

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Витуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 1

## **ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Державного університету  
«Житомирська політехніка»  
12 вересня 2024 р., протокол № 05

### **МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ для проведення практичних занять з навчальної дисципліни «Будівельне матеріалознавство»**

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
освітньо-професійна програма «Промислове та цивільне будівництво»  
факультет гірничої справи, природокористування та будівництва  
кафедра гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.

Рекомендовано на засіданні кафедри  
гірничих технологій та будівництва  
ім. проф. Бакка М.Т.  
27 серпня 2024 р., протокол № 08

Розробники:  
к.т.н., доцент кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.  
БАЙДА Денис  
асистент кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.  
ПІСКУН Ігор

Житомир  
2024

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 76 / 2</i>

УДК 69.

Методичні рекомендації для проведення практичних занять з навчальної дисципліни «Будівельне матеріалознавство» (для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» освітньо-професійна програма «Промислове та цивільне будівництво»).

Укладачі – к.т.н., доцент кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т. БАЙДА Денис, асистент кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т. ПІСКУН Ігор – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2024. – 76 с.

Рецензенти:

ОСТАФІЙЧУК Неля - ст. викладач кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.

ШЛАПАК Володимир - к.т.н., доцент кафедри маркшейдерії.

Відповідальний за випуск: завідувач кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т. – к.т.н., доц. БАШИНСЬКИЙ Сергій.

Методичні рекомендації розроблені для здобувачів вищої освіти спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» освітнього ступеня «бакалавр» денної та заочної форм навчання і містять детальні рекомендації для проведення практичних занять з навчальної дисципліни «Будівельне матеріалознавство».

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	<i>Витуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 76 / 3</i>

## ЗМІСТ

ВСТУП	4
ЗМІСТ ПРАКТИЧНИХ ЗАВДАНЬ	6
Тема 1. Класифікація, склад, структура та властивості будівельних матеріалів	6
Тема 2. Природні кам'яні матеріали	13
Тема 3. Керамічні матеріали	18
Тема 4. Мінеральні в'язучі речовини	28
Тема 5. Наповнювачі для розчинів та бетонів	35
Тема 6. Бетони та їх властивості	45
Тема 7. Метали та металеві вироби	57
Тема 8. Деревина. Матеріали з деревини	64
Загальний опис та вимоги до виконання індивідуального завдання	71

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 4

## ВСТУП

Методичні рекомендації складені у відповідності до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Мета навчальної дисципліни: надати студентам теоретичні основи щодо складу, структури та властивостей будівельних матеріалів, навчити проводити практичні визначення основних характеристик матеріалів у лабораторних умовах та розвинути здатність до аналізу умов експлуатації матеріалів у реальних будівельних процесах.

Завдання викладання дисципліни передбачає надання здобувачам вищої освіти базових знань стосовно розуміння основних методів оцінки якості будівельних матеріалів, набуття навичок роботи з нормативною документацією, що регламентує характеристики будівельних матеріалів та здійснення практичних розрахунків для вибору матеріалів залежно від конструктивних вимог і умов експлуатації.

За результатами вивчення навчальної дисципліни здобувачі вищої освіти повинні

**знати:**

- класифікаційні характеристики якості будівельних матеріалів, виробів і конструкцій;
- методики визначення властивостей матеріалів для різних технологічних умов їх експлуатації;
- методики розрахунків фізико-механічних властивостей матеріалів;
- методики розрахунків складу важких бетонів;
- принципи створення будівельних сумішей;
- основні закономірності зміни властивостей матеріалів в залежності від їх структури та складу;
- стан та перспективи виробництва і використання нових ефективних будівельних матеріалів;
- методи захисту будівельних матеріалів, виробів і конструкцій від корозії та руйнування і основні способи підвищення їх довговічності та надійності;
- шляхи економії та зниження матеріаломісткості матеріалів;
- правила прийому, транспортування, зберігання та економного витрачання будівельних матеріалів;
- комплексне використання побічних продуктів промисловості, яке є економічно вигідним та сприяє охороні природи;
- передові енергозберігаючі технології, які економлять палив.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 76 / 5</i>

**ВМІТИ:**

- правильно вибирати та використовувати будівельні матеріали, опираючись на конкретні умови експлуатації;
- самостійно доповнювати та узагальнювати теоретичні та практичні навички необхідні для вирішення конкретних завдань виробництва і використання будівельних матеріалів;
- здійснювати контроль якості сировини і готових матеріалів, використовуючи досягнення сучасної науки і техніки;
- підбирати раціональні склади матеріалів, бетонів, розчинів;
- робити обґрунтований вибір будівельних матеріалів для влаштування ізоляційних, оздоблювальних та захисних покриттів в залежно від умов їх експлуатації;
- володіти раціональними прийомами пошуку та використання науково-технічної інформації з будівельних матеріалів.

Міждисциплінарні зв'язки: основи будівельної механіки, технології будівельного виробництва та проектування будівельних конструкцій.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 6

## ЗМІСТ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

### Тема 1. Класифікація, склад, структура та властивості будівельних матеріалів

Додатковий теоретичний матеріал за темою заняття



**Задача №1.** Маса зразка в сухому стані ( $m$ ) [г]. Після насичення водою його маса збільшилась до ( $m_{\text{нас}}$ ) [г]. Визначити середню густину і пористість матеріалу, якщо об'ємне водопоглинання становить ( $V_0$ ) [%], а густина матеріалу ( $\rho$ ) [г/см<sup>3</sup>].

*Порядок розв'язку завдання*

1. Записуємо формулу для розрахунку значення об'ємного водопоглинання:

$$V_0 = \frac{m_{\text{нас}} - m}{V_{\text{пс}} \cdot \rho_{\text{води}}} \cdot 100\%, [\%]$$

звідки виражаємо  $V_{\text{пс}}$ :

$$V_{\text{пс}} = \frac{(m_{\text{нас}} - m) \cdot 100\%}{V_0}, [\text{см}^3]$$

Густина води приймається 1 [г/см<sup>3</sup>].

2. Знаходимо середню щільність:

$$\rho_m = \frac{m}{V_{\text{пс}}}, [\text{г/см}^3]$$

3. Визначаємо пористість:

$$\Pi = \left(1 - \frac{\rho_m}{\rho}\right) \cdot 100\%, [\%]$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 7

*Вихідні дані для виконання завдання 1*

Варіант	Маса зразка в сухому стані	Маса насиченого зразка	Об'ємне водопоглинання	Густина матеріалу
	m	m <sub>нас</sub>	V <sub>0</sub>	ρ
	г	г	%	г/см <sup>3</sup>
1	86	88,3	5,7	2,28
2	47	48,3	9,4	3,52
3	90	94,2	6,4	3,76
4	55	57,6	5,2	3,24
5	87	89,8	8,4	2,97
6	78	81,6	8,1	3,68
7	54	56,4	7,3	2,16
8	56	59,8	8,9	2,39
9	55	59,6	5,3	3,66
10	51	52,8	10,1	2,97
11	84	89,4	20,7	3,98
12	66	71,9	13,5	2,56
13	73	74,6	7,1	3,96
14	77	81,6	4,5	3,22
15	53	54,2	2,1	2,16
16	64	67,7	4,9	2,12
17	56	61,9	6,5	2,88
18	86	88,5	10,5	3,67
19	76	81,7	13,2	2,56
20	53	57,8	19,7	3,23
21	47	51,7	8,7	2,82
22	88	93,4	6,6	2,92
23	49	53,1	14,2	2,94
24	46	49,3	8,6	2,74
25	82	84,3	9,7	3,57
26	85	90,9	16,3	2,47
27	72	75,1	7,7	3,24
28	42	47,4	17,2	3,43
29	69	74,2	15,8	2,16
30	69	70,2	5,2	3,32

**Задача №2.** При стандартному випробуванні червоної звичайної цегли на вигин виявилось, що її гранична міцність становить ( $R_{зг}$ ) [МПа]. Визначити, який показник монометра відповідає цій напрузі, якщо діаметр поршня пресу становить ( $d_{п}$ ) [см].

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 8

*Порядок розв'язку завдання*

1. Записуємо формулу для знаходження міцності на згин:

$$R_{зг} = \frac{3P_{зг}l}{2bh^2}, [\text{МПа}]$$

звідки виражаємо:

$$P_{зг} = \frac{R_{зг} \cdot 2bh^2}{3l}, [\text{кгс}]$$

Розмір цегли приймається типовим: довжина 20 [см]; ширина 12 [см]; висота 6,5 [см].

2. Знаходимо показники манометра:

$$M = \frac{4P_{зг}}{F_m} = \frac{4P_{зг}}{\pi d_{п}^2}, [\text{кгс/см}^2]$$

Відповідь записуємо в [Н] (1 [Н] = 9,80665 [кгс/см<sup>2</sup>])

*Вихідні дані для виконання завдання 2*

Варіант	Границя міцності на згин		Діаметр поршня пресу	
	$R_{зг}$		$d_{п}$	
	МПа		см	
1	4,71		12	
2	4,32		12	
3	4,53		8	
4	2,48		12	
5	4,66		9	
6	2,96		7	
7	4,57		11	
8	4,72		6	
9	3,59		5	
10	4,29		10	
11	2,34		8	
12	2,43		9	
13	2,54		6	
14	3,98		12	
15	3,63		5	
16	3,23		5	
17	2,79		6	
18	4,95		5	



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 9

Варіант	Границя міцності на згин	Діаметр поршня пресу
	$R_{зг}$	$d_{п}$
	МПа	см
19	4,12	6
20	3,86	11
21	3,91	12
22	2,41	8
23	3,83	8
24	3,81	6
25	2,75	12
26	4,53	6
27	3,77	11
28	2,69	7
29	4,62	6
30	2,85	6

**Задача №3.** Маса зразка каменю неправильної форми в абсолютно сухому стані становить ( $m$ ) [г]. На парафінування зразка було використано ( $m_{\text{параф}}$ ) [г] густиною ( $\rho_{\text{параф}}$ ) [г/см<sup>3</sup>]. При гідростатичному зважуванні парафінований зразок важив ( $m_{\text{гід}}$ ) [г]. Визначити середню густину матеріалу.

*Порядок розв'язку завдання:*

1. Знаходимо масу парафінованого зразка:

$$m_{\text{пар}}^{\text{зр}} = m + m_{\text{параф}}, [\text{г}]$$

2. Визначаємо об'єм парафіну:

$$V_{\text{пар}} = \frac{m_{\text{параф}}}{\rho_{\text{пар}}}, [\text{см}^3]$$

3. Об'єм парафінового зразка становитиме:

$$V_{\text{пар}}^{\text{зр}} = \frac{m_{\text{пар}}^{\text{зр}} - m_{\text{гід}}}{\rho_{\text{води}}}, [\text{см}^3]$$

4. Об'єм зразка без парафіну:

$$V^{\text{зр}} = V_{\text{пар}}^{\text{зр}} - V_{\text{пар}}, [\text{см}^3]$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 10

5. Середня щільність зразка становитиме:

$$\rho_m = \frac{m}{V_{зр}}, [\text{г/см}^3]$$

*Вихідні дані для виконання завдання 3*

Варіант	Маса зразка в абсолютно сухому стані	Маса парафіну	Густина парафін у	Маса парафінованого зразка при гідростатичному зважуванні
	m	m <sub>параф</sub>	$\rho_{\text{параф}}$	m <sub>Гід</sub>
	г	г	г/см <sup>3</sup>	г
1	83	0,21	0,8	30
2	79	1,92	0,7	39
3	67	0,99	0,9	35
4	90	0,89	0,8	32
5	53	0,6	0,8	38
6	64	0,85	0,7	26
7	62	1,86	0,8	35
8	81	0,76	0,8	27
9	61	0,95	0,8	34
10	57	1,41	0,7	27
11	88	0,4	0,9	33
12	85	1,29	0,8	27
13	71	0,5	0,9	29
14	87	1,93	0,8	27
15	76	0,97	0,8	35
16	56	1,24	0,7	38
17	67	1,83	0,7	28
18	60	0,42	0,7	32
19	80	0,8	0,9	32
20	68	0,75	0,9	26
21	51	1,48	0,7	34
22	79	0,46	0,9	38
23	68	0,89	0,8	37
24	66	1,18	0,9	30
25	64	0,22	0,7	29
26	79	0,47	0,8	31
27	79	1,38	0,8	31
28	71	1,75	0,8	31
29	63	0,32	0,9	30
30	65	1,18	0,9	37

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 11

**Задача №4.** Кубічний зразок кам'яного матеріалу з розміром сторони (а) [см] має в повітряно-сухому стані масу (m) [кг]. Визначити коефіцієнт теплопровідності і можливу назву матеріалу.

*Порядок розв'язку завдання:*

1. Знаходимо середню щільність матеріалу:

$$\rho_m = \frac{m}{V} = \frac{m}{a^3}, [\text{г/см}^3]$$

2. За формулою В.П. Некрасова знаходимо коефіцієнт теплопровідності:

$$\lambda = 1,16\sqrt{0,0196 + 0,22 \cdot \rho_m^2} - 0,16, [\text{Вт/м} \cdot \text{К}]$$

3. Користуючись таблицею нижче робимо припущення про можливу назву цього матеріалу.

Матеріал	Коеф. теплопров. $\lambda$ , Вт/м·К	Матеріал	Коеф. теплопров. $\lambda$ , Вт/м·К	Матеріал	Коеф. теплопров. $\lambda$ , Вт/м·К
Алюміній	230	Ялина	0,15	Дюралюміній	160
Залізо	80	Сосна	0,23	Латунь	110
Золото	317	Пінопласт	0,04...0,05	Сталь	52
Мідь	401	Полістирол	0,082	Скло	1,15
Свинець	35	Склопластик	0,3	Цегла	0,81...0,87
Срібло	430	Бетон	1,7	Шифер	0,35
Бронза	135	Граніт, базальт	3,5	Гума	0,15

*Вихідні дані для виконання завдання 4*

Варіант	Довжина сторін кубічного зразка	Маса зразка в повітряно-сухому стані
	а	m
	см	кг
1	13	17,6
2	7	17,3
3	14	0,73
4	10	7,8
5	13	7,4
6	11	8,7
7	15	87,6
8	12	18,3
9	15	10,9

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 12

Варіант	Довжина сторін кубічного зразка	Маса зразка в повітряно-сухому стані
	а см	m кг
10	15	4,2
11	5	14,4
12	8	8,8
13	12	12,1
14	7	2,9
15	8	13
16	13	13,8
17	14	19,7
18	5	15,4
19	8	6
20	9	0,9
21	6	18,1
22	8	11,7
23	5	15,3
24	9	5,6
25	5	13,3
26	5	14,6
27	9	11,2
28	15	0,75
29	10	7,8
30	13	19,1

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 13

## Тема 2. Природні кам'яні матеріали

Додатковий теоретичний матеріал за  
темою заняття



**Задача 1.** При випробуванні на ударному копрі шляхом послідовних ударів гирею масою  $m_r$  [кг] з інтервалами по висоті  $h = 1$  [см] при початковій висоті  $h_p$  [см] був доведений до руйнування через  $n$  [разів] ударів зразок граніту у вигляді паралелепіпеда розмірами  $2 \times 2 \times 5$  [см]. Яка питома робота при ударному руйнуванні зразка граніту?

