, (059-77).

3. Методичні вказівки до вивчення розділу „Гідроізоляційні матеріали“ дисципліни „ТОТ і ГМ“ для студентів спеціальності 7.092104 для денної та заочної форм навчання / Тімофєєва Л.В. - Рівне: УДАВГ, 1997 (059-100)

Таблица 9.1

Модуль 1									Сума
Зм.м.1	Зм.м.2		Зм.м.3		Зм.м.4		Зм.м.5		Тест. контр. №1
	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	
1	1	6	5	2	0,5	0,5	4	2	
									30
Модуль 2									Сума
Зм.м.1	Зм.м.2		Зм.м.3		Зм.м.4		Зм.м.5		Тест. контр. №2
	T1	T2	T1	T2	T1	T2			
0,5	5	5	0,5	2	0,5	4	5	7,5	
									30
Іспит									40
Всього (підсумковий контроль - іспит)									100

9.2. Рекомендована література

1. Горлов Ю.П. Технология теплоизоляционных и акустических материалов и изделий, - К.: Высшая школа, 1989.



2. Горяйнов К.З., Дубенецкий К.Н. и др. Технология минеральных теплоизоляционных материалов и легких бетонов. - М.: Стройиздат, 1976.
3. Дворкін Л.Й. Опоряджувальні матеріали та вироби. Довідник. - К.; Вища школа, 1993.
4. Дворкин Л.Й., Пашков И.А. Строительные материалы из отходов промышленности. - К.: Вища школа, 1989.
5. Инструкция по изготовлению изделий из ячеистого бетона: СН 277-80. -М.: СИ., 1981.
6. Инструкция по проектированию, изготовлению и применению конструкций из арболита: СН 549-82. - М.: СИ., 1983.
7. Наназашвили Н.Х. Строительные материалы из древесно-цементной композиции, -Л.: Стройиздат, 1990.
8. Наназашвили Н.Х, Строительные материалы, изделия и конструкции: Справочник. -М.: Высшая школа, 1990.
9. Нові в'язучі матеріали на основі активованих кристалічних речовин (Монографія). - Рівне, РДТУ, 2000. - 178с.
10. Рунова Р.Ф. Технология отделочных материалов. - К.: Вища школа, 1989.
11. Рыбьев И.А. Технология гидроизоляционных материалов. - М.; Высшая школа, 1991.
12. Справочник по производству теплоизоляционных и акустических материалов /под редакцией В.А.Китайцева/. - М.: СИ., 1964.
13. Строительные материалы: Справочник /А.С.Болдырев, П.П.Золотов, А.Н.Люсов и др.; Под ред. А.С.Болдырева, П.П.Золотова/. - М.: Стройиздат., 1989.
14. Строительные машины, том 2. Оборудование для производства строительных материалов и изделий /Под редакцией М.Н. Горбовца/. -М.: Машиностроение, 1991.
15. Сухарев М.Ф., Майзель И. Л., Сандлер В. Г. Технология теплоизоляционных материалов. - М.: Высшая школа, 1981.
16. Р.Ф. Рунова, Л.О. Шейніч, О.Г. Гелевера, В.І. Гоц. Основи виробництва стінових та оздоблювальних матеріалів. Підручник.- К.КНУБА, 2001.- 354 с.
17. Журнал „Будівництво України“.
18. Журнал „Будівельні матеріали і вироби“.



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Навчально-методичне видання

Дворкін Леонід Йосипович, Житковський Вадим Володимирович

ТЕХНОЛОГІЯ ОПОРЯДЖУВАЛЬНИХ, ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ ТА ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Навчальний посібник



Друкується в авторській редакції

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Підписано до друку _____ 2010 р. Формат 60×84 1/16.
Папір друкарський №1. Гарнітура Таймс. Умов друк арк. ____
Наклад _____ примірників.
Зам. _____

*Редакційно-видавничий центр
Національного університету водного господарства та природоко-
ристування*

33000, м. Рівне, вул. Соборна, 11.