



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ,
МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ**

**ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ**

Напрямок підготовки 6.060101

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
„ТЕХНОЛОГІЯ ІЗОЛЯЦІЙНИХ ТА ПОКРІВЕЛЬНИХ
МАТЕРІАЛІВ І ВИРОБІВ”**

Харків 2011

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

**ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ**

Напрямок підготовки 6.060101

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
„ТЕХНОЛОГІЯ ІЗОЛЯЦІЙНИХ ТА ПОКРІВЕЛЬНИХ
МАТЕРІАЛІВ І ВИРОБІВ”**

Затверджено на засіданні кафедри
фізико-хімічної механіки та технології
будівельних матеріалів і виробів.
Протокол № 13 від 12.04.2011 р.

Харків 2011

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни „Технологія ізоляційних та покрівельних матеріалів і виробів” для студентів спеціальності 6.060101 – „Технології будівельних конструкцій, виробів і матеріалів” / Укладачі: О.В. Макаренко, Л.О. Першина, С.С. Шкарупа. – Харків: ХДТУБА, 2011. – 48 с.

Рецензент О.В. Вішев

Кафедра фізико-хімічної механіки та технології будівельних матеріалів і виробів

ВСТУП

Розвиток цивільного і промислового будівництва на сучасному етапі пов'язаний з широким застосуванням ізоляційних матеріалів і виробів, які забезпечують тепло-, звуко- і гідроізоляцію конструкцій, будівель і споруд, приміщень, промислових агрегатів тощо.

Теплоізоляційні матеріали – це різновид будівельних матеріалів, які характеризуються високопористою або волокнисто-пустотною структурою і низькою теплопровідністю. Функціональне призначення теплоізоляційних матеріалів – забезпечення теплової ізоляції будівель, споруд, окремих приміщень, технологічної апаратури, теплового і холодильного обладнання, трубопроводів.

Застосування теплоізоляційних матеріалів дозволяє знизити матеріалоемність будівництва, вартість будівельних конструкцій і споруд, скоротити витрати палива на обігрівання будівель в прохолодний період та забезпечити їхній захист від природного атмосферного або виробничого технологічного перегріву.

У розвитку виробництва теплоізоляційних матеріалів і виробів мають переважати тенденції зниження показників густини матеріалів і виробів, формування ефективної пористої або волокнисто-пустотної структури, підвищення технологічності випуску виробів повної заводської готовності з мінімальними матеріальними й енергетичними витратами.

До найбільш поширених теплоізоляційних матеріалів і виробів належать мінеральна вата і вироби на її основі, зернові природні або штучні високопористі матеріали, легкі бетони пористої структури, керамічні матеріали і вироби.

Практичне заняття №1
МІНЕРАЛЬНА ВАТА. ВИБІР ВАРІАНТА ЗАВДАННЯ
ТА ХАРАКТЕРИСТИК ВИХІДНИХ КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ ПІДБОРУ
СКЛАДУ ШИХТИ

Мета – ознайомитися з характеристикою мінеральної вати та навчитися обирати її компоненти для подальшого підбору складу шихти.

1.1 Загальні положення

Мінеральна вата – рихло-волокнистий матеріал, який складається з тонких (1...15 мкм) волокон склоподібної структури. Технічні вимоги щодо мінеральної вати наведені в ДСТУ Б В.2.7-94-2000 (ГОСТ 4640-93). Основні показники якості мінеральної вати – це діаметр і довжина волокон, марка за середньою густиною, вміст неволокнистих включень („корольків”), вологість, водопоглинання, теплопровідність, температуростійкість тощо.

Сировинні матеріали для мінераловатного виробництва достатньо різноманітні. Для виготовлення мінеральної вати застосовують металургійні шлаки, промислові відходи, попутні продукти силікатних виробництв, гірські породи. До сировини для виробництва мінеральної вати ставлять такі вимоги: вона повинна мати певний хімічний склад, який забезпечує стійкість волокна проти дії експлуатаційних чинників (вологи, температури); невисоку температуру отримання розплаву, досягну в плавильних агрегатах, які застосовуються для цих цілей; утворювати силікатні розплави з необхідними для волокноутворення реологічними показниками; бути поширеною і не вимагати складної попередньої підготовки.

Вищенаведені вимоги забезпечуються складанням відповідної суміші (шихти), яка містить два або більше компонентів. Лише деякі види природної сировини можуть бути використані для отримання мінеральної вати без підшихтовування, тобто зміни хімічного і мінерального складу.

Доменні шлаки є одним з основних видів сировини для виробництва мінеральної вати. Вони являють собою високотемпературні розплави або продукти їхнього охолодження у вигляді каменю, в якому кристалізуються силікати і алюмосилікати. Залежно від вмісту оксидів SiO_2 , Al_2O_3 , CaO і MgO , загальна кількість яких складає 92...98 % за масою, шлаки підрозділяються на:

- основні (якщо модуль основності $M_0 = \frac{CaO + MgO}{SiO_2 + Al_2O_3} > 1$);
- кислі ($M_0 < 1$);

- нейтральні ($M_0 = 1$).

У складі доменних шлаків містяться шість основних оксидів, вміст яких (у відсотках за масою) такий:

SiO_2	–	35...40;	Al_2O_3	–	10...15;	CaO	–	35...45;
MgO	–	5...10;	$Fe_2O_3 + Fe$	–	0,5...2,0.			

Для отримання мінеральної вати використовують також вагранкові шлаки. Їх можна застосовувати не лише як компонент шихти для підкислювання доменних шлаків, а й як основну сировину. Вміст оксидів (у відсотках за масою) в цих шлаках такий:

SiO_2	–	40...49;	Al_2O_3	–	17...19;	CaO	–	19...32;
MgO	–	3...4;	Fe_2O_3	–	3...5.			

Мартенівські шлаки за хімічним складом є основними. Загальний вміст у них SiO_2 і Al_2O_3 не перевищує 40 %. Крім того, в їхньому складі зазвичай міститься до 20 % оксидів заліза і марганцю. Вони можуть бути використані як добавка до доменних шлаків або гірських порід з метою зниження в'язкості розплаву.

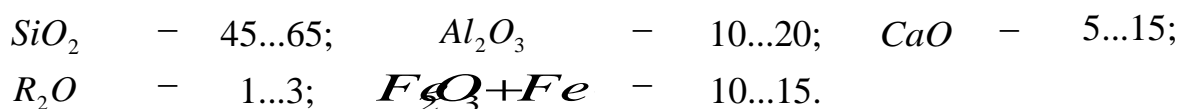
Металургійні шлаки використовують як в охолодженому стані (відвальні шлаки), так і в вогнянорідкому. В останньому випадку істотно знижуються витрати палива на виробництво мінеральної вати, але суттєві труднощі коригування складу вогняно-рідких шлаків стримують розвиток даного напрямку їхньої переробки.

Зола теплових електростанцій – вид сировини, яка характеризується несталістю хімічного складу, залежного від виду спалюваного вугілля. Проте проведені дослідження показали можливість її переробки на мінеральну вату з приготуванням силікатного розплаву в електропечах.

Відходи керамічного і силікатного виробництв є одним з компонентів для регулювання хімічного складу шихти, в якій за основний компонент застосовуються металургійні шлаки.

Гірські породи можуть застосовуватися як однокомпонентна сировина або як компонент шихти. Для виробництва мінеральної вати придатні вивержені породи габбро-базальтової групи і подібні їм за хімічним складом метаморфічні гірські породи, а також карбонатні.

Вміст оксидів у складі вивержених гірських порід, які використовуються для виробництва мінеральної вати (у відсотках за масою), такий:



Технологія мінеральної вати містить у собі такі етапи: підготовка сировини, плавлення сировини і отримання силікатного розплаву, переробка розплаву на волокно, виготовлення виробів на основі мінеральної вати. Для отримання силікатного розплаву застосовують такі теплові агрегати і печі: вагранки, шахтні плавильні, ванні, шахтно-ванні, шлакоприймачі, електродугові, циклонні, конверторні. Переробку силікатного розплаву на мінеральне волокно виконують за дуттєвим, відцентровим та комбінованим способами. Загальна технологічна схема виробництва мінеральної вати подана на рис. 1.1.

Вихідними даними для розрахунку складу шихти у виробництві мінеральної вати є хімічні склади сировинних матеріалів і заданий (розрахунковий) модуль кислотності мінеральної вати, який обумовлюється призначенням мінеральної вати для виробу, умовами її експлуатації у виробі або конструкції і способом переробки силікатного розплаву на мінеральне волокно.

Вихідні дані для розрахунку складу шихти мінеральної вати кожен студент отримує згідно з індивідуальним завданням. Варіант індивідуального завдання для кожного студента визначається за двома цифрами.

Перша цифра в варіанті завдання відповідає останній цифрі номера індивідуального плану (залікової книжки) студента. За цією цифрою з табл. 1.1 визначають розрахунковий модуль кислотності мінеральної вати, найменування основного (першого) компонента шихти – шлаку, показники його хімічного складу, модулі основності та кислотності шлаку.

Друга цифра в варіанті завдання відповідає останній цифрі номера студента в журналі академічної групи (відомості деканату). За цією цифрою з табл. 1.2 визначають найменування додаткового компонента – коригуючої добавки, показники її хімічного складу та модулів основності і кислотності.

Наприклад, номер залікової книжки студента 2006-031 (остання цифра 1), а за списком відомості деканату або журналу академічної групи номер 12 (остання цифра 2). За табл. 1.1 у рядку з цифрою 1 отримують завдання для розрахунку складу шихти з модулем кислотності 1,40 на основі доменного шлаку металургійного заводу м. Макіївка. За табл. 1.2 у рядку з цифрою 2 знаходять коригуючий компонент – бій керамічної цегли. За табл. 1.3 визначають показники середньої густини (γ_c , г/см³), насипної густини

(γ_n , г/см³) та вологості (W , %) компонентів шихти – доменного шлаку та бою керамічної цегли.

