



М. В. Савсюк
М. А. Крюкова

ТЕХНОЛОГИЯ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ БЕТОНА

Екатеринбург
УГЛТУ
2025

МИНИСТРЕСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Уральский государственный лесотехнический университет»
(УГЛТУ)

Кафедра автомобильных дорог, мостов и тоннелей

М. В. Савсюк
М. А. Крюкова

ТЕХНОЛОГИЯ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ БЕТОНА

Методические указания
для проведения лабораторных занятий
для обучающихся по направлению «Строительство».
Все формы обучения

Екатеринбург
УГЛТУ
2025

Печатается по рекомендации методической комиссии Инженерно-технического института УГЛТУ.

Протокол № 3 от 7 ноября 2024 г.

Рецензент – доцент кафедры ТОЛП, канд. техн. наук *А. В. Солдатов*

Предназначены для всех обучающихся, осваивающих образовательные программы всех направлений и специальностей высшего образования, реализуемых в УГЛТУ.

Редактор В. Д. Билык

Оператор компьютерной верстки О. А. Казанцева

Подписано в печать 24.06.2025

Плоская печать

Формат 60×84 /16

Поз. 8

Заказ №

Печ. л. 1,16

Тираж 10 экз.

Редакционно-издательский сектор РИО УГЛТУ

Сектор оперативной полиграфии РИО УГЛТУ

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Лабораторная работа № 1	
Определение гранулометрического состава щебня (гравия).....	5
Лабораторная работа	
№ 2 Определение гранулометрического состава	
и модуля крупности песка	8
Лабораторная работа № 3	
Определение дробимости щебня (гравия)	13
Лабораторная работа № 4	
Определение содержания зерен пластинчатой (лещадной)	
и игловатой форм	17

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания издаются в соответствии с рабочей программой дисциплины «Технология заполнителей бетона» по учебному плану для обучающихся по направлению «Строительство» всех форм обучения.

Для оценки качества минеральных заполнителей бетона обучающиеся должны овладеть методами проведения лабораторных испытаний, научиться пользоваться современными приборами, грамотно обрабатывать результаты испытаний, знать требования ГОСТ и других стандартов. Поэтому данные методические указания включают краткое изложение основных положений о свойствах заполнителей, методах их определения, а также нормативные показатели, необходимые для оценки пригодности заполнителей по назначению.

Лабораторная работа № 1

Определение гранулометрического состава щебня (гравия)

Сущность метода заключается в распределении и разделении зерен щебня (гравия) на фракции путем просеивания пробы материала через набор соответствующих сит и определении полных остатков на каждом сите.

1. Согласно ГОСТ 33029-2014:

Средства измерений и вспомогательные устройства:

– сита с размером ячеек, соответствующих номинальным размерам зерен определенной фракции: $2D$; $1,4D$; D ; d ; $d/2$, и среднее сито с размером ячеек для широких фракций $D/1,4$, для смеси фракций $D/2$ в соответствии с ISO 3310-1 и ISO 3310-2;

- поддоны и крышки для сит;
- сушильный шкаф, обеспечивающий циркуляцию воздуха и поддержание температуры в интервале $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- сито для промывки щебня с размером ячеек 0,063 мм;
- весы по ГОСТ OIML R 76-1;
- противни металлические.

Подготовка пробы. Отбор и формирование проб щебня (гравия) производят по ГОСТ 33048. Для проведения испытания из единичной пробы готовят мерную пробу щебня (гравия). Масса мерной пробы должна соответствовать значениям, приведенным в табл. 1.

Таблица 1

Масса мерной пробы

Наибольший размер зерен, мм	Масса мерной пробы, г
90	80000 ± 500
63	40000 ± 250
31,5	10000 ± 150
16	5000 ± 100
8	2000 ± 50

Примечание. Минимальная масса мерной пробы с размерами зерен, не указанными в таблице, менее 63 мм может рассчитываться методом интерполяции по массе, согласно значениям, приведенным в таблице.

