

## Устройство щебеночных, гравийных оснований и покрытий

При операционном контроле качества работ по устройству дорожной одежды следует контролировать по каждому укладываемому слою не реже чем через каждые 100 м:

- высотные отметки по оси дороги;
- ширину;
- толщину слоя уплотненного материала по его оси;
- поперечный уклон;
- ровность (просвет под рейкой длиной 3 м на расстоянии 0,75-1 м от каждой кромки покрытия (основания) в пяти контрольных точках, расположенных на расстоянии 0,5 м от концов рейки и друг от друга).

- При устройстве щебеночных, гравийных, шлаковых оснований,

Не реже одного раза в смену - влажность щебня и пескоцементной смеси по [ГОСТ 8269.0](#) и [ГОСТ 5180](#), а прочность пескоцемента по [ГОСТ 23558](#); постоянно визуально - качество уплотнения, соблюдение режима ухода; постоянно визуально - качество укладки геосинтетических материалов (сплошность прослойки и отсутствие складок) и размер нахлеста полотен.

-Качество уплотнения щебеночных, гравийных и шлаковых оснований и покрытий следует проверять контрольным проходом катка массой 10-13 т по всей длине контролируемого участка, после которого на основании (покрытии) не должно оставаться следа и возникать волны перед вальцом, а положенная под валец щебенка должна раздавливаться.

- Минимальная толщина распределяемого слоя должна в 1,5 раза превышать размер наиболее крупных частиц и быть не менее 10 см при укладке на прочное основание и не менее 15 см - при укладке на песок или на рулонный геоматериал.

### **Основные понятия, параметры и размеры**

**Щебень из горных пород** - неорганический зернистый сыпучий материал с зернами крупностью св. 5 мм, получаемый дроблением горных пород, гравия и валунов, попутно добываемых вскрышных и вмещающих пород или некондиционных отходов горных предприятий по переработке руд (черных, цветных и редких металлов металлургической промышленности) и неметаллических ископаемых других отраслей промышленности и последующим рассевом продуктов дробления.

**Гравий из горных пород** - неорганический зернистый сыпучий материал с зернами крупностью св. 5 мм, получаемый рассевом природных гравийно-песчаных смесей.

## Основные параметры и размеры

Щебень и гравий выпускают в виде следующих основных фракций: от 5 (3) до 10 мм; св. 10 до 15 мм; св. 10 до 20 мм; св. 15 до 20 мм; св. 20 до 40 мм; св. 40 до 80 (70) мм и смеси фракций от 5 (3) до 20 мм.

По согласованию изготовителя с потребителем выпускают щебень и гравий в виде других смесей, составленных из отдельных фракций, а также фракций от 80 (70) до 120 мм, св. 120 до 150 мм.

Полные остатки на контрольных ситах при рассеве щебня и гравия фракций от 5 (3) до 10 мм; св. 10 до 15 мм; св. 10 до 20 мм, св. 15 до 20 мм; св. 20 до 40 мм, св. 40 до 80 (70) мм и смеси фракций от 5 (3) до 20 мм должны соответствовать указанному в таблице, где  $d$  и  $D$  - наименьшие и наибольшие номинальные размеры зерен.

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

### Примечания

1. Для щебня и гравия фракций от 5 (3) до 10 мм и смеси фракций от 5(3) до 20 мм применяют дополнительно: нижние сита 2,5 мм (1,25); 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.

# **Лабораторные испытания - щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ**

**Проба** - определенное количество материала, отобранное для испытаний от партии горной породы, щебня (гравия).

**Точечная проба** - проба материала, взятая одновременно из установленных нормативными документами мест партии.

**Объединенная проба** - проба материала, состоящая из точечных проб и характеризующая партию в целом.

**Лабораторная проба** - проба материала, приготовленная из объединенной пробы и предназначенная для всех лабораторных

**Аналитическая проба** - проба материала, приготовленная из лабораторной пробы и предназначенная для нескольких видов испытаний. Из аналитической пробы отбирают отдельные навески в соответствии с методикой испытаний. Допускается использование одной аналитической пробы для проведения нескольких видов испытаний, если в процессе предшествующих испытаний другие свойства материала не подвергаются изменению

## **Отбор проб**

Масса **лабораторной пробы** при приемочном контроле на предприятии (карьере)-изготовителе должна быть не менее указанной в таблице

Таблица 3 Масса лабораторной пробы при приемочном контроле

Наибольший номинальный размер зерен Д, мм	Масса пробы, кг
10	5,0
20	10,0
40	20,0
Св. 40	40,0

**-Указанную пробу используют для всех испытаний, предусмотренных при приемочном контроле.**

-При проведении периодических испытаний, предусмотренных приемочным контролем, а также при входном контроле и при определении свойств горных пород и получаемых из них щебня и гравия при геологической разведке масса лабораторной пробы должна обеспечивать проведение всех предусмотренных стандартом испытаний, при этом масса лабораторной пробы должна быть не менее чем в два раза больше суммарной массы, необходимой для проведения испытаний, предусмотренных для данного вида горной породы, щебня (гравия).

- На каждую лабораторную пробу, предназначенную для периодических испытаний, в центральной лаборатории объединения или в специализированной лаборатории, а также для контрольных испытаний у потребителя составляют

акт отбора проб, включающий наименование и обозначение материала, место и дату отбора пробы, наименование и обозначение предприятия-изготовителя, обозначение пробы и подпись ответственного за отбор пробы лица.

-Отобранные пробы упаковывают таким образом, чтобы масса и свойства материалов не изменялись до проведения испытаний.

-Каждую пробу снабжают двумя этикетками с обозначением пробы. Одну этикетку помещают внутрь упаковки, другую - на видном месте упаковки.

-При транспортировании должна быть обеспечена сохранность упаковки от механического повреждения и намокания

### **Определение зернового состава**

- Зерновой состав щебня (гравия) определяют путем отсева пробы на стандартном наборе сит.

Сита и проволочные круглые калибры с отверстиями, соответствующими номинальным размерам зерен данной фракции: 1,25Д; Д; 0,5 (Д+d); d, а также 2,5 и 1,25 мм.

### **Порядок подготовки и проведения испытания**

Для испытания используют лабораторную пробу, высушенную до постоянной массы.

-Пробу просеивают ручным или механическим способом через сита с отверстиями указанных выше размеров, собранные последовательно в колонку, начиная снизу с сита с отверстиями наименьшего размера, при этом толщина слоя щебня (гравия) на каждом из сит не должна превышать наибольшего размера зерен щебня (гравия).

-Продолжительность просеивания должна быть такой, чтобы при контрольном интенсивном ручном встряхивании каждого сита в течение 1 мин через него проходило не более 0,1% общей массы просеиваемой пробы. При механическом просеивании его продолжительность для применяемого прибора устанавливают в соответствии с указанным выше условием.

-При ручном просеивании допускается определять окончание просеивания следующим способом: каждое сито интенсивно трясут над листом бумаги. Просеивание считают законченным, если при этом не наблюдается падение зерен щебня (гравия).

### **Обработка результатов испытания**

По результатам просеивания определяют частный остаток на каждом сите, %, по формуле

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

где  $m_i$  - масса остатка на данном сите, г;  
 $m$  - масса пробы, г.

-Определяют полные остатки на каждом сите в процентах массы пробы, равные сумме частных остатков на данном сите и всех ситах с большими размерами отверстий.

### **- Определение содержания дробленых зерен в щебне из гравия**

Содержание дробленых зерен в щебне из гравия оценивают количеством зерен, поверхность которых околота более чем наполовину.

-Из лабораторной пробы от каждой фракции испытываемого щебня берут аналитические пробы массой не менее:

0,25 кг - для щебня размером фракции от 5(3) до 10 мм;

1,0 кг - то же св.10 до 20 мм;

5,0 кг - " св.20 до 40 мм;

10,0 кг - " св.40 мм.

-Пробу в воздушно-сухом состоянии просеивают через сита с отверстиями размерами, равными  $D$  и  $d$ , и взвешивают остаток на сите с отверстиями, равными  $d$ .

-Визуальным осмотром (применяя в необходимых случаях лупу) определяют дробленые зерна, поверхность которых околота более чем наполовину.

Определение содержания пылевидных и глинистых частиц



## **Метод отмучивания**

-Содержание пылевидных и глинистых частиц в щебне (гравии) определяют по изменению массы пробы после отмучивания пылевидных и глинистых частиц (размер частиц менее 0,05 мм).

## **Порядок подготовки и проведения испытания**

-Берут аналитическую пробу щебня (гравия) массой не менее 5 кг, высушенную до постоянной массы. При этом для испытания щебня (гравия) фракции от 5(3) до 10 мм используют целиком пробу, применяемую при определении зернового состава.

-Пробу щебня (гравия) помещают в сосуд для отмучивания или ведро, заливают водой несколько выше уровня щебня и оставляют в таком состоянии до полного размокания глинистой пленки (определяется визуально) на зернах щебня (гравия) или комков глины, если они имеются в пробе.

-После этого в сосуд или ведро со щебнем (гравием) доливают воду в таком количестве, чтобы высота слоя воды над щебнем была 200 мм; содержимое сосуда перемешивают деревянной мешалкой и оставляют в покое на 2 мин. Через 2 мин сливают полученную суспензию. При сливе суспензии необходимо оставлять слой ее над щебнем (гравием) высотой не менее 30 мм.

-Затем щебень (гравий) вновь заливают водой до указанного выше уровня. Промывку щебня (гравия) в указанной последовательности повторяют до тех пор, пока вода после промывки не будет оставаться прозрачной.

-Воду в сосуд для отмучивания щебня (гравия) наливают до верхнего сливного отверстия. Суспензию сливают через два нижних отверстия.

Из ведра суспензию сливают с помощью сифона, конец которого должен быть на расстоянии не менее 30 мм от поверхности щебня (гравия).

После окончания отмучивания промытую пробу высушивают до постоянной массы.

### **Определение содержания глины в комках**

- Содержание глины в комках в щебне (гравии) определяют путем отбора из проб каждой фракции частиц.

#### **-Порядок подготовки и проведения испытания**

- Аналитические пробы щебня (гравия) готовят путем отсева лабораторной пробы на ситах стандартного набора или берут из остатков на ситах, полученных рассевом пробы при определении зернового состава.

- Каждую аналитическую пробу щебня (гравия), высушенную до постоянной массы, насыпают тонким слоем на металлический лист и увлажняют с помощью пипетки. Из пробы выделяют комки глины, отличающиеся пластичностью от зерен щебня (гравия), применяя в необходимых случаях лупу.

- Выделенные комки глины высушивают до постоянной массы и взвешивают.

## **Определение содержания зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой форм**

### **Метод визуальной разборки**

- Содержание в щебне (гравии) зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой форм оценивают количеством зерен, толщина которых менее длины в три раза и более.
- Из лабораторной пробы от каждой фракции испытываемого щебня (гравия) берут аналитические пробы.
- Содержание зерен пластинчатой (лещадной) или игловатой формы определяют отдельно для каждой фракции щебня (гравия).
- При наличии в испытываемом щебне (гравии) какой-либо фракции в количестве менее 5% по массе содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой форм в этой фракции не определяют.
- Аналитическую пробу взвешивают и из нее выбирают зерна, толщина которых меньше длины в три раза и более.
- Соотношение размеров зерен определяют при помощи передвижного шаблона или штангенциркуля. При использовании шаблона измеряемое зерно вкладывают наибольшим размером между губками, положение шаблона фиксируют стопорным винтом и измеряют размер зерна, затем зерно пропускают наименьшим размером между губками шаблона, установленными на расстоянии в три раза меньшем. Если зерно пройдет между губками, то его относят к зернам пластинчатой или игловатой формы.
- Зерна пластинчатой и игловатой форм взвешивают.

## Определение дробимости

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



Рисунок 4 — Цилиндры стальные

### Порядок проведения испытания

- При определении марки щебня (гравия) применяют цилиндр диаметром 150 мм.
- Для приемочного контроля качества щебня (гравия) фракции 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 на плунжере 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 - " св. 20 до 40 мм.

-Остаток щебня (гравия) на сите после просеивания взвешивают.

### **Метод замораживания**

**-Морозостойкость щебня (гравия)** определяют по потере массы пробы при попеременном замораживании и оттаивании.

### **Порядок подготовки к испытанию**

-Каждую фракцию щебня (гравия) испытывают на морозостойкость отдельно. Фракции, содержащиеся в щебне (гравии) в количестве менее 5% по массе, на морозостойкость не испытывают. Для испытания берут от каждой фракции две аналитические пробы. Масса каждой пробы должна быть не менее:

1,0 кг - для щебня (гравия) размером фракции от 5 до 10 мм;

1,5 кг - то же св. 10 до 20 мм;

2,5 кг - " св. 20 до 40 мм;

5,0 кг - " св. 40 до 70 (80) мм.

-Зерна крупнее 70 (80) мм дробят и испытывают фракцию размером св.40 до 70 (80) мм. Полученные пробы щебня (гравия) промывают и высушивают до постоянной массы.

## **Порядок проведения испытания**

- Аналитическую пробу щебня (гравия) данной фракции равномерно насыпают в металлический сосуд и заливают водой, имеющей температуру . Через 48 ч сливают воду из сосуда, помещают щебень (гравий) в морозильную камеру и доводят температуру в камере до минус . Продолжительность цикла замораживания щебня (гравия) в камере при установившейся температуре не выше минус  $16^{\circ}\text{C}$  должна составлять 4 ч. После этого сосуд со щебнем (гравием) помещают в ванну с проточной или сменяемой водой с температурой и выдерживают в ней при этой температуре до полного оттаивания щебня (гравия), но не менее 2 ч. Далее циклы испытания повторяют.

- После 15, 25 и каждых последующих 25 циклов попеременного замораживания и оттаивания пробу щебня (гравия) высушивают до постоянной массы, просеивают через контрольное сито, на котором она полностью оставалась перед испытанием.

- Зерна щебня (гравия) фракции св. 40 до 70 (80) мм, имеющие свежую поверхность раскола и оставшиеся на сите с размером отверстий 40 мм, относят к неморозостойким. Их массу не включают в массу остатка на контрольном сите.

## **Контроль качества работ при устройстве асфальтобетонных слоев**

При приготовлении асфальтобетонной смеси следует контролировать:

**постоянно** - температуру вяжущего и минеральных материалов, а температуру готовой асфальтобетонной смеси - в кузове каждого автомобиля-самосвала;

- не реже одного раза в смену - качество смеси по [ГОСТ 9128](#), [ГОСТ 31015](#), [ГОСТ Р 54401](#);

**- качество компонентов смеси** - при поступлении и не реже одного раза в 10 смен при приготовлении смеси.

**Работу дозаторов** минеральных материалов, битума и добавок следует контролировать в установленном порядке.

**При операционном контроле** качества работ по устройству дорожной одежды следует контролировать по каждому укладываемому слою не реже чем через каждые 100 м:

**высотные отметки** по оси дороги; ширину; толщину слоя уплотненного материала по его оси; поперечный уклон;

**ровность** (просвет под рейкой длиной 3 м на расстоянии 0,75-1 м от каждой кромки покрытия (основания) в пяти контрольных точках, расположенных на расстоянии 0,5 м от концов рейки и друг от друга) **температуру горячей асфальтобетонной смеси в каждом автомобиле-самосвале;**

**постоянно** - качество продольных и поперечных сопряжений укладываемых полос;

**Качество асфальтобетона** по показателям кернов (вырубок) в трех местах на 3000 м/кв покрытия по [ГОСТ 9128](#), [ГОСТ 31015](#) и [ГОСТ 12801](#), а также прочность сцепления слоев покрытия.

