

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**Український державний університет
науки і технологій**

Кафедра «Архітектурне проектування,
землеустрій та будівельні матеріали»

БУДІВЕЛЬНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

**ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДРІБНОГО І
КРУПНОГО ЗАПОВНЮВАЧА ДЛЯ БЕТОНІВ І БУДІВЕЛЬНИХ
РОЗЧИНІВ (ЩЕБЕНЮ, ГРАВІЮ, ПІСКУ)**

Методичні рекомендації до лабораторних робіт

Електронний аналог
друкованого видання

Дніпро 2023

УДК 691.22:691.223(076.5)
Б 90

Укладачі:

О. В. Громова, А. М. Зінкевич, Т. І. Афанасьєва

Експерти:

канд. техн. наук, проф. *Микола Біляєв*

канд. техн. наук, доц. *Олена Громова*

Рекомендовано МКФ ПЦБ (протокол № 8 від 15.05.2023 р.)
Зареєстровано НМВ УДУНТ (№ 626 від 22.06.2023 р.)

Б 90 Будівельне матеріалознавство. Визначення технічних характеристик дрібного і крупного заповнювача для бетонів і будівельних розчинів (щебеню, гравію, піску): методичні рекомендації до лабораторних робіт / уклад. О. В. Громова, А. М. Зінкевич, Т. І. Афанасьєва ; Укр. держ. ун-т науки і технологій. – Дніпро : УДУНТ, 2023. 20 с.

Методичні рекомендації призначені для використання студентами 2 курсу денної форми навчання, освітній ступень – бакалавр, спеціальностей: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»; 273 «Залізничний транспорт»; 183 «Технологія захисту навколишнього середовища» під час виконання лабораторних робіт з освітніх програм «Промислове та цивільне будівництво», «Архітектурне проєктування будівель і споруд», «Водопостачання та водовідведення», «Мости і транспортні тунелі», «Захист довкілля та техногенна безпека», «Залізничні споруди та колійне господарство», «Автомобільні дороги та аеродроми».

Методичні рекомендації містять основні теоретичні положення для засвоєння матеріалу, методику проведення випробувань та обробку отриманих даних, контрольні питання з дисциплін «Будівельне матеріалознавство» і «Матеріалознавство та технологія матеріалів».

Іл. 5. Табл. 7. Бібліогр.: 7 назв. Додат.: 3.

© Громова О. В. та ін., укладання, 2023

© Укр. держ. ун-т науки і технологій,

Зміст

Витяг з інструкції № 116	4
1. Загальні положення.....	4
2. Вимоги безпеки перед початком роботи	4
3. Вимоги безпеки під час роботи	4
4. Вимоги безпеки по закінченню роботи	5
5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.....	5
Дрібні заповнювачі для важкого бетону	5
Лабораторна робота № 1	5
Визначення зернового складу та модуля крупності піску	5
Лабораторна робота № 2	8
Визначення вмісту в піску пиловидних і глинистих часток	8
Лабораторна робота № 3	9
Визначення наявності органічних домішок.....	9
Крупні заповнювачі для важкого бетону	10
Лабораторна робота № 4	11
Визначення зернового складу щебеню (гравію).....	11
Лабораторна робота № 5	12
Визначення вмісту в щебені (гравії) зерен пластинчастої (лещадної) та	
голчастої форми	12
Лабораторна робота № 6	14
Визначення дробильності щебеню (гравію).....	14
Контрольні запитання.....	15
Додатки	17
Додаток 1.....	17
Додаток 2.....	17
Додаток 3.....	18
Рекомендована література.....	19

ВИТЯГИ З ІНСТРУКЦІЇ № 116

1. Загальні вимоги

«Інструкція з охорони праці при проведенні лабораторних робіт в лабораторії будівельних матеріалів» № 116 (ауд. 348 та лабораторія, нульовий поверх) забезпечує безпечні умови праці при проведенні лабораторних робіт і є обов'язковою для усіх викладачів кафедри «Архітектурне проектування, землеустрій та будівельні матеріали» надалі «АПЗБМ».

Викладачі кафедри «АПЗБМ» при виконанні лабораторних робіт, пов'язаних з обслуговуванням та експлуатацією електричних приладів, повинні мати кваліфікаційні групи з електробезпеки (2 група) та пройти інструктаж з охорони праці та інструктаж з пожежної безпеки на робочому місці (2 рази на рік).

За невиконання даної інструкції викладач або студент несе дисциплінарну, матеріальну, адміністративну та кримінальну відповідальність.

2. Вимоги безпеки перед початком роботи

Викладачі кафедри «АПЗБМ» повинні:

- бездоганно знати вимоги даної Інструкції;
- проводити інструктаж з охорони праці із студентами на початку семестру (на першому занятті з лабораторних робіт) з записом у контрольному листі інструктажу з охорони праці для студентів;
- вміти організувати безпечне проведення лабораторних робіт;
- не допускати до роботи студентів, що з'явилися на заняття в нетверезому вигляді і притягнути їх до відповідальності.