Порядок выполнения испытания. Высушенную мерную пробу щебня (гравия) просеивают через набор сит. Сита располагаются сверху вниз по степени уменьшения размеров ячеек, заканчивая поддоном. После завершения просеивания сита последовательно снимают, начиная с верхнего. Частные остатки на всех ситах и поддоне последовательно взвешивают.

Обработка результата испытания. Значение частного остатка a на каждом сите выражают в процентах массы пробы в сухом состоянии M и рассчитывают по формуле

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

где m_i – масса частного остатка на данном сите, г;
 M – масса мерной пробы в сухом состоянии, г.

Полные остатки на каждом сите определяют в процентах от массы мерной пробы путем сложения частных остатков на данном сите и всех ситах с большими размерами ячеек. Если сумма частных остатков более чем на 1 % отличается от массы M , испытание необходимо повторить. Результат испытания рассчитывают с точностью до 0,1 %. За результат испытания принимают среднее арифметическое значение двух параллельных определений.

Заключение о качестве испытуемого материала делают на основе сравнения полученных результатов испытаний с требованиями ГОСТ 32703–2014. Требования ГОСТ к зерновому составу каменных материалов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Требования к зерновому составу каменных материалов

Размер ячеек контрольных сит, мм	$2D$	$1.4D$	D	d	$d/2$	Марка
Проходы через сит, % по массе	100	От 98 до 100	От 90 до 100	От 0 до 10	От 0 до 2	90/10
	100	От 98 до 100	От 90 до 100	От 0 до 15	От 0 до 5	90/15
	100	От 98 до 100	От 85 до 100	От 0 до 20	От 0 до 5	90/20
	100	От 98 до 100	От 85 до 100	От 0 до 15	От 0 до 5	85/15
	100	От 98 до 100	От 85 до 100	От 0 до 20	От 0 до 5	85/20
	100	От 98 до 100	От 85 до 100	От 0 до 35	От 0 до 5	85/35

Примечание. Для щебня и гравия широких фракций проход через промежуточное сито, размер ячеек которого составляет $D/1,4$, должен находиться в пределах от 25 до 80 %. Для щебня и гравия в виде смесей фракций проход через промежуточное сито, размер ячеек которого составляет $D/2$, должен находиться в пределах от 20 до 70 %. Если размер ячеек контрольного или промежуточного сита не совпадает с размером ячеек сит, то вместо него используют ближайшее по размеру ячеек сито в соответствии с размером ячеек сит для основных фракций.

2. Согласно ГОСТ 8269.0-97:

Средства измерений и вспомогательные устройства:

- сита с размером ячеек 5, 10, 20, 40, 70;
- поддоны и крышки для сит;
- весы;
- противни металлические.

Подготовка пробы. Для проведения испытания из единичной пробы готовят мерную пробу щебня (гравия).

Порядок выполнения испытания. Высушенную мерную пробу щебня (гравия) просеивают через набор сит. Сита располагаются сверху вниз по степени уменьшения размеров ячеек, заканчивая поддоном. После завершения просеивания сита последовательно снимают, начиная с верхнего. Частные остатки на всех ситах и поддоне последовательно взвешивают.

Обработка результата испытания. Значение частного остатка a_i на каждом сите выражают в процентах от массы пробы в сухом состоянии M и рассчитывают по формуле

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

где m_i – масса частного остатка на данном сите, г;

M – масса мерной пробы в сухом состоянии, г.

Полные остатки на каждом сите определяют в процентах от массы мерной пробы путем сложения частных остатков на данном сите и всех ситах с большими размерами ячеек. Если сумма частных остатков более чем на 1 % отличается от массы M , испытание необходимо повторить. Результат испытания рассчитывают с точностью до 0,1 %.

Построение кривой просеивания: кривую просеивания строят в прямоугольной системе координат. По оси абсцисс откладывают размеры отверстий контрольных сит, по оси ординат сверху вниз откладывают полные остатки.