Порядок розв'язку завдання

1. Питома робота при ударному руйнуванні гірських порід знаходиться як:

$$A_{\text{пит}} = \frac{F_r \cdot n \cdot \Delta h \cdot (h_p + h_k)}{2 \cdot S} \text{ [Н} \cdot \text{см/см}^2\text{]}$$

2. Навантаження створене гирею:

$$F_r = mg \text{ [Н]}$$

3. Площа удару:

$$S = a^2 \text{ [см}^2\text{]}$$

4. Кінцева висота удару (при руйнуванні):

$$h_k = n \cdot h_p \text{ [см]}$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 14

### Вихідні дані для виконання завдання 1

Варіант	Маса гири	Початкова висота скидання гири	Кількість ударів до руйнування зразка
	$m_r$	$h_p$	$n$
	кг	см	разів
1	2,5	2	13
2	1,7	3	11
3	1	3	7
4	1,3	1	8
5	1,7	4	8
6	1,6	5	17
7	2	1	8
8	1,2	2	8
9	1,1	7	7
10	2,8	5	8
11	2,2	3	11
12	1,6	1	12
13	1,6	3	12
14	1,8	4	10
15	2,4	1	18
16	2,5	2	11
17	1,1	6	8
18	1,3	2	19
19	2,4	3	8
20	2,5	6	13
21	2,8	2	15
22	1,1	6	9
23	1,4	1	15
24	2,9	1	16
25	2,3	7	17
26	2,2	2	11
27	1,9	6	14
28	1,2	6	14
29	1,1	6	8
30	2,1	7	14

**Задача 2.** Для визначення придатності вапняку при отриманні стінового каменю були визначені середня густина, водопоглинання, морозостійкість і коефіцієнт розм'якшення зразків. Отримані наступні усередненні дані. Шматок каменю масою  $m$  [г] виштовхнув із посудини  $V_B$  [г] води. Після витримання

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 15

каменю у воді об'ємне водопоглинання склало  $W_0$  [%]. Границя міцності при стиску в сухому стані  $R_c$  [МПа], після насичення у воді  $R_n$  [МПа], після заморожування та відтавання  $R_{мрз}$  [МПа]. За отриманими результатами виконати висновок, чи відповідає випробувана гірська порода вимогам ДСТУ Б В.2.7-246:2010 «Камені бортові і стінові з гірських порід».

Порядок розв'язку завдання

1. Вважатимемо, що об'єм вапняку дорівнює об'єму витісненої ним води, в такому випадку, середня густина вапняку становитиме:

$$\rho_0 = m/V_B \text{ [гр/см}^3\text{]}$$

2. Знаючи величину об'ємного водопоглинання можна знайти водопоглинання вапняку за масою:

$$W = W_0/\rho_0 \text{ [%]}$$

3. Коефіцієнт розм'якшення каменю знаходиться як:

$$K_p = R_n/R_c$$

4. Втрата міцності на стиск становитиме:

$$\Delta R_{мрз} = \frac{(R_n - R_{мрз})}{R_n} \text{ [%]}$$

Вихідні дані для виконання завдання 2

Варіант	Маса шматка каменю	Об'єм вишто-вфхнутої води	Об'ємне водопоглинання	Міцність на стиск в сухому стані	Міцність насиченого матеріалу	Міцність після заморожування та відтавання
	m	$V_B$	$W_0$	$R_c$	$R_n$	$R_{мрз}$
	г	г	%	МПа	МПа	МПа
1	200	106	50	23	19	17
2	193	104	45	29	20	16
3	202	104	51	29	21	17
4	210	112	52	26	19	18
5	209	109	51	28	20	14

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 16

Варіант	Маса шматка каменю	Об'єм вишто-вфхнутої води	Об'ємне водопоглинання	Міцність на стиск в сухому стані	Міцність насиченого матеріалу	Міцність після заморожування та відтаювання
	m	V <sub>В</sub>	W <sub>0</sub>	R <sub>с</sub>	R <sub>н</sub>	R <sub>мрз</sub>
	г	г	%	МПа	МПа	МПа
6	215	115	54	27	20	15
7	217	103	46	30	21	18
8	198	108	50	30	20	15
9	192	111	53	27	19	17
10	212	112	45	25	20	17
11	206	117	52	22	20	17
12	216	104	55	26	21	14
13	209	103	47	22	19	16
14	211	106	51	25	20	17
15	192	101	50	29	19	16
16	219	116	55	29	19	18
17	195	107	45	29	20	16
18	200	116	50	22	21	16
19	198	105	50	28	19	16
20	194	112	54	29	19	17
21	192	116	47	28	20	15
22	219	110	46	26	19	18
23	196	107	50	22	20	16
24	195	115	54	25	20	14
25	194	109	54	26	20	17
26	193	117	49	29	21	14
27	209	104	47	24	20	15
28	195	108	54	25	21	14
29	218	105	49	26	19	14
30	210	117	48	24	20	18

**Задача 3.** Визначити стійкість природного кам'яного матеріалу до абразивного впливу, якщо відома маса зразка до стирання  $m$  [г], маса зразка після стирання  $m_1$  [г] та площа стирання  $S$  [см<sup>2</sup>].

Порядок розв'язку завдання

Стираність визначається за формулою:

$$I = \frac{m - m_1}{S} \text{ [см}^2\text{]}$$



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 17

Вихідні дані до виконання завдання 3

Варіант	Маса зразка до стирання	Маса зразка після стирання	Площа стирання
	m	m <sub>1</sub>	S
	г	г	см <sup>2</sup>
1	193	156,33	57
2	210	168	51
3	183	170,19	49
4	194	162,96	43
5	183	172,02	40
6	193	162,12	55
7	195	185,25	46
8	204	191,76	53
9	188	154,16	40
10	209	173,47	46
11	191	160,44	45
12	189	158,76	51
13	203	162,4	45
14	195	179,4	59
15	187	172,04	51
16	187	173,91	57
17	199	187,06	57
18	186	176,7	60
19	203	166,46	40
20	189	177,66	57
21	193	162,12	46
22	208	170,56	56
23	207	173,88	43
24	192	172,8	45
25	200	182	43
26	187	170,17	49
27	201	166,83	56
28	204	185,64	50
29	203	164,43	56
30	190	171	51

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 18

### Тема 3. Керамічні матеріали

Додатковий теоретичний матеріал за темою заняття



**Задача 1.** Скільки можна отримати цегли з  $V_{\text{гл}}$  [м<sup>3</sup>] глини, якщо середня густина цегли  $\rho_m^{\text{ц}}$  [кг/м<sup>3</sup>], а середня густина сирої глини за вологості  $W_{\text{гл}}$  [%] становить  $\rho_m^{\text{гл}}$  [кг/м<sup>3</sup>]. При випалюванні сирцю втрати при пропалюванні становлять В.П.П. [%] від маси сухої глини.

Порядок розв'язку завдання

1. Знаходимо масу сирої глини при заданому значенні вологості:

$$m_{\text{гл}} = \rho_m^{\text{гл}} \cdot V_{\text{гл}} \text{ [кг]}$$

2. Приймаємо масу сирої глини за 100% та знаходимо масу сухої глини:

$$x_1 - W_{\text{гл}} \Rightarrow x_1 = \frac{m_{\text{гл}} \cdot W_{\text{гл}}}{100} \text{ [кг]}$$

$$m_{\text{гл.сух}} = m_{\text{гл}} - x_1 \text{ [кг]}$$

3. Приймаємо масу сухої глини за 100% та знаходимо масу глиняного черепка з врахуванням втрат при пропалюванні:

$$x_2 - \text{В.П.П} \Rightarrow x_2 = \frac{m_{\text{гл.сух}} \cdot \text{В.П.П}}{100} \text{ [кг]}$$

$$m_{\text{гл.чер}} = m_{\text{гл.сух}} - x_2 \text{ [кг]}$$

4. Об'єм глини в цеглі:

$$V = \frac{m_{\text{гл.чер}}}{\rho_m^{\text{ц}}} \text{ [м}^3\text{]}$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміна 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 19

5. Об'єм однієї цеглини:

$$V_{ц} = a \cdot b \cdot l \text{ [м}^3\text{]}$$

a, b та l – лінійні розміри цегли (250×120×65 мм).

6. Кількість цеглин:

$$N_{ц} = \frac{V}{V_{ц}} \text{ [шт.]}$$

Вихідні дані для виконання завдання 1

Варіант	Об'єм глини	Середня густина цегли	Вологість глини	Густина сирової глини	Втрати при пропалюванні
	$V_{г\text{л}}$	$\rho_{т}^{ц}$	$W_{г\text{л}}$	$\rho_{т}^{г\text{л}}$	В.П.П.
	м <sup>3</sup>	кг/м <sup>3</sup>	%	кг/м <sup>3</sup>	%
1	3	1757	15	1633	11
2	1,7	1617	14	1556	9
3	1,5	1751	11	1631	9
4	3,6	1646	13	1569	8
5	1,1	1685	13	1684	11
6	2,3	1689	11	1557	11
7	1,5	1775	10	1612	10
8	1,3	1633	12	1650	11
9	3,7	1700	14	1583	8
10	2,1	1627	11	1559	9
11	3,3	1684	15	1662	9
12	2,6	1694	15	1608	8
13	2,3	1689	11	1557	11
14	1,5	1775	10	1612	10
15	1,3	1633	12	1650	11
16	3,7	1700	14	1583	8
17	2,1	1627	11	1559	9
18	3,3	1684	15	1662	9
19	2,6	1694	15	1608	8
20	3,7	1793	12	1693	11
21	1,2	1636	15	1646	11
22	1,5	1751	11	1631	9
23	3,6	1646	13	1569	8
24	1,1	1685	13	1684	11
25	3	1757	15	1633	11

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 20

Варіант	Об'єм глини	Середня густина цегли	Вологість глини	Густина сирого глини	Втрати при пропалюванні
	$V_{\text{ГЛ}}$ м <sup>3</sup>	$\rho_m^{\text{ц}}$ кг/м <sup>3</sup>	$W_{\text{ГЛ}}$ %	$\rho_m^{\text{гл}}$ кг/м <sup>3</sup>	В.П.П. %
26	1,7	1617	14	1556	9
27	3,7	1605	11	1597	9
28	1,2	1694	15	1695	9
29	3	1728	12	1573	9
30	3	1762	15	1693	9

**Задача 2.** Визначити витрату глини за масою і об'ємом для виготовлення  $N_{\text{ц}}$  [шт.] звичайної цегли, якщо відомо: середня густина цегли  $\rho_m^{\text{ц}}$  [кг/м<sup>3</sup>], середня густина сирого глини  $\rho_m^{\text{гл}}$  [кг/м<sup>3</sup>], вологість глини  $W_{\text{ГЛ}}$  [%], втрати при випалюванні сирцю становлять В.П.П. [%] від маси сухої глини.

Порядок розв'язку завдання

1. Визначаємо об'єм однієї цеглини:

$$V_{\text{ц}} = a \cdot b \cdot l \text{ [м}^3\text{]}$$

a, b та l – лінійні розміри цегли (250×120×65 мм).

2. Об'єм необхідної кількості цеглин:

$$V_n = N_{\text{ц}} \cdot V_{\text{ц}} \text{ [шт.]}$$

3. Маса необхідної кількості цеглин:

$$m_n = V_n \cdot \rho_m^{\text{ц}} \text{ [кг]}$$

4. Витрата глини за масою:

$$m_{\text{ГЛ}} = m_n \cdot W_{\text{ГЛ}} \cdot \text{В. П. П.} \text{ [кг]}$$

5. Витрата глини за об'ємом:

$$V_{\text{ГЛ}} = \frac{m_{\text{ГЛ}}}{\rho_m^{\text{гл}}} \text{ [м}^3\text{]}$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 21

### Вихідні дані для виконання завдання 2

Варіант	Кількість цеглин	Середня густина цегли	Середня густина сирі глини	Вологість	Втрати при пропалюванні
	$N_{ц}$	$\rho_{т}^{ц}$	$\rho_{т}^{гл}$	$W_{гл}$	В.П.П.
	[шт.]	[кг/м <sup>3</sup> ]	[кг/м <sup>3</sup> ]	[%]	[%]
1	1424	1683	1686	15	9
2	864	1714	1597	10	8
3	1203	1628	1672	12	9
4	1366	1619	1696	12	9
5	1945	1651	1639	11	9
6	1190	1721	1700	12	8
7	845	1639	1652	14	8
8	1266	1739	1618	14	11
9	1056	1799	1595	14	8
10	1698	1749	1646	12	9
11	931	1665	1678	12	11
12	1509	1765	1569	13	10
13	1825	1647	1667	12	9
14	1476	1655	1627	11	9
15	1562	1772	1685	15	9
16	1445	1685	1550	11	10
17	1928	1672	1671	14	8
18	1074	1644	1595	13	10
19	917	1628	1648	11	8
20	1409	1727	1660	11	8
21	829	1673	1687	13	9
22	1949	1651	1570	10	8
23	1074	1644	1595	13	10
24	1945	1650	1639	13	11
25	1670	1749	1646	11	9
26	935	1665	1678	13	12
27	1500	1760	1569	13	10
28	1830	1643	1667	13	10
29	1476	1666	1635	11	8
30	1562	1777	1685	15	9

**Задача 3.** З якою середньою густиною можна одержати пористу цеглу розмірами 250×120×65 [мм] при повному вигорянні тирси, якщо витрати тирси на  $N$  [шт.] цегли становлять  $m_N^{\text{тирси}}$  [кг]? Середня густина тирси, без врахування

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 22

пустот становить  $\rho_m^{\text{тирси}}$  [кг/м<sup>3</sup>], маса повнотілої цегли становить  $m_{\text{ц}}$  [кг].

