

Міністерство освіти і науки України
Відокремлений структурний підрозділ «Любешівський технічний фаховий коледж Луцького
національного технічного університету»



БУДІВЕЛЬНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

для здобувачів освітньо-професійного ступеня **фаховий молодший бакалавр**
освітньо-професійної програми «**Будівництво та експлуатація будівель і споруд**»
галузі знань **G Інженерія, виробництво та будівництво**
спеціальності **G19 Будівництво та цивільна інженерія**
денної форми навчання



Любешів – 2025

УДК 620.1(07)

Д17

До друку

Голова методичної ради ВСП «Любешівський ТФК ЛНТУ»

_____ Герасимик-Чернова Т.П.

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій коледжу

Бібліотекар _____ Н.М.Корець

Затверджено методичною радою ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ»,

протокол № _____ від «_____» _____ 2025 р.

Рекомендовано до видання на засіданні випускної циклової (методичної) комісії педпрацівників будівельного профілю, будівництва та цивільної інженерії ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ», протокол № _____ від «_____» _____ 2025 р.

Голова циклової (методичної) комісії _____ Данилік С.М

Укладач: _____ Данилік С.М., викладач спецдисциплін вищої категорії

Рецензент: _____ Ужегова О.А.

Відповідальний за випуск: _____ Кузьмич Т.П., методист коледжу.

Будівельне матеріалознавство [Текст]: методичні вказівки до лабораторних робіт для здобувачів освіти освітньо-професійного ступеня: фаховий молодший бакалавр, галузі знань 6 Інженерія, виробництво та будівництво спеціальності G19 Будівництво та цивільна інженерія за освітньо-професійною програмою «Будівництво та експлуатація будівель і споруд» денної форми навчання/ уклад. С.М.Данилік – Любешів: ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ», 2025. – 28с.

Методичне видання складене відповідно до діючої програми курсу «Будівельне матеріалознавство» з метою вивчення та засвоєння практичних знань.

С.М. Данилік, 2025

ВСТУП

Методичні вказівки розроблено відповідно до навчальної програми курсу “Будівельне матеріалознавство” для здобувачів освіти, котрі навчаються за спеціальністю G19 Будівництво та цивільна інженерія, освітньо-професійної програми «Будівництво та експлуатація будівель і споруд».

У методичних вказівках викладена методика випробування основних будівельних матеріалів, визначення їх основних властивостей, наведені рекомендовані форми запису результатів випробувань.

Згідно освітньо-професійної програми та навчального плану заплановано сім лабораторних робіт, а саме:

- лабораторна робота 1. Вивчення основних фізичних властивостей будівельних матеріалів.
- лабораторна робота 2. Природні кам'яні матеріали.
- лабораторна робота 3. Випробування керамічної цегли.
- лабораторна робота 4. Повітряні в'язучі. Випробування будівельного гіпсу.
- лабораторна робота 5. Гідравлічні в'язучі. Випробування цементу.
- лабораторна робота 6. Заповнювачі для важкого бетону. Випробування піску.
- лабораторна робота 7. Підбір складу будівельного розчину та випробування розчинної суміші.

Допуск до виконання лабораторних досліджень здобувачі освіти отримують лише після повного ознайомлення з теоретичними відомостями, приладами і матеріалами. Звіти оформляють у спеціально відведеному для лабораторних занять зошиті. У звіті подають схеми випробувань, таблиці з даними експериментальних досліджень та розрахунків. Про отримані результати здобувач освіти робить висновок, як загальний до усієї роботи, так і до окремого дослідження.

Захист роботи відбувається після остаточного закінчення лабораторної роботи та оформлення звіту. Під час захисту здобувач освіти повинен відповісти на всі контрольні запитання до певної лабораторної роботи, а також знати теоретичні відомості, хід роботи, пояснити отримані результати, виявити залежності, зробити правильні висновки.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

Тема: “ВИВЧЕННЯ ОСНОВНИХ ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ”

Мета роботи: навчитися визначати середню (об’ємну) щільність (густину) зразків правильної і неправильної геометричної форми, насипну щільність (густину) сипких матеріалів.

Прилади і матеріали: зразки матеріалів, технічні терези з різноважками, гідростатичні терези, вода, сушильна шафа, пісок, лінійка, штангенциркуль.

ТЕОРЕТИЧНА ДОВІДКА

Середня щільність (густина) матеріалу – це маса одиниці об’єму матеріалу у природному стані, тобто, разом з порами і пустотами. Вона позначається буквою ρ_m і обчислюється за формулою:

$$\rho_m = \frac{m}{V},$$

де m – маса матеріалу, г;

V – об’єм матеріалу у природному стані, см^3 .

Об’єм зразків правильної геометричної форми визначається за допомогою вимірювальних приладів і інструментів. Для визначення об’єму зразків неправильної геометричної форми користуються гідростатичними терезами, робота яких ґрунтується на законі Архімеда.

Насипна густина – це характеристика сипких матеріалів і визначається відношенням маси матеріалу до об’єму, який він займає.

ХІД РОБОТИ:

1. Визначення середньої щільності (густини) зразків правильної геометричної форми.

1.1. Виміряти розміри зразків за допомогою штангенциркуля з точністю до 0,1 мм.

1.2. Обчислити об’єм зразка.

1.3. Визначити масу зразка на технічних терезах.

1.4. Обчислити об’ємну масу зразка.

1.5. Дані записати в таблицю 1.1.

Таблиця 1.1

№ з/п	Назва матеріалу	Розміри, см				Об’єм зразка, см^3 , V	Маса зразка, г, m	Середня густина	
		a	b	h	d			г/см^3	кг/м^3
1									
2									
3									

Визначення середньої щільності зразків неправильної геометричної форми.

- 2.1.Зразки висушують при температурі 105-110⁰ С до постійної маси.
- 2.2.Визначають масу кожного зразка.
- 2.3.Зразки насичують водою.
- 2.4.Виймають з води, злегка обтирають і зважують на технічних та гідростатичних терезах.
- 2.5.Проводять потрібні обчислення. Дані записують до таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

№ з/п	Назва матеріалу	Маса сухого зразка, г, m	Маса зразка насиченого водою, г, m_1	Маса зразка на гідростатичних терезах, г, m_2	Об'єм витісненої води, см ³ , $V = \frac{m_1 - m_2}{\rho_B}$	Густина, ρ_m	
						г/см ³	кг/м ³
1							
2							
3							

3. Визначення насипної щільності (густини) матеріалів.