Определение наибольшего и наименьшего размеров зерен выполняют по кривой рассеивания:

D – наибольший размер зерна, равный размеру отверстия сита, полный остаток на котором равен 5 %;

d – наименьший размер зерна соответствует размеру отверстия сита, на котором полный остаток равен 95 %.

Заключение о качестве испытуемого материала делают на основе сравнения полученных результатов испытаний с требованиями ГОСТ 8267–93.

Требования ГОСТ к зерновому составу каменных материалов представлены в табл. 3.

Таблица 3

Требования к зерновому составу каменных материалов

Диаметр отверстий контрольных сит, мм	d	$0,5 (d+D)$	D	$1.25D$
Полные остатки на ситах, % по массе	от 90 до 100	от 30 до 60	до 10	до 0,5

Примечание. 1. Для щебня и гравия фракций от 5(3) до 10 мм смеси фракций от 5(3) до 20 мм принимают дополнительно: нижние сита 2,5 мм (1,25 мм), полный остаток на которых должен быть от 95 до 100 %. 2. По согласованию изготовителя с потребителем допускается изготавливать щебень и гравий с полным остатком на сите $0,5 (d + D)$ от 30 до 80 % по массе.

Лабораторная работа № 2 Определение гранулометрического состава и модуля крупности песка

Сущность метода заключается в распределении и разделении зерен песка путем просеивания мерной пробы через набор сит и определении остатков на каждом сите. Сита располагают в порядке уменьшения размеров их ячеек: с наибольшим размером ячеек – верхнее, с наименьшим – нижнее.

1. Согласно ГОСТ 32727-2014:

Средства измерений и вспомогательные устройства:

- весы электронные по ГОСТ 24104 с наибольшим пределом взвешивания не менее 6000 г и ценой деления не более 1 г;
- набор сит с ячейками размером 0,125; 0,25; 0,5; 1; 2 и сита с квадратными ячейками размером 4; 8 мм по ISO 3310-1;
- поддоны и крышки для сит;
- сушильный шкаф, обеспечивающий циркуляцию воздуха и поддержание температуры в интервале (110 ± 5) °С, либо другое оборудование для сушки, которое не вызывает изменения размера зерен и обеспечивает аналогичный режим сушки;
- противни металлические.

Подготовка пробы. Отбор и формирование проб проводят по ГОСТ 32728. Масса лабораторной пробы должна составлять не менее 6000 г.

Порядок выполнения испытания. Из песка, оставшегося в поддоне после просеивания через сита с размером ячеек 4 и 8 мм, формируют мерную пробу. Масса мерной пробы должна составлять не менее 1000 г. Из сформированной мерной пробы исключают пылевидные и глинистые ча-

стицы по ГОСТ 32725–2014. Высушенную до постоянной массы, после исключения пылевидных и глинистых частиц, мерную пробу просеивают через набор сит с квадратными ячейками размерами 2; 1; 0,5; 0,25; 0,125 мм. Определяют массу частных остатков на ситах с точностью до первого знака после запятой. Массу пылевидных и глинистых частиц, прибавляют к массе частиц, оставшихся в поддоне.

Обработка результата испытания.

1. Определяют содержание частиц размером крупнее 8 мм (Γ_{p8}) и от 4 до 8 мм (Γ_{p4}), в процентах по массе по формулам (1) и (2), с точностью до 0,1 %

$$\Gamma_{p4} = \frac{m_4}{m} \cdot 100 \quad (1)$$

$$\Gamma_{p8} = \frac{m_8}{m} \cdot 100 \quad (2)$$

где m_4 – остаток на сите с размерами ячеек 4 мм, г;
 m_8 – остаток на сите с размерами ячеек 8 мм, г;
 m – масса лабораторной пробы, г.

2. Определяют частный остаток на каждом сите a_i в процентах по формуле

$$a_i = \frac{m_i}{m} \cdot 100 \quad (3)$$

где m_i – масса остатка на данном сите, г;
 m – масса единичной пробы, г.