-Вырубки или керны следует отбирать в слоях из горячих асфальтобетонов не ранее чем через 1-3 суток после их уплотнения, а из холодного - через 15-30 суток на расстоянии не менее 1 м от края покрытия.

**Коэффициенты уплотнения конструктивных слоев дорожной одежды должны быть не ниже:**

**0,99** - для высокоплотного асфальтобетона из горячих смесей, плотного асфальтобетона из горячих смесей типов А и Б;

**0,98** - для плотного асфальтобетона из горячих смесей типов В, Г и Д, пористого и высокопористого асфальтобетона;

**0,96** - для асфальтобетона из холодных смесей.

-При контроле качества укладки армирующих и трещино-прерывающих прослоек из геосинтетического материала следует **визуально оценивать** состояние полотен, качество их стыковки, значения перекрытия полотен, качество закрепления полотен.

-Асфальтобетонные смеси следует укладывать в сухую погоду весной и летом при температуре окружающего воздуха **не ниже 5 °С, осенью - не ниже 10 °С**



-Толщина устраиваемого слоя асфальтобетона над прослойкой из геосинтетических материалов должна быть не менее 5 см.

-Производить работы с использованием горячих асфальтобетонных смесей в интервале температур воздуха 5 °С - 0 °С следует при соблюдении следующих требований:

-толщина устраиваемого слоя должна быть не менее 4 см

-Перед укладкой смеси (за 1-6 ч) необходимо провести обработку поверхности нижнего слоя битумной или битумно-полимерной эмульсией, жидким или вязким битумом, нагретым до требуемой температуры.

**-Параметры, используемые при оценке качества строительно-монтажных работ, и условия их оценки (Основания и покрытия)**

<b>2 Основания и покрытия дорожных одежд</b>	
2.1 Высотные отметки по оси	Не более 10% результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений до $\pm 20$ мм, остальные - до $\pm 10$ мм
2.2 Ширина слоя:**	
2.2.1 Основания и покрытия асфальтобетонные, цементобетонные	Не более 10% результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений от минус 7,5 см до 10 см, остальные до $\pm 5$ см
2.2.2 Все остальные типы оснований и покрытий	Не более 10% результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений до $\pm 10$ см, остальные - от минус 5 см до плюс 10 см

2.3 Толщина слоя:	
2.3.1 Основания и покрытия асфальтобетонные и цементобетонные	Не более 10% результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений до $\pm 10\%$ , остальные до $\pm 5\%$
2.3.2 Все остальные типы оснований и покрытий	Не более 10% результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений в пределах от минус 15 мм до 20 мм, остальные до $\pm 10$ мм
2.4 Поперечные уклоны	Не более 10% результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений до $\pm 0,010$ , остальные - до $\pm 0,005$
2.5 Ровность (просвет под рейкой длиной 3 м):***	
2.5.1 Основания и покрытия асфальтобетонные, монолитные цементобетонные и из каменных материалов и грунтов, обработанных вяжущими	Не более 5% результатов определений могут иметь значения просветов до 6 мм, остальные - до 3 мм
2.5.2 Все остальные виды покрытий и оснований	Не более 5% результатов определений могут иметь значения просветов до 15 мм, остальные - до 7 мм
2.6 Превышение граней смежных плит (в швах) монолитных цементобетонных:	
покрытий	Не более 10% результатов определений могут иметь значения до 4 мм, остальные до 2 мм
оснований	Не более 20% результатов определений могут иметь значения до 5 мм, остальные до 3 мм
2.7 Прямолинейность продольных и поперечных швов покрытия и основания	Не более 5% результатов определений могут иметь отклонения от прямой линии до 10 мм, остальные - до 5 мм
2.8 Превышение граней смежных плит сборных цементобетонных покрытий	Не более 20% результатов определений могут иметь значения до 5 мм, остальные до 3 мм
2.9 Ширина пазов деформационных швов всех	Отклонения от проектных значений до $\pm 20\%$ , но не

# Испытание асфальтобетонных смесей

## Определение средней плотности уплотненного материала

### -Порядок проведения испытания

-Образцы взвешивают на воздухе. Затем образцы из смесей погружают на 30 мин в сосуд с водой, имеющей температуру  $(20\pm 2)$  °С, таким образом, чтобы уровень воды в сосуде был выше поверхности образцов не менее чем на 20 мм, после чего образцы взвешивают в воде, следя за тем, чтобы на образцах не было пузырьков воздуха. Образцы из укрепленных грунтов перед взвешиванием в воде погружают в парафин при температуре . После взвешивания в воде образцы обтирают мягкой тканью и вторично взвешивают на воздухе.

### Обработка результатов испытания

Среднюю плотность образца из смеси, вычисляют по формуле

$$\rho_m \frac{gp^B}{g_2 - g_1}$$

где  $g$  - масса образца, взвешенного на воздухе, г;

$\rho^B$  - плотность воды, равная 1 ;

$g_1$  - масса образца, взвешенного в воде, г;

$g_2$  - масса образца, выдержанного в течение 30 мин в воде и вторично взвешенного на воздухе, г.

-За результат определения средней плотности принимают округленное до второго десятичного знака среднеарифметическое значение результатов определения средней плотности трех образцов. Если расхождение между наибольшим и наименьшим результатами параллельных определений превышает 0,03 , то проводят повторные испытания и вычисляют среднеарифметическое из шести значений.

### **Определение средней плотности минеральной части**

-Сущность метода заключается в определении плотности минеральной части (остова) уплотненной смеси или укрепленного грунта с учетом имеющихся пор.

-Среднюю плотность минеральной части определяют расчетом на основании предварительно установленной средней плотности образцов и соотношения минеральных материалов, вяжущего и воды при наличии ее в смесях или укрепленных грунтах.

Среднюю плотность минеральной части смеси , вычисляют по формуле:

$$\rho_m^M \frac{\rho_m}{1+0.01g_6}$$

где  $\rho_m$  - средняя плотность образцов;

$g_6$  - массовая доля вяжущего в смеси, % (сверх 100% минеральной части).

## **Определение истинной плотности минеральной части**

-Сущность метода заключается в определении расчетным путем плотности минеральной части (остова) смеси без учета имеющихся в ней пор.

-Истинную плотность минеральной части (остова) определяют на основании предварительно установленных истинных плотностей отдельных минеральных материалов (щебня, песка, минерального порошка и др.).

Истинную плотность минеральной части  $\rho^M$ , вычисляют по формуле

$$\rho^M = \frac{100}{\frac{g_1}{\rho_1} + \frac{g_2}{\rho_2} + \dots + \frac{g_n}{\rho_n}}$$

где  $q_1, q_2, \dots, q_n$ , - массовая доля отдельных минеральных материалов;

$\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_n$ , - истинная плотность отдельных минеральных материалов.

## **Определение остаточной пористости**

Сущность метода заключается в определении объема пор, имеющихся в уплотненной смеси или асфальтобетоне.

Остаточную пористость лабораторных образцов или образцов из покрытия, определяют расчетом на основании предварительно установленных средней и истинной плотностей с точностью до первого десятичного знака по формуле

$$V_{\text{пор}}^{\circ} = \left(1 - \frac{\rho_m}{\rho}\right) \cdot 100$$

где  $\rho_m$  - средняя плотность уплотненной смеси;  $\rho$  - истинная плотность смеси.

### **Определение водонасыщения**

#### Порядок проведения испытания

Водонасыщение определяют на образцах цилиндрической формы или на образцах-вырубках (кернах). Для смесей испытание проводят на образцах, использованных для определения средней плотности.

Образцы из смесей, взвешенные на воздухе и в воде, помещают в сосуд с водой с температурой . Уровень воды над образцами должен быть не менее 3 см.

Сосуд с образцами устанавливают в вакуумную установку, где создают и поддерживают давление не более 2000 Па (15 мм рт. ст.) в течение 1 ч при испытании образцов из смесей с вязкими органическими вяжущими; 30 мин - при испытании образцов из смесей с жидкими и эмульгированными вяжущими. Затем давление доводят до атмосферного и образцы выдерживают в том же сосуде с водой с температурой в течение 30 мин. После этого образцы извлекают из сосуда, взвешивают в воде, обтирают мягкой тканью и взвешивают на воздухе.

## **Обработка результатов испытания**

Водонасыщение образца  $W$ , %, вычисляют по формуле

$$W = \frac{g_5 - g}{g_2 - g_1} 100$$

где  $g$  - масса образца, взвешенного на воздухе, г;

$g_1$  - масса образца, взвешенного в воде, г;

$g_2$  - масса образца, выдержанного в течение 30 мин в воде и взвешенного на воздухе, г;

$g_5$  - масса насыщенного водой образца, взвешенного на воздухе, г.

За результат определения водонасыщения принимают округленное до первого десятичного знака среднеарифметическое значение трех определений.

### **Определение набухания**

Набухание определяют как приращение объема образца после насыщения его водой.

Для определения набухания используют данные, полученные при определении средней плотности и водонасыщения.

Набухание образца  $H$ , % по объему, вычисляют по формуле для смесей

$$H = \frac{(g_5 - g_6) - (g_2 - g_1)}{g_2 - g_1} 100$$

где  $g_6$  - масса насыщенного водой образца, взвешенного в воде, г.

За результат определения набухания принимают округленное до первого десятичного знака среднеарифметическое значение трех определений.

### **Определение предела прочности при сжатии**

Порядок подготовки к проведению испытания

Для испытания готовят образцы. Перед испытанием образцы термостатируют при заданной температуре:  $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$ ,  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$  или  $(0 \pm 2)^\circ\text{C}$ . Температуру  $(0 \pm 2)^\circ\text{C}$  создают смешением воды со льдом. Образцы из горячих смесей выдерживают при заданной температуре в течение 1 ч в воде.

Образцы из смесей с жидкими и эмульгированными битумами термостатируют в воздушной среде в течение 2 ч, при этом образцы из укрепленных грунтов упаковывают в полиэтиленовые пакеты.

Для определения предела прочности при сжатии образцов в водонасыщенном состоянии используют образцы, испытанные в соответствии с определением водонасыщения. Насыщенные водой образцы после взвешивания на воздухе и в воде снова помещают в воду с температурой  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ , а перед испытанием вытирают мягкой тканью или фильтровальной бумагой.



## Порядок проведения испытания

Предел прочности при сжатии образцов определяют на прессах при скорости движения плиты пресса  $(3,0 \pm 0,3)$  мм/мин.

При использовании гидравлических прессов эту скорость перед проведением испытания следует установить при холостом ходе поршня.

Образец, извлеченный из сосуда для термостатирования, устанавливают в центре нижней плиты пресса, затем опускают верхнюю плиту и останавливают ее выше уровня поверхности образца на 1,5-2 мм. Это же может быть достигнуто соответствующим подъемом нижней плиты пресса. После этого включают электродвигатель пресса и начинают нагружать образец. Для повышения точности определения предела прочности при сжатии рекомендуется использовать шарнирное устройство (рисунок 6), состоящее из шарика 1 и двух металлических пластин 2, которое устанавливают на верхний торец образца 4, накрытый прокладкой из бумаги 3.

Шарнирное устройство обеспечивает равномерное распределение нагрузки по всей площади торца образца в случае не параллельности оснований образца.

Максимальное показание силоизмерителя принимают за разрушающую нагрузку.

Обработка результатов испытания

Предел прочности при сжатии  $R_{сж}$ , МПа, вычисляют по формуле

$$R_{сж} = \frac{P}{F} 10^{-2}$$

где  $P$  - разрушающая нагрузка, Н;

$F$  - первоначальная площадь поперечного сечения образца, ;

$10^{-2}$  - коэффициент пересчета в МПа.

За результат определения принимают округленное до первого десятичного знака среднеарифметическое значение испытаний трех образцов.

### **Определение предела прочности на растяжение при расколе**

#### **Порядок подготовки к проведению испытания**

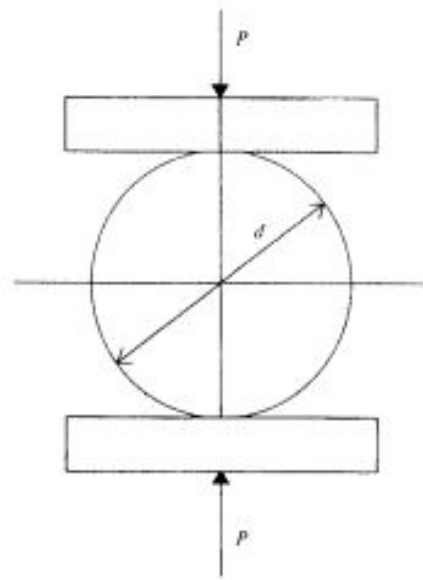
Для испытания готовят образцы. Перед испытанием образцы термостатируют при заданной температуре  $(0 \pm 2)$  °С в течение не менее 1 ч в воде. Температуру  $(0 \pm 2)$  °С создают смешением воды со льдом.

#### **Порядок проведения испытания**

Предел прочности на растяжение при расколе образцов определяют на прессах при заданной постоянной скорости движения плиты пресса  $(50 \pm 1)$  мм/мин.

-При использовании гидравлических прессов требуемую скорость перед проведением испытания следует установить при холостом ходе поршня.

-Образец, извлеченный из сосуда для термостатирования, устанавливают в центре нижней плиты пресса на боковую поверхность, затем опускают верхнюю плиту и останавливают ее выше уровня поверхности образца на 1,5-2 мм. Это может быть достигнуто соответствующим подъемом нижней плиты пресса. После этого включают электродвигатель пресса и начинают нагружать образец.



-Максимальное показание силоизмерителя принимают за разрушающую.

### **Обработка результатов испытания**

Предел прочности на растяжение при расколе, МПа, вычисляют по формуле

$$R_p = \frac{P}{hd} 10^{-2}$$

где P - разрушающая нагрузка, Н;

h - высота образца, см;

d - диаметр образца, см;

$10^{-2}$  - коэффициент пересчета в МПа.

-За результат определения принимают округленное до первого десятичного знака среднеарифметическое значение испытаний трех образцов.

Рисунок 7 — Схема испытания образцов на растяжение при расколе

# **Определение предела прочности на растяжение при изгибе и показателей деформативности**

## **Порядок подготовки и проведения испытания**

- Для испытания готовят образцы. Перед испытанием образцы термостатируют при температуре  $(20\pm 2)^\circ\text{C}$  в воздушной среде в течение 2 ч.
- Предел прочности на растяжение при изгибе определяют при скорости нагружения или при другом заданном режиме деформирования образцов.
- На нижней плите пресса укрепляют опорное приспособление, на которое помещают образец-призму. Образец устанавливают на опоры той гранью, которая при уплотнении была вертикальной. Поверхность образца должна плотно прилегать к опорам по всей ширине. Посередине образца помещают металлический стержень через который происходит нагружение, диаметром 10 мм и длиной не менее ширины образца.
- Опускают верхнюю плиту и останавливают выше металлического стержня на 4-6 мм. После этого начинают нагружать образец. Максимальное показание силоизмерителя принимают за разрушающую нагрузку, а величину прогиба фиксируют по индикатору.