- 3.1.Сипкий матеріал висушують до постійної маси.
- 3.2.Визначають масу та об'єм посудини.
- 3.3.Наповнюють посудину сипким матеріалом з надлишком. Надлишок зрізують металевою лінійкою.
- 3.4.Визначають масу посудини з матеріалом.
- 3.5.Обчислюють масу матеріалу та його насипну густину. Дані записують до таблиці 1.3

Таблиця 1.3

№ з/п	Назва матеріалу	Об'єм посудини, см ³ , V	Маса посудини, г, m_1	Маса посудини з матеріалом, г, m_2	Маса матеріалу, г,	Насипна густина, $\rho^H = m / v$,

					$m=m_2-m_1$	$\frac{г}{см^3}$	$\frac{кг}{м^3}$
1							
2							
3							

3.6. За даними трьох вимірювань визначити середнє значення насипної щільності (густини) матеріалу.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Які структурно-фізичні властивості Вам відомі?
2. Яка середня густина глиняної суцільної цегли, пінопласту, граніту?
3. Що називають середньою щільністю матеріалу?
4. Що називають насипною щільністю?
5. У яких одиницях вимірюється щільність?
6. За допомогою якого закону ми визначаємо об'єм зразків неправильної форми?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

Тема: “ПРИРОДНІ КАМ'ЯНІ МАТЕРІАЛИ”

Мета роботи: ознайомитись із мінералами, які входять до шкали твердості. Вивити шкалу твердості.

Ознайомитись з деякими гірськими породами та породоутворюючими мінералами і охарактеризувати їх.

Прилади і матеріали: зразки мінералів шкали Мооса (шкали твердості); зразки гірських порід.

ТЕОРЕТИЧНА ДОВІДКА:

Твердість однорідних кам'янистих матеріалів визначають за шкалою твердості, у якій десять спеціально підібраних мінералів розташовані у такому порядку, що на кожному з них всі наступні можуть лишати риску.

Шкала Мооса (шкала твердості)

Показ- ник твердості	Мінерал	Характеристика твердості
1	Тальк або крейда	Легко подряпується нігтем
2	Кам'яна сіль або гіпс	Подряпується нігтем
3	Кальцит або ангідрит	Стальний ніж залишає риску легко

4	Плавиківий шпат	Під невеликим тиском подряпується ножом
5	Апатит	Під великим тиском подряпується ножом
6	Ортоклаз	Злегка подряпує скло
7	Кварц	Добре дряпають скло, сталевим ножом не подряпується
8	Топаз	
9	Корунд	
10	Алмаз	

Тальк – мінерал підкласу сланцюватих силікатів, $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$. колір – білий, зеленкуватий, густина $2,8 \text{ г/см}^3$. Утворився внаслідок гідротермальної зміни магнезійних силікатів вивержених порід. Використовують як кислототривкий та електроізоляційний матеріал.

Крейда – відноситься до осадових порід органічного (зоогенного) походження (затверділий морський осад, складається з черепашок, найпростіших морських тварин), $CaCO_3$. Колір білий. Використання – для виробництва вапна, цементу, скла, для приготування замазок, фарб, шпаклівки.

Гіпс – мінерал групи сульфатів, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$. Колір білий, сірий, жовтуватий, червонуватий. Густина $2,2-2,3 \text{ г/см}^3$, будова пластинчаста, волокниста, зерниста. Використовується для виробництва повітряних гіпсових в'язучих.

Кам'яна сіль – (галіт) $NaCl$. Мінерал хомогенного походження підкласу хлоридів. Густина – $2,2 \text{ г/см}^3$. Колір безбарвний, білий, жовтий, синюватий. Будова кристалічна.

Кальцит – (вапняковий шпат) $CaCO_3$, мінерал групи карбонатів. Будова кристалічна. Густина – $2,7 \text{ г/см}^3$. Колір білий, сірий.

Ангідрит – $CaSO_4$, осадовий гідротермальний мінерал групи сульфатів. Густина $2,8-3,0 \text{ г/см}^3$. Схожий на гіпс. Колір сірий, голубуватий. Поглинаючи воду переходить у гіпс. Використовують у виробництві в'язучих, добрив.

Плавиківий шпат (флюорит) – мінерал класу фторидів, CaF_2 . Густина $3,2 \text{ г/см}^3$, чистий флюорит – безбарвний (цінна оптична сировина), домішки надають фіолетового, зеленого, жовтого та ін. кольорів.

Апатит – мінерал класу фосфатів магматичного, гідротермального походження, $Ca_5(PO_4)_3 \cdot (F, Cl, OH)_2$. Будова зерниста, кристалічна. Густина – $3,2 \text{ г/см}^3$. Використовується як сировина для виробництва добрив, фосфорної кислоти, скла.

Ортоклаз – калієвий польовий шпат. $Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$. Яскраво виражена спайністю у двох напрямках. Колір білий, рожевий, сірий. Густина – $2,6 \text{ г/см}^3$. Використовують як сировину для

виробництва кераміки та скла. Входить до складу гранітів, гнейсу та інших вивержених та метаморфічних порід.

Кварц – один із найпоширеніших породоутворюючих мінералів групи кварцу SiO_2 . Густина – 2,65 г/см³. Спайності не має, злом не рівний. Колір – безбарвний (гірський кришталь), фіолетовий (аметист), білий, сірий, рожевий. Використовується у вигляді кварцового піску та кварцитів у виробництві скла та кераміки, кварцити – як оздоблювальний матеріал. Монокристали кварцу – у оптичному приладобудуванні та як п'єзоелектрик. Забарвлені прозорі кварци – у ювелірній справі.

Топаз – мінерал підкласу острівних силікатів $\text{F}_2[\text{SiO}_4](\text{F},\text{OH})_2$. Будова кристалічна, густина – 3,4–3,6 г/см³. Колір безбарвний, голубий, рожевий, винно-жовтий, залежно від домішок. Прозорий топаз – дорогоцінний камінь. Зустрічається у розсипах.