3. Определяют полный остаток на каждом сите A_i в процентах по формуле

$$A_i = a_2 + a_1 + \dots + a_i \quad (4)$$

где a_2, a_1, \dots, a_i – частные остатки на ситах с размерами ячеек 2, 1...i, мм.

4. Определяют модуль крупности песка M_k по формуле

$$M_k = \frac{A_2 + A_1 + A_{0,5} + A_{0,25} + A_{0,125}}{100} \quad (5)$$

где $A_2, A_1, A_{0,5}, A_{0,25}, A_{0,125}$ – полные остатки на ситах с размерами ячеек 2, 1, 0,5, 0,25, 0,125 мм.

Результат определения гранулометрического (зернового) состава оформляют в соответствии с табл. 4.

Таблица 4

Гранулометрический (зерновой) состав песка

Наименование остатка	Остатки, % по массе, на ситах					Кол-во песка в поддоне, % по массе
	2	1	0,5	0,25	0,125	
Частный	a_2	a_1	$a_{0,5}$	$a_{0,25}$	$a_{0,125}$	a
Полный	A_2	A_1	$A_{0,5}$	$A_{0,25}$	$A_{0,125}$	100

5. Устанавливают группу песка по значениям модуля крупности (ГОСТ 8736–2014):

Группа песка	Модуль крупности, M_k
Повышенной крупности	3,0 до 3,5
Крупный	2,5 до 3,0
Средний	2,0 до 2,5
Мелкий	1,5 до 2,0
Очень мелкий	1,0 до 1,5
Тонкий	0,7 до 1,0
Очень тонкий	До 0,7

Полный остаток на сите 063 должен удовлетворять значениям:

Группа песка	Полный остаток на сите № 63
Повышенной крупности	65 до 75
Крупный	45 до 65
Средний	30 до 45
Мелкий	10 до 30
Очень мелкий	До 10
Тонкий	Не нормируется
Очень тонкий	Не нормируется

2. Согласно ГОСТ 8735-88:

Средства измерений и вспомогательные устройства:

- весы электронные по ГОСТ 24104 с наибольшим пределом взвешивания не менее 6000 г и ценой деления не более 1 г;
- набор сит с ячейками размером 0,16; 0,315; 0,63; 1,25; 2,5; 5;
- поддоны и крышки для сит;
- сушильный шкаф, обеспечивающий циркуляцию воздуха и поддержание температуры в интервале $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$, либо другое оборудование для

сушки, которое не вызывает изменения размера зерен и обеспечивает аналогичный режим сушки;

– противни металлические.

Подготовка пробы. Проводят отбор и формирование проб.

Порядок выполнения испытания. Из песка, оставшегося в поддоне после просеивания через сита с размером ячеек 5 и 10 мм, формируют мерную пробу. Масса мерной пробы должна составлять не менее 1000 г. Высушенную до постоянной массы, после исключения пылевидных и глинистых частиц, мерную пробу просеивают через набор сит с ячейками размерами 2,5; 1,25; 0,63; 0,315; 0,16 мм. Определяют массу частных остатков на ситах с точностью до первого знака после запятой.

Обработка результата испытания.

1. Определяют частный остаток на каждом сите a_i в процентах по формуле

$$a_i = \frac{m_i}{m} \cdot 100, \quad (6)$$

где m_i – масса остатка на данном сите, г;

m – масса единичной пробы, г.

2. Определяют полный остаток на каждом сите A_i в процентах по формуле

$$A_i = a_{2,5} + a_{1,25} + \dots + a_i \quad (7)$$

где $a_{2,5}, a_{1,25}, \dots, a_i$ – частные остатки на ситах с размерами ячеек 2,5; 1,25... i , мм.