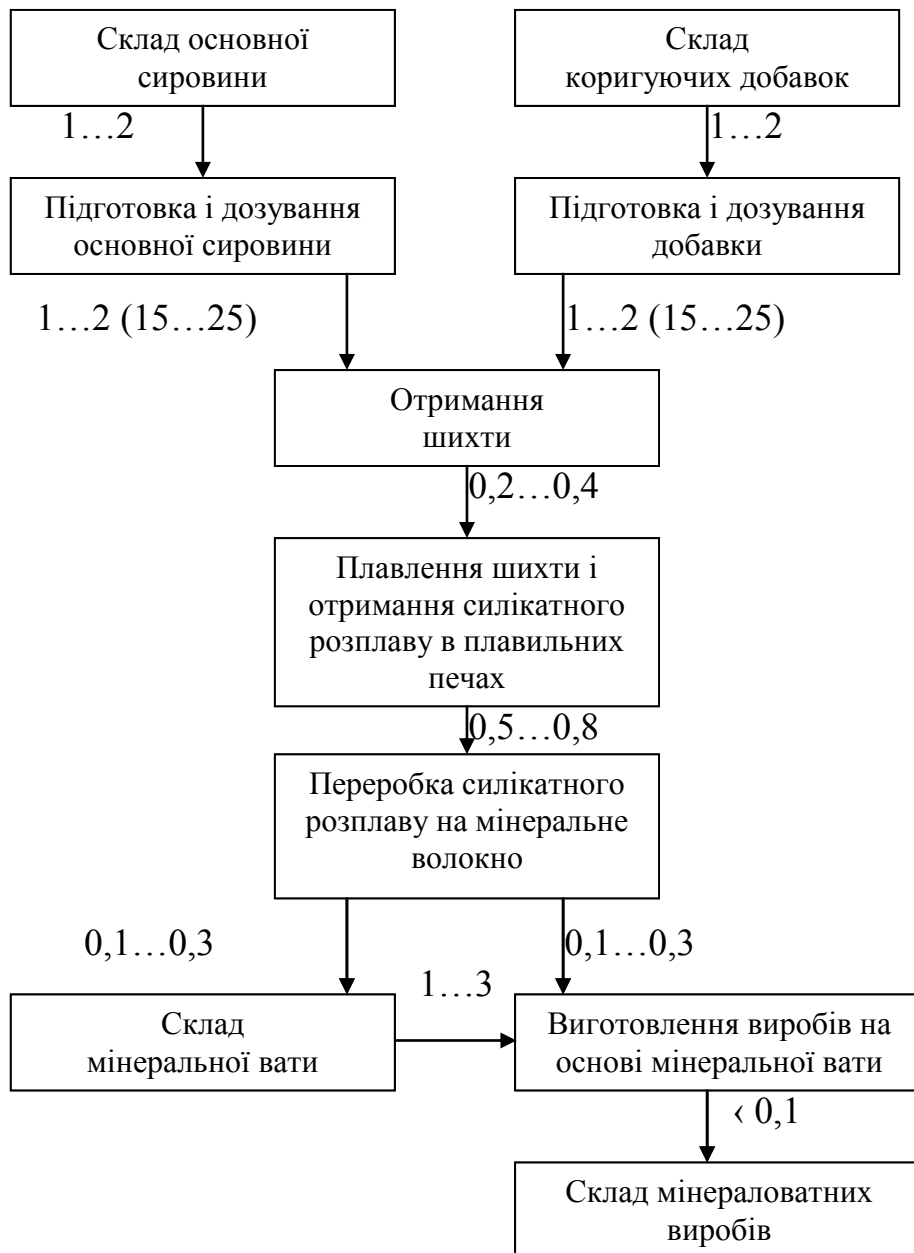


Рисунок 1.1 – Загальна технологічна схема виробництва мінеральної вати й усереднені підсумкові виробничі та технологічні втрати в масових відсотках

Таблиця 1.1 – Хімічний склад основного (першого) компонента шихти для виробництва мінеральної вати

Номер варіанта за заліковою книжкою	Розрахунковий модуль кислотності мінеральної вати, M_k	Найменування шлаку	Вміст основних оксидів, відсотків за масою				Модуль основності шлаку, M_o	Модуль кислотності шлаку, M_k
			SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO		
1	1,40	Доменний шлак, м. Макіївка	41,20	3,80	48,20	2,60	1,13	0,88
2	1,45	Мартенівський шлак, м. Запоріжжя	23,30	3,90	44,00	12,00	2,06	0,49
3	1,50	Доменний шлак, м. Маріуполь, „Азовсталь”	33,50	7,30	26,30	8,40	0,85	1,18
4	1,55	Мартенівський шлак, м. Дніпропетровськ	18,70	11,30	37,10	15,60	1,75	0,57
5	1,60	Доменний шлак, м. Кривий Ріг	38,20	15,10	43,30	8,10	0,96	1,04
6	1,40	Ферохромовий шлак, м. Нікополь	27,40	7,20	51,30	9,30	1,75	0,57
7	1,45	Доменний шлак, м. Запоріжжя	29,60	15,90	34,90	9,20	0,96	1,04
8	1,50	Ферохромовий шлак, м. Дніпропетровськ	25,90	7,00	52,10	9,20	1,86	0,54
9	1,55	Доменний шлак, м. Дніпродзержинськ	38,30	16,60	33,20	6,90	0,73	1,34
0	1,60	Доменний шлак, м. Маріуполь	37,30	15,80	33,90	8,60	0,80	1,25

Таблиця 1.2 – Хімічний склад додаткового коригуючого компонента шихти для виробництва мінеральної вати

Номер варіанта за відомістю деканату	Найменування коригуючої добавки	Вміст основних оксидів, відсотків за масою				Модуль основності добавки, M_o	Модуль кислотності добавки, M_k
		SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO		
1	Глинистий сланець	53,80	18,80	2,30	4,80	0,10	10,23
2	Бій керамічної цегли	71,70	16,20	2,20	1,90	0,05	21,44
3	Сланець хлоритовий	50,10	14,80	9,20	6,40	0,24	4,16
4	Бій керамічної цегли	65,60	14,60	6,20	2,30	0,11	9,44
5	Бій силікатної цегли	84,90	1,40	5,50	0,60	0,07	14,15
6	Граніт	70,30	13,10	2,20	1,00	0,04	26,06
7	Цегляна глина	76,40	8,40	2,10	1,10	0,04	25,70
8	Базальт	51,20	13,70	9,20	6,10	0,24	4,24
9	Габбро	46,80	17,00	10,10	6,30	0,26	3,89
0	Діабаз	47,20	14,10	10,60	6,10	0,27	3,67

Таблиця 1.3 – Характеристика компонентів шихти для виробництва мінеральної вати

№ з/п	Найменування компонента	Значення показників у межах			
		Вологість, W , відсотків за масою	Істинна густина, γ_i , г/см ³	Середня густина, γ_c , г/см ³	Насипна густина, γ_n , т/м ³
1	Доменний шлак	2...16	2,80...2,85	2,00...2,40	1,05...1,25
2	Мартенівський шлак	1...12	2,85...2,90	2,20...2,65	1,10...1,35
3	Ферохромовий шлак	2...12	2,85...2,90	2,20...2,70	1,15...1,45
4	Глинистий сланець	2...6	2,60...2,65	2,50...2,65	1,25...1,35
5	Сланець хлоритовий	1...5	2,60...2,65	2,55...2,65	1,30...1,40
6	Бій керамічної цегли	2...10	2,50...2,55	1,85...2,25	0,95...1,15
7	Бій силікатної цегли	2...6	2,65...2,70	2,35...2,65	1,20...1,40
8	Граніт	1...2	2,80...2,85	2,75...2,85	1,40...1,90
9	Цегляна глина	0...4	2,55...2,60	2,25...2,45	1,15...1,25
10	Базальт	1...2	2,90...2,95	2,85...2,90	1,45...1,50
11	Габбро	1...2	2,80...2,85	2,65...2,75	1,35...1,40
12	Діабаз	1...2	2,85...2,85	2,60...2,75	1,30...1,45

1.2 Порядок виконання

- 1 Ознайомтесь з теоретичними положеннями про мінеральну вату.
- 2 Оберіть варіант завдання та визначте характеристики вихідних компонентів для підбору складу шихти у виробництві мінеральної вати.
- 3 Оформіть звіт про практичну роботу.

1.3 Приклад оформлення вихідних даних для розрахунку складу шихти у виробництві мінеральної вати

Необхідно визначити витрати сировинних матеріалів для отримання 1 т мінеральної вати з сухих матеріалів шихти без втрат та виробничий склад з натуральною вологістю і визначеними виробничими та технологічними втратами інгредієнтів за таких вихідних даних для розрахунку (варіант 1 за табл. 1.1, варіант 2 за табл. 1.2):

- заданий модуль кислотності розплаву – $M_k = 1,40$;
- основна сировина – доменний шлак (м. Макіївка) за вибором студента з табл. 1.3, характеризується такими показниками: істина густина – $2,82 \text{ г/см}^3$; середня густина – $2,20 \text{ г/см}^3$; насипна густина фракції 40...70 мм – $1,25 \text{ т/м}^3$; вологість – 2 %;
- додаткова сировина – бій керамічної цегли за вибором студента з табл. 1.3, характеризується такими показниками: за обґрунтуванням студента істина густина – $2,52 \text{ г/см}^3$; середня густина – $2,05 \text{ г/см}^3$; насипна густина фракції 40...70 мм – $1,05 \text{ т/м}^3$; вологість – 8 %;
- переробка розплаву на волокно здійснюється на багатовалковій центрифугі;
- за визначенням студентом виду виробу, мінеральна вата використовується для виготовлення згідно з ДСТУ Б В.2.7-98-2000 (ГОСТ 21880-4) прошивних матів марки „100” за середньою густиною від 80 до 105 кг/м^3 .

Розрахункові дані сировини за хімічним складом основного і додаткового компонентів зведено в табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Хімічний склад вихідних сировинних компонентів шихти для виробництва мінеральної вати заданої якості (виробництво прошивних матів)

Сировинні компоненти	Вміст оксидів, відсотків за масою				M_o	M_k
	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO		
Доменний шлак (n)	41,20	3,80	48,20	2,60	1,13	0,88
Бій керамічної цегли (m)	71,70	16,20	2,20	1,90	0,05	21,44

Практичне заняття №2

РОЗРАХУНОК СКЛАДУ ШИХТИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА МІНЕРАЛЬНОЇ ВАТИ ЗА МЕТОДОМ ПОСЛІДОВНОГО НАБЛИЖЕННЯ

Мета – ознайомитися з методикою розрахунку складу шихти для виробництва мінеральної вати за методом послідовного наближення, розрахувати склад шихти для виробництва мінеральної вати за методом послідовного наближення, зробити висновки про отримані результати.

2.1 Загальні положення

За методом послідовного наближення розпочинають розрахунок складу шихти для виробництва мінеральної вати з заданими властивостями, виходячи з наявності двох компонентів: основного і коригуючого.

Суть методу полягає у тому, що, задаючись вмістом будь-якого одного оксиду в отримуваній мінеральній ваті з розрахунковим модулем кислотності і знаючи вміст цього оксиду в складі сировинних матеріалів, у порядку певної послідовності знаходять кількість окремих частин шихти. Такою складовою, зазвичай, є один з оксидів, який здебільшого визначає величину модуля кислотності мінеральної вати, найчастіше – це SiO_2 .

