

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до лабораторно-практичних робіт
по будівельних матеріалах**

Заповнювачі для важких бетонів і будівельних розчинів

Укладач : В.П. Очеретний, к.т.н.

В.П. Ковальський

А. В. Бондар

Відповідальний

за випуск : М.Ф. Друкований, професор

Теоретичні відомості

Заповнювачі – складова частина бетонів і будівельних розчинів, які займають 80...85% об'єму, утворюють жорсткий каркас, зменшуючи цим самим усадку і запобігаючи утворенню усадкових тріщин. Якість заповнювачів значною мірою впливає на фізико-технічні властивості бетонів і будівельних розчинів.

Заповнювачі класифікують:

- за крупністю зерен - на дрібні (пісок) з розміром зерен 0,14...5 мм і крупні (щебінь, гравій) - 5...70 мм;
- за походженням - на природні, які утворилися в результаті руйнування (пісок, гравій та їхні суміші) або подрібнення (пісок, щебінь) гірських порід, і штучні (термозит, керамзит, аглопорит, подрібнена цегла, металургійні й паливні шлаки тощо);
- за насипною щільністю у сухому стані - на важкі (насипна щільність щебеню і гравію $\rho_i > 1000 \text{ кг/м}^3$, піску $\rho_i > 1200 \text{ кг/м}^3$) і легкі (насипна щільність щебеню і гравію $\rho_i < 1000 \text{ кг/м}^3$, піску $\rho_i < 1200 \text{ кг/м}^3$);
- за характером обробки - на сортові (після просіювання) і рядові (які не підлягали просіюванню).

Дрібний заповнювач

Пісок - пухка суміш зерен розміром від 0,14 до 5 мм. Піски можуть бути природними (результат природного руйнування гірських порід) або штучними, отриманими при подрібненні граніту, щільних вапняків та інших щільних порід. Природні піски поділяють залежно від умов їх утворення на гірські (яружні) з кутастою формою і шорсткою поверхнею зерен; річкові й морські з обкатаною формою і відшліфованою поверхнею зерен; дюнні й барханні, що складаються з дуже дрібних зерен.

Для бетонів і будівельних розчинів найкращими вважають гірські піски, бо їх зерна добре зчіплюються з затверділим цементним тістом (цементний камінь). Для важких бетонів широко застосовують кварцовий пісок. Штучні (подрібнені) піски з гостро-кутастою формою зерен, що мають велику шорсткість, також дуже ефективні для приготування бетонів і розчинів - не мають шкідливих домішок, які трапляються у природних пісках, проте вони дорого коштують,

Заповнювачі повинні мати певні властивості і відповідати вимогам стандарту. Для оцінки якості піску в лабораторії визначають його істинну щільність, насипну щільність, пустотність, вологість, зерновий склад, модуль крупності, вміст пиловидних і глинистих частинок.

Проби пухких будівельних матеріалів (наприклад, піску) відбирають способом квартування. Взяті з різних місць від кожної партії (200 м^3) проби по

20...30 кг кожна переміщують і розсипають шаром завтовшки 8...10 см. Розсипаний таким чином матеріал поділяють у двох взаємно перпендикулярних напрямках на чотири частини, з яких дві протилежні видаляють, а решту знову переміщують і поділяють на чотири частини. Так роблять доти, доки залишиться 5...10 кг піску.

Вимоги до важких пісків /ГОСТ 8736-85/ наведені у таблиці

| Функція важкого піску | Вміст, % |
|--|-----------------|
| Зерна <10 мм | |
| для бетонів, не більше | 0,5 |
| для розчинів | Не допускається |
| Зерна 5...10 мм: | |
| для бетонів, не більше | 0,5 |
| для розчинів | Не допускається |
| Слюда, не більше | 1,0 |
| Сірчані й сірчаноокислі сполуки в перерахунку на SO ₃ , не більше | 2,0 |
| Пиловидні, глинисті й мулові частинки, не більше: | |
| для бетонів | 3,0 |
| для кладкових розчинів | 10,0 |
| для штукатурних розчинів | 15,0 |

Крупний заповнювач

Гравій – матеріал, що утворився в результаті природного руйнування гірських порід, з обкатоною формою зерен.