3. Определяют модуль крупности песка M_k по формуле

$$M_k = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,315} + A_{0,16}}{100} \quad (8)$$

где $A_{2,5}, A_{1,25}, A_{0,63}, A_{0,315}, A_{0,16}$ – полные остатки на ситах с размерами ячеек 2,5; 1,25; 0,63; 0,315, 0,16 мм.

Результат определения гранулометрического (зернового) состава оформляют в соответствии с табл. 5.

Таблица 5

Гранулометрический (зерновой) состав песка

Наименование остатка	Остатки, % по массе, на ситах					Кол-во песка в поддоне, % по массе
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	
Частный	$a_{2,5}$	$a_{1,25}$	$a_{0,63}$	$a_{0,315}$	$a_{0,16}$	а
Полный	$A_{2,5}$	$A_{1,25}$	$A_{0,63}$	$A_{0,315}$	$A_{0,16}$	100

4. *Построение кривой просеивания:* кривую просеивания строят в прямоугольной системе координат. По оси абсцисс откладывают размеры отверстий контрольных сит, по оси ординат – полные остатки (рис. 1).



Рис. 1. Кривая просеивания

5. Соответствие песка определенной группе определяют по модулю крупности:

Группа песка	Модуль крупности, M_k
Очень крупный	Св. 3,5
Повышенной крупности	3,0 до 3,5
Крупный	2,5 до 3,0
Средний	2,0 до 2,5
Мелкий	1,5 до 2,0
Очень мелкий	1,0 до 1,5
Тонкий	0,7 до 1,0
Очень тонкий	До 0,7

Полный остаток на сите 063 должен удовлетворять значениям:

Группа песка	Полный остаток на сите № 63
Очень крупный	Св. 75
Повышенной крупности	65 до 75
Крупный	45 до 65
Средний	30 до 45
Мелкий	10 до 30
Очень мелкий	До 10
Тонкий	Не нормируется
Очень тонкий	Не нормируется

Лабораторная работа № 3 Определение дробимости щебня (гравия)

Дробимость щебня (гравия) определяют по степени разрушения зерен при сжатии (раздавливании) в цилиндре.

1. Согласно ГОСТ 33030-2014:

Средства измерений и вспомогательные устройства:

- пресс гидравлический с максимальным усилием не менее 200 кН;
- цилиндры стальные с внутренним диаметром $(75 + 1)$ и $(150 + 2)$ мм и высотой (75 ± 1) и (150 ± 2) мм, оснащенные съемным дном и плунжером. Конструкция цилиндра указана на рис. 2;

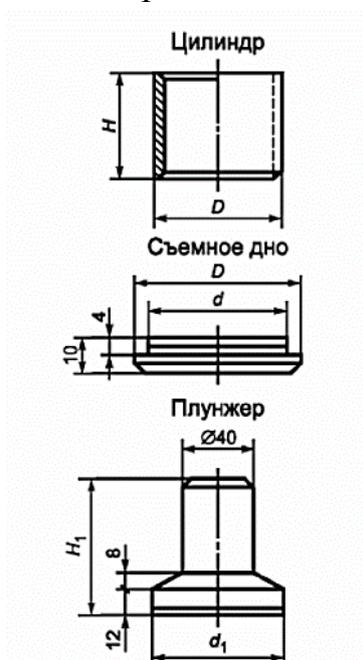


Рис. 2. Конструкция цилиндра и плунжера

D	d	d_1	H	H_1
87 ± 1	75 ± 1	73 ± 1	75 ± 1	70 ± 1
170 ± 2	150 ± 2	148 ± 2	150 ± 2	120 ± 2

- весы по ГОСТ OIML R 76-1;
- сита с размерами ячеек 1; 2; 4; 5,6; 8; 11,2; 16; 22,4; 31,5 мм в соответствии с ISO 3310-1 и ISO 3310-2;
- сушильный шкаф, обеспечивающий циркуляцию воздуха и поддержание температуры в интервале $(110 + 5)$ °С;
- противни металлические;
- емкость для насыщения щебня (гравия) водой.