Корунд – мінерал простих окислів Al_2O_3 . Домішки Cr, Fe, Ti та ін. Густина 4г/см³. За походженням – метаморфічна порода. Колір прозорий різноманітних відтінків, залежно від домішок. Є дорогоцінним каменем (рубін, сапфір та ін.). Хороший абразив. У промислових масштабах виготовляють синтетичний корунд – для годинникової промисловості, електронної, ювелірної. Зустрічається у розсипах.

Алмаз – мінерал, одна із кристалічних поліморфних модифікацій вуглецю, C. Будова кристалічна. Колір безбарвний, рідше забарвлений. Густина – 3,5 г/см³. Крупні кристали прозорого алмазу – дорогоцінний камінь (I класу). Застосовують як абразив. Виготовляють синтетичні алмази (з графіту та вуглемістких речовин).

Породоутворюючі мінерали, об'єднуючись у певні сполуки, утворюють гірські породи.

Гірські породи – це мінеральні маси, які утворюють земну кору і мають відносно сталі склад та будову. Бувають мономінеральними та полімінеральними.

За походженням гірські породи поділяються на вивержені (первинні), осадові (вторинні) та метаморфічні (видозмінені).

Вивержені: масивні (глибинні та вилиті), уламкові (сипкі, зцементовані).

Осадові: механічні відклади, органігенні відклади, хімічні осади.

Метаморфічні: з вивержених порід, з осадових порід.

Для прикладу розглянемо одну з найпоширеніших у земній корі гірських порід – граніт.

Граніт вивержена масивна глибинна порода. Склад: кварц 20 – 40%, польовий шпат (найчастіше ортоклаз) – 40 – 70%, слюда (мусковіт чи біотит) – 5 – 20%, рідше – авгіт, рогова обманка. Великий вміст польового шпату визначає колір граніту (сірий, голубувато-сірий, темно-червоний). Структура – яскраво виражена зернисто-кристалічна. Границя міцності на стиск 100–250МПа. Густина 2,6–2,7 г/см³. Пористість менше 1,5%, вологість 0,9%. Морозостійкість висока. Добре обробляється,

обтесується, полірується, шліфується. Використовується для зовнішніх оздоблювальних робіт, сходи, плити для підлоги, бутовий камінь, щебінь.

У будівництві природні кам'яні матеріали використовують на всіх етапах зведення будівлі. Для кладки фундаментів використовують всі види гірських порід. Для кладки стін використовують вапняк, доломіт, вулканічний туф, пісковик, гіпсовий камінь. Для облицювання будівель зовні застосовують граніт, сієніт, діорит, габро, лабрадорит, вулканічний туф, базальт, кварцит, щільний вапняк, пісковик.

Для внутрішнього оздоблення використовують мармур, мармуроподібний вапняк, травертин, ангідрит, гіпсовий камінь, вулканічний туф, щільний вапняк-черепашник, брекчія, конгломерат.

ХІД РОБОТИ:

1. Вивчити шкалу Мооса.
2. Ознайомитись із зразками мінералів шкали твердості, охарактеризувати кожен з них.
3. Дані вписати до таблиці 2.1:

Таблиця 2.1

№ №	Назва мінералу	Твердість	Хімічний склад	Густина, г/см ³	Будова	Інші ознаки (колір, блиск та ін.)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

4. Ознайомитись із зразками гірських порід.
5. Охарактеризувати гірські породи. Дані внести до таблиці 2.2:

Таблиця 2.2

№	Група за класифікацією	Назва гірської породи	Густина, кг/м ³	R _{ст} , МПа	Колір	Використання	Мінерали, що входять до складу гірських порід		
							Назва	Хім. склад	Колір
1									
2									
3									

Зробити висновки.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Що називається мінералами?
2. Що називається гірською породою?
3. У чому полягає відмінність між гірськими породами і мінералами?
4. Від чого залежать властивості гірських порід?
5. Як класифікують гірські породи?
6. Які гірські породи використовують як стіновий матеріал?
7. Які гірські породи використовують для оздоблення?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

Тема: **“ВИПРОБУВАННЯ КЕРАМІЧНОЇ ЦЕГЛИ”**

Мета роботи: за зовнішнім виглядом оцінити якість цегли; визначити об’ємну масу цегли; за результатами випробувань зразків навчитися визначати марку цегли; встановити придатність для використання її у будівництві.

Прилади і матеріали: зразки цегли, лінійка, штангенциркуль, прес ПУ-10.

ТЕОРЕТИЧНА ДОВІДКА:

Керамічну цеглу виготовляють з глини, діатомітів, лесів і промислових відходів з мінеральними та органічними добавками або без них.

Застосовують цеглу для мурування зовнішніх та внутрішніх стін.

Звичайна цегла має такі розміри: $(250 \pm 5) \times (120 \pm 4) \times (65 \pm 3)$ мм.

Залежно від границі міцності при стиску звичайну цеглу поділяють на марки (МПа×10): М75, М100, М125, М150, М200, М250, М300. Для кожної марки нормується також границя міцності під час згину. Вона коливається у межах 1,8...4,4 МПа.

Повнотіла (суцільна) цегла повинна мати водопоглинання не менше, ніж 8% за масою. Середня густина суцільної цегли становить 1600...1900 кг/м³, теплопровідність 0,7...0,82 Вт/(м·К), морозостійкість – 15, 25, 35, 50 циклів.

ХІД РОБОТИ:

1. Оглянути зразки цегли. Замалювати цеглу, вказавши розміри та назви сторін.
2. Зробити відповідні виміри і дати заключення щодо доцільності використання цегли в будівництві. Дані внести до таблиці 3.1:

Таблиця 3.1

Показники	Допустимі відхилення	Відхилення, встановлені вимірюванням
1	2	3
Допуски на лінійні розміри, мм		
по довжині	±5	
по ширині	±4	
по товщині	±3	
Викривлення граней і ребер, мм		
по постелі	до 3	
по ложку	до 4	
Наскрізні тріщини на ложкових гранях не більше 30 мм, шт.	до 1	
Відбитості або притупленості ребер і кутів розміром по довжині ребра не більше 15 мм, шт.	до 2	
Недопал цегли	не допускається	
Вапняні включення (дутики)	не допускаються	

3. Визначити середню щільність (густину) цегли звичайної керамічної. Дані вимірювань і обчислень внести до таблиці 3.2:

Таблиця 3.2

№	Довжина, см	Ширина, см	Висота, см	Об'єм, см ³	Маса, г	Об'ємна маса, г/см ³
1						
2						
3						

4. Визначення марки цегли.