Щебінь – матеріал, отриманий при подрібненні щільних гірських порід (граніт, базальт, вапняк тощо). Від гравію відрізняється гостро кутастою формою зерен і шорсткою поверхнею, завдяки чому як заповнювач надав бетону більшої міцності, ніж гравій. Як штучний матеріал не містить шкідливих домішок, У гравії, як і в природному піску, присутні глинисті й пиловидні частинки (не допускається вміст їх більше за 1%), органічні домішки. Наявність останніх встановлюють так само, як і в піску.

Форма й розміри зерен гравію та щебеню (5...70 мм) також впливають на міцність бетону. Голкуваті і пластинчасті зерна гравію знижують її, і тому в бетоні високих марок не допускається їх вміст більше за 15%. Марка зерен за міцністю при стиску вихідної гірської породи у насиченому водою стані має бути вища від марки бетону: не менше як 1,5 рази для марок бетону нижче 300 і не менше як у 2 рази для марок 300 і вище. Зерна крупного заповнювача повинні бути різними за величиною, щоб проміжки між крупними зернами заповнювалися дрібнішими частинками, тоді пустотність буде невеликою (не більше 45%).

Для оцінки якості крупного заповнювача в лабораторії визначають його істинну щільність, насипну щільність, пустотність, вологість, водопоглинання, зерновий склад, міцність зерен, вміст пластинчастих і голкуватих зерен. Для випробувань від кожної партії (500 т) щебеню або гравію способом квартування відбирають середню пробу від 80 до 150 кг.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

1. Визначення, істинної щільності піску

Щільність піску визначають з допомогою пікнометра об'ємом 100 см. Від середньої проби беруть наважку 30 г, просіюють через сито з отворами діаметром 5 мм, висушують до сталої маси у сушильній шафі при температурі $(100 \pm 5)^\circ\text{C}$ і охолоджують до кімнатної температури в ексікаторі над концентрованою сірчаною кислотою або безводним хлористим кальцієм. Зважують дві наважки піску по 10 г і висипають у два чистих пікнометри.

Пікнометри з наважками піску заливають до половини дистильованою водою і нагрівають до слабкого кипіння на пісковій або водяній бані. Кипіння підтримують протягом 20 хв, після чого пікнометри охолоджують, доливають до риски дистильованою водою і зважують. Після цього пікнометри звільняють від вмісту, заповнюють до риски дистильованою водою і знову зважують. Знаючи маси наважки m , пікнометра з наважкою і водою m_1 , пікнометра з водою m , обчислюють щільність піску з точністю до $0,01 \text{ г/см}^3$ за формулою

$$\rho_n = \frac{m}{m + m_2 - m_1} \rho_B$$

де: ρ_B - щільність води, яка дорівнює 1 г/см^3

Остаточний результат виводять як середнє арифметичне двох визначень.

Визначення вважають закінченим, якщо розбіжність між двома результатами не перевищує $0,02 \text{ г/см}^3$. За великих розбіжностей роблять третє випробування, а щільність обчислюють як середнє арифметичне двох найбільших значень з трьох. Результати заносять до таблиці 1,1.

Таблиця 1.1

| Показник | Результати випробувань | | |
|---|------------------------|---|----------|
| | 1 | 2 | середній |
| Маса наважки піску, г | | | |
| Маса пікнометра з наважкою піску і водою, г | | | |
| Маса пікнометра з водою, г | | | |
| Об'єм всипаного піску, см^3 | | | |
| Щільність, г/см^3 | | | |

2. Визначення насипної щільності

Від середньої проби відважують приблизно 5 кг піску, висушують до сталої маси в сушильній шафі при температурі $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$, охолоджують і просіюють через сито з отворами діаметром 5 мм. Для визначення насипної щільності застосовують стандартну воронку у вигляді зрізаного конуса, який переходить у нижній частині трубку діаметром 20 мм із засувкою. Під трубку встановлюють наперед зважений мірний посуд месою m і об'ємом $V = 1 \text{ л} = 1000 \text{ см}^3$. У воронку засипають підготовлений пісок, відкривають засувку і з деяким лишком заповнюють мірний циліндр висотою 6...10 см. Після цього

закривають засувку і лінійкою зрізують лишки піску в рівень з краями циліндра. Потім посуд з піском зважують і з точністю до 1 г визначають його масу m_1 .

Насипну щільність обчислюють за формулою

$$\rho_H = \frac{m_1 - m}{V_1}$$

як середнє арифметичне трьох визначень. Результати заносять до таблиці 1.2.