Порядок проведения испытания. Мерную пробу щебня (гравия) засыпают в цилиндр с высоты (55 + 10) мм и разравнивают.

Затем в цилиндр вставляют плунжер так, чтобы поверхность плиты плунжера была на уровне верхнего края цилиндра. Если верх плиты на плунжере не совпадает с краем цилиндра, то удаляют или добавляют несколько зерен щебня (гравия).

Цилиндр помещают на нижнюю плиту пресса, включают пресс и через плунжер доводят нагрузку на материал до 200 кН, а затем снижают до нуля. Скорость нагружения при сжатии должна составлять (1,5+ 0,5) кН/с.

Примечание. Для определения дробимости щебня в цилиндре диаметром (75 ± 1) мм доводят нагрузку на материал до 50 кН.

По завершении сжатия снимают цилиндр с плиты пресса, извлекают пробу испытываемого материала из цилиндра, помещая его на противень, и взвешивают.

Пробу щебня (гравия) просеивают через контрольное сито, размер ячеек которого указан в табл. 6, в зависимости от максимального размера зерен испытываемого материала.

Таблица 6

Размер ячеек контрольного сита

Размер ячеек контрольного сита, мм	Наибольший размер зерен, мм
1	8
2	16
4	31,5

Обработка результатов испытания

Дробимость (D_p), %, определяют с точностью до 1 % по формуле

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

где m – масса испытываемой пробы щебня (гравия), г;

m_1 – масса остатка на контрольном сите после просеивания раздробленной в цилиндре пробы щебня (гравия), г.

Марки по дробимости щебня должны соответствовать требованиям ГОСТ 32703, указанным в табл. 7 и 8.

Таблица 7

Требования к щебню из изверженных и метаморфических горных пород по дробимости

Марка по дробимости щебня из изверженных и метаморфических горных пород	Потеря массы при испытании щебня в сухом состоянии, %
1400	До 9 вкл.
1200	Св. 9 до 11
1000	Св. 11 до 13
800	Св. 13 до 15
600	Св. 15 до 20
400	Св. 20 до 25

Таблица 8

Требования к щебню из осадочных горных пород по дробимости

Марка по дробимости щебня из изверженных и метаморфических горных пород	Потеря массы при испытании в насыщенном водой состоянии щебня, %
1400	До 10 вкл.
1200	Св. 10 до 12
1000	Св. 12 до 15
800	Св. 15 до 18
600	Св. 18 до 22
400	Св. 22 до 28

2. Согласно ГОСТ 8269.0-97:

Средства измерений и вспомогательные устройства:

- пресс гидравлический с максимальным усилием до 500 кН по ГОСТ 28840;
- цилиндры стальные с внутренними диаметрами 75 и 150 мм и высотой соответственно 75 и 150 мм со съёмным дном и плунжером (см. рис. 2);
- весы настольные циферблатные по ГОСТ 29329 или лабораторные по ГОСТ 24104;
- сита из стандартного набора;
- шкаф сушильный;
- сосуд для насыщения щебня (гравия) водой.

Порядок подготовки к испытанию. При испытании щебня (гравия), состоящего из смеси двух или более смежных фракций, исходный материал рассеивают на стандартные фракции, каждую фракцию испытывают отдельно.

Щебень (гравий) фракций от 5 до 10, св. 10 до 20 или св. 20 до 40 мм просеивают через два сита с отверстиями, соответствующими наибольшей (D) и наименьшей (d) крупности испытываемой фракции. От остатков на сите с отверстиями размером, равным d , отбирают две аналитические пробы массой не менее 0,5 кг каждая при испытании в цилиндре диаметром 75 мм и не менее 4 кг – при испытании в цилиндре диаметром 150 мм. Щебень (гравий) крупнее 40 мм предварительно дробят, и испытывают фракции св. 10 до 20 мм или св. 20 до 40 мм. При одинаковом петрографическом составе щебня (гравия) фракций св. 20 до 40 мм и св. 40 до 70 мм прочность последней допускается характеризовать результатами испытаний фракции св. 20 до 40 мм. Щебень (гравий) допускается испытывать как в сухом, так и в насыщенном водой состояниях. Аналитические пробы для испытания в сухом состоянии высушивают до постоянной массы, а для испытания в насыщенном водой состоянии погружают в воду на 2 ч. После насыщения водой с поверхности зерен щебня (гравия) удаляют влагу мягкой влажной тканью.