Порядок розв'язку завдання

1. Об'єм тирси витрачений на виготовлення вказаної кількості цеглин:

$$V_{\text{тирси}} = \frac{m_N^{\text{тирси}}}{\rho_m^{\text{тирси}}} [\text{м}^3]$$

2. Середня щільність цегли становитиме:

$$\rho_m^{\text{ц}} = \frac{m_{\text{ц}}}{V_{\text{ц}}} = \frac{m_{\text{ц}}}{a \cdot b \cdot l} [\text{кг/м}^3]$$

a, b та l – лінійні розміри цегли (250×120×65 мм)

3. Об'єм порожнин у вказаній кількості цеглин:

$$V_{\text{пор}} = \frac{m_{\text{пор}}}{\rho_m^{\text{ц}}} = \frac{N \cdot m_{\text{ц}} - m_{\text{ц}}^{\text{пористої}}}{\rho_m^{\text{ц}}} \Rightarrow m_{\text{ц}}^{\text{пористої}} = (N \cdot m_{\text{ц}}) - (V_{\text{тирси}} \cdot \rho_m^{\text{ц}}) [\text{кг}]$$

4. Середня щільність пористої цегли:

$$\rho_m^{\text{ц}} = \frac{m_{\text{ц}}^{\text{пористої}}}{V_{\text{ц}} \cdot N} [\text{кг/м}^3]$$

Вихідні дані для виконання завдання 3

Варіант	Кількість цеглин	Витрата тирси	Середня густина тирси	Маса повнотілої цегли
	N	$m_N^{\text{тирси}}$	$\rho_m^{\text{тирси}}$	$m_{\text{ц}}$
	[шт.]	[кг]	[кг/м <sup>3</sup> ]	[кг]
1	1473	515,6	630	3,2
2	1884	659,4	683	3,5
3	1158	405,3	696	3
4	1084	379,4	617	3,1
5	1408	492,8	651	3,6
6	1608	562,8	675	3,9
7	1113	389,6	686	3,5
8	1482	518,7	684	3,3
9	1420	497,0	661	3,8

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 23

Варіант	Кількість цеглин	Витрата тирси	Середня густина тирси	Маса повнотілої цегли
	N	$m_N^{\text{тирси}}$	$\rho_m^{\text{тирси}}$	$m_{\text{ц}}$
	[шт.]	[кг]	[кг/м <sup>3</sup> ]	[кг]
10	1839	643,7	634	3,5
11	1712	599,2	632	3,3
12	1904	666,4	621	3,6
13	1059	370,7	606	3,2
14	1266	443,1	631	3,1
15	1743	610,1	685	3,8
16	1261	441,4	604	3,1
17	1473	515,6	653	3,4
18	1974	690,9	662	3,9
19	911	318,9	663	3,1
20	1472	515,2	676	3,5
21	1105	386,8	676	3,1
22	1317	461,0	676	3,7
23	1974	690,9	666	3,9
24	1473	515,7	631	3,2
25	1484	518,1	685	3,3
26	1421	497,3	663	3,8
27	1830	643,9	638	3,5
28	1713	599,1	634	3,3
29	1905	666,6	624	3,6
30	1058	370,7	609	3,2

**Задача 4.** При визначенні марки цегли від партії було відібрано 5 цеглин, з яких виготовили зразки для випробувань. При дослідженні зразків на стиск були зафіксовані значення критичних навантажень  $P_1, P_2, P_3, P_4$  та  $P_5$  [кН]. Визначити та вказати марку цегли за результатами її дослідження на стиск.

Порядок розв'язку завдання

1. Знаходимо середнє значення руйнування:

$$P_{\text{ср}} = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{n} \text{ [кН]}$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 24

2. Визначаємо межу міцності цегли на стиск:

$$R_{ст} = \frac{P_{ср}}{A} \text{ [МПа]}$$

де А – площа поперечного перерізу цегли (150 см<sup>2</sup>)

3. Визначаємо мінімальне значення на стиск:

$$R_{min} = \frac{P_{min}}{A} \text{ [МПа]}$$

4. За даними, наведеними в таблиці нижче визначаємо марку цегли.

#### Марки цегли за міцністю

Марка цегли	Межа міцності, МПа, не менше					
	На стиск			На згин		
	Для всіх типів цегли		Для повнотілої цегли пластичного формування	Для повнотілої цегли напівсухого пресування і пустотілої цегли		
	Середнє з 5- ти зразків	min		Середнє з 5- ти зразків	min	Середнє з 5- ти зразків
300	30,0	25,0	4,4	2,2	3,4	1,7
250	25,0	20,0	3,9	2,0	2,9	1,5
200	20,0	17,5	3,4	1,7	2,5	1,3
175	17,5	15,0	3,1	1,5	2,3	1,1
150	15,0	12,5	2,8	1,4	2,1	1,0
125	12,5	10,0	2,5	1,2	1,9	0,9
100	10,0	7,5	2,2	1,2	1,6	0,8
75	7,5	5,0	1,8	0,9	1,4	0,7

#### Вихідні дані для виконання завдання 4

Варіант	Значення критичних навантажень				
	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>
	[кН]	[кН]	[кН]	[кН]	[кН]
1	240	260	255	248	226
2	219	226	239	174	243
3	234	188	222	195	267
4	277	278	265	286	231
5	262	222	184	201	193
6	239	172	174	190	203



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 25

Варіант	Значення критичних навантажень				
	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>
	[кН]	[кН]	[кН]	[кН]	[кН]
7	267	284	283	299	275
8	221	171	244	218	236
9	252	208	173	242	266
10	233	264	255	216	214
11	161	170	152	127	189
12	241	227	197	216	187
13	174	259	213	246	198
14	222	266	225	251	191
15	211	243	259	221	220
16	204	222	169	181	172
17	210	206	201	204	243
18	187	257	220	251	248
19	166	250	235	181	216
20	214	195	251	269	180
21	247	206	261	238	239
22	184	217	228	235	250
23	221	171	244	218	236
24	187	257	228	253	245
25	261	222	181	207	197
26	240	172	175	193	202
27	266	284	282	294	275
28	220	171	245	219	236
29	253	208	174	243	265
30	235	264	257	218	214

**Задача 5.** Скільки автомобілів вантажопідйомністю  $Q$  [т] потрібно для перевезення цегли необхідної для спорудження одноповерхової будівлі розміром у плані  $A \times B$  [м]? Висота стін будівлі  $H$  [м]. Площа віконних та дверних прорізів становить  $S_{\text{п}}$  [м<sup>2</sup>]. Для будівництва застосовується звичайна повнотіла цегла  $\rho_{\text{ц}} = 1700$  [кг/м<sup>3</sup>]. Товщина стіни – 2 цеглини. Товщина швів і маса фіксуючого розчину при виконанні розрахунків не враховується. Скільки цеглин (в тис.шт) знадобиться для будівництва?

Порядок розв'язку завдання

1. Визначаємо периметр стін:

$$P = 2A + 2B \text{ [м]}$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 26

2. Визначаємо площу стін:

$$S = P \cdot H \text{ [м}^2\text{]}$$

3. Визначаємо площу стін без дверних і віконних прорізів:

$$S_1 = S - S_{\text{п}} \text{ [м}^2\text{]}$$

4. Визначаємо об'єм стін:

$$V = S_1 \cdot h_{\text{ст}} \text{ [м}^3\text{]}$$

де  $h_{\text{ст}}$  – товщина стін (так як застосовується цегли звичайних розмірів, то товщина в дві цеглини становитиме 0,5 [м]).

5. Знаходимо сумарну масу цегли:

$$m = V \cdot \rho_{\text{ц}} \text{ [кг]}$$

Щільність цегли приймаємо рівною 1700 [кг/м<sup>3</sup>].

6. Знаходимо кількість автомобілів для транспортування необхідної маси цегли:

$$n_{\text{авт}} = \frac{m}{Q} \text{ [од.]}$$

Одержане значення заокруглюємо на найбільшого цілого числа.

7. Визначаємо об'єм однієї цеглини:

$$V_{\text{ц}} = a \cdot b \cdot l \text{ [м}^3\text{]}$$

a, b та l – лінійні розміри цегли (250×120×65 мм).

8. Знаходимо необхідну кількість цеглин для будівництва стін:

$$n_{\text{ц}} = \frac{V}{V_{\text{ц}}} \text{ [тис. шт.]}$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 27

### Вихідні дані для виконання завдання 5

Варіант	Вантажопі дійомність автомобіля	Розміри будівлі у плані		Висота стін будівлі	Площа віконних та дверних прорізів
	Q (т)	A (м)	B (м)	H (м)	S <sub>п</sub> (м <sup>2</sup> )
	[т]	[м]	[м]	[м]	[м <sup>2</sup> ]
1	5	4,8	5,5	3,1	9,3
2	6	5,2	8,9	2,5	8,3
3	7	4,6	8,7	3,5	7,6
4	8	5,3	8,1	3,7	9,9
5	10	4	11,4	2,7	9
6	12	6,7	11,1	2,4	10,7
7	5	6,2	10,1	2,6	7,4
8	6	6,2	8,4	2,4	10,5
9	7	7,1	11,7	2,1	9,1
10	8	5,7	10	2,7	8,1
11	10	7,8	10,2	2,7	7,3
12	12	5,1	11,6	3,3	10,3
13	5	5,3	10,6	2,9	8,3
14	6	5,9	8,5	3,8	10,8
15	7	5,7	9,1	3,4	10,9
16	8	6,8	8,5	3,2	9,3
17	10	6,2	10,9	2,1	8,1
18	12	4,2	9,2	3	7,6
19	5	5,5	11,6	3,7	7,3
20	6	6,8	10,3	2	9,3
21	7	4,5	10,5	3,2	9,2
22	8	7,4	10,6	3,2	9,8
23	5	5,3	10,5	2,9	8,3
24	6	5,8	8,3	3,8	10,8
25	8	5,8	10	2,7	8,2
26	10	7,9	10,1	2,7	7,2
27	12	5,3	11,4	3,3	10,2
28	5	5,4	10,4	2,9	8,2
29	6	5,8	8,6	3,8	10,7
30	7	5,8	9,2	3,4	10,8

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 28

## Тема 4. Мінеральні в'язучі речовини

Додатковий теоретичний матеріал за темою заняття



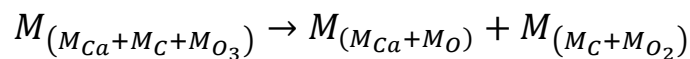
**Задача 1.** Розрахувати кількість негашеного вапна, одержаного при опаленні  $m$  [Т] чистого вапна вологістю  $W$  [%].

Порядок розв'язку завдання

1. Записуємо хімічне рівняння одержання вапна:



2. Повторюємо запис, але заміняємо елементи їх молярними масами:



3. Як видно з реакції, з заданої кількості чистого вапна після обпалення частина лишається у вигляді негашеного вапна, а інша частина втрачається з вуглекислим газом. Знаходимо відсоток виходу негашеного вапна:

$$x_{CaO} = \frac{M_{(M_{Ca}+M_O)} \cdot 100\%}{M_{(M_{Ca}+M_C+M_{O_3})}} [\%]$$

4. Тоді, маса негашеного вапна становитиме:

$$m_{CaO} = m \cdot x_{CaO} [Т]$$

5. З врахуванням вологості:

$$m'_{CaO} = m_{CaO} - (m_{CaO} \cdot W) [Т]$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 29

### Вихідні дані для виконання завдання 1

Варіант	Маса чистого вапна	Вологість чистого вапна
	m	W
	[т]	[%]
1	17,5	8,4
2	16,2	8,5
3	13,1	7,9
4	19	9,1
5	16,2	7,2
6	15,6	9,7
7	14,2	7,8
8	13,5	7,9
9	10,6	9,7
10	13,9	9,6
11	12,1	9,9
12	20	7,7
13	20,8	9,6
14	19,6	8,5
15	20,8	7,5
16	19,9	9,7
17	18,4	8,8
18	12,9	9
19	16	9,9
20	12,6	8,1
21	12,3	7
22	19	7,3
23	19,5	7
24	11,5	9,5
25	10,7	9,1
26	12,9	9,2
27	14,9	9,3
28	14,2	8,4
29	19	9,2
30	16,8	9,2

**Задача 2.** Визначити пористість затверділого цементного каменю із портландцементу, густина якого  $\rho_{ц}$  [г/см<sup>3</sup>]. Вміст води в цементному тісті відносно маси цементу В/Ц. Після тверднення кількість хімічно зв'язаної води становить В/Ц<sub>хім.зв</sub> [%] від маси цементу (зміна об'єму при твердінні цементного каменю не враховується).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 30

### Порядок розв'язку завдання

1. Знаходимо об'єм цементного тіста:

$$V_{ц,т} = \frac{1}{\rho_{ц}} + \frac{В}{Ц} [M^3]$$

2. Об'єм цементного каменю:

$$V_{ц,к} = \frac{1}{\rho_{ц}} + (В/Ц)_{хім.зв} [M^3]$$

3. Пористість цементного каменю:

$$П_{ц,к} = 1 - \frac{V_{ц,к}}{V_{ц,т}}$$

### Вихідні дані для виконання задачі 2

Варіант	Густина цементного каменю	Вміст води відносно цементу у цементному тісті	Кількість хімічно зв'язаної води
	$\rho_{ц}$	В/Ц	$(В/Ц)_{хім.зв}$
	[г/см <sup>3</sup> ]	-	%
1	3,1	0,4	12,8
2	2,9	0,4	13,6
3	2,8	0,6	16,4
4	2,7	0,3	9,4
5	3,5	0,4	16,8
6	3,6	0,6	11,9
7	3,2	0,6	11,9
8	3,3	0,3	16,6
9	3,2	0,5	11,8
10	2,8	0,6	10,6
11	3,1	0,5	11,1
12	2,2	0,3	10,2
13	3	0,6	15,9
14	2,8	0,3	11,6
15	3,2	0,5	13
16	3,5	0,6	14,5
17	3,2	0,4	12,8
18	3,2	0,3	15,7
19	3	0,6	14,7

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 31

Варіант	Густина цементного каменю	Вміст води відносно цементу у цементному тісті	Кількість хімічно зв'язаної води
	$\rho_{\text{ц}}$	В/Ц	$(\text{В/Ц})_{\text{хім.зв}}$
	[г/см <sup>3</sup> ]	-	%
20	3,6	0,3	8,3
21	3,1	0,6	10,4
22	2,8	0,5	11,4
23	2,9	0,5	16,7
24	3,1	0,4	14,1
25	2,8	0,5	9,2
26	3,3	0,6	10,8
27	3,6	0,3	11,7
28	3,4	0,6	16
29	2,9	0,5	12,9
30	3,3	0,5	15,8

**Задача 3.** Розрахувати витрати матеріалів за масою (кількість вапна, води для гашення, піску сухого та вологого) для виготовлення  $N$  [шт]. силікатної цегли  $\rho_m$  [кг/м<sup>3</sup>] за її вологості  $W_{\text{ц}}$  [%]. Вміст СаО в сухій суміші  $v_{\text{СаО}}$  [%] за масою. Активність вапна  $A_{\text{СаО}}$  [%], пісок має вологість  $W_{\text{п}}$  [%].

Порядок розв'язку завдання

1. Знаходимо об'єм 1 цегли стандартного розміру:

$$V_{\text{ц}} = a \cdot b \cdot h \text{ [м}^3\text{]}$$

де  $a$ ,  $b$  та  $h$  – довжина, ширина та висота цеглини відповідно (250×120×65 мм).