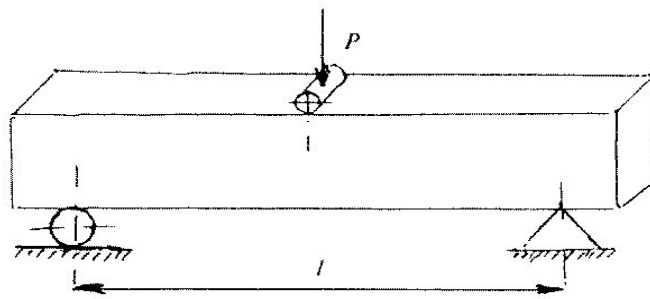


Схема испытания образцов-призм на изгиб

## Обработка результатов испытания

Предел прочности на растяжение при изгибе, МПа, вычисляют по формуле

$$R_{\text{изг}} = \frac{3Pl}{2bh^2} 10^{-2}$$

где  $P$  - разрушающая нагрузка, Н;

$l$  - расстояние между опорами, см;

$b$  - ширина образца, см;

$h$  - высота образца, см;

$10^{-2}$  - коэффициент пересчета в МПа.

-За результат определения принимают округленное до второго десятичного знака среднеарифметическое значение испытания трех образцов.

-Предельную относительную деформацию растяжения при изгибе вычисляют по

формуле  $\varepsilon_{\text{пр}} = \frac{6f_{\text{пр}}h}{l^2}$  где  $f_{\text{пр}}$  - максимальная величина прогиба образца в момент разрушения, см.

-За результат определения принимают округленное до четвертого десятичного знака среднеарифметическое значение испытания трех образцов.

Модуль деформации  $E$ , МПа, вычисляют по формуле

$$E = \frac{Pl^3}{4f_{\text{пр}}bh^3} 10^{-2}$$

где  $P$  - нагрузка на образец, Н;

$f_{\text{пр}}$  - прогиб образца в середине пролета, см.

-За результат определения принимают округленное до целого среднеарифметическое значение испытания трех образцов.

### Определение характеристик сдвигоустойчивости

Сущность метода заключается в определении максимальных нагрузок и соответствующих предельных деформаций стандартных цилиндрических образцов при двух напряженно-деформированных состояниях: при одноосном сжатии (1) и при сжатии специальным обжимным устройством по схеме Маршалла (2).

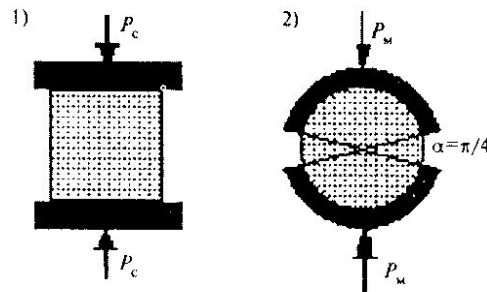


Схема испытания образцов на сдвигоустойчивость

## **-Порядок подготовки к проведению испытания**

-Для испытания асфальтобетона на сдвигоустойчивость готовят четное число образцов в количестве не менее 6 шт.

Перед испытанием образцы и обжимное устройство выдерживают в течение 1 ч при заданной температуре в воде. Половина образцов предназначается для испытания по первой схеме нагружения, другая половина - по второй (рисунок 9).

## **-Порядок проведения испытания**

-Максимальные разрушающие нагрузки и соответствующие предельные деформации образцов определяют при двух схемах нагружения: при одноосном сжатии и при сжатии по схеме

-Маршалла. Скорость нагружения образцов для обеих схем сжатия следует принимать одинаковой и равной  $(50,0 \pm 1,0)$  мм/мин.

-Образец, извлеченный из термостатирующего устройства, устанавливают в центре нижней плиты пресса при первой схеме сжатия или в нижнюю часть обжимного устройства при второй схеме нагружения.

-Верхняя плита пресса должна находиться на расстоянии 5-10 мм от верха образца или от верхней части обжимного устройства. После этого включают электродвигатель пресса и начинают нагружать образец.

В процессе испытания образца фиксируют максимальное показание силоизмерителя, которое принимают за разрушающую нагрузку. Одновременно с помощью индикатора перемещений замеряют предельную деформацию, соответствующую разрушающей нагрузке или началу стадии текучести, и время нагружения образца по секундомеру. Допускается определять предельную деформацию по произведению постоянной скорости деформирования на время нагружения образца.

### **Обработка результатов испытания**

Для каждого образца, испытанного на одноосное сжатие и на сжатие по схеме Маршалла, вычисляют работу  $A$ , Дж, затраченную на разрушение, по формуле:

$$A = \frac{Pl}{2}$$

где  $P$  - разрушающая нагрузка, кН;

$l$  - предельная деформация, мм.

Среднюю работу деформирования образцов при одноосном сжатии и при сжатии по схеме Маршалла вычисляют с точностью до второго десятичного знака как среднеарифметическое значение результатов испытания не менее трех образцов.

Коэффициент внутреннего трения асфальтобетона  $\text{tg}(\varphi)$  вычисляют по формуле:

$$\text{tg}\varphi = \frac{3(A_m - A_c)}{3A_m - 2A_c}$$



-где  $A_m$ ,  $A_c$  - средняя работа деформирования образцов асфальтобетона при испытании соответственно по схеме Маршалла и при одноосном сжатии, Дж.  
Сцепление при сдвиге, Мпа, вычисляют по формуле

$$C_{л} = \frac{1}{6} (3 - 2\text{tg}\varphi) R_c$$

-где  $R_c$  - предел прочности при одноосном сжатии, Мпа.

### **Определение водостойкости**

-Сущность метода заключается в оценке степени падения прочности при сжатии образцов после воздействия на них воды в условиях вакуума. Прочность при сжатии образцов.

-Обработка результатов испытания

-Водостойкость вычисляют с точностью до второго десятичного знака по формуле

$$K_B = \frac{R_{сж}^B}{R_{сж}^{20}}$$

-Где  $R_{сж}^B$  - предел прочности при сжатии при температуре  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$  водонасыщенных в вакууме образцов, МПа;

- $R_{сж}^{20}$  - предел прочности при сжатии при температуре  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$  образцов до водонасыщения, МПа.

## **Определение водостойкости при длительном водонасыщении**

-Сущность метода заключается в определении отношения прочности при сжатии образцов после воздействия на них воды в течение 15 сут к первоначальной прочности параллельных образцов.

### **Порядок проведения испытания**

-Образцы, насыщенные в вакуумной установке, переносят в другой сосуд с водой, в котором выдерживают в течение 15 сут, температуру воды поддерживают в пределах  $(20\pm 5)^\circ\text{C}$ . По истечении 15 сут образцы извлекают из воды, обтирают мягкой тканью и определяют предел прочности при сжатии.

### **Обработка результатов испытания**

-По результатам испытаний с точностью до второго десятичного знака вычисляют водостойкость после длительного водонасыщения по формуле

$$K_{\text{ВД}} = \frac{R_{\text{СЖ}}^{\text{ВД}}}{R_{\text{СЖ}}^{20}}$$

где  $R_{\text{СЖ}}^{\text{ВД}}$  - предел прочности при сжатии при температуре  $(20\pm 5)^\circ\text{C}$  образцов после насыщения водой в течение 15 сут, МПа;

$R_{\text{СЖ}}^{20}$  - предел прочности при сжатии при температуре  $(20\pm 5)^\circ\text{C}$  образцов до насыщения водой, МПа.

## **Определение морозостойкости**

Сущность метода заключается в оценке потери прочности при сжатии предварительно водонасыщенных образцов после воздействия на них установленного числа циклов замораживания - оттаивания.

### **Порядок проведения испытания**

Водонасыщенные образцы загружают в морозильную камеру так, чтобы расстояние между образцами было не менее 50 мм. Если после загрузки камеры температура в ней повысится, то началом замораживания считают момент, когда в морозильной камере установится температура минус 18°C. Продолжительность одного замораживания при установившейся температуре в камере должна быть не менее 4 ч. Оттаивание образцов после их выгрузки из морозильной камеры проводят в течение 4 ч в ванне с водой при температуре  $(18 \pm 2)^\circ\text{C}$ , если до испытания на морозостойкость они подвергались полному водонасыщению, и во влажном песке, если до испытания на морозостойкость они подвергались капиллярному водонасыщению.

Число циклов замораживания - оттаивания в течение суток должно быть не менее одного. При вынужденных или технически обоснованных перерывах при испытании на морозостойкость образцы должны находиться в замороженном состоянии.

После установленного числа циклов замораживания - оттаивания (5, 10, 15, 25, 50) образцы, подвергавшиеся вакуумированию, выдерживают в течение 2 ч в воде при температуре  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ , а образцы, подвергавшиеся капиллярному водонасыщению, - во влажном песке, после чего их испытывают и определяют предел прочности при сжатии.

### **Обработка результатов испытания**

Потерю прочности при сжатии, %, вычисляют по формуле

где  $R_{сж}^B$  - среднеарифметическое значение предела прочности при сжатии при температуре водонасыщенных образцов, МПа;

$$\Delta R = \frac{R_{сж}^B - R_{сж}^M}{R_{сж}^B} 100$$

$R_{сж}^B$  - среднеарифметическое значение предела прочности при сжатии при температуре образцов после установленного числа циклов замораживания - оттаивания, МПа.

$R_{сж}^M$  - среднеарифметическое значение потери прочности при сжатии вычисляют по трем образцам.

### **Определение состава смеси**

Сущность методов заключается в определении содержания вяжущего и зернового состава минеральной части смеси.

-Метод экстрагирования вяжущего

-Метод предусматривает определение содержания вяжущего путем экстрагирования его из смеси в специальных приборах-экстракторах с помощью растворителей.

### **Порядок проведения испытания**

-Колбу с растворителем нагревают на песчаной бане до температуры кипения растворителя. Конденсирующиеся в холодильнике пары растворителя, непрерывно стекая на смесь, растворяют вяжущее и извлекают его из смеси.

-После заполнения экстрактора растворитель переливают в колбу по сифонной трубке.

-Извлечение вяжущего продолжают до исчезновения окраски растворителя, собирающегося в экстракционной насадке.

-Извлеченный из насадки патрон высушивают в сушильном шкафу при температуре 50-60°C до постоянных результатов взвешивания.

-Если наиболее мелкие частицы минерального материала смеси проходят в экстракт, то его нужно осторожно слить из колбы в чашку и остаток промыть новым количеством растворителя до исчезновения окраски и высушить.

-Количество мелких частиц, прошедших через гильзу, определяют как разность между массой чашки с остатком и массой пустой чашки.

-Вычисленную массу мелких частиц прибавляют к массе минерального остатка, полученного после извлечения вяжущего.

### **Обработка результатов испытания**

-Массовую долю вяжущего в смеси , %, вычисляют с точностью до первого десятичного знака по формулам:

при дозировке вяжущего, включенного в 100% состава смеси

$$q_B = \frac{(G_1 - G) - (G_2 - G)}{(G_1 - G)} 100$$

при дозировке вяжущего сверх 100% минеральной части смеси

$$q'_B = \frac{(G_1 - G) - (G_2 - G)}{(G_2 - G)} 100$$

где G - масса высушенного патрона с ватой, г;

G<sub>1</sub> - масса патрона с ватой и смесью до экстрагирования, г;

G<sub>2</sub> - масса патрона с ватой и минеральным остатком после экстрагирования и высушивания, г.

-Массовую долю вяжущего определяют по результатам двух параллельных испытаний. Расхождение между результатами параллельных определений не должно быть более 0,2% (по абсолютной величине).

## **Определение зернового состава минеральной части смеси после экстрагирования**

### **Проведение испытания и обработка результатов испытания**

-Пробу минеральной части смеси, оставшуюся после экстрагирования, взвешивают, затем помещают в фарфоровую чашку, заливают небольшим количеством воды и растирают в течение 2-3 мин пестиком с резиновым наконечником.

-Воду со взвешенными в ней частицами сливают через сито с сеткой N 0071, установленное над сосудом. Оставшиеся в чашке частицы вновь заливают чистой водой, растирают и воду снова сливают.

-Последовательное растирание частиц и сливание мутной воды продолжают до тех пор, пока вода не станет прозрачной. Окончив промывание, оставшиеся на сите частицы минерального материала крупнее 0,071 мм переносят в фарфоровую чашку с остатком. Оставшуюся в чашке воду осторожно сливают, а затем чашку ставят в сушильный шкаф для высушивания остатка минерального материала до постоянной массы при температуре.

-Промывание и растирание минерального материала непосредственно на сите с сеткой N 0071 не допускаются.

-Высушенную пробу минерального материала просеивают через набор сит.

-Перед окончанием просеивания для проверки каждое сито вручную интенсивно встряхивают в течение 1 мин над листом бумаги. Просеивание считают законченным при следующих условиях:

если на бумаге не будет частиц, прошедших через сито с отверстиями размером 5 мм;

-если масса частиц, прошедших через сито с отверстиями размером 0,63 мм, не превышает 0,05 г, а прошедших через сито с отверстиями размером 0,071 мм - 0,02 г.

-Остаток на каждом сите взвешивают и определяют частные остатки на ситах в процентах по отношению к массе просеиваемой навески, округленные до первого десятичного знака

-Содержание зерен размером менее 0,071 мм в процентах определяют вычитанием из 100% суммы остатков на всех ситах.



## Метод выжигания вяжущего

### Порядок проведения испытания

-Лотки со смесью помещают в муфельную печь, температуру в печи доводят до  $(500 \pm 10 \text{ } ^\circ\text{C})$  и выдерживают при этой температуре в течение 1,5 ч. После прокаливания лотки вынимают щипцами из печи и охлаждают на толстой металлической плите до комнатной температуры. После охлаждения лотки взвешивают и вновь прокаливают при в течение одного-двух 30-минутных периодов до постоянной массы.

### Обработка результатов испытания

-Зерновой состав минеральной части смеси после выжигания из нее битума.  
-Массовую долю вяжущего, %, вычисляют с точностью до второго десятичного знака по формулам:

при дозировке вяжущего, включенного в 100% состава асфальтобетонной смеси

$$q_b = \frac{G_1 - G_2}{G_1 - G} 100$$

$G_1$  - масса лотка с навеской смеси до выжигания, г;

$G_2$  - масса лотка с навеской смеси после выжигания, г.

-Массовую долю вяжущего определяют по результатам двух параллельных испытаний. Расхождение между результатами параллельных определений не должно быть более 0,2% (по абсолютной величине).

## **Определение коэффициента уплотнения смесей в конструктивных слоях дорожных одежд**

-Сущность метода заключается в определении отношения средней плотности вырубков (кернов) к средней плотности переформованных из них образцов (коэффициента уплотнения).

### **-Обработка результатов испытания**

-Коэффициент уплотнения вычисляют с точностью до второго десятичного знака методом округления по формуле

$$K_y = \frac{P_m}{P'_m}$$

где  $P_m$  - средняя плотность образца из конструктивного слоя ;

$P'_m$  - средняя плотность переформованного образца.

## **Определение качества сцепления битумного вяжущего с поверхностью щебня**

Качество сцепления оценивают визуально по степени сохранности пленки битумного вяжущего на зернах щебня после его кипячения в дистиллированной воде.

## **-Порядок проведения испытания**

- Химический стакан заполняют на  $2/3$  объема дистиллированной водой, устанавливают на электроплитку, песчаную баню или на асбестовую сетку над пламенем горелки и доводят воду до кипения (не допуская бурного кипения).
- Каждое зерно, подвешенное на штативе, поочередно опускают в середину стакана так, чтобы оно не касалось ни дна, ни стенок стакана и выдерживают в кипящей воде при применении вязких битумов 30 мин, жидких - 3 мин.
- По истечении указанного времени удаляют фильтровальной бумагой битум, отделившийся от поверхности щебня в процессе кипячения и всплывший на поверхность.
- Зерно щебня вынимают из стакана и погружают в стакан с холодной дистиллированной водой на 1-3 мин для охлаждения и закрепления оставшейся на поверхности щебня пленки битума.
- Остывший щебень вынимают из воды и помещают на фильтровальную бумагу.