3. Вимоги безпеки під час виконання роботи

Студенти під час виконання лабораторної роботи повинні:

- виконувати тільки ті роботи, що доручені викладачем;
- бережно відноситись до лабораторного посуду, приладів, інструментів, обладнання та меблів лабораторії;
- проявляти обережність при роботі зі скляними приладами, хімічним посудом та випробувальними будівельними матеріалами;
- одягати при необхідності халати та резинові рукавички;
- слідкувати за порядком на робочому місці.

Студентам категорично забороняється:

- заносити до лабораторії їжу та напої;
- працювати на приладах без дозволу та присутності викладача;
- самовільно вмикати електроприлади, рубильники, кнопки, вимикачі, що знаходяться в лабораторії;
- підключати до електромережі підзарядки для мобільних телефонів;
- торкатися частин лабораторного обладнання, яке знаходиться під електрострумом в момент роботи;
- використовувати хімічний посуд з тріщинами або надбитий скляний

посуд;

- уламки розбитого скляного посуду збирати руками.

Викладачам категорично забороняється

- залишати без догляду увімкнені прилади та установки;
- будь-яке ремонтування та перенос електроприладів під час їхньої роботи.

4. Вимоги безпеки після закінчення роботи

Викладачі після закінчення роботи повинні:

- відключити електроприлади від електромережі;
- проконтролювати наявність відповідних приладів на робочому місці.

Студенти після закінчення роботи повинні:

- вимити прилади та посуд і скласти їх на місце;
- привести в порядок своє робоче місце;
- вимити руки миючими засобами;
- не залишати свої речі в лабораторії, за які викладач після закінчення заняття не несе відповідальності.

5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

Ознакою аварійної ситуації може бути займання електропроводки або електроприладів, поява підвищеного шуму, диму або вогню, повітряна тривога. В цьому випадку треба негайно вимкнути рубильник, прийняти заходи для гасіння пожежі (вогнегасник, пісок). В разі потреби надати першу допомогу потерпілому, а при необхідності викликати «швидку допомогу» за тел. **103**. В разі повітряної тривоги студенти припиняють роботу, вимикають обладнання і переходять з викладачем в укриття.

Про кожну аварійну ситуацію або нещасний випадок викладач повинен повідомити завідувачу лабораторією або завідувача кафедри.

ДРІБНІ ЗАПОВНЮВАЧІ ДЛЯ ВАЖКОГО БЕТОНУ

До дрібних заповнювачів відносяться піски, що являють собою неорганічні зернисті сипкі будівельні матеріали з розмірами зерен від 0,16 мм до 5,0 мм.

Піски за походженням поділяють на природні (в тому числі із порід, що попутно видобувають, та відходів збагачення), із відходів промисловості та штучні (що спеціально виготовляють). Серед природних пісків за утворенням виділяють гірські, річкові, морські, барханні, дюнні й інші різновиди.

Особлива увага приділяється зерновому складу піску. Важливо, щоб вміст фракцій у межах 0,16..5,0 мм був таким, при якому забезпечуються мінімальні значення пустотності й питомої поверхні. В якості дрібного заповнювача для бетонів можуть використовуватися піски з модулем крупності (M_k) від 1,0 до 4,0.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

Визначення зернового складу та модулю крупності піску

Мета роботи: ознайомитись з методикою визначення зернового складу та модуля крупності піску, за якими встановлюють відповідність вимогам

нормативних документів та можливість їх застосування для виготовлення бетонів та розчинів згідно ДСТУ Б В.2.7-232:2010 Будівельні матеріали. Пісок для будівельних робіт. Методи випробувань.

Прилади і матеріали: ваги; набір сит із сіткою 1,25; 0,63; 0,315; 0,16 мм і сит з круглими отворами діаметрами 10; 5 і 2,5 мм (рис. 1.1); шафа сушильна.

Сутність роботи: визначити зерновий склад піску та модуль крупності, шляхом розсіву та встановити відповідність вимогам ДСТУ Б В.2.7-32-95. Будівельні матеріали. Пісок щільний природний для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт. Технічні умови.



Рис. 1.1 Набір стандартних сит для просіювання піску

Методика випробування

Відбирають пробу піску масою 2000 г і висушують до постійної маси. Пробу піску просіюють крізь сита з отворами діаметрами 10 мм і 5 мм. Залишки на ситах зважують і розраховують вміст у піску фракцій з розміром зерен від 5 до 10 мм (Gp_5) і понад 10 мм (Gp_{10}), % за масою:

$$Gp_{10} = \frac{M_{10}}{M} \cdot 100;$$

$$Gp_5 = \frac{M_5}{M} \cdot 100;$$

де M_{10} – залишок на ситі з круглими отворами діаметром 10 мм, г;

M_5 – залишок на ситі з круглими отворами діаметром 5 мм, г;

M – маса проби, г.

З частини проби піску, що пройшла через сито з отворами діаметром 5 мм, відбирають наважку масою 1000 г для визначення зернового складу.