Із двох видів сировинних матеріалів, які складають шихту, один вважають основним, а інший – додатковим коригуючим, кількість якого в шихті виражають через X . Далі задаються оптимальним вмістом SiO_2 в розплаві (a), як правило, в першому варіанті розрахунку – 50 %. Знаючи відсотковий вміст SiO_2 в основній (b) і додатковій сировині (c), складають рівняння:

$$a = b + X(c - b)$$

Із даного рівняння визначають вміст у шихті коригуючого компонента в частках одиниці:

$$X = \frac{a - b}{c - b}$$

Обчисливши кількість додаткової сировини X (в частках одиниці), знаходять кількість основної сировини як $(1 - X)$. Потім визначають вміст у відсотках окремих хімічних оксидів у складі шихти за цим співвідношенням основного $(1 - X)$ і коригуючого (X) компонентів. Наприклад, вміст SiO_2 в основному інгредієнті (шлаковому) складатиме n , а в коригуючому (бої керамічної цегли) – m . Тоді вміст SiO_2 у складі шихти можна виразити рівнянням у відсотках за масою: ~~$SiO_2 = (1 - X)n + Xm$~~ .

За такою методикою знаходять вміст інших оксидів, які визначають модуль кислотності, тобто Al_2O_3 , CaO і MgO .

Підставляючи знайдені значення цих оксидів у шихті до формули для визначення модуля кислотності, знаходять його величину і порівнюють з заданим значенням. Якщо розрахунковий модуль кислотності не відрізняється більше ніж на 5% від заданого, то розрахунок складу шихти на цьому закінчують і перераховують вміст компонентів шихти з часток одиниці на відсотки за масою, вносять поправку на вологість матеріалу під час визначення виробничого складу шихти за масою.

Якщо ж обчислений модуль кислотності виходить за межі допустимих значень (5%) незначно в більшу сторону, то задаються іншою, дещо зменшеною величиною вмісту SiO_2 у складі шихти від 50% і, навпаки. Повторюють розрахунок. При надмірно високому значенні в першому розрахунковому модулі кислотності порівняно з заданим для повторного розрахунку приймають значно менший вміст SiO_2 в шихті за 50%, а при значно недостатній величині модуля кислотності відносно заданого приймають вміст SiO_2 у складі шихти значно більшим за 50%. Так послідовно виконується розрахунок з наближенням модуля кислотності шихти до заданого значення з різницею в допустимих межах (5%).

У практичній роботі наводяться послідовні розрахунки: перший з 50% SiO_2 , передостанній і останній обов'язково.

2.2 Порядок виконання

- 1 Ознайомтесь з теоретичними положеннями.
- 2 Розрахуйте склад шихти для виробництва мінеральної вати за методом послідовного наближення згідно з заданим варіантом, користуючись наведеним нижче прикладом.
- 3 Зробіть висновки про отримані результати.
- 4 Оформіть звіт про практичну роботу.

2.3 Приклад розрахунку складу шихти для виробництва мінеральної вати за методом послідовного наближення

Для визначення кількості додаткової сировини (бою керамічної цегли) X приймаємо кількість основної сировини (шлаку) за $Y=1-X$ і задаємося вмістом у розплаві шихти оксиду $SiO_2=50\%$.

Тоді, згідно з даними табл. 1.4, отримуємо:

$$X = \frac{a - Y}{b - Y}$$

де X – кількість бою керамічної цегли, яка додається в шихту, в долях одиниці;

a – заданий вміст SiO_2 у складі шихти, відсотків за масою (в першому варіанті розрахунку студент приймає за 50%);

b – вміст SiO_2 у шлаку, відсотків за масою (з табл. 1.4 – 41,20%);

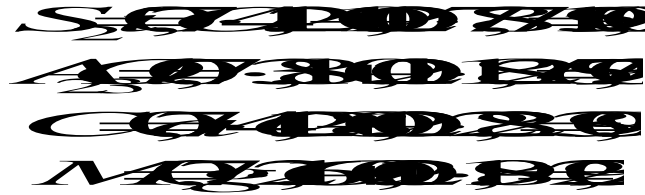
c – вміст SiO_2 у бої керамічної цегли, відсотків за масою (з табл. 1.4 – 71,70%).

За розрахунковим вмістом додаткової сировини $X=0,289$ частин одиниці, вміст у шихті основної сировини (Макіївського доменного шлаку) складе:

$$Y = 1 - X = 0,711$$

Таким чином, одна вагова частина шихти буде складатися з 0,711 вагових частин шлаку і 0,289 вагових частин бою керамічної цегли.

У такій шихті буде міститися оксидів, які потрапляють з основної і додаткової сировини, відсотків за масою:



При такому співвідношенні оксидів у шихті модуль її кислотності складатиме:

$$\frac{50 \cdot 100}{100} = 50$$

Отримане значення модуля кислотності незначно перевищує допустиму норму відхилення (5 %) від заданого за варіантом завдання. За розрахунком відхилення складає:

$$\frac{5440}{140} = 38.86$$

Це свідчить про необхідність незначного зменшення в шихті розрахункового вмісту SiO_2 від 50%.

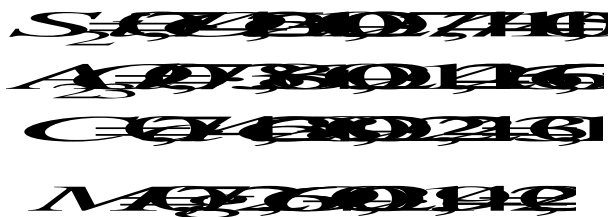
Із метою отримання розрахункового модуля кислотності, наближеного до заданого в межах допустимої норми відхилення (5%), необхідно виконати додатковий розрахунок. Зменшуємо вміст SiO_2 у складі шихти з 50% до 48,52%.

Тоді вміст бою керамічної цегли в шихті складатиме:

$$\frac{48,52 \cdot 100}{100} = 48,52$$

$$100 - 48,52 = 51,48$$

Отже, шихта буде складатися з 76 % шлаку і 24 % цегляного бою. У такій шихті буде міститися оксидів, відсотків за масою:



Модуль кислотності такої шихти складатиме:

$$\frac{459}{314} = 1,46$$

У цьому розрахунковому варіанті відхилення в значеннях заданого і визначеного модулів кислотності складає:

$$\frac{459}{40} = 11,475$$

Висновок. Розбіжність між заданою і визначеною за методом послідовного наближення величинами модуля кислотності шихти не перевищує 5 %. Отже, розрахунковий склад шихти відповідає заданим умовам отримання силікатного розплаву з $M_k = 1,40$ для виробництва мінеральної вати та прошивних матів із неї.

Практичне заняття №3 РОЗРАХУНОК СКЛАДУ ШИХТИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА МІНЕРАЛЬНОЇ ВАТИ ЗА МЕТОДОМ СКЛАДАННЯ І РОЗВ'ЯЗАННЯ СИСТЕМИ АЛГЕБРАЇЧНИХ РІВНЯНЬ

Мета – ознайомитися з методикою розрахунку складу шихти для виробництва мінеральної вати за методом складання і розв'язання системи алгебраїчних рівнянь, розрахувати склад шихти для виробництва мінеральної вати за методом складання і розв'язання системи алгебраїчних рівнянь, зробити висновки про отримані результати.

3.1 Загальні положення

Даний метод розрахунку складу шихти для виробництва мінеральної вати рекомендується як перевірочний і прискорений.

Шихта для виробництва мінеральної вати, зазвичай, складається з двох видів сировини: основної і додаткової. Тому, розраховуючи склад шихти, складають і вирішують систему двох рівнянь з двома невідомими: X і Y , які виражають кількість складових частин шихти, відповідно X – основного, Y – додаткового коригуючого.

Одне з рівнянь має вигляд: $X+Y=1$.

Друге рівняння є вираженням модуля кислотності сировини шихти із внесенням в шихту частки основного компонента X та додаткового Y :

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

де SiO_2' , Al_2O_3' , CaO' , MgO' – вміст відповідних оксидів в основному компоненті шихти, у відсотках за масою (табл. 1.1);

SiO_2'' , Al_2O_3'' , CaO'' , MgO'' – вміст тих самих оксидів у додатковому коригуючому компоненті шихти, у відсотках за масою (табл. 1.4 з табл. 1.2);

M_k – величина розрахункового модуля кислотності згідно з індивідуальним завданням (табл. 1.4 з табл. 1.1).

Розв'язуючи рівняння відносно X або Y , отримують вміст кожного з сировинних компонентів у шихті в частках одиниці, а потім виражають склад шихти за двома компонентами у відсотках за масою. Розбіжність величини модуля кислотності заданого й отриманого за результатами розрахунків не має перевищувати 5%.

Розрахунок розбіжності в показниках модулів кислотності та порівняння відхилення від заданого розрахункового студентом виконується обов'язково. На підставі отриманих результатів наводиться висновок про вміст у відсотках за масою основного і додаткового компонентів шихти.

3.2 Порядок виконання

- 1 Ознайомтесь з теоретичними положеннями.
- 2 Розрахуйте склад шихти для виробництва мінеральної вати за методом складання і розв'язання системи алгебраїчних рівнянь згідно з заданим варіантом, користуючись наведеним нижче прикладом.
- 3 Зробіть висновки про отримані результати.
- 4 Оформіть звіт про практичну роботу.

3.3 Приклад розрахунку складу шихти для виробництва мінеральної вати за методом складання і розв'язання системи алгебраїчних рівнянь

За умовами завдання варіанта 1 (табл. 1.1) та варіанта 2 (табл. 1.2) маємо вихідні дані до розрахунку (див. пункт 1.3, табл. 1.4).

Позначаючи через X вміст у шихті основного компонента (доменного шлаку), а через Y – додаткового коригуючого компонента (бою керамічної цегли), складаємо два рівняння, одне з яких складається відносно заданого M_k (табл.1.1):

$$\begin{cases} X+Y \\ 4,60X+8,90Y \\ 5,80X+41,0 \end{cases} = 4$$

$$\begin{cases} X+Y \\ 4,60X+8,90Y \\ 5,80X+41,0 \end{cases} = 4$$

$$\begin{cases} X+Y \\ 4,60X+8,90Y \\ 5,80X+41,0 \end{cases} = 4$$

Систему рівнянь розв'язуємо за методом вилучення одного невідомого:

$$\begin{cases} X+Y \\ 4,60X+8,90Y \\ 5,80X+41,0 \end{cases} = 4$$

Розв'язуючи рівняння відносно Y , отримуємо його значення, тобто вміст у шихті додаткового компонента (бою керамічної цегли) в долях одиниці:

$$\begin{cases} 4,60X+8,90Y \\ 5,80X+41,0 \end{cases} = 4$$

$$\frac{460,20}{580,60} = 0,7926$$

~~$$\frac{460,20}{580,60} = 0,7926$$

$$\frac{460,20}{580,60} = 0,7926$$

$$\frac{460,20}{580,60} = 0,7926$$~~

$$X = 0,76$$

$$Y = 0,24$$

Тоді вміст у шихті основного компонента (доменного шлаку) складатиме:

~~$$X = 0,76$$~~

Округляючи отримані значення до сотих, отримуємо вміст у шихті в долях одиниці основного компонента: $X = 0,76$ і додаткового: $Y = 0,24$.

Після цього уточнюємо величину модуля кислотності, якою буде характеризуватися розплав, отриманий із шихти розрахованого складу. Для цього множимо кількість оксидів вихідних компонентів шихти (табл. 1.4): основного компонента – на значення X і додаткового коригуючого – на Y . Таким чином, визначаємо кількість відповідних оксидів, які вносяться в розплав шихти шлаком і боєм керамічної цегли.