- 4.1. Замалювати схему випробування цегли на стиск.
 4.2. Зробити відповідні виміри, дані внести до таблиці 3.3:

Таблиця 3.3

№	Довжина см, м	Ширина, см, м	Площа перерізу, см ²	Руйнівна сила, кгс, Н	Границя міцності, кгс/см ² , МПа
1					
2					
3					

- 4.3. Випробувати цеглу на стиск, відмітивши руйнівне навантаження.
 4.4. Обчислити границю міцності під час стиску. Дані внести до таблиці
 4.5. Замалювати схему випробування цегли на вигин.
 4.6. Зробити виміри. Дані внести до таблиці 3.4:

Таблиця 3.4

№	Відстань між опорами, см, м	Ширина, см, м	Товщина, см, м	Руйнівне навантаження, кгс, Н	Границя міцності при вигині, кгс/см ² , МПа
1					
2					
3					

- 4.7. Провести випробування цегли на вигин, визначити руйнівне навантаження.
 4.8. Обчислити границю міцності під час вигину. Дані внести до таблиці 3.4.
 4.9. За середнім та мінімальним значенням міцності окремих зразків визначити марку цегли.

Зробити висновки

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Що називається керамічними матеріалами?
2. Які Ви знаєте керамічні будівельні матеріали?
3. У чому полягає виробництво керамічних матеріалів?
4. Що є сировиною для виготовлення кераміки?
5. Які властивості перевіряються у лабораторії для визначення якості цегли?
6. Що називають маркою цегли? Наведіть приклади.
7. Які вимоги ставляться до керамічної цегли марки М100?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

Тема: “ПОВІТРЯНІ В’ЯЖУЧІ. ВИПРОБУВАННЯ БУДІВЕЛЬНОГО ГІПСУ”

Мета роботи: навчитися визначати ступінь подрібнення будівельного гіпсу, нормальну крутість гіпсового тіста, строки тужавлення гіпсового тіста, границю міцності гіпсового каменю під час стискання та вигину. За результатами зробити висновки.

Прилади та обладнання: прилад для технічного просіювання, сито з сіткою №02, технічні терези, віскозиметр Сутгарда, прилад Віка, гіпс, вода, чаша і лопатка для замішування гіпсового тіста, мірний циліндр, секундомір, форми.

ТЕОРЕТИЧНА ДОВІДКА:

Будівельним гіпсом називають порошкоподібну повітряну в’яжучу речовину, яку отримують у результаті теплової обробки (за температури 140° –170°С) двоводного природного гіпсу з утворенням півводного гіпсу $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$.

Якість гіпсових в’яжучих визначається строками тужіння, тонкістю помелу, водопотребою, границею міцності на стиск та згин.

Залежно від строків тужіння гіпсові в’яжучі поділяють на три групи: швидкоотверднучі (індекс А) з початком тужіння не раніше як 2 хв, закінченням – не пізніше, як 15 хв; нормальноотвердіючі (індекс Б) з початком тужавлення не пізніше, ніж 6 хв, закінченням – не пізніше, ніж 30 хв; повільноотвердіючі (індекс В) з початком тужавлення не раніш як 30 хв, закінчення – не нормується.

Тонкість помелу гіпсових в’яжучих оцінюється просіюванням через сито з розміром отворів 0,2 мм. Розрізняють в’яжучі грубого, середнього і тонкого помелу з максимальним залишком на ситі не більше як 23, 14 і 2% (позначаються, відповідно, I, II, III).

Для одержання тіста нормальної густоти будівельний гіпс вимагає до 50–70% води.

Для гіпсових в'язучих установлено марки залежно від границі міцності при стиску $R_{ст}$ з урахуванням міцності на вигин $R_{виг}$. Усі гіпсові в'язучі діляться за міцністю на 12 марок (від Г2 до Г25), чисельне значення марки відповідає мінімальній границі міцності зразків на стиск у МПа. Для будівельного гіпсу найхарактернішими є марки Г4...Г7 з нормованою границею міцності на згин не менше, відповідно, 2...3,5 МПа.

Маркування гіпсового в'язучого дає інформацію про його основні властивості. Наприклад, маркою Г-5-А-П позначено гіпсова в'язуча речовина марки 5, швидкотвердіюча, середнього помелу.

ХІД РОБОТИ:

1. Визначення тонкості помелу гіпсу.

- 1.1. Будівельний гіпс висушують протягом 1 год у сушильній шафі.
- 1.2. Наважку гіпсу (не менше 50 г) висипають на сито №02.
- 1.3. Просіюють, визначають залишок на ситі. Дані вносять у таблицю 4.1:

Таблиця 4.1

№	Маса наважки, г	Маса сита, г	Маса сита з залишком, г	Маса залишку, г	Тонкість помелу, %
1					
2					
3					

- 1.4. Зробити висновок про ступінь помелу гіпсу.

2. Визначення нормальної крутості гіпсового тіста.

2.1. Перед випробуванням віскозиметр Суттарда очищають і змочують водою. Циліндр розміщують вертикально у центрі концентричних кіл.

2.2. Наважку гіпсу 300 г швидко замішують з водою в кількості 50..60% від маси гіпсу протягом 30 с до одержання однорідної маси.

2.3. Зробивши два різких перемішування, виливають тісто в циліндр. Вирівнюють поверхню тіста. Витрати часу – до 30 с.

2.4. Різко піднімають циліндр вгору. Тісто розпливається по склу коржиком. Діаметр коржика має становити близько 12 см (це відповідатиме нормальній крутості гіпсового тіста). За невідповідності діаметрів змінюють витрату води. Результати дослідів внести до таблиці 5.2:

Таблиця 4.2

№ з/п	Витрата гіпсу, г	Витрата води, г, %	Діаметр коржика, см	Нормальна крутість гіпсового тіста

Зробити висновок

3. Визначення строків тужавлення гіпсового тіста.

3.1.Перевірити вільне падіння приладу Віка.