Підготовлену наважку піску просіюють через набір сит з круглими отворами діаметром 2,5 мм і з сітками № 1,25; 0,63; 0,315 і 0,16. (рис. 1.1). Просіювання проводять механічним або ручним способом. Тривалість просіювання повинна бути такою, щоб при контрольному інтенсивному ручному струшуванні кожного сита протягом 1 хв крізь нього проходило не більше 0,1 % загальної маси наважки, що просіюють.

За результатами просіювання розраховують:

- частковий залишок на кожному ситі a_i , % за масою, згідно з формулою:

$$a_i = \frac{m_i}{m} \cdot 100,$$

де m_i – маса залишку на даному ситі, г;

m – маса наважки, г;

- повний залишок на кожному ситі A_i , % за масою, згідно з формулою:

$$A_i = a_{2,5} + a_{1,25} + \dots a_i,$$

де $a_{2,5}$, $a_{1,25}$, a_i – часткові залишки на відповідних ситах, г;

Наприклад: $A_{2,5} = a_{2,5}$; $A_{1,25} = a_{2,5} + a_{1,25}$.

- модуль крупності піску M_k без зерен розміром понад 5 мм згідно з формулою:

$$M_k = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} + A_{063} + A_{0315} + A_{016}}{100},$$

де $A_{2,5}$, $A_{1,25}$, A_{063} , A_{0315} , A_{016} – повні залишки на ситі з круглими отворами діаметром 2,5 мм і на ситах із сітками № 1,25; 063; 0315, 016, %.

Результат визначення зернового складу піску оформлюють згідно з таблицею 1.1 і відображають графічно у вигляді кривої просіювання відповідно до рис. 1.2. Класифікація пісків по групах у залежності від зернового складу наведена у таблиці Додаток 1.

Таблиця 1.1

Найменування залишку	Одиниця виміру	Залишки на ситах					Пройшло крізь сито з сіткою № 016, % за масою
		2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	
Частковий	г						
	%						
Повний	%						

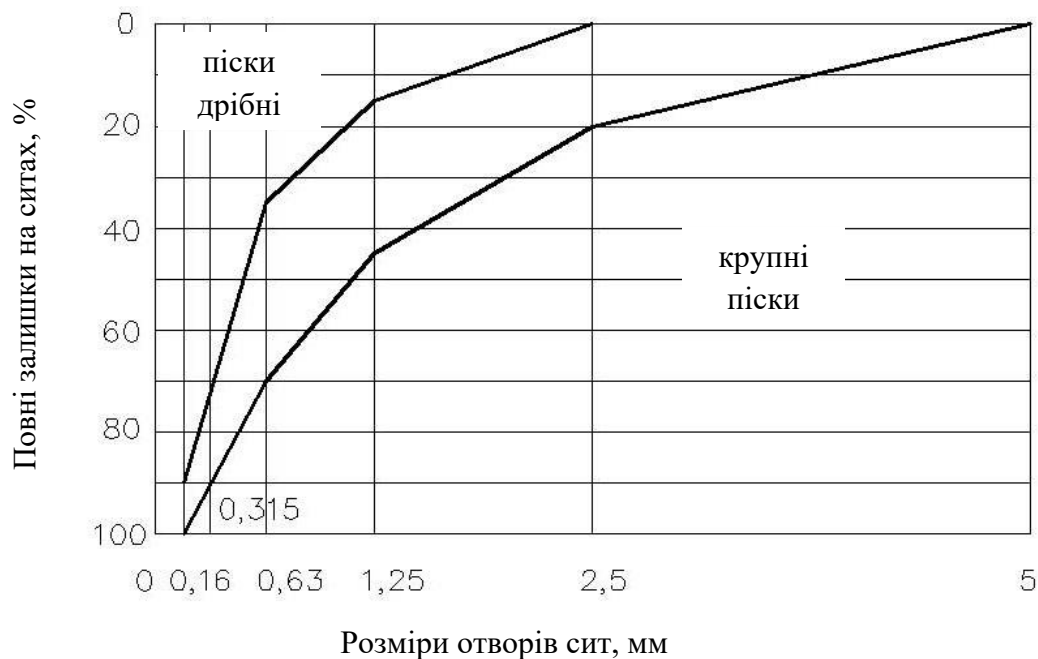


Рис. 1.2. Графік зернового складу досліджуваного піску

Примітка: На графіку зернового складу піску кривими обмежена область пісків, які допускаються для виготовлення бетонів.

Пісок визнається придатним, якщо графік його зернового складу знаходиться в межах області, визначеної кривими на рис. 1.2. Якщо крива знаходиться вище – пісок дрібний, нижче – крупний. В такому випадку пісок потребує збагачення, крупний пісок – дрібною фракцією, дрібний – крупною до встановлення кривої в області стандартних пісків.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

Визначення вмісту в піску пилоподібних і глинистих часток

Природний щільний пісок часто містить у собі шкідливі забруднюючі домішки – пилоподібні й глинисті частки крупністю до 0,05 мм, кількість яких визначають методом відмулювання або піпеточним методом. Високий вміст пилоподібних і глинистих часток у природному щільному піску – негативний фактор у технології важкого бетону.