## **Обработка результатов испытания**

- Поверхность зерен щебня осматривают и проводят оценку качества сцепления битумного вяжущего со щебнем по степени сохранности пленки вяжущего в соответствии с таблицей по **ГОСТ12801-98**

# Битумы нефтяные дорожные

-Вязкие нефтяные дорожные битумы изготовляют окислением продуктов прямой перегонки нефти и селективного разделения нефтепродуктов (асфальтов деасфальтизации, экстрактов селективной очистки), а также компаундированием указанных окисленных и неокисленных продуктов или в виде остатка прямой перегонки нефти.

**-В зависимости от глубины проникания иглы при 25 °С вязкие дорожные нефтяные битумы изготовляют следующих марок: БНД 200/300, БНД 130/200, БНД 90/130, БНД 60/90, БНД 40/60, БН 200/300, БН 130/200, БН 90/130, БН 60/90**



## Методы испытания:

### Метод определения глубины проникания иглы

- Испытуемый образец битума нагревают до подвижного состояния, при наличии влаги его обезвоживают путем нагрева до температуры на  $90\text{ }^{\circ}\text{C}$  выше температуры размягчения, но не выше  $180\text{ }^{\circ}\text{C}$  (для дорожных битумов - не выше  $160\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) при осторожном перемешивании, избегая местных перегревов. Время нагревания битума при указанных условиях не должно превышать 30 мин.

- Обезвоженный и расплавленный до подвижного состояния битум процеживают через металлическое сито и наливают в две пенетрационные чашки так, чтобы поверхность битума была не более чем на 5 мм ниже верхнего края чашки, и тщательно перемешивают до полного удаления пузырьков воздуха.

- Чашку с битумом охлаждают на воздухе при  $18\text{-}30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , предохраняя образец от пыли. Продолжительность охлаждения 60-90 мин при испытании битума с глубиной проникания иглы до 250 и 90-120 мин - с глубиной проникания иглы более 250.

-Затем чашки с битумом помещают в баню для термостатирования при заданной температуре испытания.

-Время выдерживания чашек в бане высотой 35 мм - 60-90 мин, а чашек высотой 60 мм - 90-120 мин.

-Пенетрометр устанавливают горизонтально по уровню или отвесу, затем проверяют точность показаний пенетрометра. Для этого вынимают иглу, произвольно опускают плунжер пенетрометра. Между плунжером и нижним концом рейки кремальеры вставляют тарировочный стержень высотой  $(40,00 \pm 0,05)$ ,  $(50,00 \pm 0,05)$  и  $(63,00 \pm 0,05)$  мм, устанавливают стрелку на нуль, вынимают тарировочный стержень и опускают рейку кремальеры до касания с верхним концом плунжера. Показание пенетрометра должно соответствовать высоте тарировочного стержня.

-Для пенетрометров, снабженных автоматическим реле времени, необходимо проверить выключение их через  $(5,0 \pm 0,1)$  с и  $(60,00 \pm 0,15)$  с

-Если в НТД на битумы не предусмотрены условия испытания, то глубину проникания иглы определяют при температуре **25 °С**, нагрузке **100 г** в течение **5 с**.

-По истечении заданного времени выдерживания чашку с образцом битума вынимают из бани для термостатирования и помещают в плоскодонный сосуд вместимостью не менее 0,5 дм, наполненный водой так, чтобы высота жидкости над поверхностью битума была не менее 10 мм, температура воды в сосуде должна соответствовать температуре испытания.

-Сосуд устанавливают на столбик пенетрометра и подводят острие иглы к поверхности битума так, чтобы игла слегка касалась ее.

-Правильность подведения иглы к поверхности битума проверяют с помощью зеркальца при освещении поверхности образца источником направленного холодного света.

-Допускается применять другие устройства, обеспечивающие проверку правильности подведения конца острия иглы к поверхности битума.

-При разногласиях, возникших в оценке качества битума, правильность подведения иглы к поверхности битума проверяют с помощью зеркальца.



-Доводят кремальеру до верхней площадки плунжера, несущего иглу, и устанавливают стрелку на нуль или отмечают ее положение, после чего одновременно включают секундомер и нажимают кнопку пенетрометра, давая игле свободно входить в испытуемый образец в течение 5 с, по истечении которых отпускают кнопку. После этого доводят кремальеру вновь до верхней площадки плунжера с иглой и отмечают показание пенетрометра.

-Если пенетрометр полуавтоматический, то устанавливают шкалу или стрелку на 0 и приводят в действие механизм, который по истечении 5 с выключается сам.

-Определение повторяют не менее трех раз в различных точках на поверхности образца битума, отстоящих от краев чашки и друг от друга не менее чем на 10 мм. После каждого погружения иглу вынимают из гнезда, отмывают ее толуолом, бензином или другим растворителем и насухо вытирают в направлении острия.

-Для отдельных марок битумов, если результаты имеют разброс, перед проведением испытания иглы погружают на 5 мин в раствор олеиновой кислоты в толуоле с массовой долей 1%, затем насухо вытирают.

-Если глубина проникания иглы образца выше 200 единиц, применяют не менее трех игл, оставляя каждую в образце до завершения трех определений

## Метод определения температуры размягчения по кольцу и шару



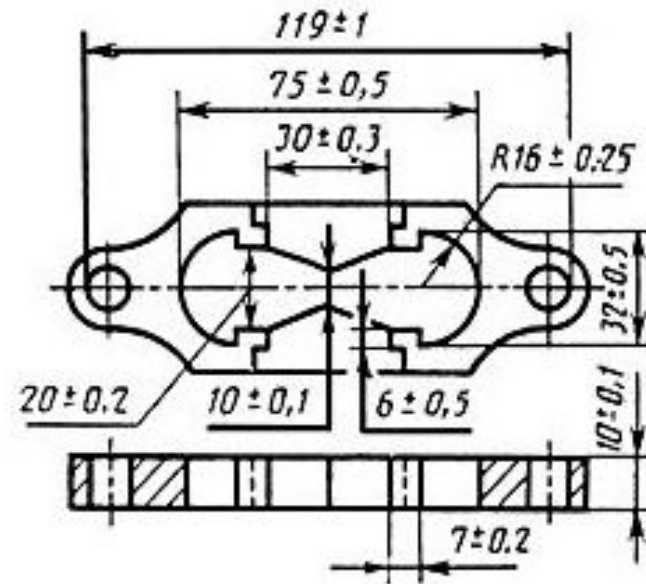
Перед испытанием образец битума, при наличии влаги, обезвоживают осторожным нагреванием без перегрева до температуры на 80-100 °С выше ожидаемой температуры размягчения, но не ниже 120 °С и не выше 180 °С. Обезвоженный и расплавленный до подвижного состояния битум процеживают через сито и затем тщательно перемешивают до полного удаления пузырьков воздуха.

-Битум наливают с некоторым избытком в два гладких или ступенчатых кольца (для битумов с температурой размягчения свыше 80 °С используют два ступенчатых кольца, которые первоначально подогревают с помощью горелки или электрической плитки до предполагаемой температуры размягчения битума), помещенные на пластинку, покрытую смесью декстрина с глицерином (1:3) или талька с глицерином (1:3), при этом следует избегать образования пузырьков воздуха.

- После охлаждения колец с битумом на воздухе в течение 30 мин при  $(25 \pm 10)$  °С избыток битума гладко срезают нагретым ножом вровень с краями колец.
- Для битума с температурой размягчения свыше 110 °С избыток битума срезают после охлаждения на воздухе в течение 5 мин, а затем выдерживают еще 15 мин.
- Для битумов с температурой размягчения ниже 30 °С кольца с битумом помещают на 30 мин в стакан с водой, температура которой  $(5 \pm 1)$  °С. Избыток битума срезают нагретым ножом.
- Далее кольца с битумом помещают в отверстия верхней пластинки аппарата. В среднее отверстие верхней пластинки вставляют термометр так, чтобы нижняя точка ртутного резервуара была на одном уровне с нижней поверхностью битума в кольцах.
- Штатив с испытуемым битумом в кольцах и направляющими накладками помещают в стеклянный стакан (баню), заполненный дистиллированной или свежевскипяченной водой, температура которой  $(5 \pm 1)$  °С, уровень воды над поверхностью колец не менее 50 мм.

- По истечении 15 мин штатив вынимают из бани, на каждое кольцо в центре поверхности битума кладут пинцетом стальной шарик, охлажденный в бане до  $(5\pm 1)$  °С, и опускают подвеску обратно в баню, избегая появления пузырьков воздуха на поверхности битума.
- Устанавливают баню на нагревательный прибор так, чтобы плоскость колец была строго горизонтальной. Температура воды в бане после первых 3 мин подогрева должна подниматься со скоростью  $(5\pm 0,5)$  °С в минуту.
- Для обеспечения равномерности нагрева по высоте бани применяют механическую или ручную мешалку.
- Для каждого кольца и шарика отмечают температуру, при которой выдавливаемый шариком битум коснется нижней пластинки.

## Метод определения растяжимости



-Перед испытанием битум при наличии влаги обезвоживают осторожным нагреванием без перегрева до температуры на  $80^{\circ}\text{C}$  -  $100^{\circ}\text{C}$  выше температуры размягчения, но не выше  $180^{\circ}\text{C}$  (для дорожных битумов - не выше  $160^{\circ}\text{C}$ ) при помешивании стеклянной палочкой. Обезвоженный и расплавленный до подвижного состояния битум процеживают через металлическое сито и тщательно перемешивают до полного удаления пузырьков воздуха.

-Полированную металлическую или стеклянную пластинку и внутренние боковые стенки вкладышей "восьмерки" покрывают смесью талька с глицерином (1:3) или смесью декстрина с глицерином (1:2). Допускается боковые стенки вкладышей покрывать папиросной бумагой. Затем собирают форму на пластинке.

- Битум наливают в три формы тонкой струей от одного конца формы до другого, пока она не наполнится выше краев. Залитый в форму битум оставляют охлаждаться на воздухе в течение 30-40 мин при комнатной температуре, но не ниже 18 °С, а затем гладко срезают излишек битума горячим острым ножом от середины к краям так, чтобы битум заполнял формы вровень с их краями.

-Формы с битумом, не снимая с пластинки, помещают в водяную ванну, объем воды в которой должен быть не менее 10 дм (можно в ванну дуктилометра). **Высота слоя воды над битумом должна быть не менее 25 мм;** в ванне поддерживают температуру испытания, добавляя горячую или холодную воду или лед. При определении растяжимости при 25 °С температура воды поддерживается (25±0,5) °С, при определении растяжимости при 0 °С температура воды поддерживается 0 °С.

-По истечении 1 ч формы с битумом вынимают из воды, снимают с пластинки и закрепляют в дуктилометре, для чего кольца зажимов формы надевают на штифты, находящиеся на салазках и на стойке дуктилометра. После этого отнимают боковые части форм. Если образцы выдерживались не в дуктилометре, а в другой ванне, то прежде чем переносить их в дуктилометр, его также наполняют водой, имеющей температуру испытания, в таком количестве, чтобы вода покрывала штифты не менее чем на 25 мм. После того как температура воды в дуктилометре установится  $(25 \pm 0,5) \text{ } ^\circ\text{C}$  при испытании при  $25 \text{ } ^\circ\text{C}$  и  $0 \text{ } ^\circ\text{C}$  - при испытании при  $0 \text{ } ^\circ\text{C}$ , включают мотор дуктилометра и наблюдают за растяжением битума.

-Скорость растяжения при испытаниях при  $25 \text{ } ^\circ\text{C}$  и  $0 \text{ } ^\circ\text{C}$  должна **быть 5 см/мин.**

-Допускается при определении растяжимости битума при  $0 \text{ } ^\circ\text{C}$  устанавливать перегородку в середине ванны дуктилометра.

-При определении растяжимости битумов, имеющих плотность значительно большую или меньшую плотности воды (при растяжении нити битума достигают дна или всплывают на поверхность воды), **плотность воды изменяют добавлением раствора поваренной соли или глицерина** (для увеличения плотности) и **этилового спирта** (для уменьшения плотности)

## Метод определения температуры вспышки и воспламенения в открытом тигле



Аппарат устанавливают на горизонтальном столе в таком месте, где нет заметного движения воздуха и вспышка хорошо видна. Для защиты от движения воздуха аппарат с трех сторон окружают экраном или щитом. Перед проведением каждого испытания аппарат охлаждают.

-Перед каждым испытанием тигель промывают растворителем. Углеродистые отложения удаляют металлической щеткой. Затем тигель промывают холодной дистиллированной водой и высушивают на открытом пламени или горячей электроплитке. Тигель охлаждают до температуры не менее чем на  $56\text{ }^{\circ}\text{C}$  ниже предполагаемой температуры вспышки и помещают его в аппарат.

-В тигель помещают термометр в строго вертикальном положении так, чтобы нижний конец термометра находился на расстоянии 6 мм от дна тигля и на равном расстоянии от центра и от стенок тигля.



## Проведение испытания

- Тигель заполняют нефтепродуктом так, чтобы верхний мениск точно совпадал с меткой. При наполнении тигля выше метки избыток нефтепродукта удаляют пипеткой или другим соответствующим приспособлением. Удаляют пузырьки воздуха с поверхности пробы. Не допускается смачивание стенок тигля выше уровня жидкости.
- При попадании нефтепродукта на внешние стенки тигля тигель освобождают от нефтепродукта и обрабатывают по п.2.1.2.3.
- Тигель с пробой нагревают пламенем газовой горелки или при помощи электрообогрева сначала со скоростью 14-17 °С в минуту. Когда температура пробы будет приблизительно на 56 °С ниже предполагаемой температуры вспышки, скорость подогрева регулируют так, чтобы последние 28 °С перед температурой вспышки нефтепродукт нагревался со скоростью 5-6 °С в минуту.
- Зажигают пламя зажигательного устройства и регулируют его таким образом, чтобы размер диаметра пламени был примерно 4 мм. Его сравнивают с лекалом (шариком-шаблоном), вмонтированным в аппарат.

-Начиная с температуры не менее чем на 28 °С ниже температуры вспышки, каждый раз применяют зажигательное устройство при повышении температуры пробы на 2 °С. Пламя зажигательного устройства перемещают в горизонтальном направлении, не останавливаясь над краем тигля, и проводят им над центром тигля в одном направлении в течение 1 с.

-При последующем повышении температуры перемещают пламя зажигания в обратном направлении.

**-За температуру вспышки принимают температуру, показываемую термометром при появлении первого синего пламени над частью или над всей поверхностью испытуемого нефтепродукта.**

-В случае появления неясной вспышки она должна быть подтверждена последующей вспышкой через 2 °С.

-Голубой круг (ореол), который иногда образуется вокруг пламени зажигания, во внимание не принимают.

-Для определения температуры воспламенения продолжают нагрев пробы со скоростью 5-6 °С в минуту и повторяют испытание пламенем зажигательного приспособления через каждые 2 °С подъема температуры нефтепродукта.

