

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**Український державний університет
науки і технологій**

Кафедра «Архітектурне проектування,
землеустрій та будівельні матеріали»

БУДІВЕЛЬНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

**ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ
ПРИРОДНИХ КАМ'ЯНИХ МАТЕРІАЛІВ
(ІСТИННА, СЕРЕДНЯ ТА НАСИПНА ГУСТИНА)**

Методичні рекомендації до лабораторних робіт

Електронний аналог
друкованого видання

ДНІПРО
2023

УДК 691.2-046(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 № 7 від 15.03.2023)
Зареєстровано НМВ УДУНТ (№ 616 від 19.05.2023)

Б 90 Будівельне матеріалознавство. Визначення фізичних властивостей природних кам'яних матеріалів (істинна, середня та насипна густина) : 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. – 16 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 експериментів та обробки отриманих даних, контрольні питання з дисциплін «Будівельне матеріалознавство» і «Матеріалознавство та технологія матеріалів».

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
Лабораторна робота № 1	5
Визначення істинної густини (пікнометричний метод).....	5
Лабораторна робота № 2	8
Визначення середньої густини	8
Лабораторна робота № 3	11
Визначення насипної густини.....	11
Контрольні запитання.....	14
Додатки	14
Додаток 1.....	14
Додаток 2.....	15
Рекомендована література.....	16

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».

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 «Архітектурне проектування, землеустрій та будівельні матеріали» 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 вимкнені 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.

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

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

Визначення істинної густини (пікнометричний метод)

Істинна густина – маса одиниці об'єму матеріалу в абсолютно щільному стані, г/см³:

$$\rho = \frac{m}{V_a},$$

де m – маса матеріалу, г;

V_a – об'єм матеріалу в абсолютно щільному стані, см³.

Істинну густину гірської породи визначають шляхом визначення маси одиниці об'єму подрібненого висушеного матеріалу.

Мета роботи – ознайомитися з визначенням істинної густини природних кам'яних матеріалів за допомогою пікнометричного метода згідно з 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. Порівняти властивості різних за структурою

матеріалів між собою (додаток 1).

Прилади: пікнометр місткістю 100 мл (рис. 1.1, б); ваги лабораторні; фарфорова чашка; ступка чавунна або фарфорова; ексикатор; шафа сушильна; дробарка щоква лабораторна марки ДЛЩ 60×100 (ДЛЩ 80×150); щітка металева; сито № 0125. Матеріал: вапняк, граніт.

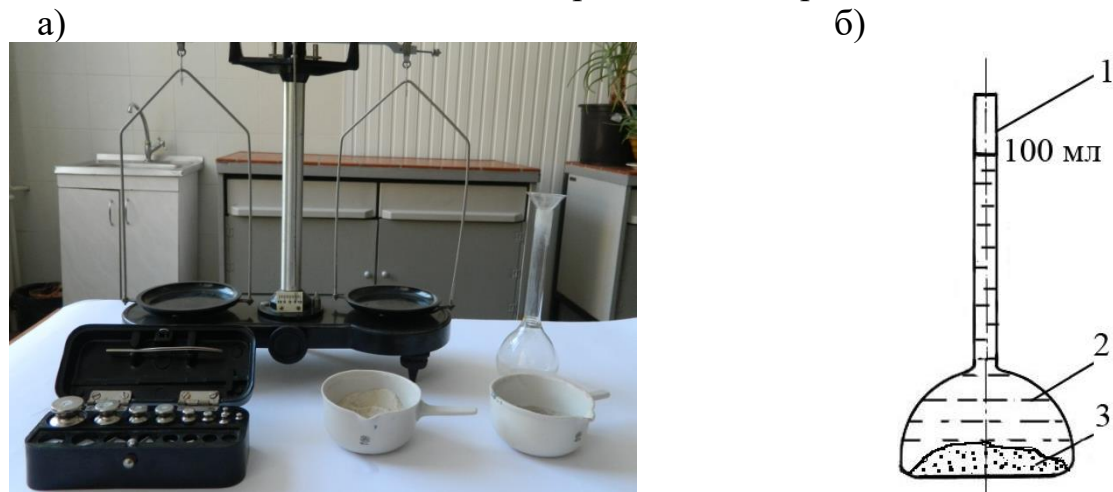


Рис. 1.1. Прилади для визначення істинної густини природних кам'яних матеріалів:

а) робоче місце; б) пікнометр місткістю 100 мл

Сутність роботи: встановити відповідність матеріалів вимогам 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.