За значної кількості пилоподібних і глинистих частинок зростає водопотреба піску, збільшуються витрати цементу, знижуються міцність і довговічність бетону. Особливо шкідливі глинисті плівки, оболонки на зернах піску, які заважають зчепленню з ними цементного каменю.

Мета роботи – ознайомитися з методикою та визначити вміст пилоподібних і глинистих часток в піску.

Прилади і матеріали: сито № 5; технічні ваги; сушильна шафа; циліндр для відмулювання піску (рис.2.1); годинник; проба природних щільних пісків масою до 2 кг.

Сутність роботи: вміст пилоподібних і глинистих часток визначають за виміром маси піску після відмулювання часток крупністю менше 0,05 мм згідно ДСТУ Б В.2.7-232:2010 Будівельні матеріали. Пісок для будівельних робіт. Методи випробувань.

Методика випробування

Аналітичну пробу піску масою 2 кг просіюють крізь сито з отворами діаметром 5 мм, висушують до постійної маси, відважують наважку масою 1 кг.

Наважку піску засипають у циліндр для відмулювання (рис. 2.1) і заливають водою так, щоб висота шару води над піском була приблизно 200 мм (до верхнього зливного отвору). Залитий водою пісок витримують протягом 2 год, при цьому перемішують його кілька разів, і ретельно відмивають від глинистих частинок, що налипли на зерна.

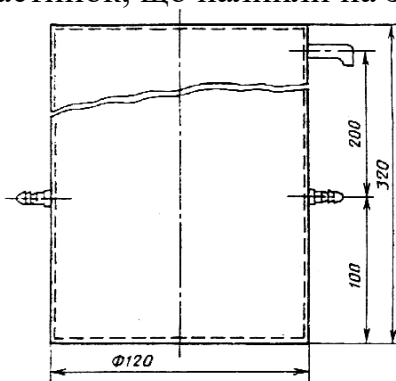


Рис. 2.1. Посудина для відмулювання.

Потім вміст циліндру знову енергійно перемішують і залишають у спокої на 2 хв. Через 2 хв зливають суспензію через два нижніх отвори, залишаючи шар суспензії над піском висотою не менше 30 мм. Потім пісок знову заливають водою до вказаного вище рівня. Промивання піску в зазначеній послідовності повторюють до тих пір, поки вода після промивки не стане прозорою.

Після відмулювання промиту наважку висушують до постійної маси.

Вміст у піску пиловидних і глинистих часток, що відмулюються ($\Pi_{\text{відм}}$), % за масою, розраховують згідно з формулою:

$$\Pi_{\text{відм}} = \frac{m - m_1}{m} \cdot 100,$$

де m – маса висушеної наважки до відмулювання, г;

m_1 – маса висушеної наважки після відмулювання, г.

Оцінюють відповідність нормативним вимогам отримані значення вмісту пиловидних і глинистих часток у випробовуваному піску, за вимогами ДСТУ Б В.2.7-32-95 Будівельні матеріали. Пісок щільний природний для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт. Технічні умови. Робимо висновки про отримані результати.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

Визначення наявності органічних домішок

У пісках більшості родовищ, особливо в шарах, що залягають близько до ґрунтового шару, можливі органічні домішки - продукти розкладання речовин рослинного і тваринного походження. Ці домішки (гумусові

кислоти) перешкоджають нормальному твердінню цементного каменю, особливо в перші дні, різко знижуючи міцність бетону.

Мета роботи: визначення наявності органічних домішок (гумусових речовин) порівнянням забарвлення лужного розчину над пробєю піску із забарвленням еталону.

Прилади та реактиви: ваги; циліндр місткістю 250 мл з прозорого скла; натрію гідроксиду 3 % розчин; танін, 2 % розчин в 1 % етанолі.

Сутність роботи: порівняти забарвлення лужного розчину над пробєю піску із забарвленням еталону і зробити висновок згідно ДСТУ Б В.2.7-32-95 Будівельні матеріали. Пісок щільний природний для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт. Технічні умови.

Методика випробування

З аналітичної проби піску у стані природної вологості беруть наважку 250 г. Готують еталонний розчин: розчиняють 2,5 мл 2 % розчину таніну в 97,5 мл 3 % розчину гідроксиду натрію, розчин перемішують і залишають на 24 години.

Піском заповнюють мірний циліндр до рівня 130 мл і заливають його 3 % розчином гідроксиду натрію до рівня 200 мл.

Вміст циліндра перемішують, перемішування повторюють через 4 год після першого перемішування і залишають на 20 годин.

Потім порівнюють забарвлення рідини, що знаходиться над пробєю піску, з кольором еталонного розчину.

Пісок може бути використано для бетонів і розчинів, якщо рідина над пробєю безбарвна або забарвлена значно слабше еталонного розчину.

За отриманими даним лабораторних робіт 1, 2, 3 робиться висновок про придатність піску до застосування як дрібного заповнювача в бетонах і розчинах згідно ДСТУ Б В.2.7-32-95 Будівельні матеріали. Пісок щільний природний для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт. Технічні умови.