2. Знаходимо масу необхідної кількості цеглин (вологих):

$$m_{\text{ц}} = N \cdot V_{\text{ц}} \cdot \rho_m \text{ [кг]}$$

3. Знаходимо масу необхідної кількості цеглин (сухих):

$$m_{\text{ц,сух}} = m_{\text{ц}} \cdot (1 - W_{\text{ц}}) \text{ [кг]}$$

4. Визначаємо вміст СаО в сухій суміші:

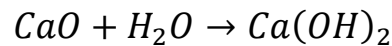
$$m_{\text{СаО}} = m_{\text{ц,сух}} \cdot v_{\text{СаО}} \text{ [кг]}$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 32

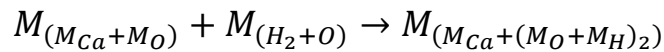
5. Знаходимо витрату негашеного вапна заданої активності:

$$m_{\text{вап}} = \frac{m_{\text{CaO}}}{A_{\text{CaO}}} \text{ [кг]}$$

Визначаємо витрату води для гашення вапна, для цього записуємо хімічну реакцію гашення вапна:



Повторюємо запис, але заміняємо елементи їх молярними масами:



6. З рівняння знаходимо, що для гашення  $M_{(M_{\text{Ca}}+M_{\text{O}})}$  вапна потрібно  $M_{(\text{H}_2+\text{O})}$  води, тоді для гашення  $m_{\text{CaO}}$  буде потрібно наступну кількість води:

$$m_{\text{води}} = \frac{m_{\text{CaO}} \cdot M_{(\text{H}_2+\text{O})}}{M_{(M_{\text{Ca}}+M_{\text{O}})}} \text{ [кг]}$$

7. Знаходимо витрату сухого піску:

$$m_{\text{пс}} = m_{\text{ц,сух}} - (m_{\text{вап}} + m_{\text{води}}) \text{ [кг]}$$

8. Знаходимо витрату вологого піску:

$$m_{\text{пв}} = m_{\text{пс}} \cdot W_{\text{п}} \text{ [кг]}$$

Вихідні дані для виконання завдання 3

Варіант	Кількість цегли	Густина цегли	Вологість цегли	Вміст вапна	Активність вапна	Вологість піску
	N	$\rho_m$	$W_{\text{ц}}$	$v_{\text{CaO}}$	$A_{\text{CaO}}$	$W_{\text{п}}$
	[шт]	[кг/м <sup>3</sup> ]	[%]	[%]	[%]	[%]
1	1519	1783	4	8	82	7,5
2	1697	1835	4	5	91	7
3	821	1831	6	7	80	7,7
4	1698	1737	5	8	85	7,3
5	1290	1766	6	5	88	4,6
6	1305	1742	6	5	85	7,5
7	948	1838	7	9	94	4,8
8	1360	1861	4	9	88	4,6



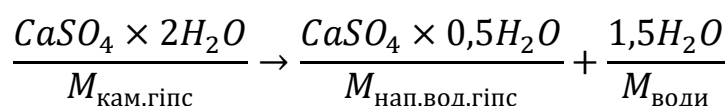
Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76/33

Варіант	Кількість цегли	Густина цегли	Вологість цегли	Вміст вапна	Активність вапна	Вологість піску
	N	$\rho_m$	$W_{ц}$	$v_{CaO}$	$A_{CaO}$	$W_{п}$
	[шт]	[кг/м <sup>3</sup> ]	[%]	[%]	[%]	[%]
9	1240	1726	6	7	91	7,3
10	1274	1811	4	6	94	5,4
11	1366	1890	6	8	82	6
12	1801	1883	5	7	84	6,1
13	1110	1783	4	8	82	5,4
14	827	1799	5	5	91	4,7
15	1609	1800	5	6	92	4,4
16	1228	1832	7	7	85	6,7
17	1312	1851	7	9	93	5,6
18	1607	1871	4	8	84	6,4
19	1902	1846	6	5	84	5,6
20	1499	1723	7	8	90	5,4
21	1073	1808	7	9	93	7
22	872	1710	4	5	81	7,8
23	1348	1859	7	9	85	5,8
24	1883	1781	4	6	84	7,1
25	1994	1786	6	8	83	4,3
26	1948	1756	6	5	85	4,6
27	1779	1704	5	7	81	4,2
28	1538	1870	4	9	87	7,3
29	1088	1711	7	7	93	6,3
30	1616	1867	4	9	86	5,2

**Задача 4.** Скільки напівводного гіпсу можна отримати після термічної обробки  $m$  (т) гіпсового каменю?

Порядок розв'язку завдання

1. Записуємо реакцію отримання напівводного гіпсу та знаходимо молярні маси складових реакції:



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 34

2. З рівняння отримуємо співвідношення виходу напівводного гіпсу  $CaSO_4 \times 0,5H_2O$  з одиниці маси гіпсового каменю  $CaSO_4 \times 2H_2O$ . Тоді, кількість напівводного гіпсу, яку можна отримати з  $m$  т гіпсового каменю становитиме:

$$m_{CaSO_4 \times 0,5H_2O} = \frac{m \cdot M_{\text{нап.вод.гіпс}}}{M_{\text{кам.гіпс}}} [\text{Т}]$$

Вихідні дані для виконання завдання 4

Варіант	Маса гіпсового каменю	
	m	
	[Т]	
1	18,1	
2	14	
3	13,1	
4	20,1	
5	14	
6	11,1	
7	13,9	
8	10,7	
9	11,2	
10	10,8	
11	14,1	
12	15,8	
13	14,8	
14	18,7	
15	19	
16	18,8	
17	19	
18	10,6	
19	12,9	
20	16,7	
21	15,8	
22	18,9	
23	12,7	
24	16	
25	10,6	
26	15,4	
27	12,6	
28	16,4	
29	19,8	
30	17,3	

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 35

## Тема 5. Наповнювачі для розчинів та бетонів

Додатковий теоретичний матеріал за  
темою заняття



**Задача 1.** Визначити порожнистість гранітного щебеню, якщо його насипна щільність  $\rho_0$  [кг/м<sup>3</sup>], а щільність  $\rho$  [кг/м<sup>3</sup>].

Порядок виконання завдання

Порожнистість щебеню може бути знайдена як:

$$V_{\text{пор}} = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right) \cdot 100 [\%]$$

Вихідні дані для виконання задачі 1

Варіант	Насипна щільність щебеню	Дійсна щільність щебеню
	$\rho_0$	$\rho$
	[кг/м <sup>3</sup> ]	[кг/м <sup>3</sup> ]
1	1610	2778
2	1599	2784
3	1620	2799
4	1666	2784
5	1641	2757
6	1505	2720
7	1637	2751
8	1672	2676
9	1608	2671
10	1690	2657
11	1607	2683
12	1652	2707
13	1614	2658
14	1516	2718

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміна 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 36

Варіант	Насипна щільність щебеню	Дійсна щільність щебеню
	$\rho_0$	$\rho$
	[кг/м <sup>3</sup> ]	[кг/м <sup>3</sup> ]
15	1552	2770
16	1594	2700
17	1562	2783
18	1685	2626
19	1529	2755
20	1525	2631
21	1654	2617
22	1561	2705
23	1506	2721
24	1638	2752
25	1674	2679
26	1606	2673
27	1691	2654
28	1601	2684
29	1651	2704
30	1692	2654

**Задача 2.** Обчислити приріст об'єму піску при його зволоженні до  $W_1$  [%] та  $W_2$  [%], якщо насипна щільність піску в сухому стані становить  $\rho_{\text{сух}}$  [кг/м<sup>3</sup>], а у вологому стані  $\rho_{\text{вол1}}$  [кг/м<sup>3</sup>] та  $\rho_{\text{вол2}}$  [кг/м<sup>3</sup>] відповідно.

Порядок виконання завдання:

1. Визначаємо масу 1 м<sup>3</sup> піску за вологості  $W_1$  та  $W_2$ :

$$m_B^1 = \rho_{\text{сух}} \cdot W_1 \text{ [кг]}$$

$$m_B^2 = \rho_{\text{сух}} \cdot W_2 \text{ [кг]}$$

2. Об'єм вологого піску становитиме:

$$V_B^1 = \frac{m_B^1}{\rho_{\text{вол1}}} \text{ [м}^3\text{]}$$

$$V_B^2 = \frac{m_B^2}{\rho_{\text{вол2}}} \text{ [м}^3\text{]}$$

3. Приріст об'єму піску:

$$\Delta V_1 = V_B^1 - V_c \text{ [м}^3\text{]}$$

$$\Delta V_2 = V_B^2 - V_c \text{ [м}^3\text{]}$$

$V_c$  – приймаємо рівним 1 м<sup>3</sup>.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 37

### Вихідні дані для виконання задачі 2

Варіант	Початкова вологість піску	Кінцева вологість піску	Насипна щільність піску в сухому стані	Насипна щільність піску при вологості $W_1$	Насипна щільність піску при вологості $W_2$
	$W_1$	$W_2$	$\rho_{\text{сух}}$	$\rho_{\text{вол1}}$	$\rho_{\text{вол2}}$
	[%]	[%]	[кг/м <sup>3</sup> ]	[кг/м <sup>3</sup> ]	[кг/м <sup>3</sup> ]
1	5	6	1444	1171	1113
2	4	10	1413	1184	1111
3	5	6	1409	1184	1148
4	5	7	1414	1200	1153
5	4	9	1434	1215	1109
6	4	7	1439	1188	1131
7	3	7	1469	1187	1101
8	3	8	1408	1217	1157
9	4	7	1425	1202	1156
10	2	7	1485	1208	1150
11	4	9	1465	1196	1139
12	5	7	1463	1212	1105
13	5	8	1413	1191	1110
14	3	7	1442	1186	1110
15	4	9	1448	1198	1112
16	3	10	1482	1202	1110
17	4	6	1499	1215	1137
18	5	10	1485	1217	1137
19	2	7	1488	1214	1156
20	5	6	1457	1175	1119
21	2	9	1441	1184	1122
22	4	8	1487	1223	1111
23	6	8	1414	1201	1153
24	5	10	1434	1214	1109
25	5	8	1439	1187	1131
26	4	8	1469	1186	1101
27	4	7	1408	1216	1157
28	5	8	1425	1203	1156
29	3	8	1485	1207	1150
30	5	10	1465	1197	1139

**Задача 3.** Визначити оптимальне співвідношення між піском та гравієм за масою для отримання найбільш щільної суміші заповнювачів для бетону, якщо

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 38

відома щільність піску  $\rho_{\text{п}}$  [кг/м<sup>3</sup>], насипна щільність гравію  $\rho_0$  [кг/м<sup>3</sup>] і щільність зерен гравію  $\rho$  [кг/м<sup>3</sup>]. Коефіцієнт розсування зерен гравію становить  $\alpha$ .

Порядок виконання завдання:

Оптимальним буде співвідношення між піском і гравієм, коли пісок заповнить порожнини в гравію з розсуненням  $\alpha$ , тобто:

$$\Pi / \rho_{\text{п}} = V_{\text{пор}} (\Gamma / \rho) \alpha$$

Звідси:

$$\Pi / \Gamma = V_{\text{пор}} (\rho_{\text{п}} / \rho) \alpha$$

де  $\Pi$  та  $\Gamma$  – маса піску та гравію, кг;

$\rho_{\text{п}}$  та  $\rho_0$  – щільність піску і гравію, кг/м<sup>3</sup>;

$V_{\text{пор}}$  – порожнинність гравію:

$$V_{\text{пор}} = 1 - (\rho_0 / \rho)$$

Вихідні дані для виконання задачі 3

Варіант	Насипна щільність піску	Насипна щільність гравію	Щільність зерен гравію	Коефіцієнт розсування гравію
	$\rho_{\text{п}}$	$\rho_0$	$\rho$	$\alpha$
	[кг/м <sup>3</sup> ]	[кг/м <sup>3</sup> ]	[кг/м <sup>3</sup> ]	-
1	2529	1660	2677	1,1
2	2570	1556	2777	1,4
3	2574	1510	2714	1,1
4	2509	1578	2621	1,1
5	2508	1575	2781	1,1
6	2503	1673	2654	1,2
7	2538	1653	2699	1,1
8	2503	1625	2727	1,2
9	2542	1667	2777	1,4
10	2571	1651	2668	1,1
11	2590	1680	2687	1,2
12	2579	1611	2619	1,4
13	2543	1537	2613	1,2
14	2526	1625	2619	1,1
15	2534	1689	2733	1,4
16	2542	1657	2753	1,2
17	2563	1615	2777	1,4

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 39

Варіант	Насипна щільність піску	Насипна щільність гравію	Щільність зерен гравію	Коефіцієнт розсування гравію
	$\rho_{п}$	$\rho_{о}$	$\rho$	$\alpha$
	[кг/м <sup>3</sup> ]	[кг/м <sup>3</sup> ]	[кг/м <sup>3</sup> ]	-
18	2536	1611	2679	1,1
19	2555	1660	2653	1,4
20	2540	1597	2700	1,1
21	2558	1562	2622	1,1
22	2571	1529	2607	1,2
23	2575	1511	2714	1,1
24	2501	1579	2621	1,1
25	2504	1576	2781	1,1
26	2502	1674	2654	1,2
27	2534	1654	2699	1,1
28	2501	1626	2727	1,2
29	2540	1666	2777	1,4
30	2570	1652	2668	1,1

**Задача 4.** Чому дорівнює вологість піску, якщо маса проби вологого піску  $m_{\text{вол}}$  [кг], а маса проби висушеного піску  $m_{\text{сух}}$  [кг].

Порядок виконання завдання  
Вологість піску може бути знайдена як:

$$W = \left( \frac{m_{\text{в}} - m_{\text{с}}}{m_{\text{с}}} \right) \cdot 100 [\%]$$

Вихідні дані для виконання завдання 4

Варіант	Маса проби вологого піску	Маса проби сухого піску
	$m_{\text{вол}}$	$m_{\text{сух}}$
	[кг]	[кг]
1	540	451
2	538	466
3	540	472
4	541	453
5	544	447
6	547	457
7	539	466
8	528	467
9	520	436

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 40

Варіант	Маса проби вологого піску	Маса проби сухого піску
	$m_{\text{вол}}$ [кг]	$m_{\text{сух}}$ [кг]
10	512	467
11	530	443
12	502	473
13	528	430
14	531	471
15	500	475
16	550	462
17	526	427
18	536	438
19	534	445
20	549	461
21	517	436
22	529	458
23	544	450
24	539	465
25	542	471
26	542	452
27	546	446
28	549	456
29	540	460
30	530	465

**Задача 5.** Розрахувати об'єм бункерів закритого складу заповнювачів, що забезпечують загальний нормативний запас на  $t$  [діб] роботи бетонного заводу із добовим випуском бетонної суміші  $V_{\text{доб}}$  [м<sup>3</sup>]. Витрата піску і гравію на 1 м<sup>3</sup> бетонної суміші (з врахуванням виробничих витрат) складає відповідно  $\Pi$  [кг/м<sup>3</sup>] і  $\Gamma$  [кг/м<sup>3</sup>]. Коефіцієнт заповнення бункерів  $k$ . Насипна щільність піску  $\rho_{\text{н.п.}}$  [кг/м<sup>3</sup>] і гравію  $\rho_{\text{н.г.}}$  [кг/м<sup>3</sup>].