За результатами розрахунку двома способами складаємо табл. 3.1, виходячи із вмісту в шихті частки доменного шлаку 0,76 і частки бою керамічної цегли 0,24.

Таблиця 3.1 – Вміст оксидів у розплаві при розрахунковому складі шихти, обчисленому за методом складання і розв’язання системи алгебраїчних рівнянь

Сировинні компоненти	Вміст оксидів, відсотків за масою, компонентів, що вносяться частками			
	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO
Доменний шлак (частка 0,76)	31,31	2,89	36,63	1,98
Бій керамічної цегли (частка 0,24)	17,21	3,89	0,53	0,45
Шихта (сумарний внесок)	48,52	6,78	37,16	2,43

Підставляючи значення SiO_2 , Al_2O_3 , CaO і MgO , які містяться в шихті (табл. 3.1), до формули для визначення модуля кислотності, уточнюємо його значення за розрахунком:



Висновок. Розбіжність між заданою розрахунковою і отриманою за розрахунком величинами модуля кислотності складає $\frac{1496}{1400} = 1,07$ і не перевищує 5 %. Отже, розрахунковий склад шихти задовольняє умовам отримання розплаву з модулем кислотності $M_k = 1,40$ при складанні її із 76% доменного шлаку Макіївського металургійного заводу і 24 % бою керамічної цегли.

Практичне заняття №4 РОЗРАХУНОК МАТЕРІАЛЬНОГО БАЛАНСУ У ВИРОБНИЦТВІ МІНЕРАЛЬНОЇ ВАТИ

Мета – ознайомитися з методикою розрахунку матеріального балансу у виробництві мінеральної вати, розрахувати матеріальний баланс у виробництві мінеральної вати, зробити висновки про отримані результати.

4.1 Загальні положення

Розрахунок матеріального балансу здійснюється з урахуванням потужності заводу, цеху або технологічної лінії.

У методичних вказівках наведені приклади для виробництва 1 т мінеральної вати і виробів з неї.

Вихідними даними для розрахунку матеріального балансу для виробництва 1 т мінеральної вати є визначений двома способами склад шихти з основного і додаткового, коригуючого компонентів, обґрунтовані величини вологості, технологічних і виробничих втрат сировинних компонентів шихти.

Спочатку необхідно визначити витрати сировинних компонентів шихти за масою для виробництва, наприклад, 1 т мінеральної вати без урахування вологості, технологічних і виробничих втрат компонентів, основного $m_{осн}$ і додаткового $m_{доп}$, а потім обчислити витрати сировинних компонентів шихти для виробництва 1 т мінеральної вати з урахуванням їх вологості, технологічних і виробничих втрат.

Стан вологості сировини обґрунтовують залежно від виду і властивостей сировини, умов її збереження, вологості навколишнього середовища. На початку виконання практичної роботи студент обґрунтовує показники вологості і наводить їх (див. пункт 1.1) за довідковими даними (табл. 1.3). Визначені показники вологості для обох компонентів шихти включаються в табл. 4.1 для розрахунку матеріального балансу.

Технологічні і виробничі втрати основного та коригуючого компонентів шихти визначають залежно від обраної технологічної схеми виробництва мінеральної вати. Технологічні і виробничі втрати сировини у виробництві мінеральної вати можуть складати від 1 до 35 % (рис. 1.1). Рекомендовані до використання довідкові дані щодо втрат наведено на рис. 1.1.

Розробляється принципова технологічна схема переробки сировини на мінеральну вату та визначений студентом вид виробу з неї з посиланням на діючий стандарт. Наводяться виробничі та технологічні втрати на технологічних зв'язках за схемою, використовуючи приклад (рис. 1.1).

4.2 Порядок виконання

- 1 Ознайомтесь з теоретичними положеннями.
- 2 Обґрунтуйте стан вологості, технологічні і виробничі втрати сировини, користуючись наведеним нижче прикладом.
- 3 Розрахуйте матеріальний баланс у виробництві мінеральної вати згідно з заданим варіантом, користуючись наведеним нижче прикладом.
- 4 Зробіть висновки про отримані результати.
- 5 Оформіть звіт про практичну роботу.

4.3 Приклад обґрунтування стану вологості, технологічних і виробничих втрат сировини

Для обґрунтування стану вологості сировини враховуємо, що задана за варіантом основна сировина (шлак) може характеризуватися більш високою початковою вологістю, ніж додаткова сировина (бій керамічної цегли). Шлак зберігається за умов виробництва, як правило, на відкритому складі, а бій керамічної цегли – на напівзакритому або в бункерах. Відносна вологість повітря складає 45...60%. З урахуванням наведених вище чинників приймаємо величини вологості сировини, виходячи з даних табл. 1.3, за масою: доменний шлак – 8%; бій керамічної цегли – 2%.

Аналіз обраної технологічної схеми виробництва мінеральної вати, розробленої за прикладом на рис. 1.1, свідчить, що сумарні виробничі і технологічні втрати сировини під час транспортування, складування, подрібнення з нефракційного кускового матеріалу, фракціонування до розміру 40...70 мм з відсівом фракції до 40 мм, дозування компонентів шихти, перемішування компонентів шихти, отримання силікатного розплаву в вагранці, переробки силікатного розплаву на волокно на багатовалковій центрифугі, виготовлення прошивних матів марки „100” за густиною, складування готової продукції складають: для доменного шлаку – 28%, для бою керамічної цегли – 20%.

4.4 Приклад складання матеріального балансу за масою для отримання 1 т мінеральної вати

Розрахунок складу шихти за методом складання і розв’язання системи алгебраїчних рівнянь і за методом послідовного наближення дозволив установити, що шихта складеться з 76 % доменного шлаку і 24 % бою керамічної цегли.

Для отримання 1 т мінеральної вати без урахування вологості компонентів шихти, технологічних і виробничих втрат сировинних матеріалів витрати компонентів шихти будуть складати:

- доменного шлаку – $m_{осн} = 100067$ кг;
- бою керамічної цегли – $m_{дод} = 100042$ кг.

Із урахуванням вологості сировинних матеріалів отримуємо такі витрати компонентів шихти на виробництво мінеральної вати і прошивних матів марки „100” за густиною:

- доменного шлаку – 760882 кг;
- бою керамічної цегли – 240224 кг.

Із урахуванням технологічних і виробничих втрат сировинних матеріалів від складу сировини до складу готової продукції (прошивних матів) отримуємо такі витрати компонентів шихти:

- доменного шлаку – 8212810 кг;
- бою керамічної цегли – 2452029 кг.

Отримані результати заносимо в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Витрати сировини для виробництва 1 т мінеральної вати з $M_k = 1,40$ і прошивних матів з неї марки „100”.

Найменування сировинних матеріалів	Витрати сировини без урахування вологості й втрат, кг	Вологість сировини, відсотків	Технологічні і виробничі втрати, відсотків	Виробничі витрати сировини, кг
Доменний шлак	760	8	28	1051
Бій керамічної цегли	240	2	20	294

Висновок. Таким чином, витрати сировини без урахування вологості і втрат для виробництва 1 т мінеральної вати з $M_k = 1,4$ і прошивних матів марки „100” будуть складати: доменного шлаку – 760 кг, бою керамічної цегли – 240 кг, а з урахуванням вологості і втрат: доменного шлаку – 1051 кг, бою керамічної цегли – 294 кг.

Практичне заняття №5

РОЗРАХУНОК СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ ДЛЯ ВИХІДНОЇ СИРОВИНИ ТА ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ У МІНЕРАЛОВАТНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Мета – ознайомитися з методикою розрахунку складських приміщень для вихідної сировини та готової продукції у мінераловатному виробництві; розрахувати складські приміщення для вихідної сировини та готової продукції у мінераловатному виробництві; зробити висновки про отримані результати.

5.1 Загальні положення

Розміщення сировинних компонентів і готової продукції пов'язане з площинами та об'ємами виробничих приміщень. Тому важливо виконувати розрахунок не тільки за масою, а й за об'ємом складських приміщень для розміщення сировини і готової продукції.

Об'єм складу для розміщення сировинних компонентів розраховуємо за довідковими даними табл. 1.3 за їх насипною густиною, m^3 :

- основного компонента – $V_{осн} = \frac{m_{осн}}{\gamma_{н.осн}}$,
- додаткового компонента – $V_{дод} = \frac{m_{дод}}{\gamma_{ндод}}$.

Об'єм одиниці маси розплаву, який отримаємо в плавильному агрегаті (вагранці) з урахуванням внесення в одиницю маси шихти доли основного компонента X і додаткового компонента Y , розраховуємо відповідно до довідкових даних табл. 1.3 за істиною густиною основного і додаткового компонентів, м³:

$$V_{розпл} = \left(\frac{X}{\gamma_{осн}} + \frac{Y}{\gamma_{дод}} \right) \cdot 1 \text{ т}$$

Густина розплаву при цьому буде складати, г/см³:

$$\gamma_{розпл} = \frac{X}{V_{осн}} + \frac{Y}{V_{дод}}$$

Вироблену мінеральну вату і, наприклад, виготовлені прошивні мати з неї марки "100" (за середньою густиною $\gamma_{м.в}^{сер.}$ від 80 до 105 кг/м³) можна розмістити на складі готової продукції за об'ємом, м³:

$$V_{м.в}^{сер.} = \frac{X + Y}{\gamma_{м.в}^{сер.}}$$

Коефіцієнт виходу мінеральної вати за об'ємом (у виробках – прошивних матах марки "100") з одиниці маси шихти складатиме порівняно з об'ємом вихідних компонентів на складі:

$$K_{вих} = \frac{V_{м.в}^{сер.}}{V_{осн} + V_{дод}}$$

Коефіцієнт розпушування розплаву визначається за показниками густини розплаву та середньої густини мінеральної вати (виробу):

$$K_{розп} = \frac{\gamma_{розпл}}{\gamma_{м.в.}^{сер.}}$$

Для розрахунку об'єму складських приміщень для вихідної сировини та розміщення готової продукції використовують наведені вище вказівки і методику розрахунку на одиницю маси продукції. Показники визначають з урахуванням потужності технологічної лінії, цеху або заводу за масою або об'ємом готової продукції.

5.2 Порядок виконання

- 1 Ознайомтесь з теоретичними положеннями.
- 2 Розрахуйте складські приміщення для вихідної сировини та готової продукції у мінераловатному виробництві згідно з заданим варіантом, користуючись наведеним нижче прикладом.
- 3 Зробіть висновки про отримані результати.
- 4 Оформіть звіт про практичну роботу.

5.3 Приклад розрахунку складських приміщень для вихідної сировини та готової продукції у мінераловатному виробництві

У прикладі наведена методика розрахунку об'єму вихідних компонентів – складових шихти для виробництва 1 т мінеральної вати і об'єму готової продукції – прошивних матів марки "100" (середня густина в межах від 80 до 105 кг/м³), виготовлених з 1 т силікатного розплаву.