КРУПНІ ЗАПОВНЮВАЧІ ДЛЯ ВАЖКОГО БЕТОНУ

Крупний заповнювач – неорганічний зернистий сипкий матеріал з природних щільних гірських порід з зернами крупністю від 5 мм до 80 мм включно.

Для виготовлення бетонів як крупні заповнювачі застосовують щебінь або гравій.

Щебінь – будівельний матеріал, отриманий подрібненням каменів гірських порід, як мають міцність при стиску від 20 до 120 МПа. Застосовується несортований рядовий щебінь з зернами 5...70 мм або розподілений на фракції: 5...10 мм, 10...20 мм, 20...40 мм, 40...80(70) мм.

Гравій – матеріал, що утворюється в результаті природного руйнування (вивітрювання) вивержених и осадових гірських порід, може бути річковий та морський.

Лабораторна робота №4

Визначення зернового складу щебеню (гравію)

Зерновий склад щебеню (гравію) визначають шляхом розсіву проби на стандартному наборі сит.

Мета роботи: ознайомитись із методикою визначення зернового складу крупних заповнювачів, та встановити відповідність заповнювачів вимогам нормативних документів і можливість їх застосування їх для виготовлення бетонів.

Прилади: ваги; шафа сушильна; проба щебеню або гравію; набір стандартних сит (сита та дротяні круглі калібри з отворами, що відповідають номінальним розмірам зерен даної фракції: $1,25 D$; D ; $0,5(D+d)$; d , а також 2,5 та 1,25 мм. Для розсіву фракцій від 5(3) до 20 мм застосовують сито з озміром отворів 10 мм.

Сутність роботи: визначити зерновий склад крупного заповнювача згідно ДСТУ Б В.2.7-71-98 Будівельні матеріали. Щебінь і гравій із щільних гірських порід і вдходів промислового виробництва для будівельних робіт. Методи фізико-механічних випробувань, та зробити висновок про зерновий склад.

Підготовка до випробування

Для випробування використовують лабораторну пробу без її скорочення за таблицею 4.1, висушену до постійної маси.

Таблиця 4.1

Найбільший номінальний розмір зерен D , мм	Маса проби, кг
10	5,0
20	10,0
40	20,0
Понад 40	40,0

Пробу просіюють ручним або механічним способами через сита з отворами вказаних вище розмірів (для розсіву несортваного щебеню застосовується повний стандартний набір сит для щебеню (гравію) КСІ повинен мати сито з квадратними отворами розміром 1,25 мм та сита з круглими отворами діаметрами: 2,5; 5(3); 7,5; 10; 12,5; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60 і 70(80) мм), зібрані послідовно в колонку, починаючи знизу з сита з отворами найменшого розміру, при цьому товщина шару щебеню (гравію) на кожному із сит не повинна перевищувати найбільшого розміру зерен щебеню (гравію). Тривалість просіювання повинна бути такою, щоб при контрольному інтенсивному ручному струшуванні кожного сита протягом 1 хв через нього проходило не більше 0,1 % загальної маси проби, яку просіюють.

Методика випробування

Зерновий склад фракцій або суміші фракцій щільного щебеню (гравію) характеризується вмістом у них зерен різної крупності і визначається просіюванням середньої проби через стандартні сита з подальшим обчисленням часткових і повних залишків на ситах.

Повні залишки на контрольних ситах при розсіві фракцій вище 5 до 10 мм включно, вище 10 до 20 мм включно, вище 20 до 40 мм включно, вище 40 до 80(70) мм включно повинні відповідати вказаним в таблиці 4.2. де d і D – відповідно найменші і найбільші розміри зерен.

Таблиця 4.2

Діаметр отворів контрольних сит, мм	d	$0,5(d+D)$	D	$1,25D$
Повні залишки на ситах, % за масою	Вище 90 до 100 включно	Вище 90 до 100 включно	До 10 включно	До 0,5 включно

За результатами просіювання визначають частковий залишок на кожному ситі (a_i) за формулою:

$$a_i = \frac{m_i}{m} \times 100;$$

де m_i - маса залишку на даному ситі, г;

m - маса проби, г.

Визначають повні залишки на кожному ситі у відсотках маси проби, що дорівнюють сумі часткових залишків на даному ситі та усіх ситах з більшими розмірами отворів (A_i) за формулою:

$$A_i = a_i + a_{i+1} + a_{i+2} + \dots + a_n,$$

де $a_i, a_{i+1}, a_{i+2}, \dots, a_n$ – часткові залишки на i -му ситі і всіх ситах стандартного набору з більшими розмірами отворів;

$i, i+1, i+2, \dots, n$ – порядкові номери сит стандартного набору.

Результати визначення зернового складу заносять у табл. 4.3 (для несортованого щебеню) або табл. 4.4 (для фракціонованого).