Порядок виконання завдання

1. Визначаємо нормативний запас заповнювачів:  
- піску за масою:

$$\Pi_{\text{н}} = V_{\text{доб}} \cdot t \cdot \Pi \text{ [Т]}$$



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 41

- гравію за масою:

$$\Gamma_{\text{H}} = V_{\text{доб}} \cdot t \cdot \Pi \text{ [Т]}$$

- піску за об'ємом:

$$V_{\text{п.н}} = \frac{\Pi_{\text{H}}}{\rho_{\text{н.п}}} \text{ [М}^3\text{]}$$

- гравію за об'ємом:

$$V_{\text{г.н}} = \frac{\Gamma_{\text{H}}}{\rho_{\text{н.г}}} \text{ [М}^3\text{]}$$

2. З поправкою на коефіцієнт заповнення  $k$  знаходимо необхідні об'єми бункерів:

- для піску:

$$V_{\text{п.н.ф}} = kV_{\text{п.н}} \text{ [М}^3\text{]}$$

- для гравію:

$$V_{\text{г.н.ф}} = kV_{\text{г.н}} \text{ [М}^3\text{]}$$

Вихідні дані для виконання завдання 5

Варіант	Добовий об'єм бетонної суміші	Витрата піску і гравію на 1 м <sup>3</sup> бетонної суміші		Коефіцієнт заповнення бункерів	Насипна щільність піску та гравію	
	$V_{\text{доб}}$	$\Pi$	$\Gamma$	$k$	$\rho_{\text{н.п}}$	$\rho_{\text{н.г}}$
	[М <sup>3</sup> ]	[кг/М <sup>3</sup> ]	[кг/М <sup>3</sup> ]	-	[кг/М <sup>3</sup> ]	[кг/М <sup>3</sup> ]
1	498	711	1344	0,82	1346	1373
2	506	706	1345	0,84	1336	1369
3	549	709	1317	0,86	1323	1390
4	509	709	1341	0,88	1327	1375
5	537	705	1302	0,9	1344	1385
6	462	703	1335	0,92	1309	1351
7	459	704	1308	0,83	1314	1380
8	464	701	1310	0,85	1303	1399
9	507	712	1345	0,87	1302	1394
10	544	701	1319	0,89	1301	1352
11	540	704	1343	0,91	1343	1351

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 42

Варіант	Добовий об'єм бетонної суміші	Витрата піску і гравію на 1 м <sup>3</sup> бетонної суміші		Коефіцієнт заповнення бункерів k	Насипна щільність піску та гравію	
	V <sub>доб</sub>	П	Г		ρ <sub>н.п</sub>	ρ <sub>н.г</sub>
	[м <sup>3</sup> ]	[кг/м <sup>3</sup> ]	[кг/м <sup>3</sup> ]		-	[кг/м <sup>3</sup> ]
12	535	714	1315	0,93	1324	1394
13	500	707	1302	0,82	1321	1354
14	469	708	1348	0,84	1330	1372
15	483	703	1316	0,86	1318	1358
16	526	702	1332	0,88	1303	1372
17	547	705	1323	0,9	1333	1390
18	462	714	1325	0,92	1336	1354
19	542	714	1316	0,83	1320	1358
20	469	713	1336	0,85	1346	1390
21	450	714	1350	0,87	1330	1392
22	484	710	1310	0,89	1317	1359
23	481	715	1322	0,91	1314	1373
24	504	701	1308	0,93	1311	1350
25	528	708	1306	0,82	1349	1352
26	489	710	1324	0,84	1322	1387
27	486	701	1308	0,86	1335	1367
28	525	711	1301	0,88	1343	1376
29	487	702	1345	0,9	1344	1384
30	458	714	1321	0,92	1312	1379

**Задача 6.** Визначити ємність, довжину та площу штабельного складу щебеню, необхідного для 10-ти добової роботи бетонного заводу із добовою витратою  $m_{\text{доб}}$  [Т]. Висота штабелю  $h$  [м]. Кут насипу щебеню  $\beta$  [°]. Насипна густина щебеню  $\rho_n$  [кг/м<sup>3</sup>].

Порядок виконання завдання

1. Виконуємо розрахунок добової витрати матеріалів:

$$V_{\text{доб}} = \frac{m_{\text{доб}}}{\rho_n} [\text{м}^3]$$

2. Знаходимо ємність складу зповнювачів:

$$V_c = V_{\text{доб}} \cdot t_{зб} \cdot 1,2 \cdot 1,02 [\text{м}^3]$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 43

де  $t_{36}$  – термін, на який бетонний завод має бути забезпечений сировиною (10 діб);

1,2 – коефіцієнт розрихлення;

1,02 – коефіцієнт, що враховує витрати при транспортуванні.

3. Довжина штабелю становитиме:

$$L_c = \frac{V_c \cdot tg\beta}{h^2} \text{ [м]}$$

4. Площа, необхідна під облаштування складу:

$$S = \frac{2 \cdot V_c \cdot h}{tg\beta} \text{ [м}^2\text{]}$$

Вихідні дані до виконання завдання 6

Варіант	Добова витрата щебеню	Висота штабелю	Кут насипу щебеню	Насипна густина щебеню
	$m_{доб}$	$h$	$\beta$	$\rho_n$
	[т]	[м]	[°]	[кг/м <sup>3</sup> ]
1	645	5	33	1449
2	691	3	37	1482
3	556	4	33	1442
4	627	5	35	1423
5	571	4	34	1417
6	522	4	32	1420
7	511	3	37	1454
8	514	3	36	1410
9	541	3	32	1450
10	594	5	34	1481
11	575	4	33	1478
12	685	5	33	1431
13	625	5	32	1410
14	508	3	33	1484
15	622	3	37	1403
16	532	4	32	1465
17	578	4	36	1411

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 44

Варіант	Добова витрата щебеню	Висота штабелю	Кут насипу щебеню	Насипна густина щебеню
	$m_{\text{доб}}$	$h$	$\beta$	$\rho_n$
	[Т]	[М]	[°]	[КГ/М <sup>3</sup> ]
18	553	5	36	1452
19	536	4	35	1458
20	561	5	36	1474
21	585	4	35	1447
22	576	3	34	1402
23	533	4	36	1500
24	585	4	37	1435
25	585	3	35	1418
26	501	3	35	1498
27	687	3	34	1451
28	631	3	33	1500
29	628	3	35	1452
30	587	4	35	1409

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 45

## Тема 6. Бетони та їх властивості

Додатковий теоретичний матеріал за  
темою заняття



**Задача 1.** Визначити мінімально необхідну місткість бетонозмішувача і середню густину бетону, якщо при одному замісі виходить  $m_{\text{зам}}$  [кг] бетонної суміші, складу за масою 1:2:4 при співвідношенні В/Ц і коефіцієнті виходу  $\beta$ . Насипна густина цементу  $\rho_{\text{н.ц}}$  [кг/м<sup>3</sup>], піску  $\rho_{\text{н.п}}$  [кг/м<sup>3</sup>] та щебеню  $\rho_{\text{н.щ}}$  [кг/м<sup>3</sup>].

Порядок виконання завдання

1. Витрата матеріалів на 1 м<sup>3</sup> бетону:

$$Q = 1 + 2 + 4 + \text{В/Ц}$$

$$\text{Ц} = m_{\text{зам}} / Q \text{ [кг]}$$

$$\text{В} = \text{В/Ц} \cdot \text{Ц} \text{ [кг]}$$

$$\text{П} = \text{Ц} \cdot 2 \text{ [кг]}$$

$$\text{Щ} = \text{Ц} \cdot 4 \text{ [кг]}$$

2. Коефіцієнт виходу бетону:

$$\beta = \frac{V_6}{V_{\text{бетонозм.}}} = \frac{V_6}{\frac{\text{Ц}}{\rho_{\text{н.ц}}} + \frac{\text{П}}{\rho_{\text{н.п}}} + \frac{\text{Щ}}{\rho_{\text{н.щ}}}} \Rightarrow V_6 = \beta \left( \frac{\text{Ц}}{\rho_{\text{н.ц}}} + \frac{\text{П}}{\rho_{\text{н.п}}} + \frac{\text{Щ}}{\rho_{\text{н.щ}}} \right) [\text{м}^3]$$

3. Об'єм бетонозмішувача:

$$V_{\text{бетонозм.}} = \frac{V_6}{\beta}$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 46

#### 4. Середня густина бетону:

$$\rho_m = \sum M = Ц + В + П + Щ \text{ [кг/м}^3\text{]}$$

Вихідні дані для виконання завдання 1

Варіант	Маса одного замісу	Співвідношення вода/цемент	Коефіцієнт виходу	Густина цементу	Густина піску	Густина щебеню
	m <sub>зам</sub> кг	В/Ц	β	ρ <sub>н.ц</sub>	ρ <sub>н.п</sub>	ρ <sub>н.щ</sub>
	[кг]	-	-	[кг/м <sup>3</sup> ]	[кг/м <sup>3</sup> ]	[кг/м <sup>3</sup> ]
1	2000	0,6	0,7	1300	1600	1500
2	1779	0,6	0,7	1258	1623	1598
3	2168	0,5	0,8	1269	1667	1567
4	2364	0,6	0,8	1388	1631	1513
5	1674	0,7	0,8	1292	1672	1537
6	2400	0,7	0,8	1283	1661	1523
7	1797	0,5	0,7	1297	1636	1534
8	1839	0,6	0,8	1322	1631	1567
9	2229	0,6	0,7	1221	1619	1527
10	2000	0,6	0,9	1363	1651	1516
11	1563	0,5	0,9	1361	1699	1585
12	1560	0,5	0,9	1205	1640	1586
13	2244	0,6	0,9	1274	1672	1599
14	1695	0,7	0,8	1351	1694	1583
15	1536	0,6	0,8	1311	1652	1509
16	1523	0,7	0,7	1327	1638	1577
17	2416	0,5	0,7	1207	1656	1523
18	2317	0,5	0,8	1328	1606	1531
19	1585	0,6	0,8	1381	1638	1554
20	1514	0,5	0,7	1221	1667	1548
21	1939	0,7	0,8	1365	1607	1570
22	2084	0,5	0,9	1358	1668	1560
23	1780	0,6	0,7	1259	1623	1598
24	2169	0,5	0,8	1270	1667	1567
25	2365	0,6	0,8	1340	1631	1513
26	1675	0,7	0,8	1291	1672	1537
27	2401	0,7	0,8	1282	1661	1523
28	1794	0,5	0,7	1296	1636	1534
29	1838	0,6	0,8	1321	1631	1567
30	2228	0,6	0,7	1221	1619	1527

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Витуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 47

**Задача 2.** Номінальний склад цементного бетону за масою складових (при проектуванні в лабораторії), виявився у співвідношенні 1:2,4:3,2 при співвідношенні В/Ц. Визначити кількість складових матеріалів для приготування  $V_6$  [м<sup>3</sup>] бетону, якщо на 1 м<sup>3</sup> витрачається Ц' [кг]. Насипна густина піску становить  $\rho_{н.п}$  [кг/м<sup>3</sup>], щебеню  $\rho_{н.щ}$  [кг/м<sup>3</sup>], вологість піску та щебеню становить  $W_п$  та  $W_щ$  відповідно.

Порядок виконання завдання

Витрата матеріалів на 1 м<sup>3</sup> бетону:

$$Ц = Ц' \text{ [кг]}$$

$$В = В/Ц \cdot Ц \text{ [кг]}$$

$$П = Ц \cdot 2,4 \text{ [кг]}$$

$$Щ = Ц \cdot 3,2 \text{ [кг]}$$

Витрата вологих заповнювачів, з врахуванням їх вологості:

$$П_в = П \cdot (1 + W_п) \text{ [кг]}$$

$$Щ_в = Щ \cdot (1 + W_щ) \text{ [кг]}$$

Витрата води з врахуванням вологих заповнювачів:

$$В_в = В - (П \cdot W_п + Щ \cdot W_щ) \text{ [л]}$$

Витрата матеріалів на приготування заданого об'єму бетону:

$$Ц_{заг} = Ц \cdot V_6 \text{ [Т]}$$

$$В_{заг} = В_в \cdot V_6 \text{ [Т]}$$

$$П_{заг} = П_в \cdot V_6 \text{ [Т]} \quad \text{або} \quad П_{заг}/\rho_{н.п} \text{ [м}^3\text{]}$$

$$Щ_{заг} = Щ_в \cdot V_6 \text{ [Т]} \quad \text{або} \quad Щ_{заг}/\rho_{н.щ} \text{ [м}^3\text{]}$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміна 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 48

### Вихідні дані для виконання завдання 2

Варіант	Співвідношення вода/цемент	Об'єм складових матеріалів бетону	Витрата цементу на 1м <sup>3</sup> бетону	Насипна густина піску	Насипна густина щебеню	Вологість піску	Вологість щебеню
	В/Ц	V <sub>б</sub>	Ц'	ρ <sub>н.п</sub>	ρ <sub>н.щ</sub>	W <sub>п</sub>	W <sub>щ</sub>
	-	[м <sup>3</sup> ]	[кг]	[кг/м <sup>3</sup> ]	[кг/м <sup>3</sup> ]	[%]	[%]
1	0,5	350	320	1600	1500	5,5	3,2
2	0,6	353	301	1646	1593	5,5	3,3
3	0,4	313	301	1652	1557	5,6	3,5
4	0,6	435	314	1608	1539	5,7	3,6
5	0,5	405	302	1681	1538	5,7	3,8
6	0,5	306	301	1643	1573	5,5	3,1
7	0,4	390	314	1601	1581	5,9	3,9
8	0,6	404	310	1603	1569	5,3	3,1
9	0,4	337	311	1652	1545	5,5	3
10	0,4	309	309	1633	1569	5,6	3,5
11	0,4	375	313	1696	1586	5,7	3,1
12	0,5	448	309	1665	1525	5,3	3,9
13	0,5	356	319	1688	1596	5,1	3,6
14	0,6	345	307	1649	1595	5,2	3,4
15	0,6	413	301	1646	1575	5,1	3,7
16	0,4	378	306	1621	1585	5	3,8
17	0,5	386	300	1662	1599	5,6	3,3
18	0,6	350	315	1611	1530	5	3,7
19	0,4	370	317	1660	1587	5,9	3,6
20	0,6	430	307	1694	1584	5,7	3,1
21	0,4	348	316	1678	1511	5,2	3,7
22	0,5	350	302	1614	1531	5,4	3,5
23	0,4	391	312	1602	1581	5,9	3,9
24	0,6	403	311	1602	1569	5,3	3,1
25	0,4	336	310	1653	1545	5,5	3
26	0,4	305	308	1634	1569	5,6	3,5
27	0,4	374	312	1695	1586	5,7	3,1
28	0,5	444	307	1666	1525	5,3	3,9
29	0,5	355	316	1688	1596	5,1	3,6
30	0,6	344	306	1644	1595	5,2	3,4

**Задача 3.** Визначити номінальний склад гідротехнічного бетону для надводної зони річкової споруди марки М200 з рухомістю бетонної суміші за усадкою конуса 4...5 [см]. Матеріали: портландцемент з активністю R<sub>ц</sub> [МПа], пісок дрібний з водопотребою W<sub>п</sub> [%] і дійсною густиною ρ<sub>п</sub> [г/см<sup>3</sup>], гранітний



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 49

щебінь з максимальною крупністю зерен 70 мм, дійсною густиною  $\rho_{щ}$  [г/см<sup>3</sup>] і насипною густиною  $\rho_{н.щ}$  [кг/м<sup>3</sup>].

#### Порядок виконання завдання

1. Для визначення складу бетону використовуємо розрахунково-експериментальний метод Скрамтаєва-Баженова. Водоцементне відношення знаходимо з формули бетону:

$$R_6 = A \cdot R_{ц} \cdot (Ц/В - 0,5)$$

де  $R_6$  – міцність бетону [МПа];

$A$  – коефіцієнт якості заповнювачів (приймається рівним 0,55);

$R_{ц}$  – активність цементу [МПа].

Тоді

$$В/Ц = \frac{A \cdot R_{ц}}{R_6 + 0,5 \cdot A \cdot R_{ц}}$$

Гранично допустиме  $В/Ц$ , яке забезпечує комплекс необхідних властивостей надводного бетону, повинно бути 0,65. Для економії цементу може бути рішення про введення добавки у вигляді мінерального наповнювача, наприклад золу, що утворюється при роботі ТЕЦ з відомою густиною  $\rho_3$  [г/см<sup>3</sup>].