Для розміщення на складі сировини для виробництва 1 т мінеральної вати необхідні об'єми, виходячи з даних матеріального балансу (табл. 4.1) і вихідних даних (п.1.3), м³:

- для основного компонента (доменного шлаку):

$$V_{осн} = \frac{m_{осн}}{\gamma_{н.осн}} = \frac{0,76}{1,05} = 0,72$$

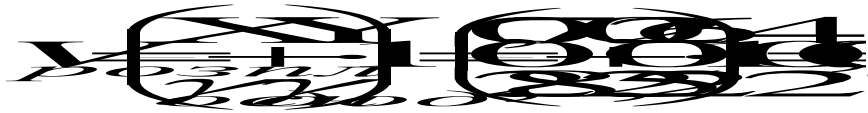
- для додаткового коригуючого компонента (бою керамічної цегли):

$$V_{дод} = \frac{m_{дод}}{\gamma_{н.дод}} = \frac{0,24}{1,05} = 0,23;$$

- сумарний об'єм складу для розміщення компонентів шихти для виробництва 1 т мінеральної вати складає:

$$V_{шихти} = V_{осн} + V_{доод} = 0,61 + 0,23 = 0,84.$$

Із розрахованої кількості компонентів шихти в плавильному агрегаті (вагранці), отримуємо силікатний розплав за об'ємом, м³:



Густина розплаву при цьому буде складати, г/см³:



Для виробленої мінеральної вати і використаної для виготовлення прошивних матів з густиною в рихло-волокнистому стані від 80 до 105 кг/м³ (марки "100") необхідно використати склад у межах, м³:

$$\text{від } V_{м.в}^{\min} = \frac{X + Y}{\gamma_{м.в.}^{сер.}} = \frac{0,76 + 0,24}{0,105} = \frac{1}{0,105} = 9,52$$

$$\text{до } V_{м.в}^{\max} = \frac{X + Y}{\gamma_{м.в.}^{сер.}} = \frac{0,76 + 0,24}{0,08} = \frac{1}{0,08} = 12,5.$$

Для марки "100" середній об'єм складу складає, м³:

$$V_{м.в.}^{сер.} = \frac{X + Y}{\gamma_{м.в.}^{сер.}} = \frac{0,76 + 0,24}{0,1} = \frac{1}{0,1} = 10.$$

Коефіцієнт виходу мінеральної вати з сировини за об'ємом порівняно з об'ємом розплаву складає:

$$K_{вих} = \frac{V_{м.в.}^{сер.}}{V_{осн} + V_{доод}} = \frac{10}{0,61 + 0,23} = \frac{10}{0,84} = 11,9.$$

За даними розрахунку коефіцієнт розпушування розплаву під час виробництва мінеральної вати (виробу) в наведеному прикладі складає:

$$K_{розп} = \frac{\gamma_{розпл}}{\gamma_{м.в.}^{сер.}} = \frac{2,64}{0,10} = 26,4.$$

Висновок. Таким чином, для розміщення компонентів шихти для виробництва 1 т мінеральної вати необхідний склад об'ємом 0,84 м³, а прошивні мати марки "100" за густиною, вироблені із мінеральної вати масою 1 т, розміщуються на складі готової продукції об'ємом 10 м³. Коефіцієнт виходу мінеральної вати з 1 т сировини за об'ємом складає 11,9, а коефіцієнт розпушування – 26,4.

Практична робота №6 РОЗРАХУНОК МАТЕРІАЛЬНОГО БАЛАНСУ ВИРОБНИЦТВА ПЕРЛІТОВОГО ПІСКУ

Мета роботи – ознайомитися з методикою розрахунку матеріального балансу виробництва перлітового піску, розрахувати матеріальний баланс виробництва перлітового піску із заданою продуктивністю, зробити висновки про отримані результати.

6.1 Загальні положення

Матеріальний баланс розраховують з метою визначення кількості сировини, необхідної для забезпечення заданої продуктивності підприємства, а також визначення кількості матеріалу на кожному технологічному переділі для подальших розрахунків потрібного технологічного обладнання, транспорту, складів і бункерів. Матеріальний баланс складають відповідно до заданої продуктивності з урахуванням технологічних втрат на кожному переділі. Технологічні втрати приймають згідно з нормативними і літературними даними або даними діючих підприємств. Матеріальний баланс розраховують у напрямку, протилежному технологічній схемі виробництва.

6.2 Порядок виконання

- 1 Ознайомтесь з методикою розрахунку матеріального балансу виробництва перлітового піску.
- 2 Оберіть завдання в додатку А згідно з індивідуальним варіантом, який визначається за порядковим номером у списку групи.
- 3 Розрахуйте матеріальний баланс виробництва перлітового піску із заданою продуктивністю, користуючись нижченаведеним прикладом. Зробіть висновки про отримані результати.
- 4 Оформіть звіт про практичну роботу.

6.3 Приклад розрахунку матеріального балансу виробництва перлітового піску $M100$, $\Pi=80$ тис. m^3 /рік

1 Кількість перлітового піску на складі готової продукції складає:

$$N_{1 \text{ за масою}} = \frac{N_{\text{за об'ємом}} \cdot \rho_{\text{нпн}}}{1 - 0,01 \cdot X_1},$$

де $N_{\text{за об'ємом}}$ – задана продуктивність, $80000 \text{ м}^3/\text{рік}$;
 $\rho_{\text{нпн}}$ – задана насипна густина перлітового піску, $0,1 \text{ т}/\text{м}^3$;
 X_1 – втрати на складі, 1% .

$$N_{1 \text{ за масою}} = \frac{80000 \cdot 0,1}{1 - 0,01 \cdot 1} = 8081 \text{ т}/\text{рік};$$

$$N_{1 \text{ за об'ємом}} = \frac{N_{\text{за масою}}}{\rho_{\text{нпн}}} = \frac{8081}{0,1} = 80808 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

2 Потрібна річна продуктивність випалювальної вертикальної (шахтної) печі й печі термопідготовки (за виходом перлітового піску):

$$\begin{aligned} N_{21 \text{ за масою}} &= N_{1 \text{ за масою}} = 8081 \text{ т}/\text{рік}; \\ N_{21 \text{ за об'ємом}} &= N_{1 \text{ за об'ємом}} = 80808 \text{ м}^3/\text{рік}. \end{aligned}$$

3 Кількість матеріалу, який надходить у піч термопідготовки:

$$N_{22 \text{ за масою}} = \frac{N_{21 \text{ за масою}}}{(1 - 0,01 \cdot X_{21}) \cdot (1 - 0,01 \cdot X_{22}) \cdot (1 - 0,01 \cdot X_{23})},$$

де X_{21} – механічні втрати під час випалу, 8%;
 X_{22} – втрати під час прожарювання, 6%;
 X_{23} – втрати під час випаровуванні води, 3%.

$$N_{22 \text{ за масою}} = \frac{8081}{(1 - 0,01 \cdot 8) \cdot (1 - 0,01 \cdot 6) \cdot (1 - 0,01 \cdot 3)} = 9633 \text{ т/рік};$$

$$N_{22 \text{ за об'ємом}} = \frac{N_{22 \text{ за масою}}}{\rho_{\text{нпс}}} = \frac{9633}{1,34} = 7189 \text{ м}^3/\text{рік},$$

де $\rho_{\text{нпс}}$ – насипна густина перлітової сировини з $W=3\%$, 1,34 т/м³.

4 Потрібна річна продуктивність сит для фракціонування сировини:

$$N_3 \text{ за масою} = \frac{N_{22 \text{ за масою}}}{1 - 0,01 \cdot X_3} = \frac{9633}{1 - 0,01 \cdot 3} = 9931 \text{ т/рік},$$

де X_3 – втрати під час просіювання, 3%.

$$N_3 \text{ за об'ємом} = \frac{N_3 \text{ за масою}}{\rho_{\text{нпс}}} = \frac{9931}{1,34} = 7411 \text{ м}^3/\text{рік}$$

5 Потрібна річна продуктивність валкової дробарки:

$$N_4 \text{ за масою} = \frac{N_3 \text{ за масою}}{1 - 0,01 \cdot X_4} = \frac{9931}{1 - 0,01 \cdot 0,5} = 9981 \text{ т/рік},$$

де X_4 – втрати під час подрібнення, 0,5%.

$$N_4 \text{ за об'ємом} = \frac{N_4 \text{ за масою}}{\rho_{\text{нпс}}} = \frac{9981}{1,34} = 7448 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

6 Потрібна річна продуктивність щоклової дробарки:

$$N_5 \text{ за масою} = \frac{N_4 \text{ за масою}}{1 - 0,01 \cdot X_5} = \frac{9981}{1 - 0,01 \cdot 0,5} = 10031 \text{ т/рік},$$

де X_5 – втрати під час подрібнення, 0,5%.

$$N_5 \text{ за об'ємом} = \frac{N_5 \text{ за масою}}{\rho_{\text{нпс}}} = \frac{10031}{1,34} = 7486 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

7 Кількість перлітової породи на складі сировини:

$$N_6 \text{ за масою} = \frac{N_5 \text{ за масою}}{1 - 0,01 \cdot X_6} = \frac{10031}{1 - 0,01 \cdot 1} = 10132 \text{ т/рік},$$

де X_6 – втрати на складі, 1%.

$$N_6 \text{ за об'ємом} = \frac{N_6 \text{ за масою}}{\rho_{\text{нпс}}} = \frac{10132}{1,34} = 7562 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

8 Кількість перлітової породи, яка видобувається в кар'єрі:

$$N_7 \text{ за масою} = \frac{N_6 \text{ за масою}}{1 - 0,01 \cdot X_7} = \frac{10132}{1 - 0,01 \cdot 2} = 10339 \text{ т/рік},$$

де X_7 – втрати на складі, 2%.

$$N_7 \text{ за об'ємом} = \frac{N_7 \text{ за масою}}{\rho_{\text{нпс}}} = \frac{10339}{1,34} = 7716 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

9 Витратний коефіцієнт сухої перлітової сировини на 1 м³ перлітового піску:

$$q = \frac{N_7 \text{ за масою} \cdot (1 - 0,01 \cdot W)}{\rho_{\text{нпс}} \cdot N_7 \text{ за об'ємом}},$$

де W – вологість перлітової сировини, 3%;

$\rho_{\text{нпс}}$ – насипна густина сухої перлітової сировини, 1,3 т/м³.

$$q = \frac{10339 \cdot (1 - 0,01 \cdot 3)}{1,3 \cdot 80000} = 0,096.$$

Висновок. Таким чином, для виробництва перлітового піску М100 із заданою продуктивністю 80000 м³/рік (8081 т/рік) необхідно здобути у кар'єрі 7716 м³/рік (10339 т/рік) перлітової породи.

Витратний коефіцієнт сухої перлітової сировини на 1 м³ перлітового піску складає 0,096.