Таблиця 4.3

Зерновий склад несортованого щебеню

Найменування залишку	Один. виміру	Залишки на ситах із розмірами отворів, мм																Пройшло через сито 1,25 мм
		70	60	50	40	30	25	20	15	12,5	10	7,5	5	3	2,5	1,25		
Частковий	г																	
	%																	
Повний	%																	

Зерновий склад фракції щебеню

Найменування залишку	Одиниця виміру	Залишки на ситах						Пройшло через сито 1,25 мм
		1,25Д	Д	0,5(д+Д)	д	2,5мм	1,25мм	
Частковий	г							
	%							
Повний	%							

Оцінюємо відповідність зернового складу фракцій або суміші фракцій випробовуваного щільного щебеню (гравію) нормативним вимогам. Робимо висновки про отримані результати зернового складу щебеню.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5**Визначення вмісту в щебені (гравії) зерен пластинчастої (лещадної) та голчастої форми**

До зерен пластинчастої (лещадної) і голчастої форми відносять такі зерна, товщина або ширина в яких менше довжини в три і більше разів.

Значний вміст зерен пластинчастої і голчастої форм у природному щільному щебені негативно впливає на його якість у разі його використання як крупного заповнювача для важкого бетону. Збільшення вмісту таких зерен у щебені призводить до збільшення питомої поверхні його зерен і міжзернової пористості, що обумовлює перевитрати води й цементу в бетонній суміші. Крім того, погіршується легкоукладальність бетонної суміші, зменшуються однорідність і міцність бетону.

Мета роботи: ознайомитися з методикою визначення вмісту пластинчастих і голчастих зерен у щільному щебені.

Прилади: ваги; штангенциркуль; сита з стандартного набору.

Сутність роботи: визначити вміст пластинчастих і голчастих зерен у природному щільному щебені, зробити висновки про отримані результати, згідно ДСТУ Б В.2.7-71-98 Будівельні матеріали. Щебінь і гравій із щільних гірських порід і відходів промислового виробництва для будівельних робіт. Методи фізико-механічних випробувань.

Методика випробування

Вміст зерен пластинчастої (лещадної) і голчастої форми визначають окремо для кожної фракції щебеню (гравію). З лабораторної проби від кожної фракції щебеню (гравію), який випробують беруть аналітичні проби масою:

0,25 кг – для щебеню розміром фракції понад 5(3) до 10 мм;

1,0 кг – для щебеню розміром фракції понад 10 до 20 мм;

5,0 кг – для щебеню розміром фракції понад 20 до 40 мм;

10,0 кг – для щебеню розміром фракції понад більше 40 мм.

Аналітичну пробу зважуємо і з неї відбираємо зерна, товщина або ширина яких менша за довжину в три і більше разів. В сумнівних випадках

співвідношення розмірів зерен визначаємо за допомогою штангенциркуля. Зерна пластинчастої і голчастої форм зважуємо.

Вміст у кожній фракції щебеню (гравію) зерен пластинчастої (лещадної) та голчастої форми ($P_{пл}$) у відсотках обчислюють за формулою:

$$P_{пл} = \frac{m_1}{m} \cdot 100,$$

де m_1 – маса зерен пластинчастої (лещадної) та голчастої форми, г;

m – маса аналітичної проби, г.

Вміст зерен пластинчастої (лещадної) та голчастої форми у суміші фракцій визначають у відповідності з табл. 5.1 (ДСТУ Б В.2.7-74-98 Крупні заповнювачі природні, з відходів промисловості, штучні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт. Класифікація). Зробити висновки про отримані результати вмісту в заповнювачах зерен пластинчастої та голчастої форми і віднести щебінь до певної групи за формою зерна.

Таблиця 5.1

Класифікація крупного заповнювача по групах в залежності від вмісту зерен пластинчастої і голчастої форм

Група крупного заповнювача за формою зерна	Вміст зерен пластинчастої (лещадної) і голчастої форми, % за масою
Обкатана	До 10 включно
Кубовидна	Більше 10 до 15 включно
Поліпшена	Більше 15 до 25 включно
Звичайна	Більше 25 до 35 включно

Примітка. За згодою стрін допускається випуск крупного заповнювача з вмістом зерен лещадної форми вище 35 %.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6

Визначення дробильності щебеню (гравію)

Дробильність щебеню (гравію) визначають за ступенем руйнування зерен при стисканні (роздавлюванні) у циліндрі (побічна характеристика міцності зерен заповнювача).

Мета роботи – ознайомитися з методикою визначення дробильності щільного щебеню (гравію) при стисканні в циліндрі.

Обладнання, матеріали: сита із стандартного набору; циліндри сталеві з внутрішніми діаметрами 75 мм і 150 мм та висотою відповідно 75 мм і 150 мм зі знімним дном та плунжером (рис. 6.1); гідравлічний прес з навантаженням до 500 кН; ваги; посудина для зважування; сушильна шафа; проби щільного щебеню (гравію) масою не менше 0,5 кг або 4 кг кожна в залежності від розмірів циліндра, який застосовується.

Сутність роботи: виконати випробування, навчитися визначати марку щільного щебеню (гравію) за дробильністю, зробити висновки про отримані результати згідно ДСТУ Б В.2.7-71-98 Будівельні матеріали. Щебінь і гравій із щільних гірських порід і відходів промислового виробництва для

будівельних робіт. Методи фізико-механічних випробувань.