Порядок підготовки проби до випробування

Для визначення істинної густини гірської породи з вихідної геологічної проби готують лабораторну пробу шляхом дроблення гірської породи в лабораторній дробарці й подальшому розсіві продуктів дроблення.

Для визначення істинної густини зерен щебеню (гравію) відбирають аналітичну пробу масою не менше:

- 1,0 кг – для щебеню (гравію) розміром фракцій від 5 до 10 мм;
- 1,5 кг – для щебеню (гравію) розміром фракцій понад 10 до 20 мм;
- 2,5 кг – для щебеню (гравію) розміром фракцій понад 20 до 40 мм;
- 5,0 кг – для щебеню (гравію) розміром фракції понад 40 до 70 (80) мм.

Зерна крупніше 70 (80) мм подрібнюють і випробовують фракцію розміром понад 40 до 70 (80) мм.

При використанні шматків каменю неправильної форми або зерен щебеню (гравію) їх очищають металевою щіткою від пилу, подрібнюють в лабораторній дробарці до крупності менше 5 мм, після чого перемішують і зменшують пробу приблизно до 150 г. Отриману пробу знову подрібнюють до крупності менше 1,25 мм після чого перемішують і зменшують до 30 г. Підготовлену пробу подрібнюють до порошкоподібного стану (розмір зерен менш 0,125 мм) у чавунній або порцеляновій ступці, насипають у стаканчик

для зважування або порцелянову чашку (рис. 1.2), висушують до постійної маси й охолоджують до кімнатної температури в ексикаторі, після чого відважують дві наважки масою 10 г кожна.



Рис. 1.2. Підготовлений порошок матеріалу для випробування (вапняк, граніт)

Методика випробування (пікнометричний метод)

У відповідності до вимог ДСТУ Б В.2.7-71-98 відважують наважку матеріалу масою 10 г (m) всипають у чистий сухий пікнометр.

В пікнометр наливають дистильовану воду кімнатної температури в такій кількості, щоб пікнометр був заповнений не більше ніж на половину свого об'єму. Пікнометр у злегка похилому положенні ставлять на піщану або водяну баню й кип'ятять його вміст протягом 15...20 хв для видалення пухирців повітря (пухирці повітря можуть бути вилучені шляхом витримування пікнометра під вакуумом в ексикаторі).

Після видалення повітря пікнометр обтирають, охолоджують до кімнатної температури, доливають до мітки дистильовану воду й зважують (m_1) (рис.1.3).



Рис. 1.3. Процес зважування пікнометру з порошком і водою

Потім пікнометр звільняють від вмісту, промивають, наповнюють до мітки дистильованою водою кімнатної температури й зважують (m_2).

Дані заносять у табл. 1.1 і обчислюють істинну густину за формулою:

$$\rho = \frac{m}{m + m_2 - m_1} \cdot \rho_{\text{в}},$$

де m – маса наважки порошку, висушеного до постійної маси, г;
 m_1 – маса пікнометра з наважкою та дистильованою водою після видалення пузирчиків повітря, г;
 m_2 – маса пікнометра з дистильованою водою, г;
 $\rho_в$ – густина води, яка дорівнює 1 г/см³.

Таблиця 1.1

Дані випробувань

Матеріал	Густина води, $\rho_в$, г/см ³	Маса наважки порошку m , г	Маса пікнометра з наважкою та водою m_1 , г	Маса пікнометра з водою m_2 , г	Істинна густина матеріалу ρ , г/см ³
Граніт					
Вапняк					

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

Визначення середньої густини

Середня густина – маса одиниці об'єму матеріалу, що включає пори і пустоти, г/см³:

$$\rho_c = \frac{m}{V_{\Pi}},$$

де m – маса зразка, г;
 V_{Π} – об'єм зразка в природному стані, см³.

Середня густина – величина змінна. У разі потреби середню густину встановлюють для матеріалів, що перебувають у будь-якому стані: зволоженому, повітряно-сухому або сухому. Середня густина залежить від хімічного та мінералогічного складів матеріалу, але більшою мірою – від розміру та кількості пор і пустот. Чим їх більше, тим легший матеріал. З підвищенням влогості показник середньої густини збільшується.

Середня густина має велике практичне значення для виконання різних розрахунків. Вона тісно пов'язана з іншими властивостями будівельних матеріалів (пористістю, міцністю, теплопровідністю, водонепроникністю).