Таблиця 1.2.

| Показник | Результати випробувань | | |
|---|------------------------|---|----------|
| | 1 | 2 | Середній |
| Об'єм мірного циліндра, см ³ | | | |
| Маса мірного циліндра, г | | | |
| Маса циліндра з піском, г | | | |
| Насипна щільність, г/см ³ | | | |

1.3 Визначення пустотності піску

Пустотність піску в процентах до його об'єму обчислюють з точністю до 0,1% за формулою

$$V = (1 - \frac{\rho_H}{\rho_{\Pi}}) \cdot 100\%$$

де: ρ_H - насипна щільність;

ρ_{Π} - щільність піску.

Результати заносять до таблиці 1.3.

Таблиця 1.3

| Показник | Результати випробувань | | |
|--------------------------------------|------------------------|---|----------|
| | 1 | 2 | Середній |
| Щільність, г/см ³ | | | |
| Насипна щільність, г/см ³ | | | |
| Пустотність, % | | | |

3. Визначення вологості піску

Від середньої проби а точністю до 1 г відважують дві наважки по 500 г кожна, висушують до сталої маси у сушильній шафі при температурі $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, охолоджують і зважують. Вологість піску обчислюють як середнє арифметичне двох визначень з точністю до 0,1% за формулою

$$W_m = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \cdot 100\%$$

m_1 - маса наважки в природному стані, г;

m_2 – маса наважки в сухому стані, г.

Результати заносять до таблиці 1.4.

Таблиця 1.4

| Показник | Результати випробувань | | |
|-----------------------------------|------------------------|---|----------|
| | 1 | 2 | Середній |
| Маса піску в природному стані, г. | | | |
| Маса висушеного піску, г. | | | |
| Вологість піску, % | | | |

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

1. Визначення вмісту піску пиловидних і глинистих частинок

Пиловидні (0,05...0,005 мм) і глинисті (менше 0,005 мм) частинки є шкідливими домішками в піску, вони обволікають зерна піску і перешкоджають зчепленню його з цементним каменем. Допустимий вміст глини й пилу у піску залежить від призначення останнього. Випробування полягає у відокремленні з наважки піску частинок розміром менше за 0,05 мм.

Від проби наперед висушеного і просіяного ліску відважити 1000г. Наважку помістити у посудину для відмулювання і залити водою так, щоб висота шару над піском становила близько 200 мм. Витримати пісок у воді близько 2 год, періодично перемішуючи його лопаткою. Наприкінці другої година вміст посудини енергійно перемішати і залишити відстоюватися на 2 хв. Потім злити одержану під час промивання суспензію через два нижні зливні отвори, залишаючи шар її над піском не менше від 30 мм. Пісок знову залити водою до верхнього зливного отвору посудини. Промивати пісок у вказаному порядку, а поки вода після промивання не стане прозорою.

Після закінчення відмулювання всю воду злита, а пісок помістити в жаровню і висушити у сушильній шафі при температурі $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ до сталої маси. Сумарний вміст відмулюваних частинок у піску обчислити за формулою

$$B_{\text{мг}} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100\%$$

де: m_1 - маса піску до відмулювання;
 m_2 - маса піску після відмулювання .

Випробування на вміст у піску глинистих, мулистих і пиловидних частинок проводять двічі, і за кінцевий результат беруть середнє арифметичне двох визначень.

2. Визначення зернового складу і модуля крупності піску

Залежно від зернового складу пісок за ГОСТ 8736-85 поділяється на чотири групи: крупний, середній, дрібний, дуже дрібний (таблиця 2.1)

Таблиця 2.1.

| Пісок | Повний залишок на ситі з сіткою № 0,63, % за масою | Модуль крупності M_k |
|--------------|--|------------------------|
| Крупний | Понад 50 | Понад 2,5 |
| Середній | 30...50 | 2,5...2,0 |
| Дрібний | 10...30 | 2,0...1,5 |
| Дуже дрібний | Менше 10 | 1,5...1,0 |

Піски дрібні й дуже дрібні відзначаються значною питомою поверхнею зерен ($100...300 \text{ см}^2/\text{г}$). Застосування їх як заповнювачів призводить до перевитрати в'язучих у розчині та зниження рухомості розчинної суміші. Крупний пісок має великий об'єм порожнин, який у розчині заповнюється цементним тістом, що також недоцільно.