3.2. Налити в чашу воду, необхідну для приготування гіпсового тіста нормальної консистенції з 200 г гіпсу.

3.3. Протягом 30 с всипають гіпс у чашу з водою і перемішують тісто.

3.4. Тісто виливають у кільце приладу Віка. Поверхню загладжують.

3.5. Кільце з тістом поміщають під голку приладу. Голку суміщають з поверхнею тіста.

3.6. Затискний гвинт відпускають, голка опускається і занурюється в тісто.

3.7. Кожні 30 с дослід повторюють, щоразу очищаючи голку і змінюючи місце занурення. Час і глибину занурення фіксують. Дані вимірювань вносять у таблицю 4.3:

Таблиця 4.3

№ п/п	Витрата гіпсу, г	Витрата води, г	Час початку засипання гіпсу	Час опускання голки приладу	Занурення голки приладу, мм

Зробити висновок

4. Визначення міцності гіпсового каменю

4.1. Виготовляють балочки розмірами 40 × 40 × 160 мм шляхом заливки гіпсового тіста нормальної густоти у спеціальні форми.

4.2. Через 1...1,5 години виймають балочки з форм, перевіряючи їх на якість.

4.3. Випробування на вигин проводять через 2 години.

4.4. Півбалочки після випробування на вигин випробовують на стиск.

4.5. Дані вимірювань та обчислень вносять до таблиці 5.4:

Таблиця 4.4

№	Висота, см	Ширина, см	Довжина, см	Руйнівна сила під час вигину, кгс	Границя міцності під час вигину, МПа	Площа поперечного перерізу, см ²	Руйнівна сила під час стиску, кгс	Границя міцності під час стиску, МПа
1								
2								
3								

Зробити висновок

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Що називається неорганічними в'язучими речовинами?
2. Що називається будівельним гіпсом?
3. Які основні властивості гіпсу?
4. Які є ступені помелу гіпсу? Як це впливає на інші характеристики матеріалу?
5. Як визначають нормальну крутість гіпсового тіста? Для чого потрібен цей показник?
6. Які строки тужіння гіпсу?
7. Яка міцність гіпсу?
8. Де застосовують будівельний гіпс?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

Тема: "ГІДРАВЛІЧНІ В'ЯЗУЧІ. ВИПРОБУВАННЯ ЦЕМЕНТУ"

Мета роботи: визначити тонкість помелу, нормальну крутість цементного тіста, навчитися визначати строки тужавлення цементного тіста, навчитися визначати марку цементу.

Прилади і матеріали: сушильна шафа, технічні терези, сито №008, прилад Віка, секундомір, мірний циліндр, прес, цемент, вода.

ТЕОРЕТИЧНА ДОВІДКА:

Тонкість помелу цементу чисельно дорівнює залишку на ситі №008 в % до початкової маси наважки і визначається методом просіювання наважки цементу.

Нормальна густота (крутість) цементного тіста визначається за допомогою приладу Віка, укомплектованого циліндричним стержнем – товкачиком. Нормальною крутістю цементного тіста називається така його консистенція, за якої товкачик приладу Віка, занурений у кільце, заповнене

тістом, не доходить на 5–7 мм до пластинки, на якій встановлене кільце. Нормальна густина вказує на кількість води замішування, виражену в % від маси цементу.

Початком тужіння цементного тіста вважається час, що минув із моменту додавання до цементу води до того моменту, коли голка приладу Віка не буде доходити до пластинки на 1–2 мм.

Кінцем тужіння цементного тіста вважають час, що минув від початку замішування тіста до моменту, коли голка приладу Віка буде опускатися в тісто не глибше за 1 мм.

Для визначення міцнісних характеристик цементу, виготовляють зразки – балочки з цементно-піскового розчину складу 1:3 при В/Ц \geq 0,4 і випробовують їх спочатку на вигин, а пізніше на стиск.

ХІД РОБОТИ:

1. Визначення тонкості помелу.

1.1 З проби цементу, висушеної протягом години за температури

105–110⁰С, відважують 50г і просіюють крізь сито №008.

1.2 Через кожні 5–7 хв. висипають просіяний цемент, прочищають сітку і продовжують просіювання до отримання остаточного залишку.

1.3 Залишок зважують. Дані вносять в таблицю 5.1. Дослід повторюють тричі.

Таблиця 5.1

№зп	Наважка цементу, г	Залишок на ситі №008	
		г	%
1			
2			
3			

2. Визначення нормальної крутості цементного тіста.

2.1 Відважити 400 г цементу. Висипати його в чашу. В цементі зробити заглиблення і вилити туди 25–27% води.

2.2 Обережно замішати цемент з водою, енергійно розтерти протягом 5 хв.

2.3 Цементне тісто викласти в кільце приладу Віка за один прийом, надлишок зняти ножем.

2.4 Кільце приладу з цементним тістом встановити під товкачиком. Різко опустити товкачик, через 30 секунд після занурення товкачика зробити відлік. Товкачик повинен не сягати дна на 5-7 мм. Дослід повторюють, добиваючись потрібного результату. Записи роблять у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2

№зп п	Витрата цементу, г	Витрата води,		Показники Віка, мм	Нормальна крутість тіста, %
		г	%		
1					
2					
3					

3. Визначення часу тужіння цементного тіста.

3.1 Приготувати цементне тісто нормальної крутості й помістити його в кільце приладу Віка.

3.2 Голку приладу встановлюють біля поверхні тіста у кільці. Раптово відпустити гвинт, визначити занурення голки, покази записати в табл. 5.3.

Таблиця 5.3

№зп	Час, с	Покази приладу Віка, мм	Початок тужіння, с	Кінець тужіння, с
1				
2				

4. Визначення марки цементу.

4.1. Приготувати цементно-пісковий розчин складу 1:3 при В/Ц $\geq 0,4$. Наприклад, взяти цементу 500 г, піску 1500 г, перемішати протягом 1 хв. Зробити в центрі заглиблення, вилити 270 г води. Перемішувати протягом 5 хв.

4.2. Виготовити балочки 40 x 40 x 160 мм. Зберігати їх у посудині з гідравлічним замком протягом доби, пізніше вийняти з форм і занурити у воду на 28 діб.

4.3. У віці 28 діб випробувати балочки на вигин. Отримавши півбалочки після руйнування, випробувати їх на стиск.