-За температуру воспламенения принимают температуру, показываемую термометром в тот момент, в который испытуемый нефтепродукт при поднесении к нему пламени зажигательного приспособления загорается и продолжает гореть не менее 5 с

## **Метод определения изменения массы после прогрева**

-Перед испытанием пробу битума при необходимости обезвоживают нагреванием до температуры на  $80-100\text{ }^{\circ}\text{C}$  выше температуры размягчения, но не ниже  $125\text{ }^{\circ}\text{C}$  и не выше  $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ , не допуская перегрева, перемешивая стеклянной палочкой. Битум, обезвоженный и расплавленный до подвижного состояния, процеживают через металлическое сито и перемешивают для полного удаления пузырьков воздуха.

-Тщательно вымытые чашки помещают не менее чем на 30 мин в сушильный шкаф при  $(105\pm 1)\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Затем чашки охлаждают в эксикаторе до комнатной температуры и взвешивают с погрешностью не более  $0,01\text{ г}$ .

-Битум наливают не менее чем в две чашки (в металлические по  $(50\pm 0,1)\text{ г}$ , в стеклянные по  $(28\pm 0,1)\text{ г}$  в каждую) и при осторожном наклоне чашки распределяют его по дну равномерным слоем (приблизительно  $4\text{ мм}$ ).

-После охлаждения битума до комнатной температуры в эксикаторе пробы взвешивают с погрешностью не более 0,01 г. Взвешенные пробы устанавливают на горизонтальную решетку сушильного шкафа, предварительно подогретого до  $(163 \pm 1)$  °С. Температуру контролируют термометром, ртутный резервуар которого находится на уровне чашек. Во время испытания сушильный шкаф не открывают. Прогрев битума продолжают 5 ч. Так как при установлении проб температура сушильного шкафа понижается, то 5 ч отсчитывают от момента достижения 163 °С. Время достижения заданной температуры не должно превышать 15 мин. Во время испытания сушильный шкаф нельзя открывать.

-По истечении 5 ч чашки с битумом вынимают из сушильного шкафа, устанавливают в эксикаторе и после охлаждения до комнатной температуры взвешивают с погрешностью не более 0,01 г. Для определения изменения показателей битума после прогрева содержимое чашек расплавляют в сушильном шкафу при 163 °С и после перемешивания определяют показатели, предусмотренные в технических требованиях.

# По физико-химическим показателям битумы должны соответствовать требованиям и нормам

Наименование показателя	Норма для битума марки										Метод испытаний
	БНД 200/300	БНД 130/200	БНД 90/130	БНД 60/90	БНД 40/60	БН 200/300	БН 130/200	БН 90/130	БН 60/90		
	ОКП 02 5612 0115	ОКП 02 5612 0114	ОКП 02 5612 0113	ОКП 02 5612 0112	ОКП 02 5612 0111	ОКП 02 5612 0205	ОКП 02 5612 0204	ОКП 02 5612 0203	ОКП 02 5612 0202		
1. Глубина проникания иглы, 0,1мм: при 25 °С	201-300	131-200	91-130	61-90	40-60	201-300	131-200	91-130	60-90		По ГОСТ 11501
при 0 °С, не менее	45	35	28	20	13	24	18	15	10		
2. Температура размягчения по кольцу и шару, °С, не ниже	35	40	43	47	51	33	38	41	45		По ГОСТ 11506
3. Растяжимость, см, не менее: при 25 °С	-	70	65	55	45	-	80	80	70		По ГОСТ 11505
при 0°С	20	6,0	4,0	3,5	-	-	-	-	-		
4. Температура хрупкости, °С, не выше	-20	-18	-17	-15	-12	-14	-12	-10	-6		По ГОСТ 11507 с дополнением по п. 3.2
5. Температура вспышки, °С, не ниже	220	220	230	230	230	220	230	240	240		По ГОСТ 4333
6. Изменение температуры размягчения после прогрева/С, не более	7	6	5	5	5	8	7	6	6		По ГОСТ 18180, ГОСТ 11506 с дополнением по п.3.3
7. Индекс пенетрации	От -1,0 до +1,0					От -1,5 до +1,0					По приложению 2

# СХЕМА ЛАБОРАТОРНОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА БИТУМЫ НЕФТЯНЫЕ, ПБВ

Наименование показателей	ГОСТ	Предприятие-изготовитель	Потребитель
Глубина проникновения иглы:  при 25°С  при 0°С	11501-78	Обязательно  Обязательно	Для каждого рабочего котла и при поступлении новых партий
Температура размягчения по кольцу и шару	11506-73	Обязательно	Для каждого рабочего котла и при поступлении новых партий
Растяжимость:  при 25°С  при 0°С	11505-75	Обязательно  Не реже 1 раза в 10 дней	1 раз в 10 дней и при изменении качества поступающего продукта При отсутствии паспортных данных и при изменении качества поступающего продукта
Температура хрупкости	11507-78	Обязательно	1 раз в месяц и при изменении качества поступающего продукта
Индекс пенетрации	22245-90	Обязательно	Обязательно

Условная вязкость по вискозиметру с отверстием 5 мм, при 60°C, секунд (для жидких битумов)	11503-74	Обязательно	Из каждого рабочего котла и при поступлении новых партий
Температура вспышки, °С	4333-87	Не реже 1 раза в месяц	1 раз в месяц и при изменении качества поступающего продукта
Изменение температуры размягчения после прогрева	11506-73	Не реже 1 раза в 10 дней	1 раз в 10 дней и при изменении качества поступающего продукта
Эластичность (для ПБВ)	ОСТ 218.010-98	Обязательно	1 раз в 10 дней и при изменении качества поступающего продукта
Однородность (для ПБВ)	ОСТ 218.010-98	Обязательно	1 раз в 10 дней и при изменении качества поступающего продукта

## **Приготовление бетонной смеси**

- должно обеспечивать требуемый объем вовлеченного воздуха с учетом продолжительности ее транспортирования от бетонного завода к месту бетонирования. Мелкозернистые бетонные смеси следует приготавливать только в бетоносмесителях с принудительным перемешиванием как циклического, так и непрерывного действия.
- При использовании бетоносмесителей циклического действия продолжительность перемешивания бетонной смеси должна быть не менее 60 с и уточняться опытным путем.
- Материалы для приготовления бетонной смеси должны дозироваться по виду и фракциям отдельно.
- Продолжительность транспортирования бетонной смеси не должна превышать 30 мин при температуре воздуха от 20 до 30°C и 60 мин - при температуре воздуха ниже 20°C.
- В процессе транспортирования бетонную смесь следует защищать от воздействия атмосферных осадков и испарения влаги.
- Непосредственно после выгрузки бетонной смеси кузова бетоновозов или автомобилей-самосвалов следует очищать и промывать водой.

## **Устройство монолитных покрытий и оснований**

- Бетонную смесь следует распределять с помощью распределителя с учетом припуска на уплотнение, величину которого следует устанавливать в зависимости от толщины покрытия и удобоукладываемости смеси и определять при пробном бетонировании. - Допускается распределение бетонной смеси бетоноукладчиком в случае выгрузки бетонной смеси на основание.
- Незначительные неровности и мелкие дефекты поверхности покрытия после прохода бетоноукладчика следует исправлять с помощью трубного финишера. Трубы финишера следует слегка увлажнить тонкораспыленной водой через систему орошения.



-Организация работ по устройству двухслойного покрытия должна обеспечивать ритмичную укладку смеси и получение монолитного бетона по всей толщине покрытия. Интервалы во времени между укладкой нижнего и верхнего слоев должны быть: при температуре воздуха 5 - 20°C - не более 1 ч; при температуре 20 - 25°C - не более 45 и при температуре 25 - 30°C - не более 30 мин.

-Для ухода за бетоном следует применять пленкообразующие материалы, которые наносятся на бетонную поверхность в количестве не менее 400 при температуре воздуха до 25°C и 600 при температуре 25°C и выше, как правило, в два слоя с интервалом в 20 - 30 мин.

-Пленкообразующие материалы необходимо наносить путем распыления многосопловым распределителем равномерно на всю открытую поверхность плиты (включая и боковые грани) после завершения работ по отделке покрытия. Пленкообразующие материалы типа ПМ следует наносить после испарения влаги с поверхности бетона (поверхность становится матовой), а водную битумную эмульсию - сразу после окончания отделки поверхности бетонного покрытия.

-В случае выпадения осадков следует применять рулонные пароводонепроницаемые материалы.

-При отсутствии пленкообразующих материалов допускается применять для ухода за бетоном слой песка или супеси толщиной 4 - 6 см, поддерживаемый во влажном состоянии.

-Уход за свежеложенным бетоном следует осуществлять до момента достижения бетоном проектной прочности, **но не менее 28 сут.**

- При максимальной суточной температуре воздуха  $25^{\circ}\text{C}$  и выше темные пленкообразующие материалы после формирования пленки следует осветлять путем нанесения суспензии алюминиевой пудры или известкового раствора. Допускается вместо осветления наносить на поверхность пленки из темных материалов слой песка (супеси) толщиной 4-6 см.
- Пазы деформационных швов следует нарезать преимущественно в затвердевшем бетоне алмазными дисками при достижении бетоном прочности на сжатие в пределах **8,0-10,0 МПа**.
- Время начала нарезки пазов швов следует определять на основании данных о прочности бетона, и уточнять путем пробной нарезки. При пробной нарезке выкрашивание кромок швов не должно превышать **2-3 мм**.
- При суточных перепадах температуры воздуха **менее  $12^{\circ}\text{C}$**  пазы поперечных швов сжатия в покрытии следует, как правило, нарезать в этот же день. Если прочность бетона не достигает в этот период требуемой величины, то швы следует нарезать на следующие сутки, как правило, **не ранее 9 ч утра и не позднее 24 ч**.
- Установка ленты не допускается, если бетонная смесь потеряла подвижность и лента не омоноличивается. Лента должна закладываться на глубину не менее  $1/4$  толщины покрытия и выступать над поверхностью покрытия на 0,5-1,0 см.
- В конце рабочей смены и в местах вынужденного перерыва работ следует устраивать рабочие поперечные швы, как правило, по типу швов коробления с помощью приставной опалубки.
- Герметизирующие материалы, разрешенные для заполнения деформационных швов и приготовленные на основе битума, перед применением необходимо разогреть до температуры **150-180 $^{\circ}\text{C}$** .

## Контроль качества работ

-При приготовлении цементобетонной смеси следует контролировать:

постоянно - соблюдение технологических режимов приготовления бетонной смеси;  
не реже одного раза в смену - показатель удобоукладываемости бетонной смеси и объем вовлеченного воздуха концентрацию рабочих растворов химических добавок, прочность бетона путем испытания трех контрольных образцов-балок, изготовленных и хранившихся  
влажность заполнителей

- При изменении качества смеси (удобоукладываемости, объема вовлеченного воздуха и др.) - точность дозирования компонентов бетонной смеси методом контрольного взвешивания по инструкции завода - изготовителя бетоносмесительной установки, качество песка, щебня или

-один раз в квартал - морозостойкость бетона

-Контроль работы дозаторов цемента, заполнителей, добавок и воды должен осуществляться в установленном порядке.

Оценку прочности бетона следует вести без использования статистических методов:

прочность на растяжение при изгибе, прочность на сжатие

-При строительстве покрытий и оснований из монолитного бетона следует контролировать:

-постоянно - соблюдение технологических режимов бетонирования, ухода за бетоном, устройства и герметизации швов, правильность установки арматуры и прокладок швов, устойчивость кромок боковых граней и сплошность поверхности покрытия;

перед началом бетонирования - правильность установки копирных струн и рельс-форм;  
не реже одного раза в смену и при изменении качества смеси на месте бетонирования -

прочность бетона путем формования и последующего испытания трех контрольных образцов-балок,

удобоукладываемость и объем вовлеченного воздуха, а также качество работ по уходу за свежеложенным бетоном с применением пленкообразующих материалов на участках покрытия размером 20х20 см (сформировавшуюся на бетоне пленку необходимо промыть водой, удалить оставшуюся влагу, разлить 10%-ный раствор соляной кислоты или 1%-ный раствор фенолфталеина - вспенивание или покраснение допустимо не более чем в двух точках на 100 поверхности пленки).

Плотность жесткой бетонной смеси, уплотняемой методом укатки, следует контролировать по трем пробам на 1 км

**При строительстве сборных железобетонных покрытий дополнительно следует контролировать:**

-постоянно визуально - цельность плит и стыковых элементов, качество сварки стыков и заполнение швов, соблюдение технологии строительства;

не реже одного раза в смену - контакт плит с основанием (выравнивающим слоем)

поднятием одной из 100 уложенных плит, превышение граней смежных плит в продольных швах на трех поперечниках на 1 км, а в поперечных швах в 10 стыках на 1 км.

**Бетон** - искусственный каменный материал, получаемый из рационально подобранной смеси вяжущего вещества (с водой, реже без неё), заполнителей и специальных добавок (в некоторых случаях) после её формования и твердения; один из основных строительных материалов.

**Бетонная смесь:** Готовая к применению перемешанная однородная смесь вяжущего, заполнителей и воды с добавлением или без добавления химических и минеральных добавок, которая после уплотнения, схватывания и твердения превращается в бетон.

- **Классификация бетонов**

Бетоны классифицируются по следующим признакам:

- основное назначение;
- стойкость к видам коррозии;
- вид вяжущего;
- вид заполнителей;
- структура;
- условия твердения;
- прочность;
- темп набора прочности;
- средняя плотность;
- морозостойкость;
- водонепроницаемость;
- истираемость.

- **В зависимости от основного назначения бетоны подразделяют на:**

- конструкционные;
- специальные (например, теплоизоляционные, радиационностойкие, декоративные).

**По стойкости к видам коррозии бетоны подразделяют на следующие виды:**

А - бетоны, эксплуатируемые в среде без риска коррозионного воздействия (ХО);

Б - бетоны, эксплуатируемые в среде, вызывающей коррозию под действием карбонизации (ХС);

В - бетоны, эксплуатируемые в среде, вызывающей коррозию под действием хлоридов (ХД и ХС);

Г - бетоны, эксплуатируемые в среде, вызывающей коррозию под действием попеременного замораживания и оттаивания (ХФ);

Д - бетоны, эксплуатируемые в среде, вызывающей химическую коррозию (ХА).

- **По виду вяжущего бетоны подразделяют на:**
  - цементные;
  - известковые;
  - шлаковые;
  - гипсовые;
  - специальные (например, полимербетоны, бетоны на магнезиальном вяжущем).

**По виду заполнителей бетоны подразделяют на бетоны на заполнителях:**

- плотных;
  - пористых;
  - специальных (например, металлическая дробь)
- **По структуре бетоны подразделяют на бетоны со структурой:**
    - плотной;
    - поризованной;
    - ячеистой;
    - крупнопористой.



- **По условиям твердения бетоны подразделяют на твердеющие:**

- в естественных условиях;
- в условиях тепловой обработки при атмосферном давлении;
- в условиях тепловой обработки при давлении выше атмосферного (бетоны автоклавного твердения).

**По прочности бетоны подразделяют на бетоны:**

- средней прочности (класс прочности при сжатии ВВ50);
- высокопрочные (класс прочности при сжатии ВВ55).

**По скорости набора прочности в нормальных условиях твердения бетоны подразделяют на:**

- быстротвердеющие; Более 0,4 R2/R28
  - медленнотвердеющие. До 0,4 R2/R28
- R2 - прочность бетона в возрасте 2 сут;  
R28 - прочность бетона в возрасте 28 сут.

- **По средней плотности бетоны подразделяют на:**
  - особо легкие (марки по средней плотности менее D800);
  - легкие (марки по средней плотности от D800 до D2000);
  - тяжелые (марки по средней плотности более D2000 до D2500);
  - особо тяжелые (марки по средней плотности более D2500).