Для визначення зернового складу і групи піску, а також для обчислення модуля крупності наважку піску (1000 г) просіюють через набір сит з отворами діаметром 2,5 мм і сітками № 1,25; 0,63; 0,315 і 0,14. Групу піску встановлюють за модулем крупності M_e і повним залишком на ситі з сіткою № 0,63.

Вирішальною характеристикою зернового складу піску є модуль крупності. Піски з модулем крупності, меншим за одиницю, не повинні застосовуватися для будівельних розчинів, (дуже дрібні).

Від висушеного і просіяного крізь сито з отворами 5 мм піску взяти наважку 1000 г і просіяти крізь набір стандартних сит. Сита встановити одне в одне у такій послідовності: зверху сито з отворами діаметром 2,5 мм, потім сита з сітками № 1,25; 0,63; 0,315; 0,14 і піддон. На верхнє сито висипати пісок і, похитуючи колонку сит, просіяти його. Просіювати потрібно механічним способом або вручну. Тривалість просіювання мав бути такою, щоб при контрольному інтенсивному ручному струшуванні кожного сита над аркушем паперу практично не спостерігалось падіння зерен піску.

Залишки на кожному ситі зважити їх називають частковими залишками; виражаються вони у процентах від маси піску. Зважити також пиловидні частинки, що пройшли крізь сито з сіткою № 0,14. Потім скласти значення всіх залишків і масу частинок, які пройшли крізь сито з сіткою № 0,14. Загальна маса має бути 1000 г (розтрушування піску допускається дуже незначне - 3...5 г). У піску, призначеному для будівельних розчинів, вміст зерен, які проходять крізь сито з сіткою № 0,14, не повинен перевищувати 10% за масою.

Визначити повні залишки піску у процентах. (Повний залишок - це кількість піску, яка мала залишитись на певному ситі, якби пісок просіювали тільки через це сито). Обчислити повні залишки на всіх крупніших ситах. Наприклад, повний залишок на ситі а сіткою № 0.315 одержують, додаючи до залишку на ситі з сіткою № 0,315 залишки з сит № 0,63; 1,25 і 2,5 мм.

Результати просіювання занести до таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

| Залишки піску | Діаметр отворів сит, мм | | | | | Пройшло у піддон |
|---------------|-------------------------|------|------|-------|------|------------------|
| | 2,5 | 1,25 | 0,63 | 0,315 | 0,14 | |
| Часткові: | | | | | | |
| Г | | | | | | |
| % | | | | | | |
| Повні, % | | | | | | |

За результатами просіювання (за повним залишком на ситах) будують графік (рис. 2.1)

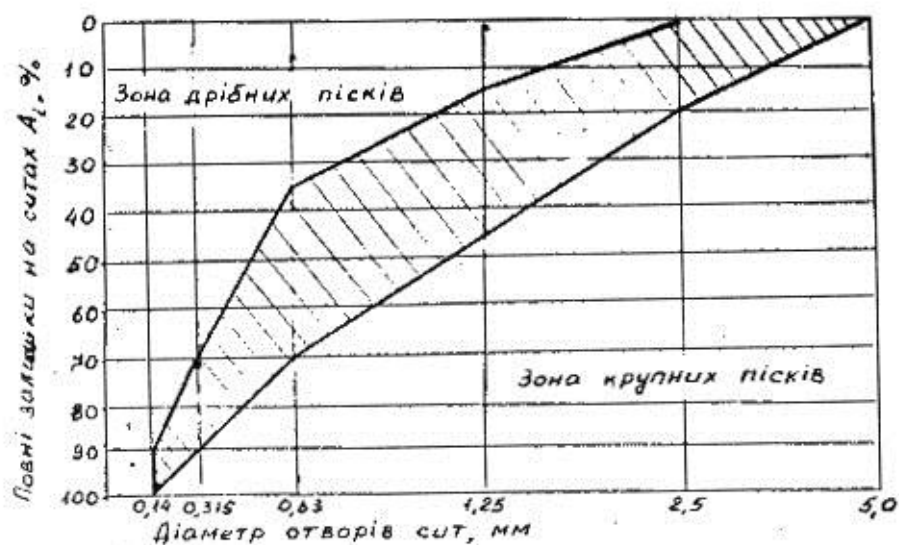


Рис. 2.1. Графік зернового складу піску

Якщо крива, яка характеризує зерновий склад піску, потрапляє у заштриховану область, побудовану за даними табл. 2.3, то такий пісок придатний для приготування бетонів і розчинів. Якщо крива розташовується вище від заштрихованої зони, пісок вважають дрібним, якщо нижче - крупним.