Практична робота №7

РОЗВ'ЯЗАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАДАЧ У ВИРОБНИЦТВІ ІЗОЛЯЦІЙНИХ І ПОКРІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ І ВИРОБІВ

Мета роботи – ознайомитися з прикладами розв'язання технологічних задач у виробництві ізоляційних і покрівельних матеріалів і виробів, розв'язати запропоновані технологічні задачі, зробити висновки про отримані результати.

7.1 Загальні положення

Метою розв'язання технологічних задач у виробництві ізоляційних і покрівельних матеріалів і виробів є визначення й оцінка показників властивостей сировини, технологічних параметрів виробництва, якості готової продукції. Досягнення потрібних властивостей ізоляційних і покрівельних матеріалів і виробів дозволяє забезпечувати їхнє ефективне і довготривале використання у будівництві.

Дані, наведені нижче, дозволяють оцінювати результати розв'язання запропонованих технологічних задач згідно з нормативними вимогами.

Середня густина мінеральної вати залежить від середнього діаметра її волокон, ступеня ущільнення і кількості неволокнистих включень («корольків»). Чим нижча величина середньої густини мінеральної вати, тим кращі її теплоізоляційні властивості. За величиною середньої густини встановлюється марка мінеральної вати. Марка мінеральної вати відповідає її середній густині під навантаженням 0,002 МПа. Передбачено виробництво мінеральної вати марок М35, М50, М75, М100, М125. Згідно з нормативними вимогами для кожної марки мінеральної вати показник середньої густини не має перевищувати, кг/м³:

- М75: 73 – для вищої категорії якості і 75 – для першої категорії якості;
- М100: 97 – для вищої категорії якості і 100 – для першої категорії якості;
- М125: 125 – для першої категорії якості.

Вміст неволокнистих включень („корольків”) для кожної марки мінеральної вати не має перевищувати (у відсотках):

- М75: 10 – для вищої категорії якості і 12 – для першої категорії якості;
- М100: 15 – для вищої категорії якості і 20 – для першої категорії якості;

- М125: 25 – для першої категорії якості.

Важливими показниками якості перлітового піску як зернистого теплоізоляційного матеріалу є показники його густини зерен і насипної густини, пористості і пустотності.

Марка перлітового піску за насипною густиною встановлюється за величиною його насипної густини.

Перлітовий пісок класифікують на такі марки в залежності від насипної густини:

- М 100 – насипна густина до 100 кг/м^3 включно;
- М 150 – насипна густина приблизно $100 - 150 \text{ кг/м}^3$ включно;
- М 200 – насипна густина приблизно $150 - 200 \text{ кг/м}^3$ включно;
- М 250 – насипна густина приблизно $200 - 250 \text{ кг/м}^3$ включно;
- М 300 – насипна густина приблизно $250 - 300 \text{ кг/м}^3$ включно;
- М 350 – насипна густина приблизно $300 - 350 \text{ кг/м}^3$ включно;
- М 400 – насипна густина приблизно $350 - 400 \text{ кг/м}^3$ включно;
- М 450 – насипна густина приблизно $400 - 450 \text{ кг/м}^3$ включно;
- М 500 – насипна густина приблизно $450 - 500 \text{ кг/м}^3$ включно;
- М 600 – насипна густина приблизно $500 - 600 \text{ кг/м}^3$ включно.

Різновиди перлітового піску з густиною зерен до $0,6 \text{ г/см}^3$ і насипною густиною до 400 кг/м^3 , які характеризуються високопористою структурою зерен, використовують як дуже легкі тепло- та звукоізоляційні матеріали.

Для ніздрюватих бетонів найважливішою характеристикою, що визначає їхні властивості і функціональне призначення, є величина середньої густини. Середню густину ніздрюватих бетонів визначають у сухому стані за співвідношенням маси зразка бетону до його об'єму. За величиною середньої густини встановлюють марку ніздрюватого бетону за середньою густиною. Ніздрюваті бетони теплоізоляційного і конструкційно-теплоізоляційного призначення класифікують на такі марки за середньою густиною:

- теплоізоляційні: Д300, Д350, Д400, Д500;
- конструкційно-теплоізоляційні: Д500, Д600, Д700, Д800, Д900.

Важливими показниками якості керамічної черепиці, які обумовлюють її довговічність, є показники водопоглинання і морозостійкості. Водопоглинання керамічної черепиці має знаходитись у межах 6...14%. Морозостійкість керамічної черепиці можна оцінювати експрес-методом за величиною коефіцієнта структурності. Коефіцієнт структурності визначається за співвідношенням водопоглинання керамічних зразків в нормальних умовах до їхнього водопоглинання в умовах кип'ятіння. Керамічний виріб вважається морозостійким, якщо величина коефіцієнта структурності не нижча за 0,85.

7.2 Порядок виконання

1 Ознайомтесь з прикладами розв'язання технологічних задач у виробництві ізоляційних і покрівельних матеріалів і виробів.

2 Оберіть завдання в додатку Б згідно з індивідуальним варіантом, який визначається за порядковим номером у списку групи.

3 Розв'яжіть запропоновані технологічні задачі, користуючись нижченаведеними прикладами у відповідях до задач. Зробіть висновки про отримані результати.

4 Оформіть звіт про практичну роботу.

7.3 Приклади розв'язання технологічних задач

Задача 1

Визначити вміст „корольків” у мінеральній ваті марки М75, якщо маса проби мінеральної вати, взятої для випробувань, – $m=5$ г, маса „корольків” розміром більше 0,25 мм в пробі – $m_1=0,4$ г. Оцінити отримані результати.

Розв'язання

1 Визначаємо вміст „корольків” у мінеральній ваті марки М75, C , %:

$$C = \frac{m}{m_1} \cdot 100,$$

де m – маса проби мінеральної вати, взятої для випробувань, г;
 m_1 – маса „корольків” розміром більше 0,25 мм в пробі, г.

$$C = \frac{m}{m_1} \cdot 100 = \frac{0,4}{5} \cdot 100 = 8.$$

2 Оцінюємо отриманий результат згідно з нормативними вимогами.

У мінеральній ваті марки М75 вміст „корольків” не має перевищувати 12%, отже, вміст „корольків” 8% відповідає нормативним вимогам.

Відповідь. Вміст „корольків” у мінеральній ваті марки М75 складає 8%, що відповідає нормативним вимогам.

Задача 2

Визначити середню густину мінеральної вати, якщо її маса – $m=0,5$ кг, радіус циліндра – $R=0,105$ м, висота стиснутого шару мінеральної вати – $H=0,15$ м, вологість – $W=1\%$. За показником середньої густини визначити марку мінеральної вати.

Розв'язання

1 Визначаємо об'єм ущільненої мінеральної вати, V (м^3):

$$V = \pi \cdot R^2 \cdot H,$$

де π – число Піфагора, дорівнює 3,14;

R – радіус циліндра, м;

H – висота стиснутого шару мінеральної вати, м.

$$V = \pi \cdot R^2 \cdot H = 3,14 \cdot 0,105^2 \cdot 0,15 = 0,00519.$$

2 Визначаємо середню густину мінеральної вати, γ_0 , $\text{кг}/\text{м}^3$:

$$\gamma_0 = \frac{m}{V \cdot (1 + 0,01 \cdot W)},$$

де m – маса мінеральної вати, кг;

V – об'єм ущільненої мінеральної вати, м^3 ;

W – вологість мінеральної вати, %.

$$\gamma_0 = \frac{m}{V \cdot (1 + 0,01 \cdot W)} = \frac{0,5}{0,00519 \cdot (1 + 0,01 \cdot 1)} = 95,38.$$

3 Визначаємо марку мінеральної вати.

Середня густина мінеральної вати $\gamma_0=95,38$ $\text{кг}/\text{м}^3$ знаходиться в інтервалі 76...100 $\text{кг}/\text{м}^3$, що відповідає марці М100.

Відповідь. Середня густина мінеральної вати – $95,38 \text{ кг/м}^3$, марка мінеральної вати – М100.

Задача 3

Визначити пустотність, насипну густина і марку за насипною густиною перлітового піску, якщо маса мірного циліндра ємністю $V=1 \text{ л}$ з піском – $m_1=0,29 \text{ кг}$, а без піску – $m=0,2 \text{ кг}$.

Густина зерен перлітового піску – $\rho_3=0,15 \text{ г/см}^3$.

Розв'язання

1 Визначаємо насипну густина перлітового піску, ρ_n , кг/м^3 :

$$\rho_n = \frac{m_1 - m}{V},$$

де m_1 – маса мірного циліндра з піском, кг ;

m – маса мірного циліндра без піску, кг ;

V – ємність циліндра, м^3 .

$$\rho_n = \frac{m_1 - m}{V} = \frac{0,29 - 0,2}{1 \cdot 10^{-3}} = 90.$$

2 Визначаємо пустотність перлітового піску, $V_{\text{пуст}}$, %:

$$V_{\text{пуст}} = \left(1 - \frac{\rho_n}{1000 \cdot \rho_3}\right) \cdot 100,$$

де ρ_n – насипна густина перлітового піску, г/см^3 ;

ρ_3 – густина зерен перлітового піску, г/см^3 .

$$V_{\text{пуст}} = \left(1 - \frac{\rho_n}{1000 \cdot \rho_3}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{90}{1000 \cdot 0,15}\right) \cdot 100 = 40.$$

3 Визначаємо марку перлітового піску за насипною густиною:

Насипна густина перлітового піску складає 90 кг/м^3 , що відповідає марці М100 (ρ_n до 100 кг/м^3).

Відповідь. Пустотність перлітового піску складає 40%. Насипна густина перлітового піску складає 90 кг/м^3 , марка перлітового піску за насипною густиною – М100.

Задача 4

Визначити середню густина і марку за середньою густиною ніздрюватого бетону, якщо маса його зразка розмірами $15 \times 15 \times 15 \text{ см}$ складає $m=1000 \text{ г}$. Визначити вид ніздрюватого бетону і обґрунтувати область застосування виробів на його основі.

Розв'язання

1 Визначаємо середню густина ніздрюватого бетону, γ_0 , кг/м^3 :

$$\gamma_0 = \frac{m}{V} \cdot 1000,$$

де m – маса зразка, г;
 V – об'єм зразка, м^3 .

$$\gamma_0 = \frac{m}{V} \cdot 1000 = \frac{1000}{15 \cdot 15 \cdot 15} \cdot 1000 = 296 \text{ кг/м}^3.$$

2 Визначаємо марку ніздрюватого бетону за середньою густиною: Середня густина ніздрюватого бетону складає 296 кг/м^3 , що відповідає марці Д300 (γ_0 до 300 кг/м^3).

3 Визначаємо вид ніздрюватого бетону і обґрунтовуємо доцільну область його використання:

Ніздрюватий бетон марки Д300 за середньою густиною належить до групи бетонів теплоізоляційного призначення (марки Д300, Д350, Д400, Д500). Доцільна область використання – теплоізоляційні стінові панелі і блоки.