Мета роботи: ознайомитися з методикою визначення середньої густини природних кам'яних матеріалів згідно з 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. Порівняти властивості різних за структурою матеріалів між собою та за стандартом (додаток табл. 1.1).

Прилади: ваги настільні; сушильна шафа; штангенциркуль; посудина для насичення зразків водою; зразки з граніту і вапняку правильної та неправильної геометричної форми.

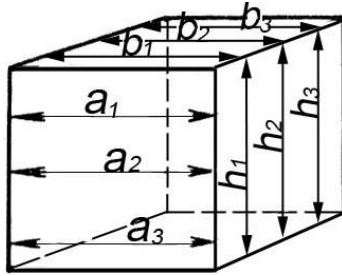
Зразки правильної геометричної форми

Методика випробування

Зразки гірської породи для випробувань виготовляють циліндричної або кубічної форми, висушують до постійної маси. Після охолодження зразки зважують з точністю до 0,1 г (m_c).

Лінійні розміри зразків вимірюють штангенциркулем з погрешністю до 0,1 мм (рис. 2.1).

а)



б)

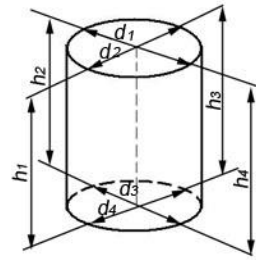


Рис. 2.1. Схема обміру зразків правильної геометричної форми:

а) куб; б) циліндр

Площу кожної основи зразка циліндричної форми обчислюють по середнє арифметичному значенню двох взаємно перпендикулярних діаметрів.

Для визначення площі нижньої й верхньої граней зразка кубічної форми визначають середнє арифметичне значення довжини кожної пари паралельних ребер даної грані.

Висоту зразка циліндричної форми визначають як середнє арифметичне значення результатів вимірів чотирьох утворюючих циліндра, розташованих у чвертях його кола.

Висоту зразка кубічної форми визначають як середнє арифметичне значення результатів вимірів чотирьох вертикальних ребер.

Площу поперечного перерізу зразка визначають як середнє арифметичне значення площ нижньої й верхньої основ.

Об'єм зразка визначають як добуток площі поперечного перерізу на висоту.

За результат приймають середнє арифметичне значення результатів випробування п'яти зразків гірської породи. При цьому розбіжність між результатами двох визначень середньої густини не повинна перевищувати 0,02 г/см³. Результати вимірювань та середню густину заносять у табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Результати обміру і зважування зразків

Матеріал	Геометричні розміри зразка, см				Об'єм зразка V , см ³	Маса зразка m_c , г	Середня густина ρ_c , г/см ³
	$a_{сер}$	$b_{сер}$	$h_{сер}$	$d_{сер}$			
Граніт							

Зразки довільної геометричної форми

Прилади: технічні ваги; сушильна шафа; посудина для насичення щебеню (гравію) та зразків водою; сита із стандартного набору (рис. 2.2).

Матеріал: граніт, вапняк.



Рис. 2.2. Прилади і матеріали для визначення середньої густини

Методика випробування

Згідно з вимогами ДСТУ Б В. 2.7-71-98 для визначення середньої густини зразки гірської породи висушують до постійної маси (m_c), а потім насичують водою, занурюючи їх у воду кімнатної температури на 2 години так, щоб рівень води в посудині був вище поверхні зразків не менше ніж на 20 мм.

Насичені зразки породи (щебеню або гравію, вапняка) виймають із води, видаляють вологу з поверхні зразка м'якою вологою тканиною, зважують на настільних циферблатних (m_1), а потім на гідростатичних вагах (m_2), поміщуючи пробу в сітчасту (перфоровану) ємкість, занурену у воду (рис. 2.3).

а)

б)

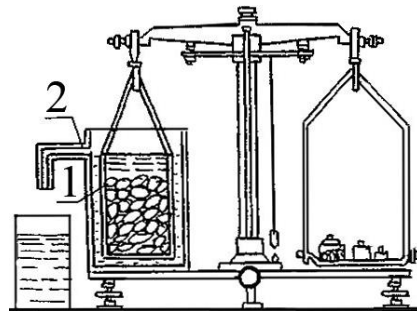


Рис. 2.3. Визначення маси матеріалів:

а) зважування на повітрі; б) зважування на вагах для гідростатичного зважування: 1) сітчаста (перфорована) ємкість; 2) ємкість зі зливом для води

При визначенні середньої густини у лабораторних умовах, використовують спрощений спосіб гідростатичного зважування: про об'єм

зразка судять по кількості води, що вилилась у мірний стакан з об'ємоміра при зануренні у нього зразка (рис. 2.4, б).