Таблиця 2.3

| Діаметр отворів сит, мм | 2,5 | 1,25 | 0,63 | 0,315 | 0,14 | Пройшло у піддон |
|----------------------------|--------|---------|---------|---------|----------|------------------|
| Повний залишок, % за масою | 0...20 | 15...45 | 35...70 | 70...90 | 90...100 | 10 |

Зерновий склад піску характеризується модулем крупності, який обчислюють з точністю до 0,1 за формулою

$$M_k = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,315} + A_{0,14}}{100},$$

M_k – модуль крупності піску - величина, одержана від ділення суми повних залишків на всіх ситах на 100; $A_{2,5}; A_{1,25}; A_{0,63}; A_{0,315}; A_{0,14}$ повні залишки, %, на ситах з отворами діаметром 2,5 мм та сітками № 1,25; 0,63; 0,315; 0,14.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

1. Визначення щільності щебеню

Щільність щебеню визначають пікнометричним методом. Для цього від середньої проби відважують 1 кг крупного заповнювача. Зерна відібраної проби обчищають від бруду й пилу, подрібнюють до розміру 5 мм, скорочують квартуванням до 150 г і повторно подрібнюють до розміру 1,25 мм. Цю пробу скорочують до 30 г, висушують у сушильній шафі при температурі $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ до сталої маси і охолоджують в ексікаторі.

Дальші випробування проводять відповідно до методики визначення щільності піску.

Результати заносять до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

| Показник | Результати випробувань | | |
|--|------------------------|---|----------|
| | 1 | 2 | середній |
| Маса наважки щебеню, г | | | |
| Маса пікнометра з наважкою щебеню і водою, г | | | |
| Маса пікнометра з водою, г | | | |
| Об'єм всипаного щебеню, см^3 | | | |
| Щільність, $\text{г}/\text{см}^3$ | | | |

2. Визначення насипної щільності щебеню

Насипну щільність щебеню знаходять за методикою визначення насипної щільності піску з допомогою мірного циліндра.

Місткість мірного циліндра має бути при крупності зерен щебеню до 10 мм - 5 л, до 20 мм - 10 л, до 40 мм - 20 л, вище 40 мм - 50 л. Насипну щільність обчислюють як середнє арифметичне трьох визначень а точністю до $10 \text{ кг}/\text{м}^3$. Результати заносять до таблиці 3,2.

Таблиця 3.2

| Показник | Результати випробувань | | | |
|---|------------------------|---|---|----------|
| | 1 | 2 | 3 | Середній |
| Об'єм мірного циліндра, см^3 | | | | |
| Маса мірного циліндра, г | | | | |
| Маса циліндра з щебенем, г | | | | |
| Насипна щільність, $\text{г}/\text{см}^3$ | | | | |

3. Визначення пустотності щебеню

Пустотність щебеню обчислюють з точністю до 0,1% за раніше винайденим значенням насипної щільності й істинної щільності щебеню, Результати заносять до таблиці 3,3.

Таблиця 3.3

| Показник | Результати випробувань | | |
|--------------------------------------|------------------------|---|----------|
| | 1 | 2 | Середній |
| Щільність, г/см ³ | | | |
| Насипна щільність, г/см ³ | | | |
| Пустотність, % | | | |

4. Визначення вологості щебеню

Беруть середню пробу щебеню залежно від крупності його зерен: до 10 мм - 0,5 кг, до 20 мм - 1 кг, до 40 мм - 2,5 кг, до 70 мм - 5 кг. Заповнювач у стані природної вологості зважують, висушують до сталої маси в сушильній шафі, охолоджують і знову зважують. Вологість обчислюють з точністю до 0,1% як середнє арифметичне двох визначень. Результати заносять до таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

| Показник | Результати випробувань | | |
|------------------------------------|------------------------|---|----------|
| | 1 | 2 | Середній |
| Маса щебеню в природному стані, г. | | | |
| Маса висушеного щебеню, г. | | | |
| Вологість щебеню, % | | | |

5. Визначення вмісту в щебені голкуватих і пластинчастих зерен

До пластинчастих належать зерна, товщина яких більш ніж втричі менше довжини і ширини, а до голкуватих, - товщина і ширина яких менше довжини більш ніж втричі. Такі зерна порушують будову бетону, створюючи в ньому нерівномірно заповнені цементом простори, що призводить до мікротріщин і зниження міцності бетону.