Відповідь. Середня густина ніздрюватого бетону складає 296 кг/м^3 , марка ніздрюватого бетону за середньою густиною – Д300. Ніздрюватий бетон марки Д300 за середньою густиною належить до групи бетонів теплоізоляційного призначення, які доцільно використовувати для виготовлення теплоізоляційних стінових панелей і блоків.

Задача 5

Визначити показники водопоглинання і морозостійкості (за коефіцієнтом структурності) керамічної черепиці, якщо маса сухого зразка – $m_1=31$ г, маса зразка, насиченого водою в нормальних умовах – $m_2=33$ г, в умовах кип'ятіння – $m_3=33,5$ г. Оцінити отримані показники.

Розв'язання

1 Визначаємо водопоглинання зразка керамічної черепиці в нормальних умовах, W_n , %:

$$W_n = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \cdot 100,$$

де m_1 – маса сухого зразка, г;
 m_2 – маса зразка, насиченого водою в нормальних умовах, г.

$$W_n = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \cdot 100 = \frac{33 - 31}{31} \cdot 100 = 6,5$$

2 Визначаємо водопоглинання зразка керамічної черепиці в умовах кип'ятіння, W_k , %:

$$W_k = \frac{m_3 - m_1}{m_1} \cdot 100,$$

де m_3 – маса зразка в умовах кип'ятіння, г;
 m_1 – маса сухого зразка, г.

$$W_k = \frac{m_3 - m_1}{m_1} \cdot 100 = \frac{33,5 - 31}{31} \cdot 100 = 8,1.$$

3 Визначаємо коефіцієнт структурності, K_c :

$$K_c = \frac{W_n}{W_k},$$

де W_n – водопоглинання зразка керамічної черепиці в нормальних умовах, %;

W_k – водопоглинання зразка керамічної черепиці в умовах кип'ятіння, %.

$$K_c = \frac{W_n}{W_k} = \frac{6,5}{8,1} = 0,80.$$

4 Оцінюємо отримані показники згідно з вимогами.

Водопоглинання керамічної черепиці в нормальних умовах складає 6,5%, що відповідає вимогам (водопоглинання має знаходитись у межах 6...14%). Керамічна черепиця не є морозостійкою, оскільки коефіцієнт структурності є меншим за 0,85.

Відповідь. Водопоглинання керамічної черепиці складає 6,5% в нормальних умовах і 8,1% в умовах кип'ятіння. Коефіцієнт структурності – 0,8. Водопоглинання керамічної черепиці в нормальних умовах відповідає вимогам, але керамічна черепиця не є морозостійкою.

ДОДАТОК А

ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ №6

Номер варіанта	Продуктивність підприємства	Номер варіанта	Продуктивність підприємства	Номер варіанта	Продуктивність підприємства
1	90 тис. м ³ /рік	10	180 тис. м ³ /рік	19	270 тис. м ³ /рік
2	100 тис. м ³ /рік	11	190 тис. м ³ /рік	20	280 тис. м ³ /рік
3	110 тис. м ³ /рік	12	200 тис. м ³ /рік	21	290 тис. м ³ /рік
4	120 тис. м ³ /рік	13	210 тис. м ³ /рік	22	300 тис. м ³ /рік
5	130 тис. м ³ /рік	14	220 тис. м ³ /рік	23	310 тис. м ³ /рік
6	140 тис. м ³ /рік	15	230 тис. м ³ /рік	24	320 тис. м ³ /рік
7	150 тис. м ³ /рік	16	240 тис. м ³ /рік	25	330 тис. м ³ /рік
8	160 тис. м ³ /рік	17	250 тис. м ³ /рік	26	340 тис. м ³ /рік
9	170 тис. м ³ /рік	18	260 тис. м ³ /рік	27	350 тис. м ³ /рік

ДОДАТОК Б

Таблиця Б1 – ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ №7

Номер варіанта	Номери задач	Вихідні дані				
1	2	3				
1	№1	Мінеральна вата марки М75			m=5 г	m ₁ =0,1 г
	№2	m=0,5 кг	R=0,105 м	H=0,12 м	W=0%	
	№3	V=1 л	m ₁ =0,3 кг	m=0,2 кг	ρ ₃ =0,16 г/см ³	
	№4	m=1000 г				
	№5	m ₁ =31 г	m ₂ =33 г	m ₃ =33,5 г		
2	№1	Мінеральна вата марки М75			m=5 г	m ₁ =0,2 г
	№2	m=0,5 кг	R=0,105 м	H=0,125 м	W=1%	
	№3	V=1 л	m ₁ =0,32 кг	m=0,2 кг	ρ ₃ =0,2 г/см ³	
	№4	m=1100 г				
	№5	m ₁ =31 г	m ₂ =33 г	m ₃ =33,8 г		
3	№1	Мінеральна вата марки М75			m=5 г	m ₁ =0,3 г
	№2	m=0,5 кг	R=0,105 м	H=0,13 м	W=2%	
	№3	V=1 л	m ₁ =0,34 кг	m=0,2 кг	ρ ₃ =0,25 г/см ³	
	№4	m=1150 г				
	№5	m ₁ =31 г	m ₂ =33 г	m ₃ =34 г		
4	№1	Мінеральна вата марки М75			m=5 г	m ₁ =0,4 г
	№2	m=0,5 кг	R=0,105 м	H=0,135 м	W=3%	
	№3	V=1 л	m ₁ =0,36 кг	m=0,2 кг	ρ ₃ =0,3 г/см ³	
	№4	m=1200 г				
	№5	m ₁ =31 г	m ₂ =33,5 г	m ₃ =33,8 г		

Продовження таблиці Б1

1	2	3				
5	№1	Мінеральна вата марки М75			m=5 г	m ₁ =0,5 г
	№2	m=0,5 кг	R=0,105 м	H=0,14 м	W=0%	
	№3	V=1 л	m ₁ =0,38 кг	m=0,2 кг	$\rho_3=0,35 \text{ г/см}^3$	
	№4	m=1250 г				
	№5	m ₁ =31 г	m ₂ =33,5 г	m ₃ =34 г		
6	№1	Мінеральна вата марки М75			m=5 г	m ₁ =0,6 г
	№2	m=0,5 кг	R=0,105 м	H=0,145 м	W=1%	
	№3	V=1 л	m ₁ =0,4 кг	m=0,2 кг	$\rho_3=0,37 \text{ г/см}^3$	
	№4	m=1300 г				
	№5	m ₁ =31 г	m ₂ =33,5 г	m ₃ =34,5 г		
7	№1	Мінеральна вата марки М75			m=5 г	m ₁ =0,7 г
	№2	m=0,5 кг	R=0,105 м	H=0,15 м	W=2%	
	№3	V=1 л	m ₁ =0,42 кг	m=0,2 кг	$\rho_3=0,4 \text{ г/см}^3$	
	№4	m=1350 г				
	№5	m ₁ =31 г	m ₂ =34 г	m ₃ =34,5 г		
8	№1	Мінеральна вата марки М75			m=5 г	m ₁ =0,8 г
	№2	m=0,5 кг	R=0,105 м	H=0,155 м	W=3%	
	№3	V=1 л	m ₁ =0,44 кг	m=0,2 кг	$\rho_3=0,45 \text{ г/см}^3$	
	№4	m=1400 г				
	№5	m ₁ =31 г	m ₂ =34 г	m ₃ =34,8 г		
9	№1	Мінеральна вата марки М100			m=5 г	m ₁ =0,4 г
	№2	m=0,5 кг	R=0,105 м	H=0,16 м	W=0%	
	№3	V=1 л	m ₁ =0,46 кг	m=0,2 кг	$\rho_3=0,48 \text{ г/см}^3$	
	№4	m=1450 г				
	№5	m ₁ =31 г	m ₂ =34 г	m ₃ =35 г		

Продовження таблиці Б1

1	2	3				
10	№1	Мінеральна вата марки М100			m=5 г	m ₁ =0,5 г
	№2	m=0,5 кг	R=0,105 м	H=0,165 м	W=1%	
	№3	V=1 л	m ₁ =0,48 кг	m=0,2 кг	ρ ₃ =0,5 г/см ³	
	№4	m=1500 г				
	№5	m ₁ =31 г	m ₂ =34,5 г	m ₃ =34,8 г		
11	№1	Мінеральна вата марки М100			m=5 г	m ₁ =0,6 г
	№2	m=0,5 кг	R=0,105 м	H=0,17 м	W=2%	
	№3	V=1 л	m ₁ =0,5 кг	m=0,2 кг	ρ ₃ =0,53 г/см ³	
	№4	m=1600 г				
	№5	m ₁ =31 г	m ₂ =34,5 г	m ₃ =35 г		
12	№1	Мінеральна вата марки М100			m=5 г	m ₁ =0,7 г
	№2	m=0,5 кг	R=0,105 м	H=0,175 м	W=3%	
	№3	V=1 л	m ₁ =0,52 кг	m=0,2 кг	ρ ₃ =0,55 г/см ³	
	№4	m=1700 г				
	№5	m ₁ =31 г	m ₂ =34,5 г	m ₃ =35,3 г		
13	№1	Мінеральна вата марки М100			m=5 г	m ₁ =0,8 г
	№2	m=0,5 кг	R=0,105 м	H=0,18 м	W=0%.	
	№3	V=1 л	m ₁ =0,54 кг	m=0,2 кг	ρ ₃ =0,57 г/см ³	
	№4	m=1800 г				
	№5	m ₁ =31 г	m ₂ =34,5 г	m ₃ =35,5 г		
14	№1	Мінеральна вата марки М100			m=5 г	m ₁ =0,9 г
	№2	m=0,5 кг	R=0,105 м	H=0,185 м	W=1%	
	№3	V=1 л	m ₁ =0,56 кг	m=0,2 кг	ρ ₃ =0,6 г/см ³	
	№4	m=1900 г				
	№5	m ₁ =31 г	m ₂ =35 г	m ₃ =35,5 г		