Порядок проведения испытания. При определении марки щебня (гравия) применяют цилиндр диаметром 150 мм. Для приемочного контроля качества щебня (гравия) фракций от 5 до 10 мм и св. 10 до 20 мм допускается применять цилиндр диаметром 75 мм. Пробу щебня (гравия) насыпают в цилиндр с высоты 50 мм так, чтобы после разравнивания верхний уровень материала примерно на 15 мм не доходил до верхнего края цилиндра. Затем в цилиндр вставляют плунжер так, чтобы плита плунжера была на уровне верхнего края цилиндра. Если верх плиты не совпадает с краем цилиндра, то удаляют или добавляют несколько зерен щебня (гравия). После этого цилиндр помещают на нижнюю плиту пресса. Увеличивая силу нажатия пресса на 1–2 кН (100–200 кгс) в секунду, доводят ее при испытании щебня (гравия) в цилиндре диаметром 75 мм до 50 кН (5000 кгс), при испытании в цилиндре диаметром 150 мм – до 200 кН (20000 кгс). После сжатия испытываемую пробу высыпают из цилиндра и взвешивают. Затем ее просеивают в зависимости от размера испытываемой фракции через сито с отверстиями размером:

- 1,25 мм – для щебня (гравия) размером фракции от 5 до 10 мм;
- 2,5 мм – то же св. 10 до 20 мм;
- 5,0 мм – то же св. 20 до 40 мм.

Остаток щебня (гравия) на сите после просеивания взвешивают. При испытании щебня (гравия) в насыщенном водой состоянии навеску на сите тщательно промывают водой и удаляют поверхностную влагу с зерен щебня (гравия) мягкой влажной тканью.

Обработка результатов испытания.

Дробимость (D_p), %, определяют с точностью до 1 % по формуле

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

где m – масса испытываемой пробы щебня (гравия), г;

m_1 – масса остатка на контрольном сите после просеивания раздробленной в цилиндре пробы щебня (гравия), г.

Марки по дробимости щебня из осадочных и метаморфических горных пород должны соответствовать требованиям ГОСТ 8267–93, указанным в табл. 9.

Таблица 9

Требования к щебню по дробимости

Марка по дробимости щебня из осадочных и метаморфических пород	Потеря массы при испытании щебня, %	
	в сухом состоянии	в насыщенном водой состоянии
1200	До 11 вкл.	До 11 вкл.
1000	Св. 11 до 13	Св. 11 до 13
800	Св. 13 до 15	Св. 13 до 15
600	Св. 15 до 19	Св. 15 до 20
400	Св. 19 до 24	Св. 20 до 28
300	Св. 24 до 28	Св. 28 до 38
200	Св. 28 до 35	Св. 38 до 54

Лабораторная работа № 4 **Определение содержания зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой форм**

Сущность метода заключается в определении содержания в пробе щебня (гравия) зерен, у которых соотношение длины и толщины различается в три раза и более, используя передвижной шаблон (штангенциркуль) или щелевидные сита.

1. Согласно ГОСТ 33053:

Средства измерений и вспомогательные устройства:

- шаблон передвижной или штангенциркуль по ГОСТ 166;
- сита с размерами ячеек 4; 5,6; 8; 11,2; 16; 22,4; 31,5; 45; 63 мм по ISO 3310-1 и ISO 3310-2;
- сушильный шкаф, обеспечивающий циркуляцию воздуха и поддержание температуры в интервале (110 ± 5) °С;
- весы по ГОСТ OIML R 76-1;
- противни металлические.