Випробування проводять так. Від залишків на ситах, отриманих при визначенні зернового складу щебеню, відбирають проби масою 0,25; 1,0; 5,0; 15,0 кг відповідно до фракції 5...10, 10...20, 20...40 і 40...70 мм. Пробу висипають на фанеру і візуально вибирають від загальної маси пластинчасті й голкуваті зерна. Відібрані зерна і залишок проби окремо зважують.

Вміст у кожній фракції пластинчастих і голкуватих зерен обчислюють з точністю до 1% за формулою

$$\Pi = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot 100\%,$$

де: m_1 – маса пластинчастих і голкуватих зерен;
 m_2 – маса решти зерен проби.

Щебінь і гравій не повинні містити більше 15% за масою зерен пластинчастих і голкуватих форм.

Результати заносять до таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

| Показники | Результати випробувань |
|--|------------------------|
| Маса наважки, г; | |
| Маса пластинчастих і голкуватих зерен, г; | |
| Вміст пластинчастих і голкуватих зерен, %. | |

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

1 Визначення зернового складу щебеню

Зерновий склад крупного заповнювача має великий вплив на якість бетону. При доборі зернового складу необхідно, щоб об'єм пустот у крупному заповнювачі був найменшим, - це забезпечить мінімальну витрату цементу в бетоні заданої марки.

Залежно від розміру зерен щебінь поділяється на фракції: 5...10; 10...20; 20...40; 40...70. У кожній фракції повинні бути зерна всіх розмірів - від найменшого до найбільшого для даної фракції.

Щоб визначити гранулометричний склад крупного заповнювача, в партії беруть середню пробу залежно від крупності: при крупності до 10 мм - 5 кг, до 20 мм - 10 кг, до 40 мм - 20 кг, до 70 мм - 30 кг. Просіюють її через набір сит (40; 25; 20; 15; 10 і 5 мм), одночасно промиваючи водою. При цьому товщина шару на кожному ситі не повинна перевищувати максимального розміру зерен просіяної фракції.

Залишки щебеню на кожному ситі висушують до сталої маси і зважують, тобто визначають масу часткових залишків на всіх ситах. Потім визначають сумарну масу просіяної маси як суму часткових залишків на кожному ситі за формулою

$$\sum m = m_5 + m_{10} + m_{15} + m_{20} + m_{25} + m_{40}$$

Обчислюють часткові залишки на кожному ситі в процентах сумарної маси просіяної проби:

$$a_i = \frac{m_i}{\sum m} \cdot 100\%$$

Для визначення повних залишків на кожному ситі використовують формулу:

$$A_i = a_{40} + \dots + a_i$$

Потім встановлюють найбільшу D_{\max} і найменшу D_{\min} крупність зерен, а також обчислюють крупність зерен $0,5 (D_{\max} + D_{\min})$ і $1,25 D_{\max}$. За найменшу крупність зерен беруть отвір того верхнього сита, повний залишок на якому не перевищує 5%, за найменшу - отвори того нижнього сита, повний залишок на якому становить не менше 95%.

Результати заносять до таблиці .4.1.

Таблиця 4.1

| Показник | Діаметр отворів сит, мм | | | | | |
|-----------------------------------|-------------------------|----|----|----|----|---|
| | 40 | 25 | 20 | 15 | 10 | 5 |
| Часткові залишки після розсіву, г | | | | | | |
| першого | | | | | | |
| другого | | | | | | |
| Середні часткові залишки: | | | | | | |
| г | | | | | | |
| % | | | | | | |
| Сумарна маса просіяної проби, г: | | | | | | |
| Повний залишок, % | | | | | | |
| D_{\max} , мм | | | | | | |
| D_{\min} , мм | | | | | | |
| $0.5(D_{\max} + D_{\min})$, % | | | | | | |
| $1.25D_{\max}$, % | | | | | | |

Вимоги ГОСТ 10260-82 до зернового складу щебеню для важких бетонів наведено у таблиці 4.2

Таблиця 4.2

| Діаметр отворів контрольних сит, мм | D_{\min} | $0.5(D_{\max} + D_{\min})$ | D_{\max} | $1.25D_{\max}$ |
|-------------------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------|
| Повний залишок на ситах, % за масою | 90...100 | 40...80 | 0...10 | 0 |

Якщо після просіювання і обчислення результатів дані збігатимуться з даними таблиці 4.2, - щебінь придатний за зерновим складом для приготування важких бетонів.