Таблиця 5.4

№зп	Випробування на вигин		№зп	Випробування на стиск	
	Руйнівне навантаження, Н (кгс)	Границя міцності, МПа, кгс/см ²		Руйнівне навантаження, Н	Границя міцності, МПа
1			1		
			2		
2			3		
			4		

Зробити висновки

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Що називають цементом?
2. Як отримують цемент?
3. Які властивості цементу визначають у лабораторії?
4. Що називають маркою цементу?
5. Де застосовують цемент?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

Тема: "ЗАПОВНЮВАЧІ ДЛЯ ВАЖКОГО БЕТОНУ.

ВИПРОБУВАННЯ ПІСКУ".

Мета роботи: визначити зерновий склад піску та його модуль крупності.

Прилади і матеріали: пісок, сушильна шафа, набір стандартних сит, терези.

ТЕОРЕТИЧНА ДОВІДКА:

Заповнювачі – основна частина бетону. Вони займають до 85% всього об'єму і створюють жорсткий скелет бетону, зменшуючи цим його усадку і утворення усадочних тріщин. Якість заповнювачів впливає на технічні властивості важкого бетону. Всі заповнювачі поділяються на дрібні (природні чи штучні піски), крупністю 0,14...5,00 мм та крупні (щебінь, гравій), крупністю 5...70 мм; під час бетонування масивних споруд застосовують щебінь фракцій до 150 мм.

Пісок використовують як природного, так і штучного походження. Природний пісок – це сипка суміш зерен крупністю 0,14...5,0 мм, яка утворилась внаслідок природного руйнування міцних гірських порід, за мінералогічним складом – кварцові, польвошпатні, карбонатні. Залежно від умов залягання природні піски бувають гірські, морські та річкові.

Для визначення якості піску у лабораторних умовах визначають густину, насипну густину, пустотність, вологість, вміст глинистих та пилоподібних частинок, органічних домішок, зерновий склад, модуль крупності піску.

Залежно від модуля крупності піски поділяють на крупні ($M_k > 2,5$), середні з $M_k = 2,5...2,0$; дрібні з $M_k < 2$; дуже дрібні з $M_k < 1,5$.

ХІД РОБОТИ:

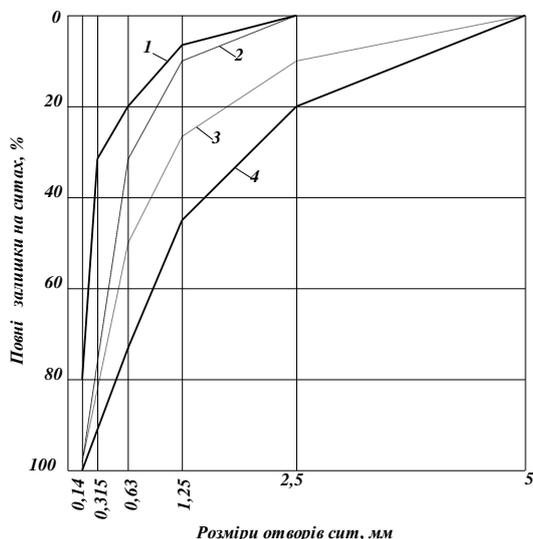
1. Визначення зернового складу та модуля крупності піску.

- 1.1. Пробу піску 2 кг перемішують і висушують.
- 1.2. Пісок просіюють крізь сито №5.
- 1.3. З просіяної проби відважують 1кг піску. Просіюють через комплект стандартних сит: №2,5; 1,25; 0,63; 0,315; 0,14.
- 1.4. Зважують залишки з кожного сита.

1.5. Визначають часткові залишки на кожному ситі: $a_i = (m_i / m) \cdot 100\%$, a_i – частковий залишок, %; m_i – залишок на певному i – тому ситі, г; m – маса наважки, 1000 г.

1.6. Визначають повні залишки на кожному ситі: $A_i = a_{2,5} + \dots + a_i$, де $a_{2,5} \dots a_i$ – часткові залишки на ситах з більшими розмірами отворів.

1.7. Для оцінки зернового складу піску і його придатності для приготування важкого бетону лінію за результатами просіювання (за повними залишками) наносять на графік (рис. 1.1).



- 1 – допустима нижня границя крупності піску;
- 2 – рекомендована нижня границя крупності піску для бетонів класів В15 і вище;
- 3 – рекомендована нижня границя крупності піску для бетонів класу В25 і вище;
- 4 – допустима верхня границя крупності піску.

Рис 1. Графік для визначення зернового складу піску

Якщо ламана, що характеризує зерновий склад досліджуваного піску, буде розміщена у виділеній зоні, то цей пісок найефективніший для виготовлення важкого бетону.

Обчислення модуля крупності піску проводяться за формулою:

$$M_k = (A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,315} + A_{0,14}) / 100.$$

Розрахунки ведуться у формі таблиці 1.3:

Таблиця 6.1.

Залишок	Розміри отворів сит, мм					Пройшло крізь сито № 0,14
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	
Маса залишку, г						
Частковий залишок, %						
Повний залишок, %						

Зробити висновки

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Що називають піском?
2. Які властивості піску визначають у лабораторіях?
3. Для чого застосовують набір сит від №5 до № 014?
4. Що називають частковими і повними залишками?
5. Яких значень набуває модуль крупності піску? Що він означає?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7

Тема: ПІДБІР СКЛАДУ БУДІВЕЛЬНОГО РОЗЧИНУ ТА ВИПРОБУВАННЯ РОЗЧИНОВОЇ СУМІШІ

Мета роботи: навчитися визначати витрату складових частин розчину заданої проектної марки і рухливості; марку розчину.

Прилади і матеріали: чаша для приготування розчинової суміші, конус стандартний для визначення рухливості суміші, технічні терези з різноважками, вода, цемент, пісок, глиняне чи вапняне тісто, лінійка, металеві форми.

ТЕОРЕТИЧНА ДОВІДКА:

Будівельні розчини – штучний каменеподібний матеріал, отриманий в результаті твердіння раціонально підбраної суміші в'язучої речовини, дрібного заповнювача (піску), води, а часто і добавок – мінеральних, поверхнево активних, хімічних тощо. Розчини нагадують дрібнозернисті бетони. До затвердіння будівельний розчин називають розчиновою сумішшю. Як в'язучу речовину застосовують цемент, вапно, гіпс, глину, суміші цих речовин. Розчини, виготовлені на одній в'язучій речовині називають простими, на декількох – складними або змішаними.