Порядок подготовки к испытанию. Отбор и формирование проб щебня и гравия производят по ГОСТ 33048.

Для подготовки к испытанию из единичной пробы щебня (гравия) готовят мерную пробу, предварительно высушенную до постоянной массы при температуре (110 ± 5) °С и просеянную через сита с наибольшим

и наименьшим размерами ячеек, соответствующими наибольшим и наименьшим размерам зерен определенной фракции по ГОСТ 33029, на стандартные фракции. Каждую пробу испытывают отдельно.

Масса мерной пробы щебня (гравия) должна быть не меньше значений, приведенных в табл. 10.

Таблица 10

Масса мерной пробы щебня

Наибольший размер зерен, мм	Масса мерной пробы, г
8,0	250±5
16,0	1000±20
31,5	5000±50
63,0	15000±100

Порядок проведения испытания. При помощи раздвижного шаблона (штангенциркуля) устанавливают зерна, у которых соотношение параметров длины и толщины различается в три раза и более. Для этого измеряемое зерно вкладывают наибольшим размером между губками шаблона и измеряют его размер. Затем зерно пропускают наименьшим размером между губками шаблона, установленными на расстоянии в три раза.

Форму зерна, прошедшего между губками, классифицируют как пластинчатую или игловатую. Зерна щебня пластинчатой (лещадной) и игловатой формы взвешивают.

Обработка результатов испытания. Содержание в каждой фракции щебня (гравия) зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой форм $P_{пл}$, %, определяют по формуле

$$P_{пл} = \frac{m_1}{m} \cdot 100 ,$$

где m – масса аналитической пробы в граммах;

m_1 – масса зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой форм.

Щебень, в зависимости от содержания зерен пластинчатой и игловатой формы, подразделяют на пять групп, которые должны соответствовать указанным в табл. 11 (ГОСТ 32703).

Таблица 11

Содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы

Марка щебня	Содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы, %
Л10	До 10 включ.
Л15	Св. 10 до 15
Л20	Св. 15 до 20
Л25	Св. 20 до 25
Л30	Св. 25 до 30
Л35	Св. 30 до 35
Л50	Св. 35 до 50

2. Согласно ГОСТ 8269.0-97:

Подготовка пробы. Устанавливают массу пробы в зависимости от крупности зерен щебня (гравия).

5–10 мм – 0,25 кг;

10–20 мм – 1 кг;

20–40 мм – 5 кг;

40–70 мм – 15 кг.

Порядок выполнения испытания.

1. Пробу разбирают визуально, отбирая зерна явно пластинчатой и игловатой форм. В сомнительных случаях измеряют размеры штангенциркулем.

2. Взвешивают пластинчатые и игловатые зерна, отобранные из пробы.

3. Вычисляют содержание пластинчатых и игловатых частиц в каждой фракции щебня (гравия).

Обработка результатов испытания. Содержание в каждой фракции щебня (гравия) зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой форм $P_{пл}$, %, определяют по формуле

$$P_{пл} = \frac{m_1}{m} \cdot 100 ,$$

где m – масса аналитической пробы в граммах;

m_1 – масса зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой форм.

Щебень, в зависимости от содержания зерен пластинчатой и игловатой формы, подразделяют на пять групп, которые должны соответствовать указанным в табл. 12 (ГОСТ 8267–93).

Таблица 12

Требования к щебню по содержанию зерен пластинчатой и игловатой форм

Группа щебня	Содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы, % по массе	Группа щебня	Содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы, % по массе
1	До 10 включ.	4	Св. 25 до 35 включ.
2	Св. 10 до 15 включ.	5	Св. 35 до 50 включ.
3	Св. 15 до 25 включ.		

Примечание. По согласованию изготовителя с потребителем допускается выпуск щебня из изверженных горных пород, содержащего св. 50 %, но не более 65 % зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой форм.

Для заметок