Продовження таблиці Б1

1	2	3				
15	№1	Мінеральна вата марки М100			m=5 г	m ₁ =1 г
	№2	m=0,5 кг	R=0,105 м	H=0,19 м	W=2%	
	№3	V=1 л	m ₁ =0,58 кг	m=0,2 кг	$\rho_3=0,63 \text{ г/см}^3$	
	№4	m=2000 г				
	№5	m ₁ =31 г	m ₂ =35 г	m ₃ =35,8 г		
16	№1	Мінеральна вата марки М100			m=5 г	m ₁ =1,1 г
	№2	m=0,5 кг	R=0,105 м	H=0,195 м	W=3%	
	№3	V=1 л	m ₁ =0,6 кг	m=0,2 кг	$\rho_3=0,65 \text{ г/см}^3$	
	№4	m=2100 г				
	№5	m ₁ =31 г	m ₂ =35 г	m ₃ =36 г		
17	№1	Мінеральна вата марки М125			m=5 г	m ₁ =0,7 г
	№2	m=0,5 кг	R=0,105 м	H=0,2 м	W=0%	
	№3	V=1 л	m ₁ =0,62 кг	m=0,2 кг	$\rho_3=0,7 \text{ г/см}^3$	
	№4	m=2200 г				
	№5	m ₁ =31 г	m ₂ =35 г	m ₃ =36,5 г		
18	№1	Мінеральна вата марки М125			m=5 г	m ₁ =0,8 г
	№2	m=0,5 кг	R=0,105 м	H=0,205 м	W=1%	
	№3	V=1 л	m ₁ =0,64 кг	m=0,2 кг	$\rho_3=0,72 \text{ г/см}^3$	
	№4	m=2300 г				
	№5	m ₁ =31 г	m ₂ =35,5 г	m ₃ =36 г		
19	№1	Мінеральна вата марки М125			m=5 г	m ₁ =0,9 г
	№2	m=0,5 кг	R=0,105 м	H=0,21 м	W=2%.	
	№3	V=1 л	m ₁ =0,66 кг	m=0,2 кг	$\rho_3=0,75 \text{ г/см}^3$	
	№4	m=2400 г				
	№5	m ₁ =31 г	m ₂ =35,5 г	m ₃ =36,3 г		

Продовження таблиці Б1

1	2	3				
20	№1	Мінеральна вата марки М125			m=5 г	m ₁ =1 г
	№2	m=0,5 кг	R=0,105 м	H=0,215 м	W=3%	
	№3	V=1 л	m ₁ =0,68 кг	m=0,2 кг	ρ ₃ =0,8 г/см ³	
	№4	m=2500 г				
	№5	m ₁ =31 г	m ₂ =35,5 г	m ₃ =36,5 г		
21	№1	Мінеральна вата марки М125			m=5 г	m ₁ =1,1 г
	№2	m=0,5 кг	R=0,105 м	H=0,22 м	W=0%	
	№3	V=1 л	m ₁ =0,7 кг	m=0,2 кг	ρ ₃ =0,85 г/см ³	
	№4	m=2600 г				
	№5	m ₁ =31 г	m ₂ =35,5 г	m ₃ =37 г		
22	№1	Мінеральна вата марки М125			m=5 г	m ₁ =1,2 г
	№2	m=0,5 кг	R=0,105 м	H=0,225 м	W=1%	
	№3	V=1 л	m ₁ =0,72 кг	m=0,2 кг	ρ ₃ =0,87 г/см ³	
	№4	m=2700 г				
	№5	m ₁ =31 г	m ₂ =36 г	m ₃ =36,5 г		
23	№1	Мінеральна вата марки М125			m=5 г	m ₁ =1,3 г
	№2	m=0,5 кг	R=0,105 м	H=0,23 м	W=2%	
	№3	V=1 л	m ₁ =0,74 кг	m=0,2 кг	ρ ₃ =0,9 г/см ³	
	№4	m=2800 г				
	№5	m ₁ =31 г	m ₂ =36 г	m ₃ =36,8 г		
24	№1	Мінеральна вата марки М125			m=5 г	m ₁ =1,4 г
	№2	m=0,5 кг	R=0,105 м	H=0,235 м	W=3%	
	№3	V=1 л	m ₁ =0,76 кг	m=0,2 кг	ρ ₃ =0,92 г/см ³	
	№4	m=2900 г				
	№5	m ₁ =31 г	m ₂ =36 г	m ₃ =37 г		
25	№1	Мінеральна вата марки М125			m=5 г	m ₁ =1,5 г
	№2	m=0,5 кг	R=0,105 м	H=0,24 м	W=0%	
	№3	V=1 л	m ₁ =0,78 кг	m=0,2 кг	ρ ₃ =0,95 г/см ³	
	№4	m=3000 г				
	№5	m ₁ =31 г	m ₂ =36 г	m ₃ =37,5 г		

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

- 1 Бирюков А.И. Строительные материалы и изделия: Учебное пособие. – Харьков: УкрГАЖТ, 2006. – 372 с.
- 2 Глуховский В.Д., Рунова Р.Ф., Шейнич Л.А., Гелевера А.Г. Основы технологии отделочных, тепло- и гидроизоляционных материалов. – К.: Вища школа, 1986. – 303 с.
- 3 Горлов Ю.П. Технология теплоизоляционных и акустических материалов и изделий. – М.: Высш. шк., 1989. – 383 с.
- 4 Горлов Ю.П., Меркин А.П., Устенко А.А. Технология теплоизоляционных материалов. – М.: Стройиздат, 1980. – 399 с.
- 5 Горяйнов К.Э., Горяйнова С.К. Технология теплоизоляционных материалов и изделий. – М.: Стройиздат, 1982. – 374 с.
- 6 Горяйнов К.Э., Дубенецкий К.Н., Васильков С.Г., Попов Л.Н. Технология минеральных теплоизоляционных материалов и легких бетонов. – М.: Стройиздат, 1976. – 536 с.
- 7 Карапузов Є.К., Соха В.Г., Останченко Т.Є. Матеріали і технології в сучасному будівництві: Підручник. – К.: Вища освіта, 2005. – 495 с.
- 8 Китайцев В.А. Технология теплоизоляционных материалов. – М.: Стройиздат, 1970. – 384 с.
- 9 Майзель И.Л., Сандлер В.Г. Технология теплоизоляционных материалов. – М.: Высш. шк., 1988. – 239 с.
- 10 Попова В.В. Материалы для теплоизоляционных и гидроизоляционных работ. – М.: Высш. шк., 1988. – 151 с.
- 11 Справочник по производству теплоизоляционных и акустических материалов / Под ред. В.А. Китайцева. – М.: Стройиздат, 1964. – 524 с.
- 12 Справочник по производству теплоизоляционных материалов / Под ред. Ю.Л. Спирина. – М.: Стройиздат, 1975. – 432 с.
- 13 ДСТУ 3008-95. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення.
- 14 ДСТУ Б А.1.1-12-94. Система стандартизації та нормування в будівництві. Вироби будівельного призначення з мінерального волокна. Терміни та визначення.
- 15 ДСТУ Б А.1.1-53-94. Система стандартизації та нормування в будівництві. Матеріали будівельні. Методи визначення пористості. Терміни і визначення.
- 16 ДСТУ Б В.2.7-38-95 (ГОСТ 17177-94). Будівельні матеріали. Матеріали і вироби будівельні теплоізоляційні. Методи випробувань.
- 17 ДСТУ Б В.2.7-40-95 (ГОСТ 30256-94). Будівельні матеріали. Матеріали і вироби будівельні. Метод визначення теплопровідності циліндричним зондом.
- 18 ДСТУ Б В.2.7-42-97. Матеріали і вироби будівельні. Методи визначення водопоглинання, густини і морозостійкості будівельних матеріалів і виробів.

- 19 ДСТУ Б В.2.7-94-2000 (ГОСТ 4640-93). Будівельні матеріали. Вата мінеральна. Технічні умови.
- 20 ДСТУ Б В.2.7-98-2000 (ГОСТ 21880-94). Мати прошивні з мінеральної вати теплоізоляційні. Технічні умови.
- 21 ГОСТ 2.105-95. ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.
- 22 ГОСТ 7.1-84. Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления.
- 23 ГОСТ 530-2007. Кирпич и камни керамические. Технические условия.
- 24 ГОСТ 7025-91. Кирпич и камни керамические и силикатные. Методы определения водопоглощения, плотности и контроля морозостойкости.
- 25 ГОСТ 7076-87. Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности.
- 26 ГОСТ 9572-96. Плиты из минеральной ваты на синтетическом связующем теплоизоляционные.
- 27 ГОСТ 10140-2003. Плиты теплоизоляционные из минеральной ваты на битумном связующем. Технические условия.
- 28 ГОСТ 16297-80. Материалы звукоизоляционные и звукопоглощающие. Методы испытаний.
- 29 ГОСТ 16381-77. Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Классификация и общие технические требования.
- 30 ГОСТ 12718-84. Материалы строительные. Диэлькометрический метод измерения влажности.
- 31 ГОСТ 18866-81. Щебень из доменного шлака для производства минеральной ваты. Технические условия.
- 32 ГОСТ 21880-94. Маты прошивные из минеральной ваты теплоизоляционные. Технические условия.
- 33 ГОСТ 22950-95. Плиты минераловатные повышенной жесткости на синтетическом связующем. Технические условия.
- 34 ГОСТ 23307-78 (СТ СЭВ 5850-86). Маты теплоизоляционные из минеральной ваты вертикально-слоистые. Технические условия.
- 35 ГОСТ 23499-79. Материалы и изделия строительные звукопоглощающие и звукоизоляционные. Классификация и общие технические требования.
- 36 ГОСТ 23732-79. Вода для бетонов и растворов. Технические условия.
- 37 ГОСТ 24816-81. Материалы строительные. Методы определения сорбционной влажности.
- 38 ГОСТ 25880-83. Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение.
- 39 ГОСТ 25898-83. Материалы и изделия строительные. Методы определения сопротивления паропроницаемости.
- 40 ГОСТ 26281-84. Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Правила приемки.
- 41 ГОСТ 4148-2003. Бітуми нафтові будівельні. Технічні умови.

ЗМІСТ

Вступ	3
Практичне заняття №1	
Мінеральна вата. Вибір варіанта завдання та характеристик вихідних компонентів для підбору складу шихти	4
Практичне заняття №2	
Розрахунок складу шихти для виробництва мінеральної вати за методом послідовного наближення	12
Практичне заняття №3	
Розрахунок складу шихти для виробництва мінеральної вати за методом складання і розв'язання системи алгебраїчних рівнянь ..	16
Практичне заняття №4	
Розрахунок матеріального балансу у виробництві мінеральної вати	20
Практичне заняття №5	
Розрахунок складських приміщень для вихідної сировини та готової продукції у мінераловатному виробництві	23
Практичне заняття №6	
Розрахунок матеріального балансу виробництва перлітового піску	27
Практичне заняття №7	
Розв'язання технологічних задач у виробництві ізоляційних і покрівельних матеріалів і виробів	31
Додаток А	
Варіанти завдань до виконання практичної роботи №6	39
Додаток Б	
Варіанти завдань до виконання практичної роботи №7	40
Список джерел інформації	45

Навчальне видання

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни „Технологія ізоляційних та покрівельних матеріалів і виробів” для студентів спеціальності 6.060101 – „Технології будівельних конструкцій, виробів і матеріалів”

Укладачі: Макаренко Ольга Валеріївна
 Першина Лідія Олександрівна
 Шкарупа Степан Степанович

Відповідальний за випуск В.П. Сопов

Редактор В.І. Пуцик

План 2011 поз. 102.

Підп. до друку

Надруковано на ризографі.

Тираж 100 прим.

Формат 60×84 1/16.

Обл.-вид. арк. 2,9.

Умов. друк. арк. 2,7.

Зам. № 2044.

Папір друк. №2.

Безкоштовно.

ХДТУБА, 61002, Харків, вул. Сумська,40

Підготовлено та надруковано РВВ Харківського державного технічного університету будівництва та архітектури