2. Визначення міцності щебеню

Міцність щебеню оцінюють непрямым показником при стиску в циліндрі. Щебінь фракції 5...10, 10...20 або 20...40 мм просіюють через сита з отворами, які відповідають найбільшій D_{\max} і найменшій D_{\min} крупності зерен випробуваної фракції. Щебінь, крупніший за 40 мм, попередньо подрібнюють до фракцій 10...20 і 20...40, а потім просіюють.

Із залишку на ситі з отворами, які дорівнюють D_{\min} , відбирають пробу масою не менше 0,8 кг для випробування в циліндрі діаметром 75 мм або масою не менше 6 кг для випробування в циліндрі діаметром 150 мм.

Випробовують крупний заповнювач у сухому або водонасиченому стані. Для визначення марки щебеню за дробильністю застосовують циліндр із зйомник днищем і плунжером. Для випробування в циліндрі діаметром 75 мм від підготовленої проби беруть наважку 0,4 кг, а в циліндрі діаметром 150 мм - 3 кг. Наважку щебеню з висоти 5 см висилають у циліндр, вставляють в нього плунжер і встановлюють на нижню плиту гідравлічного преса. Збільшуючи зусилля преса зі швидкістю 100...200 кгс/с, доводять його до 5 тс для циліндра діаметром 75 мм і до 20 тс для циліндра діаметром 150 мм. Роздрібнений у циліндрі щебень просіюють через сито, діаметр отворів якого залежить від розміру випробуваної фракції. Залежність діаметра сит від фракції щебеню:

| | | | |
|-------------------------|--------|---------|---------|
| Фракція щебеню, мм | 5...10 | 10...20 | 20...40 |
| Діаметр отворів сит, мм | 1,25 | 2,5 | 5,0 |

Залишок на ситі після просіювання зважують, з точністю до 1% обчислюють показник дробильності за формулою

$$D_p = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100\%$$

m_1 – маса наважки до випробування;

m_2 – маса залишку на ситі після просіювання роздрібненого щебеню.

| Показник | Результати випробувань | |
|--|------------------------|---|
| | 1 | 2 |
| Маса наважки до випробувань, г; | | |
| Маса залишку на ситі після подрібнення і просіювання, г; | | |
| Витрати маси після подрібнення, г | | |
| Середній показник дробильності, % | | |
| Марка за дробильністю | | |
| Марка за міцністю на стиск, кгс/см ² . | | |

Фракція щебеню, _____.

Маса щебеню _____.

Діаметр циліндра _____.

Розмір сита _____.

Випробувальна машина _____

Придатність щебеню для бетону за дробильністю (за ГОСТ 8268-82) наведено у таблиці 4.4

Таблиця 4.4

| Марка бетону | Марка щебеню за дробильністю | Втрата маси після випробувань, %, не більше |
|--------------|------------------------------|---|
| 400 і більше | Др 8 | До 8 |
| 300 | Др 12 | 8...12 |
| 200 і більше | Др 16 | 12...16 |
| 150 і більше | Др 24 | 16...24 |

Марка щебеню за міцністю при стиску в циліндрі /за ГОСТ 8267-82/ наведено у таблиці 4.5

Таблиця 4.5

| Марка щебеню, кгс/см ² . | Витрати маси, % | | |
|--|------------------|---------|------------------------------|
| | Вивержені породи | | Осадів й метаморфічні породи |
| | глибині | вилиті | |
| 1400 | До 12 | До 9 | - |
| 1200 | 12...16 | 9...1 | До 11 |
| 1000 | 16...20 | 11...13 | 11...13 |
| 800 | 20...25 | 13...15 | 13...15 |
| 600 | 25...34 | 15...20 | 15...19 |
| 400 | - | - | 19...24 |
| 300 | - | - | 24...28 |
| 200 | - | - | 28...35 |