**По морозостойкости бетоны подразделяют на бетоны:**

- низкой морозостойкости (марки по морозостойкости F50 и менее);
- средней морозостойкости (марки по морозостойкости более F50 до F300);
- высокой морозостойкости (марки по морозостойкости более F300).

**По водонепроницаемости бетоны подразделяют на бетоны:**

- низкой водонепроницаемости (марки по водонепроницаемости менее W4);
- средней водонепроницаемости (марки по водонепроницаемости от W4 до W12);
- высокой водонепроницаемости (марки по водонепроницаемости более W12).

**По истираемости бетоны подразделяют на бетоны:**

- низкой истираемости (марка по истираемости G1);
- средней истираемости (марка по истираемости G2);
- высокой истираемости (марка по истираемости G3).

# СМЕСИ БЕТОННЫЕ

## Классификация

По типу бетона бетонные смеси подразделяют на:

- бетонные смеси тяжелого бетона (БСТ);
- бетонные смеси мелкозернистого бетона (БСМ);
- бетонные смеси легкого бетона (БСЛ).

В зависимости от показателя удобоукладываемости бетонные смеси подразделяют на группы: жесткие (Ж), подвижные (П) и растекающиеся (Р). Группы подразделяют на марки по удобоукладываемости.

- Условное обозначение бетонной смеси заданного качества должно состоять из сокращенного обозначения бетонной смеси с указанием типа бетона, его класса по прочности, марки по удобоукладываемости и, при необходимости, других нормируемых показателей качества, например, марки по морозостойкости, марки по водонепроницаемости, средней плотности и др.
  - Примеры условных обозначений:
- **бетонной смеси тяжелого бетона класса по прочности на сжатие В25, марки по удобоукладываемости - П1, марки бетона по морозостойкости F200 и водонепроницаемости - W4:**
- *БСТ В25 П1 F200 W4 ГОСТ 7473*

- Бетонные смеси характеризуют следующими технологическими показателями качества:
- — удобоукладываемость;
- — средняя плотность;
- — расслаиваемость;
- — пористость;
- — температура;
- — сохраняемость свойств во времени;
- — объем вовлеченного воздуха
- **В зависимости от показателя удобоукладываемости бетонные смеси подразделяют на марки в соответствии с таблицами 1 - 4.**

Марка	Распływ конуса, см
P1	Менее 35
P2	35 – 41
P3	42 – 48
P4	49 – 55
P5	56 – 62
P6	Более 62

Марка	Жесткость, с
Ж1	5 – 10
Ж2	11 – 20
Ж3	21 – 30
Ж4	31 – 50
Ж5	Более 50

Марка	Осадка конуса, см
П1	1 – 4
П2	5 – 9
П3	10 – 15
П4	16 – 20
П5	Более 20

Марка	Коэффициент уплотнения
КУ1	Более 1,45
КУ2	1,45 – 1,26
КУ3	1,25 – 1,11
КУ4	1,10 – 1,04
КУ5	Менее 1,04

# Допустимые отклонения заданных значений удобоукладываемости

Наименование характеристики удобоукладываемости	Номинальное значение	Допуски
Распływ конуса, см	Все значения	$\pm 3$
Осадка конуса, см	До 10	$\pm 1$
	Более 10	$\pm 2$
Жесткость, с	Более 10	$\pm 3$
	До 10	$\pm 2$
Коэффициент уплотнения	Более 1,25	$\pm 0,1$
	От 1,11 до 1,25	$\pm 0,08$
	До 1,10	$\pm 0,05$

**При поставке бетонной смеси допустимое отклонение заданных значений показателей: средней плотности, расслаиваемости, пористости, температуры, и сохраняемости свойств во времени не должно превышать величин**

Наименование показателя качества бетонной смеси	Диапазон, в который попадает заданное значение показателя	Допустимое отклонение заданного значения показателя качества
Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	все значения	± 20
Расслаиваемость - по водоотделению, %	менее 0,4 0,4 и более	+ 0,1 + 0,2
- по раствооотделению,%	менее 4 4 и более	+ 0,5 + 1,0
Пористость, %	все значения	± 1
Температура, °С	все значения	± 3
Сохраняемость свойств во времени, ч-мин	не менее 1ч 30мин от 1ч 30мин до 3ч 00мин более 3ч 00мин	- 10 мин - 20 мин - 30 мин

- Бетонные смеси должны быть приняты по качеству и количеству техническим контролем производителя.
- Бетонные смеси принимают партиями. В состав партии включают бетонную смесь одного номинального состава, приготовленную из одних и тех же материалов по единой технологии. Объем партии бетонной смеси устанавливается по ГОСТ 18105 или по значению, указанному в договоре на поставку бетонной смеси.
- Каждая партия бетонной смеси должна иметь документ о качестве. Документ о качестве, предоставляется на каждую загрузку бетонной смеси заданного качества и - бетонной смеси заданного состава
- Допускается при поставке бетонной смеси заданного качества документ о качестве представлять не на каждую загрузку, а на каждую партию бетонной смеси, если это предусмотрено в договоре на поставку.
- Периодичность контроля показателей качества бетонных смесей и бетонов для каждой партии бетонных смесей должна соответствовать требованиям, указанным в договоре на поставку бетонной смеси.



**Заданные технологические** показатели качества бетонной смеси производят у производителя через 15 мин после выгрузки бетонной смеси из стационарного смесителя, у потребителя при входном контроле качества – не позже чем через 20 мин после доставки бетонной смеси на строительную площадку.

# МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ

## Правила отбора проб и проведения испытаний

*Пробы бетонной смеси для испытания при производственном контроле следует отбирать:*

- при производстве сборных и монолитных изделий и конструкций - на месте укладки бетонной смеси;
- при отпуске товарной бетонной смеси - на месте ее приготовления при погрузке в транспортную емкость.

*Пробу бетонной смеси для испытаний отбирают непосредственно перед началом бетонирования из средней части замеса или порции смеси. При непрерывной подаче бетонной смеси (ленточными транспортерами, бетононасосами) пробы отбирают в три приема в случайные моменты времени в течение не более 10 мин.*

*Объем отобранной пробы должен обеспечивать не менее двух определений всех контролируемых показателей качества бетонной смеси.*

*Отобранная проба перед проведением испытаний должна быть дополнительно перемешана.*

*Бетонные смеси*, содержащие воздухововлекающие, газообразующие и пенообразующие добавки, а также предварительно разогретые смеси, перед испытанием не перемешивают.

*Испытание бетонной смеси* и изготовление контрольных образцов бетона должно быть начато не позднее чем через 10 мин после отбора пробы.

*Температура бетонной смеси* от момента отбора пробы до момента окончания испытания не должна изменяться более чем на 5°C.

*Условия хранения пробы бетонной смеси* после ее отбора до момента испытания должны исключить потерю влаги или увлажнение.

## Определение удобоукладываемости бетонной смеси

Удобоукладываемость бетонной смеси оценивают показателями подвижности или жесткости.

### Определение подвижности бетонной смеси

Подвижность бетонной смеси оценивают по осадке (ОК) или расплыву (РК) конуса, отформованного из бетонной смеси.

Распływ конуса характеризует удобоукладываемость бетонной смеси марок **П4-П5**.

Для определения подвижности бетонной смеси применяют:

- конус нормальный или увеличенный
- линейку стальную по ГОСТ 427;
- воронку загрузочную;
- кельму типа КБ по ГОСТ 9533;
- секундомер;
- гладкий лист размерами не менее 700 x 700 мм из водонепроницаемого материала (металл, пластмасса и т.п.).
- прямой металлический гладкий стержень диаметром 16 мм, длиной 600 мм с округленными концами.

# Конус для определения подвижности бетона



Для определения подвижности бетонной смеси с зернами заполнителя наибольшей крупностью до 40 мм включительно применяют нормальный конус, а с зернами наибольшей крупностью более 40 мм - увеличенный. Размер используемого конуса принимают по таблице

Наименование конуса	Внутренний размер конуса, мм		
	d	D	H
Нормальный	100±2	200±2	300±2
Увеличенный	150±2	300±2	450±2
Конус для определения жесткости по методу Скрамтаева	100±2	194±2	300±2
Примечание - Конус для определения жесткости по методу Скрамтаева изготавливают без упоров.			

При подготовке конуса и приспособлений к испытаниям все соприкасающиеся с бетонной смесью поверхности следует очистить и увлажнить.

Конус устанавливают на гладкий лист и заполняют его бетонной смесью марок П1, П2 или П3 через воронку в три слоя одинаковой высоты.

Каждый слой на его высоту уплотняют штыкованием металлическим стержнем: в нормальном конусе - 25 раз, в увеличенном - 56 раз.

Бетонной смесью марок П4 и П5 конус заполняют в один прием и штыкуют 10 раз.

Конус во время заполнения и штыкования должен быть плотно прижат к листу.

После уплотнения бетонной смеси воронку снимают, избыток смеси срезают кельмой вровень с верхними краями конуса, и заглаживают поверхность бетонной смеси. Время от начала заполнения конуса до его снятия не должно превышать 3 мин.

Конус плавно снимают с отформованной бетонной смеси в строго вертикальном направлении и устанавливают рядом с ней. Время, затраченное на подъем конуса, должно составлять 5 - 7 с.

Осадку конуса бетонной смеси определяют, укладывая гладкий стержень на верх формы и измеряя расстояние от нижней поверхности стержня до верха бетонной смеси с погрешностью не более 0,5 см.

Если после снятия формы конуса бетонная смесь разваливается, измерение не выполняют, и испытание повторяют на новой пробе бетонной смеси.

Осадку конуса бетонной смеси, определенную в увеличенном конусе, приводят к осадке нормального конуса умножением осадки увеличенного конуса на коэффициент 0,67.

Осадку конуса бетонной смеси вычисляют с округлением до 1,0 см, как среднеарифметическое результатов двух определений из одной пробы, отличающихся между собой не более чем:

на 1 см при ОК  $\leq 9$  см;

" 2 см " ОК = 10 - 15 см;

" 3 см " ОК  $\geq 16$  см.

При большем расхождении результатов определение повторяют на новой пробе.

### **Распływ конуса бетонной смеси (РК)**

Оценивают по нижнему диаметру лепешки (в см), образовавшейся в результате расплыва бетонной смеси при определении подвижности по осадке нормального конуса

Распływ конуса бетонной смеси определяют измерением металлической линейкой диаметра расплывшейся лепешки в двух взаимно перпендикулярных направлениях с погрешностью не более 0,5 см.



## **Правила обработки результатов испытаний**

**Осадку** и расплыв конуса бетонной смеси определяют дважды. Общее время испытания с начала заполнения конуса бетонной смесью при первом определении и до момента измерения осадки конуса при втором определении не должно превышать 10 мин.

**Расплыв** конуса бетонной смеси вычисляют с округлением до 1,0 см, как среднеарифметическое значение результатов двух определений расплыва конуса из одной пробы, отличающихся между собой не более чем на 3 см. При большем расхождении результатов определение повторяют на новой пробе.

## **Определение жесткости бетонной смеси**

Жесткость бетонной смеси характеризуют временем вибрации в секундах, необходимым для уплотнения бетонной смеси.

В зависимости от марки бетонной смеси по удобоукладываемости по ГОСТ 7473 применяют следующие методы определения жесткости:

- на установке типа Вебе - смесей марок Ж1-Ж4 и СЖ1-СЖ3;
- по методу Красного - смесей марок Ж1-Ж4;
- по методу Скрамтаева - смесей марок Ж1-Ж4.

### Средства испытания

Для определения жесткости бетонной смеси применяют:

- установку типа Вебе
- прибор Красного и металлическую форму по ГОСТ 22685;
- конус для метода Скрамтаева и металлическую форму ФК-200 по ГОСТ 22685;
- виброплощадку лабораторную;
- секундомер;
- прямой металлический гладкий стержень диаметром 16 мм, длиной 600 мм с округленными концами;
- воронку загрузочную;
- кельму типа КБ по ГОСТ 9533.

Установку типа Вебе



Прибор Красного



Конус Скрамтаева



## **Определение жесткости бетонной смеси на установке типа Вебе**

Установку собирают и закрепляют на виброплощадке.

Далее производится заполнение конуса установки бетонной смесью, Поворотом штатива и диска устанавливают над отформованным конусом бетонной смеси и плавно опускают его до соприкосновения с поверхностью смеси.

Затем одновременно включают виброплощадку и секундомер и наблюдают за выравниванием и уплотнением бетонной смеси. Смесь вибрируют до тех пор, пока не начнется выделение цементного теста из любых двух отверстий диска. В этот момент выключают секундомер и вибратор. Измеренное время в секундах характеризует жесткость бетонной смеси.

## **Определение жесткости бетонной смеси по методу Красного**

При определении жесткости бетонной смеси прибор Красного устанавливают в форму:

- ФК-100 - при наибольшей крупности зерен заполнителя 20 мм,
- ФК-150 - " " " " " 40 мм,
- ФК-200 - " " " " " 70 мм.

Возможно применение цилиндрических форм ФЦ диаметром, соответствующим размеру ребра формы куба.

Установленную на виброплощадку форму заполняют смесью доверху без уплотнения. Избыток смеси срезают кельмой вровень с верхними краями формы.

Прибор Красного погружают в бетонную смесь ножками вниз до соприкосновения диска с поверхностью смеси.

Включают одновременно виброплощадку и секундомер, и вибрируют смесь до тех пор, пока не начнется выделение цементного теста из любых двух отверстий диска прибора. В этот момент выключают секундомер и виброплощадку. Полученное время (в секундах) характеризует жесткость бетонной смеси.

Переходный коэффициент к установке типа Вебе равен 1.

### **Определение жесткости бетонной смеси по методу Скрамтаева**

Жесткость бетонной смеси следует определять в формах ФК-200.

Для определения жесткости в закрепленную на виброплощадке форму помещают конус Скрамтаева и заполняют его бетонной смесью, для смесей марок П1 - П3.

Затем конус осторожно снимают, и включают одновременно виброплощадку и секундомер. Вибрирование осуществляют до тех пор, пока поверхность бетонной смеси не станет горизонтальной. Время (в секундах), необходимое для выравнивания поверхности бетонной смеси в форме, характеризует жесткость смеси. Переходный коэффициент от метода Скрамтаева к методу определения жесткости на установке типа Вебе принимают равным 0,7.

Жесткость бетонной смеси определяют дважды. Общее время испытания с начала заполнения формы при первом определении и до окончания вибрирования при втором определении не должно превышать 10 мин.

Жесткость бетонной смеси вычисляют с округлением до 1 с, как среднеарифметическое значение результатов двух определений жесткости из одной пробы смеси, отличающихся между собой не более чем на 20% среднего значения. При большем расхождении результатов определение повторяют на новой пробе.

## Определение средней плотности бетонной смеси

Среднюю плотность бетонной смеси характеризуют отношением массы уплотненной бетонной смеси к ее объему.

Для определения средней плотности бетонной смеси применяют:

- формы для изготовления контрольных образцов бетона по ГОСТ 22685;
- весы лабораторные по ГОСТ 24104;
- виброплощадку лабораторную;
- кельму типа КБ по ГОСТ 9533;
- линейку стальную по ГОСТ 427

сосуды металлические цилиндрические, размеры которых принимают в зависимости от наибольшей крупности зерен фракции заполнителя

Перед испытанием мерный сосуд взвешивают с погрешностью не более 1 г.

Бетонную смесь помещают в сосуд и уплотняют в зависимости от удобоукладываемости смеси.