2. Орієнтовну витрату води знаходимо за графіком (рис. 6.1), враховуючи поправку на водопотребу піску і застосування щебеню:  $В$  [л/м<sup>3</sup>].

3. Витрата цементу із умови забезпечення міцності:

$$Ц = В : В/Ц \text{ [кг/м}^3\text{]}$$

4. Необхідна витрата добавки мінерального наповнювача може бути знайдена як:

$$Д = \frac{В/Ц - (В/Ц)'}{(В/Ц)'} \cdot Ц \text{ [кг/м}^3\text{]}$$

де  $(В/Ц)'$  – водоцементне відношення із умови довговічності.

5. Загальний вміст в'язучої рідини:  $Ц+Д$  [кг/м<sup>3</sup>].

6. Пустотність щебеню:

$$П_{щ} = 1 - \left( \frac{\rho_{н.щ}}{\rho_{щ}} \right)$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 50

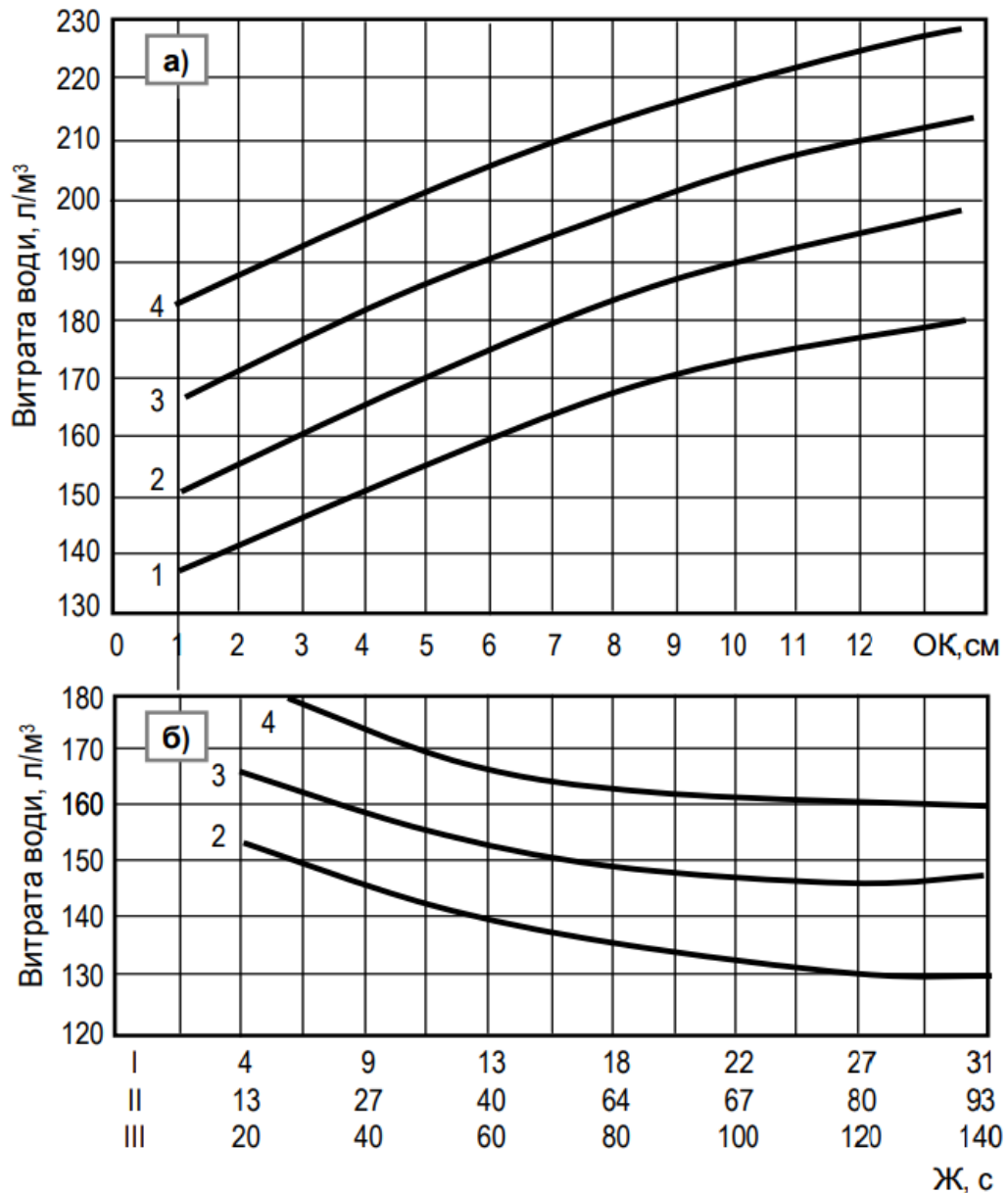


Рис.6.1. Графік водопотреби бетонної суміші (в межах правила постійної водопотреби), виготовленої із застосуванням портландцементу, піску середньої крупності (водопотреба 7%) та гравію з максимальною крупністю: а – рухливі суміші; б – жорсткі суміші; 1 – 80 мм; 2 – 40 мм; 3 – 20 мм; 4 – 10 мм; I – жорсткість за ДСТУ Б В.2.7-114; II – за технічним віскозиметром; III – за спрощеним способом Б.Г. Скрамтаєва (Примітки: при застосуванні щебеню витрату води збільшують на 10 л; якщо застосовують дрібний пісок з водопотребою понад 7% витрату води збільшують на 5 л на кожен відсоток зменшення водопотреби; при витраті цементу понад 400 кг/м<sup>3</sup> витрату води збільшують на 10 л на кожні 100 кг цементу).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 51

7. В залежності від водоцементного відношення і витрати цементу (табл. 6.1) при визначених значеннях В/Ц та Ц знаходимо коефіцієнт розсуву зерен  $\alpha$  та витрату щебеню і піску:

$$\text{Щ} = \frac{1000}{\frac{\text{П}_{\text{щ}} \cdot \alpha}{\rho_{\text{н.щ}}} + \frac{1}{\rho_{\text{щ}}}} \text{ [кг/м}^3\text{]}$$

Таблиця 6.1

Витрата цементу	В/Ц				
	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
250	-	-	1,26	1,32	1,38
300	-	1,3	1,36	1,42	-
350	1,32	1,38	1,44	-	-
400	1,4	1,46	-	-	-

7. Для визначення складу бетону в частинах за масою розділимо витрату кожного компонента на витрату цементу:

$$\frac{\text{Ц}}{\text{Ц}} : \frac{\text{П}}{\text{Ц}} : \frac{\text{Щ}}{\text{Ц}} : \frac{\text{В}}{\text{Ц}} : \frac{\text{Д}}{\text{Ц}}$$

Вихідні дані для виконання завдання 3

Варіант	Активність портландцементу	Водопотреба піску	Дійсна густина піску	Дійсна густина щебеню	Насипна густина щебеню
	$R_{\text{ц}}$	$V_{\text{п}}$	$\rho_{\text{п}}$	$\rho_{\text{щ}}$	$\rho_{\text{н.щ}}$
	[МПа]	[%]	[г/см <sup>3</sup> ]	[г/см <sup>3</sup> ]	[кг/м <sup>3</sup> ]
1	50	9	2,64	2,82	1444
2	45	8	2,64	2,74	1446
3	46	11	2,45	2,82	1440
4	49	9	2,6	2,78	1443
5	44	11	2,54	2,82	1444
6	48	10	2,57	2,85	1445
7	50	11	2,62	2,75	1444
8	50	9	2,52	2,74	1458
9	49	9	2,53	2,78	1440
10	49	10	2,46	2,82	1440
11	42	8	2,68	2,78	1442
12	43	11	2,64	2,89	1450

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 52

Варіант	Активність портландцементу	Водопотреба піску	Дійсна густина піску	Дійсна густина щебеню	Насипна густина щебеню
	$R_c$	$V_n$	$\rho_n$	$\rho_{nc}$	$\rho_{n,nc}$
	[МПа]	[%]	[г/см <sup>3</sup> ]	[г/см <sup>3</sup> ]	[кг/м <sup>3</sup> ]
13	42	8	2,56	2,84	1445
14	49	8	2,49	2,88	1445
15	43	11	2,57	2,76	1456
16	47	11	2,56	2,83	1449
17	40	9	2,47	2,89	1460
18	47	9	2,54	2,89	1448
19	42	8	2,6	2,72	1458
20	41	10	2,62	2,72	1459
21	49	9	2,54	2,89	1457
22	50	10	2,54	2,86	1448
23	46	8	2,43	2,83	1457
24	44	10	2,62	2,89	1442
25	40	9	2,64	2,88	1453
26	42	11	2,58	2,87	1444
27	50	10	2,49	2,86	1442
28	48	9	2,47	2,71	1443
29	49	9	2,68	2,75	1442
30	44	8	2,69	2,79	1451

**Задача 4.** Номінальний склад бетону 1:2,1:3,5 (за об'ємом), В/Ц = 0,55. На 1 м<sup>3</sup> бетону витрачається Ц [кг] цементу з насипною густиною  $\rho_{н,ц}$  [кг/м<sup>3</sup>]. Для виготовлення бетону застосовували щебінь і пісок з вологістю  $W_{щ}$  [%] і  $W_n$  [%] відповідно і насипною густиною  $\rho_{н,щ}$  [кг/м<sup>3</sup>] і  $\rho_{н,п}$  [кг/м<sup>3</sup>] (в сухому стані). Визначити витрати матеріалів на  $V$  [м<sup>3</sup>] бетону за масою.

Порядок виконання завдання

1. Визначаємо витрати матеріалів на 1 м<sup>3</sup> бетону:

$$V_c = \frac{C}{\rho_{н,ц}} \text{ [м}^3\text{]}$$

$$V_n = V_c \cdot 2,1 \text{ [м}^3\text{]}$$

$$V_{щ} = V_n \cdot 3,5 \text{ [м}^3\text{]}$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 53

$$V_6 = \frac{Ц \cdot B / Ц}{\rho_B} [M^3]$$

2. За масою:

$$B = V_B \cdot \rho_B [кг]$$

$$П = V_П \cdot \rho_П [кг]$$

$$Щ = V_Щ \cdot \rho_Щ [кг]$$

3. Робочі витрати компонентів з врахуванням вологості заповнювачів:

$$Ц_p = Ц [кг]$$

$$П_p = П + \frac{П_w}{100} [кг]$$

$$Щ_p = Щ + \frac{Щ_w}{100} [кг]$$

$$B_p = B - \frac{П_w}{100} - \frac{Щ_w}{100} [кг]$$

4. Робочі витрати компонентів на заданий об'єм бетону:

$$Ц_p^v = Ц_p \cdot V [кг]$$

$$П_p^v = П_p \cdot V [кг]$$

$$Щ_p^v = Щ_p \cdot V [кг]$$

$$B_p^v = B_p \cdot V [кг]$$

Вихідні дані для виконання завдання 4

Варіант	Витрата цементу на 1 м <sup>3</sup> бетону	Насипна густина цементу	Вологість щебеню	Вологість піску	Насипна щільність щебеню	Насипна щільність піску	Необхідна кількість бетону
	Ц	$\rho_{н.ц}$	$W_{щ}$	$W_{п}$	$\rho_{н.щ}$	$\rho_{н.п}$	V
	[кг]	[кг/м <sup>3</sup> ]	[2%]	[2%]	[кг/м <sup>3</sup> ]	[кг/м <sup>3</sup> ]	[м <sup>3</sup> ]
1	316	1245	4	8	1451	1395	206
2	313	1260	5	8	1453	1398	226

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 54

Варіант	Витрата цементу на 1 м <sup>3</sup> бетону	Насипна густина цементу	Вологість щебеню	Вологість піску	Насипна щільність щебеню	Насипна щільність піску	Необхідна кількість бетону
	Ц	$\rho_{н.ц}$	$W_{щ}$	$W_{п}$	$\rho_{н.щ}$	$\rho_{н.п}$	V
	[кг]	[кг/м <sup>3</sup> ]	[2%]	[2%]	[кг/м <sup>3</sup> ]	[кг/м <sup>3</sup> ]	[м <sup>3</sup> ]
3	312	1253	3	7	1450	1404	245
4	300	1249	4	9	1452	1399	224
5	317	1251	3	7	1451	1398	199
6	317	1259	4	7	1454	1403	250
7	317	1244	2	9	1448	1398	237
8	305	1243	3	9	1454	1395	190
9	313	1244	2	8	1446	1397	217
10	308	1252	5	7	1453	1397	191
11	307	1252	2	9	1453	1399	193
12	311	1255	2	8	1451	1400	243
13	319	1249	4	8	1448	1401	219
14	313	1248	3	7	1455	1402	193
15	304	1251	3	6	1452	1400	217
16	314	1252	5	9	1452	1399	218
17	303	1246	5	8	1450	1396	201
18	303	1255	5	8	1452	1405	215
19	311	1252	2	8	1453	1398	189
20	320	1243	4	7	1448	1400	240
21	302	1258	3	8	1448	1397	234
22	316	1260	5	9	1447	1403	246
23	300	1247	5	9	1447	1398	180
24	311	1249	4	8	1448	1401	223
25	309	1245	2	6	1454	1399	190
26	308	1242	5	8	1451	1397	185
27	300	1240	4	7	1449	1400	197
28	316	1247	5	6	1455	1403	249
29	314	1258	5	9	1451	1398	222
30	305	1243	4	8	1455	1403	228

**Задача 5.** Бетон на матеріалах рядової якості при В/Ц=0,5 через n [діб] твердіння показав міцність при стиску  $R_c^n$  [МПа]. Визначити активність цементу.

Порядок виконання завдання

1. Для визначення активності цементу можна скористатися формулою міцності бетону (формула Болемея):

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 55

$$R_6 = A \cdot R_{ц} \cdot (Ц/В - 0,5) \text{ [МПа]}$$

де  $A$  – коефіцієнт якості вихідних матеріалів (приймається рівним 0,6);  
- міцність бетону в 28-добовому віці;  
- цементно-водне відношення ( $Ц/В = 1/0,5 = 2$ ).

2. Орієнтовну міцність бетону у 28-добовому віці можна визначити за логарифмічною формулою росту міцності бетону:

$$R_6 = R_6^n \cdot \frac{\lg 28}{\lg n} \text{ [МПа]}$$

3. Тоді активність цементу може бути знайдена як:

$$R_{ц} = \frac{R_6}{A \cdot ((Ц/В) - 0,5)} \text{ [МПа]}$$

Вихідні дані для виконання завдання 5

Варіант	Тривалість твердіння бетону	Міцність на стиск через $n$ діб твердіння
	$n$ [діб]	$R_6^n$ [МПа]
1	16	21
2	15	24
3	13	22
4	14	28
5	16	21
6	10	29
7	10	23
8	13	26
9	12	26
10	14	27
11	11	21
12	16	24
13	12	23
14	10	24
15	15	21
16	12	27
17	15	21
18	14	20

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 56

Варіант	Тривалість твердіння бетону	Міцність на стиск через n діб твердіння
	n	$R_6^n$
	[діб]	[МПа]
19	12	27
20	8	27
21	11	24
22	8	25
23	12	25
24	14	29
25	8	29
26	9	25
27	8	25
28	10	29
29	15	23
30	10	22



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 57

## Тема 7. Метали та металеві вироби

Додатковий теоретичний матеріал за  
темою заняття



**Задача №1.** При випробуванні металу на розтяг були використані довгі циліндричні зразки діаметром  $d$  [мм] і початковою розрахунковою довжиною  $l_0$  [мм]. Значення руйнівного навантаження  $P_{max}$  [кг], кінцева розрахункова довжина зразка  $l_k$  [мм]. Визначити тимчасовий опір металу розриву і відносне видовження після розриву зразка.