а)



б)

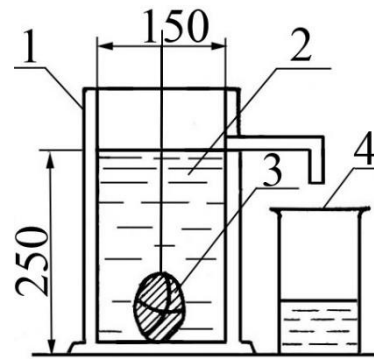


Рис. 2.4. Схема випробування:

а) визначення об'єму зразка; б) схема випробування:

1) об'ємомір; 2) вода; 3) зразок; 4) стакан

Дані випробувань заносять у табл. 2.2 і обчислюють середню густину зразка.

Середню густину зразків гірської породи довільної форми ρ_c , г/см³, визначають за формулою:

$$\rho_c = \frac{m_c}{V},$$

де m_c – маса зразка або проби в сухому стані, г;
 V – об'єм зразка, см³.

Таблиця 2.2

Таблиця даних випробувань та розрахунків

Матеріал	Маса зразка в сухому стані, m_c , г	Маса насиченого водою зразка на повітрі m_n , г	Об'єм зразка V , см ³	Середня густина ρ_c , г/см ³
Граніт				
Вапняк				

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

Визначення насипної густини

Насипна густина – це відношення маси сипкого матеріалу до його об'єму, що включає простір між частинками матеріалу, кг/м³:

$$\rho_n = \frac{m}{V_n},$$

де m – маса сипкого матеріалу, кг;
 V_n – об'єм сипкого матеріалу при вільній засипці, м³.

Насипну густину визначають для зернистих і порошкоподібних матеріалів. Насипна гутина залежить від вологості матеріалу: зі збільшенням вологості густина матеріалу збільшується.

Мета роботи: ознайомитися з методикою визначення насипної густини природних кам'яних матеріалів згідно з 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. Порівняти властивості різних за структурою матеріалів між собою та за стандартом (додаток табл. 1.1).

Прилади: ваги лабораторні, мірні циліндри місткістю 5 і 1 л; сушильна шафа; лінійка.

Матеріал: гранітний та вапняний щебінь; річковий пісок.

Порядок підготовки проб й проведення випробування

У відповідності до вимог ДСТУ Б В.2.7-71-98 насипну густину породи або щебеню (гравію) визначають зважуванням певного об'єму зразка породи чи щебеню (гравію) даної фракції (або суміші фракцій), висушеного до постійної маси.

Зразки породи або щебінь (гравій) в об'ємі, що забезпечує проведення випробування, висушують до постійної маси.

Зразки породи або щебінь (гравій) насипають у попередньо зважений циліндр (m) (рис. 3.1, а) з висоти 10 см до утворення конуса, який знімають сталеву лінійкою врівень із краями (без ущільнення) рухом до себе, від себе або від середини вліво й вправо (рис. 3.1, б), після чого циліндр із зразками породи або щебенем (гравієм) зважують (m_1).

а)

б)



Рис. 3.1. Проведення випробування:

а) наповнення циліндра; б) вирівнювання поверхні

Залежно від найбільшого номінального розміру зразка породи або

щебеню (гравію) застосовують циліндри див. додаток 2.

Результати випробувань заносять в таблицю 3.1 і обчислюють насипну густину.

Насипну густину породи або щебеню (гравію) ρ_n , кг/м³, визначають за формулою:

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

де m – маса мірного циліндра, кг;

m_1 – маса мірного циліндра з матеріалом, кг;

V_n – об'єм мірного циліндра, м³.

Насипну густину визначають два рази, при цьому щораз беруть нову порцію щебеню (гравію).

За результат приймають середнє арифметичне значення двох паралельних випробувань.

У відповідності до вимог ДСТУ Б В.2.7-232:2010 Будівельні матеріали. Пісок для будівельних робіт. Методи випробувань, насипну густину матеріалу, зерна якого менше 5 мм (пісок), насипають в попередньо зважений мірний циліндр ємністю 1 л (рис. 3.2, а).