После уплотнения избыток смеси срезают стальной линейкой, и поверхность тщательно выравнивают вровень с краями мерного сосуда. Затем сосуд с бетонной смесью взвешивают с погрешностью не более 1 г.

Среднюю плотность бетонной смеси  $\rho_{о\text{ см}}$ , кг/м<sup>3</sup>, вычисляют по формуле

$$\rho_{о\text{ см}} = \frac{m - m_1}{V} \times 1000,$$

где

$m$  – масса мерного сосуда с бетонной смесью, г;

$m_1$  – масса мерного сосуда без смеси, г;

$V$

– вместимость мерного сосуда, см<sup>3</sup>.

Среднюю плотность бетонной смеси определяют дважды для каждой пробы смеси и вычисляют с округлением до 10 кг/м<sup>3</sup>, как среднеарифметическое значение результатов двух определений из одной пробы, отличающихся между собой не более чем на 5% среднего значения. При большем расхождении результатов определение повторяют на новой пробе бетонной смеси



## Определение пористости бетонной смеси

Пористость бетонной смеси оценивают следующими показателями: объемом воздуха или газа, содержащегося в уплотненной бетонной смеси, и объемом межзерновых пустот.

Объем вовлеченного воздуха определяют в бетонах на плотных и пористых заполнителях, объем межзерновых пустот - в бетонах на пористых заполнителях.

Объем вовлеченного воздуха определяют экспериментальным или расчетным методом.

Объем вовлеченного воздуха в смеси на плотном заполнителе определяют объемным или компрессионным методом (при помощи объемомера или поромера соответственно), а на пористом заполнителе - только объемным методом.

Для определения объема вовлеченного воздуха в бетонную смесь применяют:

- объемомер
- поромер
- весы лабораторные по ГОСТ 24104;
- виброплощадку лабораторную;
- противень;

- кельму типа КБ по ГОСТ 9533;
- посуду мерную стеклянную по ГОСТ 1770;
- прямой металлический гладкий стержень длиной 600 мм, диаметром 16 мм с округленными концами.

**Объемомер**



**Поромер**



## Объемный метод определения объема вовлеченного воздуха

Навеску бетонной смеси помещают в сосуд объемомера и уплотняют. В объемомер с навеской бетонной смеси наливают взвешенное количество воды (с погрешностью не более 1 г) объемом в 1,5 - 2 раза большим, чем объем испытываемой смеси.

В течение 2 - 3 мин тщательно перемешивают бетонную смесь с водой металлическим стержнем. После перемешивания снимают образовавшуюся в сосуде пену и помещают ее в предварительно взвешенный стеклянный стакан вместимостью 100 - 200 мл.

Перемешивание и отбор пены повторяют не менее двух раз с промежутком времени 2 - 3 мин, после чего устанавливают суммарную массу отобранной пены с погрешностью не более 1 г.

При испытании бетонной смеси на пористом заполнителе перед каждым снятием пены в сосуд опускают пригружающий пуансон для предотвращения всплывания зерен заполнителя.

После последнего снятия пены в сосуд опускают пригружающий пуансон, на сосуд накладывают пластину со стрелкой так, чтобы ограничители соприкасались со стенками сосуда. Затем постепенно небольшой струей доливают в сосуд воду.

После этого взвешиванием определяют суммарную массу всей налитой в сосуд воды с погрешностью до 1 г.

При испытании бетонной смеси на пористом заполнителе после окончания испытания поднимают пуансон, отбирают из испытанной смеси 20-50 зерен крупного заполнителя, которые обтирают влажной тканью, взвешивают их с погрешностью не более 1 г, высушивают до постоянной массы и вычисляют водопоглощение крупного заполнителя  $W_{щ}$ , %, за время от начала приготовления бетонной смеси до окончания испытания по формуле

$$W_{щ} = \frac{\overset{\text{Щ}}{\underset{1}{}} - \overset{\text{Щ}}{\underset{2}{}}} {\overset{\text{Щ}}{\underset{2}{}}} \times 100,$$

где

$\overset{\text{Щ}}{\underset{1}{}}$  - масса отобранной пробы крупного заполнителя в водонасыщенном состоянии, г;

$\overset{\text{Щ}}{\underset{2}{}}$  - то же, в сухом состоянии, г.

2

Пористость бетонной смеси  $V_v$ , %, вычисляют с округлением до 0,1% по формуле

$$V_v = \frac{V_{см} + \frac{m_v}{\rho_v} - V_o - 0,9m_p - \frac{nW_{щ}}{100} \times \frac{Щ}{1000} \times V_{см}}{V_{см}} \times 100,$$

где

- $V_{см}$  – объем испытываемой бетонной смеси в уплотненном состоянии, см<sup>3</sup>;
- $m_v$  – масса всей влитой воды, г;
- $\rho_v$  – плотность воды, принимаемая 1,0 г/см<sup>3</sup>;
- $V_o$  – постоянная объемомера, см<sup>3</sup>, определяемая по [6.1.2](#);
- $m_p$  – масса отобранной пены, г;
- $W_{щ}$  – водопоглощение крупного пористого заполнителя за время от момента приготовления смеси до окончания испытания, % массы;
- $n$  – коэффициент, равный 0,4 – для пористого гравия и 0,75 – для пористого щебня;
- $Щ$  – содержание крупного пористого заполнителя в номинальном составе бетонной смеси, кг/м<sup>3</sup>.

## **Компрессионный метод определения объема вовлеченного воздуха**

Бетонную смесь укладывают в чашу поромера и уплотняют. После уплотнения излишек бетонной смеси срезают стальной линейкой.

Затем фланец тщательно очищают от бетонной смеси, устанавливают на чаше крышку прибора, прижимают ее накидными болтами.

Сливной вентиль при этом должен быть закрыт.

Через воронку заливают в прибор воду до отметки  $(50 \pm 30)\%$  шкалы. Затем отклоняют прибор примерно на  $30^\circ$  от вертикали и, используя дно чаши как точку опоры, описывают 10 полных кругов верхним концом прибора, одновременно постукивая рукой по конической крышке для удаления пузырьков воздуха. Далее прибор возвращают в вертикальное положение, и доливают через воронку воду до уровня выше нулевой риски шкалы.

Если на поверхности воды появляется пена, то ее необходимо ликвидировать путем вливания через воронку от 1 до 3 мл спирта (этилового, метилового или др.).

Открыв сливной вентиль, приводят уровень воды к нулевому делению шкалы прибора.

Закрывают входной и сливной вентили и насосом поднимают давление в приборе до  $(110 \pm 5)$  кПа. Постукивают рукой по стенкам чаши и, когда давление опустится до 100 кПа, отмечают по шкале прибора уровень воды  $H_1$ .

Открыв входной вентиль, уменьшают избыточное давление до нуля, постукивая рукой в течение 1 мин по стенкам чаши, и затем отмечают уровень воды  $H_2$ .

Пористость бетонной смеси  $V_v$ , %, вычисляют по формуле

$$V_v = 2C(H_1 - H_2)100,$$

где  $C$  — цена деления шкалы прибора  
 $H_1$  и  $H_2$  — уровни воды

Пористость бетонной смеси вычисляют с округлением до 0,1%, как среднеарифметическое значение результатов двух определений из одной отобранной пробы бетонной смеси, отличающихся между собой не более чем на 20% среднего значения. При большем расхождении определение повторяют на новой пробе бетонной смеси.

# **Показатели качества бетона**

## **Методы определения прочности по контрольным образцам**

Определение прочности бетона состоит в измерении минимальных усилий, разрушающих специально изготовленные контрольные образцы бетона при их статическом нагружении с постоянной скоростью нарастания нагрузки, и последующем вычислении напряжений при этих усилиях.

Форма и номинальные размеры образцов в зависимости от метода определения прочности бетона должны соответствовать



Метод	Форма образца	Номинальные размеры образца, мм
Определение прочности на сжатие и на растяжение при раскалывании	Куб	Длина ребра: 100; 150; 200; 250; 300
	Цилиндр	Диаметр $d$ : 100; 150; 200; 250; 300  Высота $h \geq d$
Определение прочности на осевое растяжение	Призма квадратного сечения	100x100x400; 150x150x600; 200x200x800; 250x250x1000; 300x300x1200
	Цилиндр	Диаметр $d$ : 100; 150; 200; 250; 300  Высота $h$ , равная $2d$
Определение прочности на растяжение при изгибе и при раскалывании	Призма квадратного сечения	100x100x400; 150x150x600; 200x200x800; 250x250x1000; 300x300x1200

## Наибольший номинальный размер зерен заполнителя

Наибольший номинальный размер зерна заполнителя	Наименьший размер образца (ребра образца-куба, стороны поперечного сечения образца-призмы, диаметра и высоты образца-цилиндра)
20 и менее	100
40	150
70	200
100	300

### Примечания

1 Для испытания конструкционно-теплоизоляционного и теплоизоляционного бетонов класса В5 и менее на пористых заполнителях (независимо от наибольшего номинального размера зерен заполнителя) следует применять образцы с наименьшим размером 150 мм.

2 При изготовлении образцов из бетонной смеси должны быть удалены отдельные зерна крупного заполнителя, размер которых превышает более чем в 1,5 раза наибольший номинальный размер заполнителя, указанный в таблице 2, а также все зерна заполнителя размером более 100 мм.

3 При изготовлении образцов с минимальным размером 70 мм максимальная крупность заполнителя не должна превышать 20 мм.

## **Отбор проб бетонной смеси и изготовление контрольных образцов**

- Объем пробы бетонной смеси должен превышать требуемый для изготовления всех серий контрольных образцов не менее чем в 1,2 раза
- Укладку бетонной смеси в форму и ее уплотнение следует проводить не позднее чем через 20 мин после отбора пробы
- Уплотнение бетонной смеси механическими методами проводят с использованием виброплощадки или глубинного вибратора.
- При уплотнении бетонной смеси марок по удобоукладываемости П1, П2, П3, Ж1 с использованием виброплощадки форму с уложенной и уплотненной бетонной смесью жестко закрепляют на лабораторной виброплощадке и вибрируют до полного уплотнения, характеризуемого прекращением оседания бетонной смеси, выравниванием ее поверхности, появлением на ней тонкого слоя цементного теста.

- При уплотнении бетонной смеси марок по удобоукладываемости Ж2, Ж3, Ж4, Ж5 с использованием виброплощадки на форме закрепляют насадку, устанавливают на поверхность бетонной смеси пригруз, обеспечивающий давление  $(0,004 \pm 0,0005)$  МПа, и вибрируют до прекращения оседания пригруза и дополнительно 5-10 с.
- При уплотнении с использованием глубинного вибратора диаметр вибратора не должен превышать  $1/4$  наименьшего размера формуемого образца. Вибратор должен находиться в вертикальном положении и не касаться дна или стенок формы.
- После окончания укладки и уплотнения бетонной смеси в форме верхнюю поверхность образца заглаживают мастерком или пластиной.
- Образцы, изготовленные в цилиндрических формах, после заглаживания верхней поверхности закрывают крышками. При испытании на сжатие образцы располагают горизонтально, при испытании на осевое растяжение и растяжение при раскалывании - вертикально

## **Твердение, хранение и транспортирование образцов**

- Образцы, предназначенные для твердения в нормальных условиях, после изготовления до их распалубливания хранят в формах, покрытых влажной тканью или другим материалом, исключающим испарение из них влаги, в помещении с температурой воздуха  $(20\pm 5)^\circ\text{C}$ .
- При определении прочности бетона на сжатие образцы распалубливают не ранее чем через 24 ч и не позднее чем через 72 ч, прочности на растяжение - не ранее чем через 72 ч и не позднее чем через 96 ч.
- После распалубливания образцы помещают в камеру с нормальными условиями твердения: с температурой  $(20\pm 2)^\circ\text{C}$  и относительной влажностью воздуха  $(95\pm 5)\%$ . Образцы укладывают на подкладки так, чтобы расстояние между образцами, а также между образцами и стенками камеры было не менее 5 мм. Площадь контакта образца с подкладками, на которые он установлен, должна быть не более 30% площади опорной грани образца. Образцы в камере нормального твердения не должны орошаться водой. Допускается хранение образцов под слоем влажного песка, опилок или других систематически увлажняемых гигроскопичных материалов.

- При транспортировании образцов необходимо предохранять их от повреждений, изменения влажности и замораживания.
- Прочность бетона образцов к началу их транспортирования должна быть не менее 2,0 МПа

## **ИСПЫТАНИЕ НА СЖАТИЕ**

- **При испытании на сжатие** образцы-кубы и образцы-цилиндры устанавливают одной из выбранных граней на нижнюю опорную плиту испытательной машины (пресса) центрально относительно его продольной оси, используя риски, нанесенные на плиту испытательной машины (пресса), или специальное центрирующее приспособление
- Половинки образцов-призм при испытании на сжатие помещают между двумя дополнительными стальными пластинами для передачи нагрузки на половинки образцов-призм.
- После установки образца на опорные плиты испытательной машины или дополнительные стальные плиты совмещают верхнюю плиту испытательной машины с верхней опорной гранью образца так, чтобы их плоскости полностью прилегали одна к другой. Образец нагружают до разрушения при постоянной скорости нарастания нагрузки ( $0,6 \pm 0,2$ ) МПа/с.

-В случае разрушения образца по одной из неудовлетворительных схем, результат не учитывают, о чем делают запись в журнале испытаний.