Порядок розв'язку завдання:

1. Визначаємо початкову розрахункову довжину зразка:

$$l_0 = 11,3 \cdot \sqrt{F_0} \text{ [мм]}$$

де  $F_0$  – площа поперечного перерізу зразка, мм<sup>2</sup>.

2. Визначаємо тимчасовий супротив розриву:

$$F_0 = \frac{\pi d^2}{4} \text{ [мм}^2\text{]}$$

3. Визначаємо відносне видовження після розриву:

$$\sigma_B = \frac{P_{max}}{F_0} \text{ [МПа]}$$

4. Визначаємо відносне видовження після розриву:

$$\delta = \frac{l_k - l_0}{l_0} \cdot 100 \text{ [%]}$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 58

Вихідні дані для виконання завдання 1

Варіант	Діаметр циліндричного зразка	Руйнівне навантаження	Кінцева розрахункова довжин зразка
	d	$P_{\max}$	$l_k$
	[мм]	[кг]	[мм]
1	8	3409	104
2	8	3015	120
3	5	2938	65
4	10	3177	120
5	8	3101	120
6	5	3457	60
7	6	3160	84
8	8	3118	120
9	10	2908	150
10	10	3457	130
11	8	3217	88
12	9	3190	108
13	8	3482	112
14	7	3144	84
15	8	2941	88
16	10	2817	130
17	8	2796	112
18	7	3382	77
19	10	3232	120
20	8	2998	112
21	5	3219	60
22	7	3105	91
23	8	3203	112
24	9	3113	126
25	8	3228	104
26	8	3069	104
27	9	3030	135
28	10	3157	130
29	9	3418	108
30	8	3250	112

**Задача №2.** Який мінімальний діаметр повинен мати сталевий стрижень довжиною  $l$  [м], якщо потрібно утримувати на ньому вантаж масою  $m$  [т]? Вирахувати відносну  $\varepsilon$  [мм] і абсолютну  $\Delta l$  [мм] деформацію стрижня під навантаженням (напруга, що допускається, на розрив для даної марки сталі 150

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 59

[Мпа], а модуль пружності  $E = 2 \cdot 10^5$  [МПа]).

### Порядок розв'язку завдання

1. Допустиме напруження на розрив для даного стрижня:

$$[\sigma] = \frac{P_{\text{разр}}}{F}$$

звідки:

$$F = \frac{P_{\text{разр}}}{[\sigma]} \text{ [м}^2\text{]}$$

При розрахунку  $F$ , значення  $P_{\text{разр}}$  потрібно підставити у [Н].

2.  $\sigma$  за умовою задачі буде однакове для всіх варіантів та становитиме  $150 \cdot 10^6$  [МПа].

$$F = \pi R^2$$

звідки:

$$R = \sqrt{\frac{F}{\pi}}, \text{ см} \rightarrow D = 2 \cdot R \text{ [см]}$$

При розрахунку радіусу  $F$  потрібно підставляти у [см<sup>2</sup>].

3. Відносна деформація:

$$\varepsilon = \frac{[\sigma]}{E}$$

Значення модуля пружності  $E$  буде однаковим для всіх варіантів та становитиме  $2 \cdot 10^5$  [МПа].

4. Абсолютна деформація:

$$\Delta l = l_2 - l_1$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 60

звідки:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_1} \rightarrow \Delta l = \varepsilon \cdot l_1 \text{ [мм]}$$

Величину  $\Delta l$  визначити і вказати в [мм].

Вихідні дані для виконання завдання 2

Варіант	Довжина сталевого стрижня	Маса вантажу
	l [м]	m [кг]
1	1,34	5,4
2	1,84	5,6
3	1,41	5,4
4	1,43	4,7
5	1,69	5,9
6	1,93	5,3
7	1,19	4,7
8	1,42	5,4
9	1,64	4,4
10	1,61	5,5
11	1,97	4,2
12	1,81	4,8
13	1,16	5,7
14	1,87	4,8
15	1,48	5,3
16	1,92	5,7
17	1,63	4,4
18	1,39	4,1
19	1,26	4,8
20	1,43	4,7
21	1,64	5,5
22	1,46	4,5
23	1,63	5,5
24	1,65	5,9
25	1,85	4,5
26	1,16	5,1
27	1,26	5,5
28	1,21	4,5
29	1,67	5,8
30	1,63	5,4

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміна 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 61

**Задача №3.** При визначенні твердості сталі на пресі Брінелля, прикладене навантаження становило  $F$  [кгс]. В ході виконання випробувань застосовували кульку діаметром  $D$  [мм]. За результатами випробування було одержано три відбитки кульки наступних розмірів:  $d_1$  [мм],  $d_2$  [мм],  $d_3$  [мм]. Визначити ступінь твердості випробуваної сталі за Брінелем.

Порядок розв'язку завдання

1. Знаходимо середній діаметр відбитка кульки на поверхні сталі:

$$d_{\text{ср}} = \frac{d_1 + d_2 + d_3}{3} \text{ [мм]}$$

2. Визначаємо твердість сталі за Брінелем:

$$HB = \frac{2F}{\pi D \left( D - \sqrt{D^2 - d_{\text{ср}}^2} \right)} \text{ [кгс/мм}^2\text{]}$$

Вихідні дані для виконання завдання 3

Варіант	Прикладене навантаження	Діаметр кульки	Діаметри відбитків куль за результатами трьох досліджень		
	F	D	$d_1$	$d_2$	$d_3$
	[кгс]	[мм]	[мм]	[мм]	[мм]
1	3068	12	4,35	5,06	5
2	3187	14	4,99	4,33	5,61
3	2653	15	5,07	5,03	5,19
4	2793	11	5,36	4,6	5,16
5	3133	11	5,12	5,17	4,1
6	3367	13	4,76	4,66	5,18
7	3068	11	4,36	4,23	4,6
8	2569	15	5,06	5,86	5,24
9	3207	12	4,55	4,01	5,37
10	3459	14	4,76	5,43	4,21
11	2563	11	5,32	4,42	5,5
12	2519	12	4,09	5,31	4,55
13	2658	15	5,81	4,87	5,89
14	3163	14	5,21	5,71	4,83
15	2710	15	4,49	5,08	4,09
16	3070	11	5,27	4,68	4
17	3223	10	4,44	5,99	5,12
18	2842	11	4,49	5,13	5,13

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024	
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 62	

Варіант	Прикладене навантаження	Діаметр кульки	Діаметри відбитків куль за результатами трьох досліджень		
	F	D	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>
	[кгс]	[мм]	[мм]	[мм]	[мм]
19	3098	11	5,04	5,24	4,47
20	3255	14	4,37	5,94	4,55
21	2892	11	4,21	4,03	4,67
22	3374	14	4,63	5,51	4,96
23	3062	11	5,28	5,2	5,26
24	2544	13	4,8	4,75	4,76
25	3095	14	4,53	4,18	4,22
26	2508	12	5,8	5,21	5,81
27	2510	13	5,87	5,95	4,38
28	2777	12	5,35	4,98	4,13
29	3232	14	5,06	4,53	5,61
30	2943	13	4,82	5,61	4,02

**Задача №4.** В ході виконання динамічних випробувань сталі на ударну в'язкість на маятниковому копрі зразок сталі довжиною  $l$  [мм] та поперечним перетином  $a \times b$  [мм] зруйнувався у місці надрізу глибиною  $h'$  [мм] при наступних показниках:

- маса маятника  $G$  [кг];
- висота початкового підймання маятника  $H$  [м];
- висота підймання маятника після руйнування зразка  $h$  [см].

Визначити ударну в'язкість сталі.

Порядок розв'язку завдання

1. Знаходимо кількість роботи, яку має виконати маятник для руйнування зразка сталі:

$$A = G \cdot (H - h) \text{ [кг} \cdot \text{м]}$$

2. Для виконання подальших розрахунків кількість роботи з  $\text{кг} \cdot \text{м}$  потрібно перевести у Дж ( $1 \text{ кг} \cdot \text{м} = 10 \text{ Дж}$ ). Площа зламу (переріз зразка в місці надрізу):

$$S_0 = a \cdot (b - h') \text{ [см}^2\text{]}$$

3. Питома робота руйнування, яка дорівнюватиме величині ударної в'язкості сталі:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76/63

$$a_c = \frac{A}{S_0} [\text{Дж/см}^2]$$

Вихідні дані для виконання завдання 4

Варіант	Розміри поперечного перетину досліджуваного зразка		Глибина надрізу	Маса маятника	Висота початкового підймання маятника	Висота підймання маятника після руйнування
	a	b				
	[мм]	[мм]	h'	G	H	h
1	14	14	3	14	1,2	64
2	14	14	3	10	1,7	69
3	12	12	2	20	1,9	61
4	16	16	2	20	1,3	74
5	14	14	2	18	1,4	55
6	14	14	2	12	1,4	55
7	11	11	3	15	1,5	62
8	7	7	4	14	1,4	61
9	7	7	2	19	1,8	71
10	14	14	4	14	1,7	68
11	20	20	4	19	1,3	79
12	9	9	3	17	1,1	51
13	10	10	3	12	1,2	69
14	15	15	3	14	1,4	50
15	15	15	4	16	1,8	58
16	19	19	3	15	1,5	53
17	20	20	3	18	1,1	57
18	15	15	3	13	1,1	70
19	13	13	4	11	1,9	67
20	9	9	4	18	1,7	76
21	9	9	2	19	1,3	62
22	12	12	3	15	1,8	53
23	11	11	3	19	1,1	50
24	19	19	4	17	1,3	65
25	14	14	3	14	1,8	74
26	18	18	3	13	1,9	56
27	9	9	2	12	1,5	57
28	14	14	2	17	1,2	72
29	17	17	3	14	1,4	69
30	11	11	2	17	1,2	76

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 64

## Тема 8. Деревина. Матеріали з деревини

Додатковий теоретичний матеріал за  
темою заняття



**Задача 1.** Соснові дошки тривалий час зберігались на повітрі при  $t$  [°C] і відносній вологості повітря  $W_{\text{від}}$  [%]. Визначити вологість дошок та їх середню густину, якщо при стандартній 12%-й вологості густина деревини сосни становить  $\rho_{12}$  [кг/м<sup>3</sup>].

Порядок виконання завдання

Рівноважну вологість деревини  $W$  визначаємо за діаграмою Чулицького (рис. 8.1).

Середню густину деревини при визначенні вологості можна знайти знаючи середню густину при стандартній вологості  $\rho_{12}$  і коефіцієнт об'ємної усушки (для сосни  $k = 0,44$ ):

$$\rho_w = \frac{\rho_{12}}{1 + 0,01 \cdot (1 - k) \cdot (12 - w)} \text{ [кг/м}^3\text{]}$$

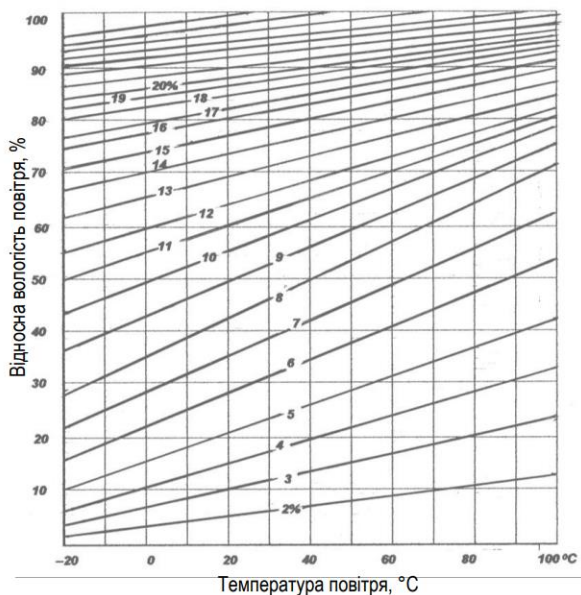


Рис.8.1. Діаграма чулицького для визначення рівноважної вологості деревини



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 65

Вихідні дані для виконання завдання 1

Варіант	Температура повітря	Відносна вологість повітря	Густина деревини при вологості 12%
	t	W <sub>від</sub>	ρ <sub>12</sub>
	[°C]	[%]	[кг/м <sup>3</sup> ]
1	23	75	498
2	21	80	518
3	19	77	481
4	20	77	505
5	18	82	494
6	21	78	520
7	18	77	495
8	23	75	490
9	18	75	485
10	21	77	516
11	22	76	492
12	20	77	512
13	20	76	483
14	19	80	486
15	22	80	482
16	20	76	491
17	20	75	487
18	24	81	489
19	25	75	485
20	19	82	499
21	24	82	508
22	21	80	512
23	23	78	519
24	24	82	501
25	24	75	497
26	19	79	489
27	23	80	511
28	25	80	520
29	23	77	503
30	25	77	508

**Задача 2.** Сосновий брусок має розміри  $a \times b \times c$  [мм] при вологості  $W$  [%]. Як зміняться розміри бруска після повного висушування, а потім зволоження до границі насичення? Коефіцієнт усушки сосни приймаємо  $k_y = 0,44$ .

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 66

### Порядок виконання завдання

1. Величина усушки при висушуванні бруска може бути знайдена як:

$$Y = k_y \cdot W [\%]$$

2. Приймаємо умову, що розмір зразка при вологості  $\alpha_0$  рівний  $\alpha_0$ , а при вологості  $W - \alpha$ , тоді:

$$Y = \frac{\alpha - \alpha_0}{100} [\text{мм}]$$

звідки:

$$\alpha_0 = \frac{\alpha \cdot (100 - Y)}{100} [\text{мм}]$$

3. Аналогічно визначаємо інші розміри бруска після сушіння, в наслідок чого отримуємо  $\alpha_0 \times b_0 \times c_0$ .

4. При зволоженні сухого бруска його лінійні розміри збільшуються за рахунок розбухання деревини, що відповідає границі насичення  $W_{\text{м.н}}$  (30%). При цій вологості характерне максимальне розбухання  $P_{\text{max}}$ :

$$P_{\text{max}} = \frac{a_{\text{max}} - a_0}{a_0} \cdot 100 = 30 \cdot k_p$$

де  $k_p$  – коефіцієнт розбухання.