Дрібний заповнювач є визначальним для об'ємної маси розчину. Кварцові, польвошпатні піски використовують для приготування важких будівельних розчинів об'ємною масою 1500 кг/м^3 і вище; легкі розчини мають об'ємну масу до 1500 кг/м^3 .

За міцністю під час стиску будівельні розчини поділяють на марки 4, 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200, 300.

Використовують будівельні розчини для мурування, монтажу конструкцій, штукатурки – внутрішньої та зовнішньої, заводського оздоблення лицьових поверхонь стінових панелей, блоків; гідроізоляції, влаштування підлог тощо.

Підбирають склад будівельного розчину для встановлення раціонального співвідношення між складовими частинами – цементом чи іншою в'язучою речовиною, водою, піском, домішками, що і дасть можливість отримати розчинову суміш із певними, наперед заданими властивостями.

Підраховують витрати складових частин за методом Н.А. Попова, виходячи з проектної марки розчину, активності цементу, рухливості розчинової суміші.

Склад розчину позначають відношенням між компонентами у сухому стані за масою чи об'ємом. Витрата в'язучого становить 1. Прості розчини містять цемент та пісок (наприклад, у співвідношенні 1 : 6), мішані включають цемент, вапно (глину), пісок (наприклад, 1 : 0,45 : 5).

Міцність мішаних розчинів залежить від добавок – вапна, глини, інших тонкомелених мінеральних речовин.

Міцність характеризується маркою, що визначається границею міцності під час стиску зразків розмірами 7,07 x 7,07 x 7,07 см за температури 15 – 25⁰С у віці 28 діб. Зразки виготовляють на пористій основі (з відсмоктуванням води). Залежно від показника рухомості розчинової суміші (більше, менше 4 см) зразки-кубики виготовляють у металевих рознімним формах з піддоном або без нього. За температури до 10⁰С міцність розчину наростає значно повільніше.

Основними властивостями розчинової суміші є рухливість, здатність до розшаровування та об'ємна маса.

Рухливість розчинової суміші – це здатність легко розтікатися поверхнею каменю тонким шаром і заповнювати всі нерівності основи. Ступінь рухливості розчинової суміші визначається за допомогою спеціального приладу за глибиною занурення у розчинову суміш сталевго конуса.

Робоча рухливість розчинової суміші влітку чи зимою, залежно від призначення, приймається за таблицею 7.1. Для кладки з сухих та пористих кам'яних матеріалів застосовують розчини з більшою рухливістю, для мурувальних з вологих та щільних матеріалів – з меншою.

Об'ємна маса розчинової суміші визначається у стандартній посудині об'ємом 1 л з насадкою зважуванням на звичайних технічних терезах.

Здатність до розшарування розчинової суміші визначають у тих випадках, коли під час транспортування чи зберіганні суміш розшаровується, у зв'язку з чим порушується її однорідність.

Таблиця 7.1

№	Характеристика кладки	Осадка конуса, мм
1	Звичайна кладка з суцільної цегли, бетонного каміння, природного каміння легких порід	9...13
2	Звичайна кладка з порожнистої цегли, керамічного каміння	7...8
3	Бутова кладка	4...6
4	Заливка порожнин при бутовій кладці	13...15
5	Вібрована бутова кладка	1...3

У лабораторії здатність до розшарування суміші визначають за допомогою спеціального приладу циліндричної форми з дном. Цей прилад складається з трьох частин, дві верхні мають змогу пересуватися по платформах, а нижня нерухома. Прилад заповнюють сумішшю в рівень з краями, закривають кришкою і встановлюють на віброплощадку. Після 30 секундної вібрації розчинову суміш викладають в окремі посудини та визначають рухливість викладеної суміші та об'єм зануреної частини конуса. Здатність до розшарування визначають за різницею об'ємів занурення конуса у розчинову суміш верхньої частини та нижньої частини циліндра. Це значення не повинне перевищувати 30 см³.

ХІД РОБОТИ

1. Розрахунок складу складного (мішаного) будівельного розчину.

Вихідні дані для проектування розчину:

- марка розчину, кгс/см², R_p;
- рухливість розчинової суміші, см;
- активність цементу, марка цементу, кгс/см², R_ц;
- насипна густина цементу, кг/м³, ρ_{н.ц};
- вид мінеральної добавки – ... ;
- насипна густина добавки, кг/м³, ρ_д.

Визначення витрати цементу в тонах на 1 м³ піску, необхідної для отримання розчину заданої марки:

$$R_{28} = \kappa R_{ц} (Ц - 0,05) + 4, \text{ звідки } Ц = \frac{R_p - 4}{\kappa \cdot R_{ц}} + 0,05,$$

де Ц – витрата цементу, т; R_p (R₂₈) – границя міцності розчину під час стиску, кгс/см²; R_ц – активність цементу, кгс/см²; κ – коефіцієнт зернового складу піску: для дрібного піску κ = 1,4; для середнього κ = 1,8; для крупного κ = 2,2.

Визначення витрати цементу за об'ємом: V_ц = Ц / ρ_{н.ц}.

Визначення витрати добавки на 1 м³ піску: V_д = 0,17(1 - 0,002Ц), м³.

Визначають витрату добавки за масою: Д = V_д · ρ_д, кг.

Записують співвідношення складу розчину за об'ємом V_ц:V_д:V_п; V_п = 1 м³. Кожен з компонентів

ділять на витрату цементу: $\frac{V_{ц}}{V_{ц}} : \frac{V_{д}}{V_{ц}} : \frac{V_{п}}{V_{ц}}$ і отримують 1: $\frac{V_{д}}{V_{ц}} : \frac{1}{V_{ц}}$.

Орієнтовна витрата води на 1 м³ піску для отримання розчинової суміші заданої рухливості визначається за формулою: В = 0,65 (Ц + Д), де Ц і Д – витрати цементу і домішки за масою на 1 м³ піску. Знайдену за розрахунками витрату води уточнюють дослідним шляхом під час приготування пробного замісу, об'ємом 5 л.