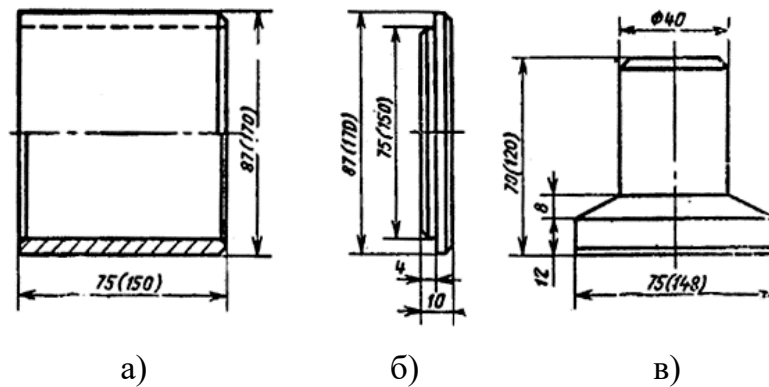


Рис. 6.1. Пристосування для визначення дробильності щебеню:

а) циліндр; б) знімне дно; плунжер

Підготовка проби

При випробуванні щебеню (гравію), який складається і суміші двох або більше суміжних фракцій, вихідний матеріал розсіюють на стандартні фракції, кожену фракцію випробовують окремо.

Щебінь (гравій) фракцій від 5 до 10, понад 10 до 20 або понад 20 до 40 мм просіюють через два сита з отворами, які відповідають найбільшій (D) та найменшій (d) крупності фракції, що випробовують.

Від залишків на ситі з отворами, рівними d , відбирають дві аналітичні проби масою не менше 0,5 кг для випробування у циліндрі діаметром 75 мм і не менше 4 кг – при випробуванні у циліндрі діаметром 150 мм.

Щебінь (гравій) крупніший за 40 мм попередньо подрібнюють та випробовують фракції понад 10 до 20 мм або понад 20 до 40 мм.

Методика випробування

При визначенні марки щебеню (гравію) застосовують циліндр діаметром 150 мм. Для приймального контролю якості щебеню (гравію) фракції від 5 до 10 мм та понад 10 мм до 20 мм допускається застосовувати циліндр діаметром 75 мм.

Пробу щебеню (гравію) насипають у циліндр з висоти 50 мм так, щоб після розрівнювання верхній рівень матеріалу приблизно на 15 мм не доходив до верхнього краю циліндра. Потім у циліндр встановлюють плунжер.

Навантаження в циліндрі діаметром 75 мм до 50 кН (5000 кгс), при випробуванні у циліндрі діаметром 150 мм – до 200 кН (20000 кгс).

Після стиснення пробу висипають із циліндра та зважують. Потім її просіюють у залежності від розміру фракції, яку випробовують, через сито з отворами розміром:

- 1,25 мм – для щебеню (гравію) фракції ві 5 до 10 мм;
- 2,5 мм – для щебеню (гравію) фракції понад 10 до 20 мм;
- 5,0 мм – для щебеню (гравію) фракцій понад 20 до 40 мм.

Залишок щебеню (гравію) на ситі після просіювання зважують.
Дробильність (D_p), %, визначають з точністю до 1 % за формулою:

$$D_p = \frac{m - m_1}{m} \cdot 100,$$

де m – маса аналітичної проби щебеню (гравію), г;

m_1 – маса залишку на контрольному ситі після просіювання подрібненої у циліндрі проби щебеню (гравію), г.

За результат приймають середньоарифметичне значення двох паралельних випробувань.

За показником дробильності роблять висновок про марку щебеню згідно з табл. 6.2 (ДСТУ Б В.2.7-75-98. Будівельні матеріали. Щебінь та гравій щільні природні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій та робіт. Технічні умови).

Таблиця 6.2

Марка крупного заповнювача за дробильністю (D_p)	Вміст зерен слабких порід, % за масою
Щебінь з природного каменя (вивержених, метаморфічних та осадових горних порід) марок: 1400; 1200; 1000	5
800; 600; 400	10
200	15

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Яка методика використовується для визначення зернового складу щільного піску?
2. Як обчислюються часткові та повні залишки на ситах?
3. Як обчислюється модуль крупності щільного піску?
4. Як визначається група щільного піску за зерновим складом?
5. Яким вимогам має відповідати зерновий склад щільних пісків, які використовуються як дрібні заповнювачі для важких бетонів?
6. За якою методикою виконується визначення вмісту пилоподібних і глинистих часток у природному щільному піску?
7. Які вимоги ставляться до різних видів природних щільних пісків за вмістом пилоподібних і глинистих частинок?
8. Яке значення в технології важкого бетону мають показники вмісту пилоподібних і глинистих частинок у природних щільних пісках?
9. Як визначається зерновий склад щільного щебеню (гравію)?
10. Яким вимогам має відповідати зерновий склад щільних крупних заповнювачів для важкого бетону?
11. За якою методикою визначається вміст зерен пластинчастої і голкоподібної форм у щільному щебені?