5. Коефіцієнт розбухання пов'язаний із коефіцієнтом усушки залежністю:

$$k_p = \frac{100 \cdot k_y}{100 - 30 \cdot k_y}$$

6. Тоді лінійний розмір бруска становитиме:

$$a_{\text{max}} = \frac{30 \cdot k_p \cdot a_0 + 100 \cdot a_0}{100} [\text{мм}]$$

Аналогічні обрахунки виконуються і для інших розмірів бруска.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 67

### Вихідні дані для виконання завдання 2

Варіант	Розміри бруса			Вологість деревини
	a	b	c	W
	[ММ]	[ММ]	[ММ]	[%]
1	21	37	456	18
2	30	31	474	21
3	26	36	492	19
4	21	30	449	19
5	22	37	450	24
6	25	30	472	17
7	25	31	442	20
8	26	30	445	23
9	24	31	424	24
10	28	33	445	17
11	23	37	496	26
12	29	35	496	22
13	30	35	487	21
14	21	34	437	25
15	23	31	461	23
16	23	37	448	20
17	24	35	462	25
18	23	38	443	16
19	22	32	482	26
20	26	35	463	16
21	23	37	468	25
22	30	33	451	24
23	21	38	497	21
24	22	36	456	22
25	23	33	431	27
26	21	36	490	17
27	30	36	410	26
28	20	31	481	19
29	25	33	433	24
30	28	36	458	21

**Задача 3.** Середня густина дуба в абсолютно сухому стані  $\rho_{o,d}$  [кг/м<sup>3</sup>], а граба  $\rho_{o,g}$  [кг/м<sup>3</sup>]. Знайти пористість і максимальне водопоглинання деревини дуба і граба.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 68

### Порядок виконання завдання

1. Дійсна густина дуба, або показник густини деревної речовини  $\rho_{д,р}$  в середньому для всіх порід становить  $1,53 \text{ г/см}^3$ . Тоді пористість дуба і граба становитимуть:

$$\Pi_{д} = \frac{\rho_{д,р} - \rho_{о,д}}{\rho_{д,р}} [\%]$$

$$\Pi_{г} = \frac{\rho_{д,р} - \rho_{о,г}}{\rho_{д,р}} [\%]$$

2. Вологість, яка характеризує максимальне водопоглинання деревини, знаходиться за формулою:

$$W_{max} = W_{п.н} + \frac{(\rho_{д,р} - \rho_{о}) \cdot \rho_{в}}{\rho_{д,р} \cdot \rho_{о}} \cdot 100$$

де  $W_{п.н}$  – вологість границі насичення кліткових стінок (30%);

$\rho_{в}$  – густина води.

Розрахунок вологості виконати окремо для дуба та для граба

### Вихідні дані для виконання завдання 3

Варіант	Середня густина дуба в абсолютно сухому стані	Середня густина граба в абсолютно сухому стані
	$\rho_{о,д}$ [кг/м <sup>3</sup> ]	$\rho_{о,г}$ [кг/м <sup>3</sup> ]
1	657	763
2	655	755
3	647	756
4	659	765
5	656	762
6	645	756
7	649	753
8	641	752
9	650	756
10	640	752
11	659	751
12	649	751
13	648	764
14	650	763
15	659	763

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 69

Варіант	Середня густина дуба в абсолютно сухому стані	Середня густина граба в абсолютно сухому стані
	$\rho_{o.d}$	$\rho_{o.g}$
	[кг/м <sup>3</sup> ]	[кг/м <sup>3</sup> ]
16	653	756
17	640	753
18	648	758
19	640	756
20	657	764
21	641	750
22	650	758
23	659	753
24	641	761
25	653	752
26	644	754
27	659	752
28	641	750
29	651	758
30	650	755

**Задача 4.** Визначити границю міцності при стиску вздовж волокон і при статичному згині зразків деревини сосни і дуба, якщо відомо, що кількість  $m$  пізньої деревини у них становить відповідно  $m_1$  і  $m_2$  відповідно.

Порядок виконання завдання

1. Кількість пізньої деревини підраховується на торцевих зрізах деревини вимірюванням пізньої зони річних шарів із точністю до 0,1 мм на відстані 15...20 мм. Для розв'язку даної задачі може бути застосовано емпіричні формули.

Для деревини сосни:

$$R_{ст12} = 0,6 \cdot m_1 + 30 \text{ [МПа]}$$

$$R_{зг12} = 1,4 \cdot m_1 + 56 \text{ [МПа]}$$

Для деревини дуба:

$$R_{ст12} = 0,32 \cdot m_2 + 29,5 \text{ [МПа]}$$

$$R_{зг12} = 0,43 \cdot m_2 + 47,5 \text{ [МПа]}$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 70

#### Вихідні дані для виконання завдання 4

Варіант	Кількість пізньої деревини в торцевому зрізі	
	сосни	дуба
	$m_1$	$m_2$
	[%]	[%]
1	23	76
2	26	71
3	25	72
4	27	74
5	20	79
6	26	71
7	23	83
8	30	78
9	26	74
10	29	74
11	30	81
12	28	75
13	23	73
14	25	85
15	30	75
16	24	77
17	28	84
18	28	78
19	26	78
20	30	83
21	28	82
22	24	72
23	30	85
24	26	80
25	20	80
26	27	85
27	28	85
28	23	73
29	30	73
30	22	82

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 76 / 71</i>

## Загальний опис та вимоги до виконання індивідуального завдання

Індивідуальне завдання має бути виконане у чіткій відповідності до вимог вищої освіти та продемонструвати високий рівень теоретичної підготовки, аналітичного мислення, уміння використовувати спеціалізовану літературу та сучасні науково-технічні джерела. Структура роботи повинна забезпечити логічне, послідовне викладення матеріалу, а також аргументовані висновки, що ґрунтуються на наукових фактах. Нижче наводяться детальні вимоги до структури.

### Вимоги до титульної сторінки

Титульна сторінка повинна містити: назву закладу вищої освіти; назву факультету та кафедри; назву дисципліни («Будівельне матеріалознавство»); тему індивідуального завдання; інформацію про виконавця (прізвище, ім'я, по батькові, група, спеціальність).

### Вступ має містити:

- актуальність теми: короткий огляд проблеми та її важливості в сучасних умовах будівництва;
- мету дослідження: чітке формулювання, що визначає, на що спрямоване дане завдання (поглиблення знань з певної тематики, аналіз певних матеріалів чи технологій тощо);
- завдання дослідження: перелік основних питань, які необхідно вирішити у процесі роботи;
- методи дослідження: вказати методи аналізу, які використовуватимуться для вирішення поставлених завдань (експериментальні, аналітичні, розрахункові тощо).

Основна частина має складатися з декількох розділів, кожен з яких чітко відповідає визначеним завданням і розкриває теоретичні та практичні аспекти досліджуваної теми. Структура основної частини повинна включати наступні елементи:

### Огляд літератури

Цей розділ має відображати глибоке розуміння студентом сучасного стану наукової проблеми, при його виконанні необхідно: провести аналіз сучасних досліджень і публікацій за обраною темою; описати ключові ідеї, підходи та результати, що отримані вітчизняними та зарубіжними вченими; визначити проблеми та недоліки, які залишаються невирішеними.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 76 / 72</i>

### Теоретичний аналіз

У цьому розділі слід детально розглянути ключові властивості, характеристики або особливості матеріалів чи технологій, які досліджуються. Слід: навести розрахункові формули (якщо це доречно), з поясненням усіх змінних; описати механізми фізичних і хімічних процесів, які впливають на властивості матеріалів; розглянути стандарти та нормативи, які регулюють властивості і якість матеріалів у будівництві.

### Практичний аналіз

Цей розділ має включати: аналіз прикладів використання досліджуваних матеріалів у сучасних будівельних проєктах; порівняння різних методів або матеріалів з точки зору ефективності, економічної доцільності, екологічності (може бути змінено залежно від обраної теми); оцінку можливих недоліків чи ризиків використання певних матеріалів або технологій у різних умовах експлуатації.

### Перспективи та інновації

Окремо має бути висвітлений розділ щодо перспектив розвитку технологій і матеріалів, які досліджуються. Слід звернути увагу на: інноваційні рішення, які з'являються у сфері будівельного матеріалознавства; перспективи впровадження новітніх матеріалів або технологій у будівництві в найближчому майбутньому; можливі напрямки подальших досліджень у даній сфері.

### Висновки

Висновки повинні чітко відповідати завданням, що були поставлені у вступі, і містити: підсумки щодо виконаних завдань; оцінку досягнутих результатів у контексті досліджуваної проблеми; рекомендації щодо використання досліджуваних матеріалів або технологій; можливі шляхи подальших досліджень у обраній тематиці.

### Список використаної літератури

Список літератури має бути оформлений відповідно до державних стандартів і містити: не менше 15 джерел, серед яких повинні бути наукові статті, монографії, підручники, державні стандарти; актуальні джерела, бажано за останні 5 років, з можливим залученням класичних праць у галузі будівельного матеріалознавства; джерела на українській та англійській мовах для відображення міжнародного контексту дослідження.

Результат роботи має бути поданий у вигляді презентації та доповіді, які студент презентує під час практичного заняття, і тільки за такої умови завдання може бути зарахованим.



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 73

### Перелік тем індивідуальних завдань

№	Тема
1	Сучасні методи оцінки теплоізоляційних властивостей будівельних матеріалів.
2	Водопоглинання та морозостійкість матеріалів: методи оцінки та підвищення стійкості.
3	Довговічність будівельних матеріалів: фактори впливу і шляхи підвищення.
4	Технології покращення властивостей деревини в сучасному будівництві.
5	Сучасні вимоги до якості деревини та способи її обробки.
6	Специфіка застосування гідравлічних в'язучих речовин у будівництві.
7	Технології виготовлення та сфери застосування різних типів бетону.
8	Полімерно-бетонні композити: переваги та галузі застосування.
9	Сучасні підходи до вибору заповнювачів для бетону.
10	Використання вторинних матеріалів як заповнювачів для бетонів.
11	Проблеми та перспективи застосування фібробетонів у будівництві.
12	Види і характеристики збірних залізобетонних виробів для промислового будівництва.
13	Способи виготовлення та підвищення довговічності збірних залізобетонних конструкцій.
14	Особливості виробництва та застосування гіпсових в'язучих у сучасному будівництві.
15	Азбестоцементні вироби: технології виготовлення та екологічні проблеми.
16	Характеристики мінеральних в'язучих речовин та їх вплив на якість будівельних матеріалів.
17	Будівельні сталі: класифікація та сучасні методи маркування.
18	Конструкційні сталі: властивості та застосування в будівництві.
19	Титанові сплави: фізико-механічні властивості та використання в спеціальних конструкціях.
20	Чавунні вироби в будівництві: властивості, технології виготовлення та сучасні тенденції.
21	Особливості застосування алюмінієвих сплавів у будівництві.
22	Природний камінь у сучасній архітектурі: естетичні та технічні характеристики.
23	Технології виготовлення керамічних виробів для будівництва.
24	Керамічна плитка: сучасні стандарти якості та способи монтажу.
25	Застосування керамічних матеріалів у внутрішньому оздобленні будівель.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 76 / 74

26	Міцність та довговічність керамічних виробів для фасадів будівель.
27	Виробництво керамічної цегли: сучасні технології та екологічні вимоги.
28	Штучні кам'яні матеріали на основі мінеральних в'язучих: технології виробництва та галузі застосування.
29	Виробництво пінобетону та його використання у легких будівельних конструкціях.
30	Легкі бетони: види, властивості та сфери застосування.
31	Характеристики та сучасні технології виробництва бітумно-полімерних покриттів.
32	Перспективи застосування наноматеріалів у виробництві будівельних матеріалів.
33	Новітні матеріали з підвищеними теплоізоляційними властивостями для сучасних енергоефективних будівель.
34	Сучасні композитні матеріали в будівництві: перспективи розвитку.
35	Використання матеріалів з відновлюваних джерел у сучасному будівництві.
36	Підходи до екологічної оцінки будівельних матеріалів.
37	Довговічність та міцність полімерних матеріалів у будівельних конструкціях.
38	Особливості застосування склокомпозитів у будівництві.
39	Використання геотекстилю в будівельних конструкціях: переваги та приклади застосування.
40	Матеріали з вторинної сировини у виробництві будівельних матеріалів: перспективи та обмеження.
41	Технології переробки будівельних відходів у нові будівельні матеріали.
42	Фотокаталітичні матеріали для очищення повітря в сучасних будівлях.
43	Вплив будівельних матеріалів на якість внутрішнього середовища будівель.
44	Вогнестійкість будівельних матеріалів: сучасні методи оцінки та підвищення.
45	Антикорозійний захист металевих будівельних матеріалів: технології та практичні рішення.
46	Сучасні гідроізоляційні матеріали для будівельних конструкцій: характеристики та технології нанесення.
47	Технології виробництва будівельних матеріалів з використанням вторинних ресурсів.
48	Сучасні методи підвищення стійкості матеріалів до агресивних середовищ.
49	Вплив ультрафіолетового випромінювання на будівельні матеріали і способи захисту.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 76 / 75</i>

50	Особливості застосування полістиролбетону у малоповерховому будівництві.
51	Нанотехнології в будівельному матеріалознавстві: основні напрямки і досягнення.
52	Вплив добавок на фізико-механічні властивості цементних композицій.
53	Застосування геосинтетичних матеріалів у будівництві гідротехнічних споруд.
54	Методи і матеріали для зміцнення будівельних конструкцій з каменю.
55	Використання нових композитних матеріалів у будівництві мостів.
56	Сучасні технології виготовлення та монтажу бетонних виробів великого розміру.
57	Вплив мікроструктури на міцність і довговічність будівельних матеріалів.
58	Використання ультрадисперсних компонентів у будівельних матеріалах.
59	Легкі конструкційні матеріали для зниження навантаження на фундаменти будівель.
60	Водонепроникні матеріали: види, властивості та застосування в будівництві.
61	Полімерні композити в сучасному будівництві: технології та сфери використання.
62	Сучасні методи оцінки зносостійкості будівельних матеріалів.
63	Властивості і застосування прозорих будівельних матеріалів у сучасній архітектурі.
64	Підвищення теплоізоляційних властивостей керамічних матеріалів.
65	Вплив геометрії частинок заповнювачів на властивості бетонів.
66	Застосування матеріалів з високою паропроникністю для утеплення будівель.
67	Способи оцінки тріщиностійкості матеріалів для конструкцій.
68	Використання біоматеріалів у будівництві: перспективи та проблеми.
69	Особливості використання матеріалів на основі металевих композитів у будівельних конструкціях.
70	Сучасні будівельні матеріали з підвищеними звукоізоляційними характеристиками.
71	Властивості вогнетривких матеріалів і їх використання в будівництві промислових споруд.
72	Способи покращення адгезії між шарами будівельних матеріалів.
73	Перспективи застосування самовідновлюваних матеріалів у будівництві.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК18- 2024
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 76 / 76</i>

74	Особливості вибору матеріалів для фундаментів у важких ґрунтових умовах.
75	Використання ніздрюватих бетонів для підвищення теплоізоляції будівель.
76	Використання матеріалів із відновлювальних ресурсів у сучасних будівельних проектах.
77	Вибір будівельних матеріалів для зведення будівель у сейсмічно активних регіонах.
78	Антикорозійні покриття для металевих будівельних конструкцій: сучасні рішення.
79	Перспективи застосування будівельних матеріалів на основі переробленого пластику.
80	Вплив вологості на фізико-механічні властивості будівельних матеріалів.
81	Використання полімерних мембран для гідроізоляції дахів та фундаментів.
82	Методи зміцнення будівельних матеріалів за допомогою нанотехнологій.
83	Використання перфорованих матеріалів для створення фасадних систем з оптимальними тепло- та звукоізоляційними властивостями.
84	Вплив ультразвукової обробки на міцність та довговічність будівельних матеріалів.
85	Виробництво фіброліту