Відважують компоненти суміші для приготування пробного замісу 5 л, згідно з проведеним розрахунком.

Перемішують пісок та цемент протягом 5 хв. Вводять вапняне чи глиняне тісто, перемішують. Додають воду і остаточно перемішують протягом 5 хв.

Зануренням конуса визначають рухливість суміші.

Якщо фактична рухливість суміші відрізняється від проектної, то склад розчину корегують. Під час занурення конуса на більшу глибину, ніж задана, додають пісок у кількості 5 – 10% його витрати

на пробний заміс. Якщо ж занурення конуса виявилось меншим за задане, то додають воду і цемент у кількості 5 – 10% від їх витрат на пробний заміс. Перемішують суміш протягом 5 хв. І знову визначають рухливість розчинової суміші.

Визначення фактичної витрати матеріалів на 1 м³ розчину.

Приготовану розчинову суміш викладають у посудину певного об'єму та відомої маси. Визначають масу суміші та її середню густину: $\rho_{р.с.} = m / V$; об'єм пробного замісу $V_{пр.з.} = \Sigma m / \rho_{р.с.}$

Визначають фактичні витрати компонентів на 1 м³ суміші:

витрата цементу $C_{факт.} = 1 \text{ м}^3 \cdot C_{пр.з.} / V_{пр.з.}$;

витрата добавки (вапняного чи глиняного тіста) $D_{факт.} = 1 \text{ м}^3 \cdot D_{пр.з.} / V_{пр.з.}$;

витрата піску $P_{факт.} = 1 \text{ м}^3 \cdot P_{пр.з.} / V_{пр.з.}$;

витрата води $V_{факт.} = 1 \text{ м}^3 \cdot V_{пр.з.} / V_{пр.з.}$.

Дані записують у таблицю 7.2:

Таблиця 7.2

Посудина		Маса посудини з сумішшю, кг	Маса розчинової суміші, кг	Середня густина розчинової суміші, кг/м ³
маса, кг	об'єм, м ³			

Записують співвідношення компонентів розчину: Ц : Д : П, при В / Ц =...

Зробити висновки

2. Проведення випробувань (визначення міцності при стиску розчину)

2.1. Зразки куби поміщаємо на опорну подушку преса так, щоб основою служили грані, які стикалися зі стінками форми.

2.2. За рівномірної швидкості наростання навантаження довести кожний зразок до руйнування.

2.3. Обчислити за формулою $R_{ст.} = P/S$ границю міцності під час стиску кожного зразка (поділяючи величину руйнівного вантажа у кілограмах на робочу площу грані в сантиметрах, тобто, на 50 см²).

2.4. Границю міцності затверділого розчину під час стиску обчислити як середнє арифметичне результатів випробувань трьох зразків.

2.5. Результати визначення границі міцності затверділого розчину при стиску і об'ємної ваги записати у табл. 7.3,

найменування розчину _____, склад розчину _____

№ зразка	Розміри зразка, см	Вага зразка, г	Об'ємна вага, кг/м ³		Площа грані зразка, см ²	руйнівний вантаж, кГ	Границя міцності при стиску, кг/см ³	
			Окремих зразків	Середня			Окремих зразків	Середня

Зробити висновки.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що називають будівельним розчином?
2. Що називають розчиною сумішшю?
3. Які основні властивості будівельного розчину?
4. Які розчини називають простими, а які мішаними?
5. Які основні властивості розчинової суміші?
6. Як записати склад простого розчину?
7. Як записати склад складного (мішаного) розчину?
8. Що називають рухливістю суміші?
9. Як визначити об'ємну масу розчинової суміші?
10. Коли розчинова суміш здатна розшаруватися?
11. Як уникнути розшарування суміші?

ЛІТЕРАТУРА:

1. Кривенко П.В. та ін. Будівельні матеріали. – К.: Вища школа, 1993. – 389 с., іл.
2. Опоряджувальні матеріали і вироби. Навчальний посібник. – вид., перероб. –К.: Вища шк., 1996. – 335 с. іл.
3. Будівельне матеріалознавство [Текст]: конспект лекцій для здобувачів освіти освітньо-професійного ступеня: фаховий молодший бакалавр, галузь знань 19 Архітектура та будівництво, спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія за освітньо-професійною програмою «Будівництво та експлуатація будівель і споруд» денної форми навчання/ уклад. С.М.Данилік – Любешів: ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ», 2025. – 114 с.
4. Карапузов Є.К., Соха В.Г., Остапченко Т.Є. Матеріали і технології в сучасному будівництві: Підручнику-К.:Вища освіта, 2005. – 495 с.: іл.
5. Матеріалознавство для архітекторів та дизайнерів: Навч. посіб./ К.К.Пушкарьова, М.О.Кочевих. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2022.-424 с.

ЗМІСТ

Вступ.....	3
Лабораторна робота 1. Вивчення основних фізичних властивостей будівельних матеріалів.....	4
Лабораторна робота 2. Природні кам'яні матеріали.....	6
Лабораторна робота 3. Випробування керамічної цегли.....	10
Лабораторна робота 4. Повітряні в'язучі. Випробування будівельного гіпсу.....	13
Лабораторна робота 5. Гідравлічні в'язучі. Випробування цементу.....	16
Лабораторне заняття 6. Заповнювачі для важкого бетону. Випробування піску.....	19
Лабораторне заняття 7. Підбір складу будівельного розчину та випробування розчинної суміші.....	21
Література.....	26

Будівельне матеріалознавство [Текст]: методичні вказівки до лабораторних робіт для здобувачів освіти освітньо-професійного ступеня: фаховий молодший бакалавр, галузі знань 6 Інженерія, виробництво та будівництво спеціальності G19 Будівництво та цивільна інженерія за освітньо-професійною програмою «Будівництво та експлуатація будівель і споруд» денної форми навчання/ уклад. С.М.Данилік – Любешів: ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ», 2025. – 28с.

Комп'ютерний набір і верстка : С.М.Данилік
Редактор: С.М.Данилік

Підп. до друку _____ 2025 р. Формат А4.

Папір офіс. Гарн.Таймс. Умов.друк.арк. ____

Обл. вид. арк. ____ Тираж 15 прим.