Матеріал насипають совком у мірний циліндр (m) з висоти 10 см від верхнього краю, до утворення над верхом циліндра конуса.

Конус без ущільнення матеріалу знімають в рівень з краями циліндра металевою лінійкою. Циліндр з матеріалом зважують (m_1).

Визначення насипної густини піску проводять два рази, для двох різних проб.

а)



б)



Рис. 3.2. Проведення випробування:

а) висипання піску з циліндру; б) вирівнювання піску в циліндрі

Таблиця 3.1

Дані випробувань та розрахунків

Матеріал	Маса мірного циліндра m , г	Маса мірного циліндра з матеріалом m_1 , кг	Об'єм мірного циліндра V_H , л	Насипна густина матеріалу ρ_H , кг/м ³
Граніт				
Вапняк				

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Істинна густина, принцип визначення.
2. Чи впливає форма матеріалу на визначення середньої густини?
3. У чому різниця між істинною і середньою густиною матеріалу?
4. Насипна густина матеріалу, дати визначення. Де використовується ця фізична величина?
5. Як визначається насипна густина для матеріалу, зерна якого менше 5 мм?

ДОДАТКИ

Додаток 1

Основні фізичні властивості деяких будівельних матеріалів

Матеріал	Істинна густина, ρ , г/см ³	Середня густина, ρ_c , г/см ³	Пористість, P , % (пустотність, P_y , %)
Сталь	7,85	7,8	0,0
Бетон:			
важкий	2,6	2,4	10
легкий	2,6	1,0	61,5
ніздрюватий	2,6	0,5	81
Цегла:			
звичайна	2,65	1,8	32
порожниста	2,65	1,3	51
Природні камені:			
базальт	2,8...3,3	2,7...3,2	1,5
граніт	2,7...3,0	2,5...2,9	1,5
вапняк (щільний)	2,4...2,6	1,6...2,4	3,5
вапняк-черепаший	1,4...2,0	0,8...1,8	25,0
пісок кварцовий	2,65	1,45...1,6	(45,0)
Скло:			
віконне	2,65	2,65	0,0
піноскло	2,65	0,30	88
Деревина:	1,55	0,4...0,6	

сосна	1,5	0,2	65,0
деревноволокнисті плити			86

Додаток 2

Залежність розміру циліндра від найбільшого розміру матеріалу

Об'єм мірного циліндра, л	Внутрішні розміри циліндра, мм		Найбільший розмір проби або фракції щебеню (гравію), мм
	діаметр	висота	
5	185	185	від 5 до 10
10	234	234	Понад 10 до 20
20	294	294	Понад 20 до 40
50	400	400	Понад 40

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАУРА

1. ДСТУ Б В.2.7-232:2010 Будівельні матеріали. Пісок для будівельних робіт. Методи випробувань. [Чинний від 2011-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держкоммістобудування України, 2010. 27 с.
2. ДСТУ Б В.2.7-32-95 Будівельні матеріали. Пісок щільний природний для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт. Технічні умови. [Чинний від 1996-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держкоммістобудування України, 1996. 17 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. [Чинний від 1999-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держкоммістобудування України, 1999. 15 с.
4. ДСТУ Б В.2.7-71-98 Щебінь і гравій із щільних гірських порід і відходів промислового виробництва для будівельних робіт. Методи фізико-механічних випробувань. [На заміну ГОСТ 8269.0-97; чинний від 1999-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держкоммістобудування України, 1999. 47 с.
5. ДСТУ Б А.1.1-5-94 Загальні фізико-технічні характеристики та експлуатаційні властивості будівельних матеріалів. Терміни та визначення. [Чинний від 1994-10-01]. Вид. офіц. Київ : Держкоммістобудування України, 1994. 32 с.

Навчально-методичне видання

Громова Олена Вячеславівна
Зінкевич Андрій Миколайович
Афанасьєва Тетяна Іванівна

БУДІВЕЛЬНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО
ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ
ПРИРОДНИХ КАМ'ЯНИХ МАТЕРІАЛІВ
(ІСТИННА, СЕРЕДНЯ ТА НАСИПНА ГУСТИНА)

Методичні рекомендації до лабораторних робіт

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

Формат 60x84 1/16. Ум. друк. арк. 0,93. Обл.-вид. арк. 0,94.
Зам. № 46

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