12. Як визначається група щільного щебеню за формою зерен?
13. Яке значення в технології важкого бетону мають показники вмісту зерен пластинчастої і голкоподібної форм у щільному щебені?
14. За якою методикою визначається і як обчислюється дробильність щільного щебеню (гравію)?
15. Як з урахуванням результатів випробувань визначають марку щільного щебеню (гравію) за дробильністю?
16. Які вимоги ставляться до міцності щільних крупних заповнювачів?

ДОДАТКИ

Додаток 1

Класифікація пісків по групах у залежності від зернового складу

Група піску за зерновим складом	Модуль крупності, M_k	Повний залишок на ситі № 063, % за масою
Дуже крупний	більше 3,5	більше 75
Підвищеної крупності	більше 3,0 до 3,5 включно	більше 65 до 75 включно
Крупний	більше 2,5 до 3,0 включно	більше 45 до 65 включно
Середній	більше 2,0 до 2,5 включно	більше 30 до 45 включно
Дрібний	більше 1,6 до 2,0 включно	більше 10 до 30 включно
Дуже дрібний	більше 1,0 до 1,5 включно	не більше 10
Тонкий	більше 0,7 до 1,0 включно	не нормується
Дуже тонкий	більше 0,5 до 0,7 включно	не нормується

Примітка. При визначенні групи піску за зерновим складом вирішальним є значення модуля крупності.

Додаток 2

Класифікація щільних пісків в залежності від вмісту пиловидних і глинистих часток розміром менше 0,05 мм, що визначається відмулюванням або піпетковим методом

Група піску за вмістом пиловидних і глинистих часток	Вміст пиловидних і глинистих часток
З дуже низьким вмістом	не більше 1,0
З низьким вмістом	більше 1,0 до 3,0 включно
З середнім вмістом	більше 3,0 до 5,0 включно
З високим вмістом	більше 5,0 до 10,0 включно
З дуже високим вмістом	більше 10,0 до 20,0 включно
З надвисоким вмістом	більше 20,0

**Класифікація природних заповнювачів у залежності від вмісту
органічних домішок**

Група заповнювача за вмістом органічних домішок	Забарвлення рідини після випробування
З дуже низьким вмістом	Рідина не забарвилась
З низьким вмістом	Колір рідини світліший за колір еталону
З середнім вмістом	Колір рідини тотожний кольору еталону
З високим вмістом	Колір рідини темніший за колір еталону

Примітка. Вміст органічних домішок визначається колориметричною пробою розчином гідроксиду натрію.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ Б.В.2.7-32-95 Будівельні матеріали. Пісок щільний природний для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт. Технічні умови. – К.: Держкоммістобудування України, 1995. 32 с.
2. ДСТУ Б В.2.7-71-98 Будівельні матеріали. Щебінь і гравій із щільних гірських порід і відходів промислового виробництва для будівельних робіт. Методи фізико-механічних випробувань. – К.: Державний комітет будівництва, архітектури і житлової політики України, 1999. 83 с.
3. ДСТУ Б В.2.7-75-98 Будівельні матеріали. Щебінь та гравій щільні природні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій та робіт. Технічні умови. – К.: Державний комітет будівництва, архітектури і житлової політики України, 1999. 14 с.
4. ДСТУ Б В.2.7-131:2007 Будівельні матеріали. Пісок кварцовий. Технічні умови. – К.: Мінрегіонбуд України, 2007. 50 с.
5. ДСТУ Б В.2.7-232:2010 Будівельні матеріали. Пісок для будівельних робіт. Методи випробувань. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. 47 с.
6. ДСТУ Б В.2.7-74-98 Крупні заповнювачі природні, з відходів промисловості, штучні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт. Класифікація. – К.: Державний комітет будівництва, архітектури і житлової політики України, 1999. 18 с.
7. ДСТУ Б В.2.7-29-95 Будівельні матеріали. Дрібні заповнювачі природні, із відходів промисловості, штучні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій та робіт. – К.: НДІБМВ, 1996. 37 с.

Навчально-методичне видання

Громова Олена Вячеславівна
Зінкевич Андрій Миколайович
Афанасьєва Тетяна Іванівна

БУДІВЕЛЬНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДРІБНОГО І КРУПНОГО ЗАПОВНЮВАЧА ДЛЯ БЕТОНІВ І БУДІВЕЛЬНИХ РОЗЧИНІВ (ЩЕБЕНЮ, ГРАВІЮ, ПІСКУ)

Методичні рекомендації до лабораторних робіт

Редактор А. В. Безверхня
Комп'ютерна верстка В. В. Бердо

Формат 60x84 $\frac{1}{16}$. Ум. друк. арк. 1,10 Обл.-вид. арк. 0,79
Зам. № 68

Український державний університет
науки і технологій
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 7709 від 14.12.2022

Адреса видавця та дільниці оперативної поліграфії:
вул. Лазаряна, 2, Дніпро, 49010