Рисунок Е.4 - Неудовлетворительные разрушения образцов-цилиндров

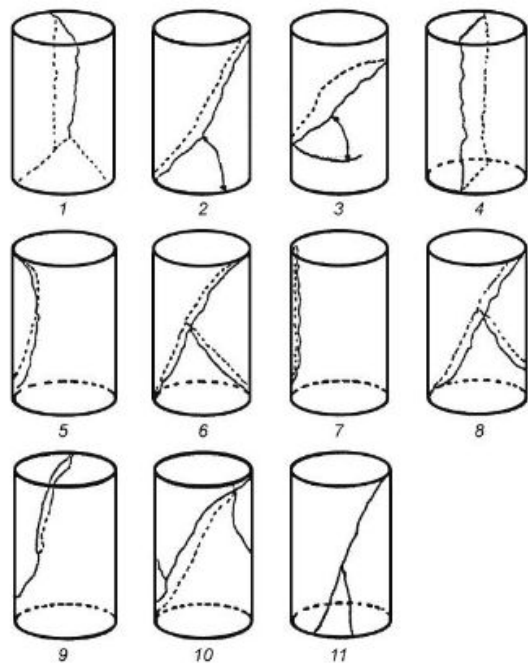


Рисунок Е.1 - Удовлетворительные разрушения образцов-кубов

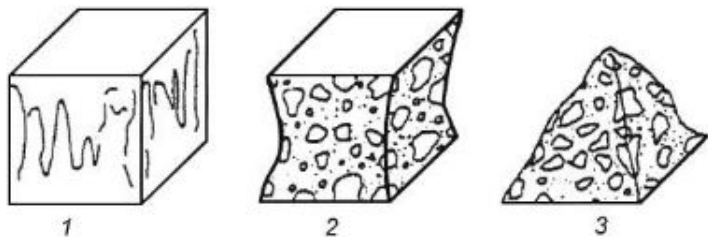


Рисунок Е.1 - Удовлетворительные разрушения образцов-кубов

Рисунок Е.2 - Неудовлетворительные разрушения образцов-кубов

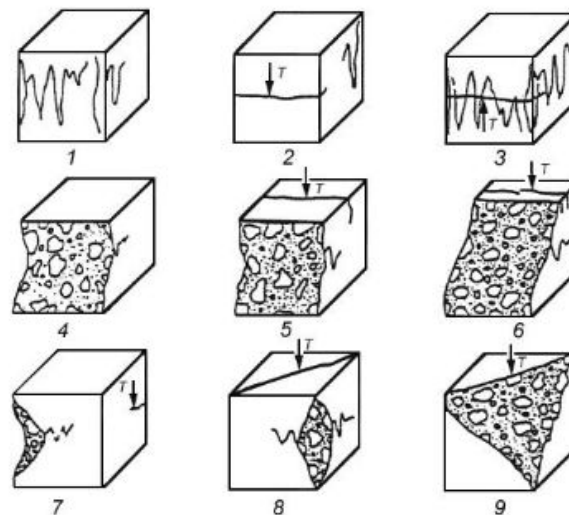


Рисунок Е.3 - Удовлетворительные разрушения образцов-цилиндров

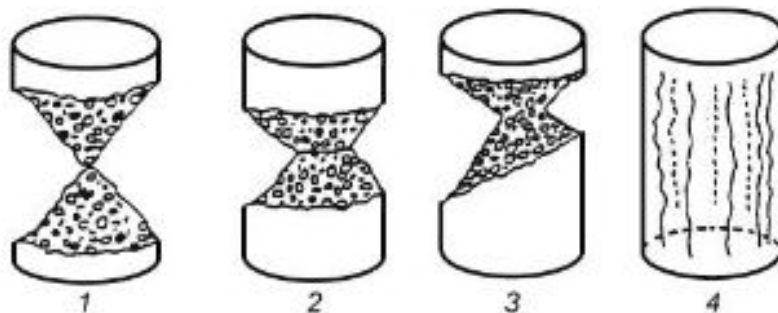
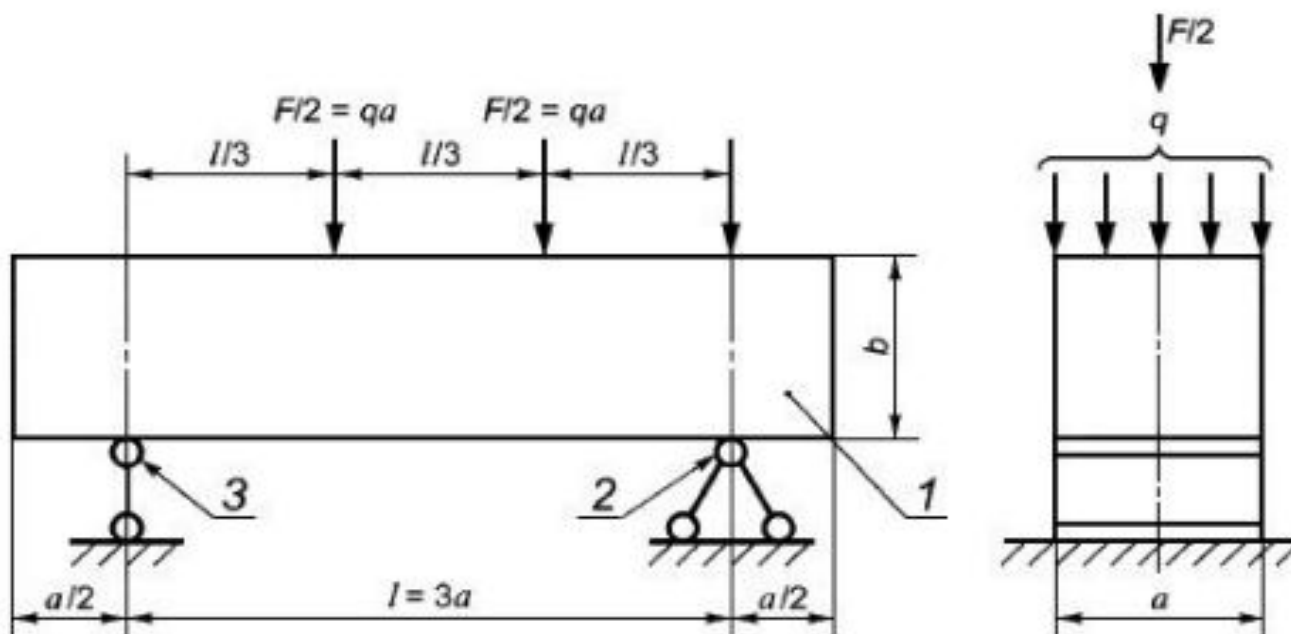


Рисунок Е.3 - Удовлетворительные разрушения образцов-цилиндров



## Испытание на растяжение при изгибе

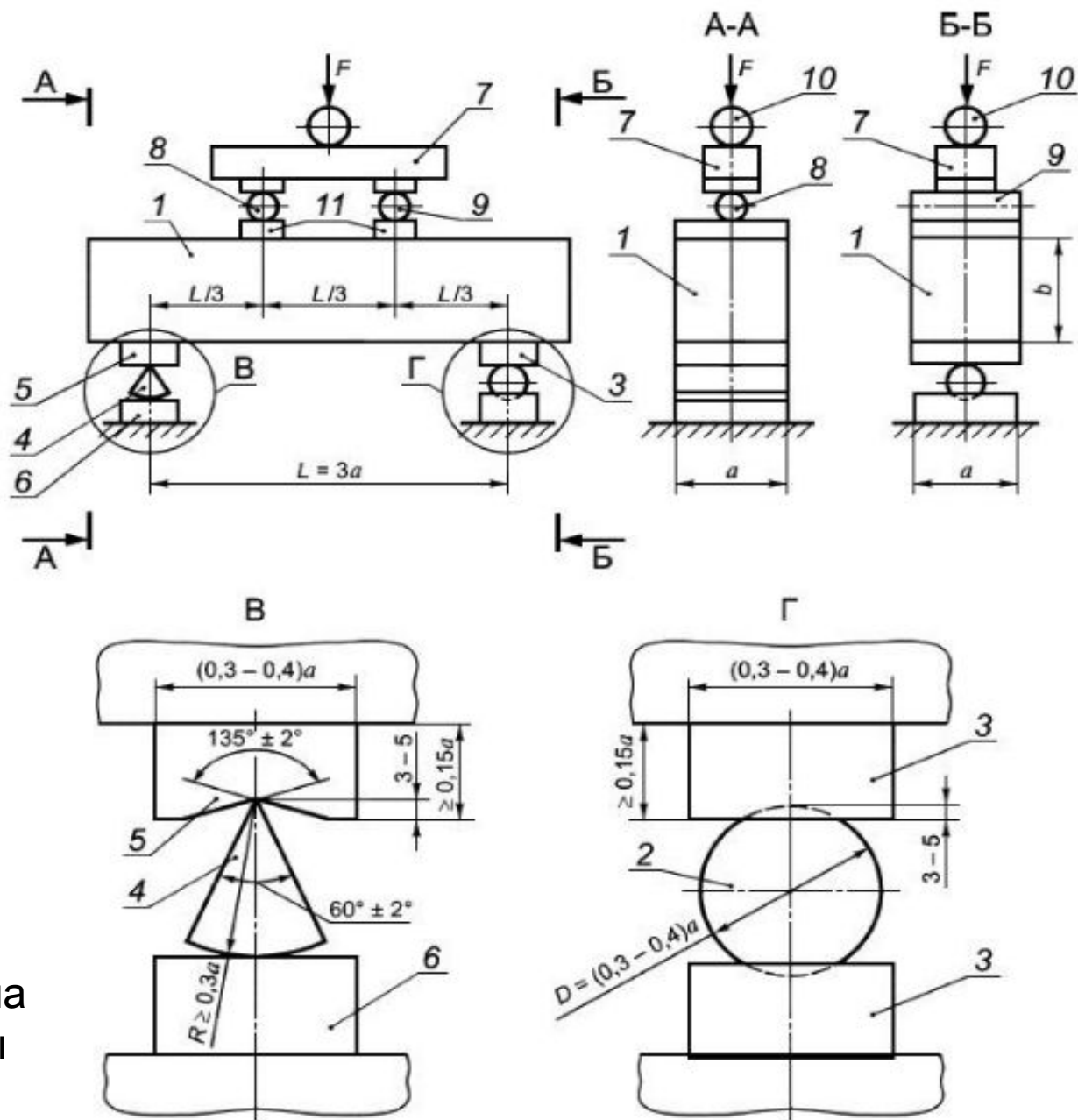
- Образец-призму устанавливают в испытательную машину и нагружают до разрушения при постоянной скорости нарастания нагрузки  $(0,05 \pm 0,01)$  МПа/с. Если образец разрушился не в средней трети пролета или плоскость разрушения образца наклонена к вертикальной плоскости более чем на  $15^\circ$ , то при определении средней прочности бетона серии образцов этот результат испытания не учитывают.





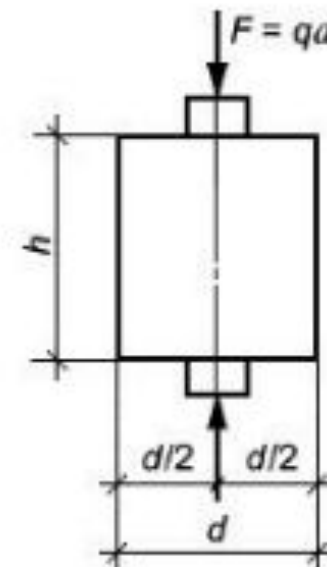
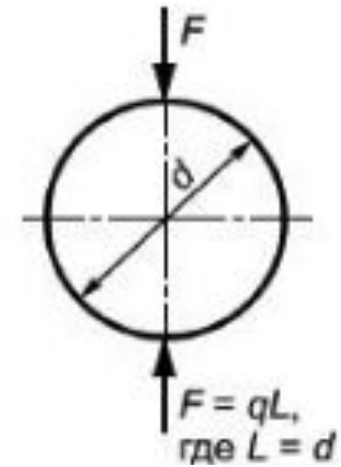
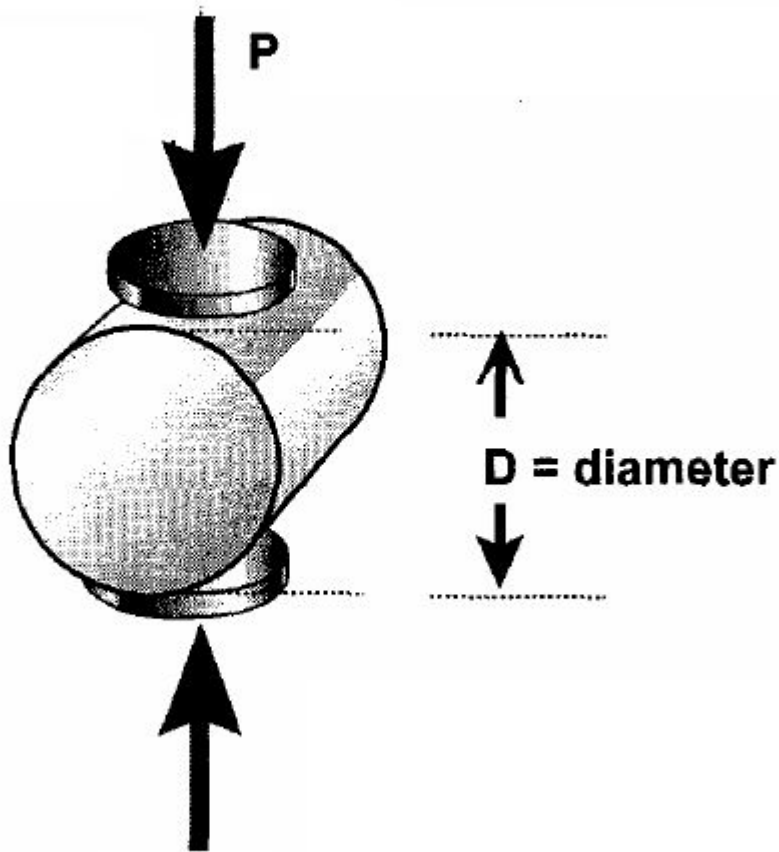
1 - образец; 2 - шар; 3 - опорная подушка; 4 - качающаяся призма; 5 - опорная сегментная подушка; 6 - опорная плоская подушка; 7 - распределительная траверса; 8 - шарнирно-неподвижная опора; 9 - шарнирно-подвижная опора; 10 - шаровой шарнир; 11 - стальная опорная пластина

Длина траверсы 7 должна быть не менее половины длины образца, а ее прогиб под нагрузкой - не более  $1/500$  ее пролета



# ИСПЫТАНИЯ НА РАСТЯЖЕНИЕ ПРИ РАСКАЛЫВАНИИ

Схемы испытания на растяжение при раскалывании



- Образец устанавливают на плиту испытательной машины
- С помощью держателя или временных опор проверяют, чтобы образец был отцентрирован при первоначальном приложении нагрузки. Нагружение проводят при постоянной скорости нарастания нагрузки  $(0,05 \pm 0,01)$  МПа/с.
- Для равномерной передачи усилия на образец между стальной колющей прокладкой и поверхностью образца-куба или между опорными плитами испытательной машины и поверхностью образца-цилиндра устанавливают прокладку из фанеры (используют не более двух раз) или картона (используют не более одного раза) длиной не менее длины образца, шириной  $(15 \pm 1)$  мм и толщиной  $(4 \pm 1)$  мм.
- Результаты испытания не учитывают, если плоскость разрушения образца наклонена к вертикальной плоскости более чем на  $15^\circ$

# Испытание на осевое растяжение

-Образец закрепляют в разрывной машине по одной из схем, и нагружают до разрушения при постоянной скорости нарастания нагрузки  $(0,05 \pm 0,01)$  МПа/с.

-Результат испытаний не учитывают, если разрушение образца произошло не в рабочей зоне или плоскость разрушения образца наклонена к его горизонтальной оси более чем на  $15^\circ$ .

Схемы захватов для крепления образца с галтелями

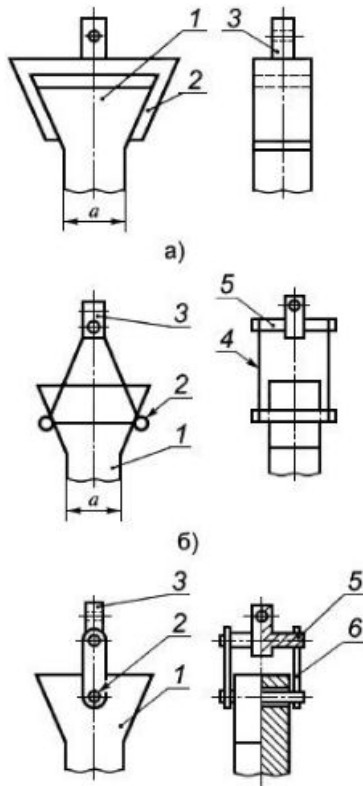
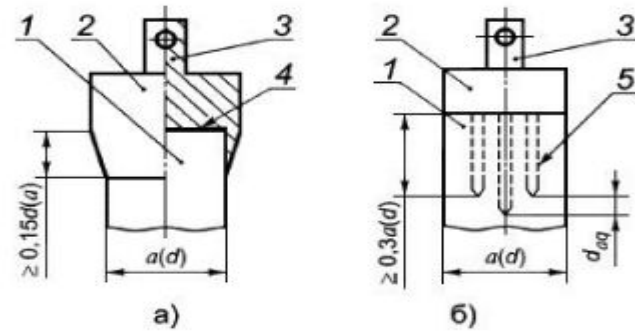
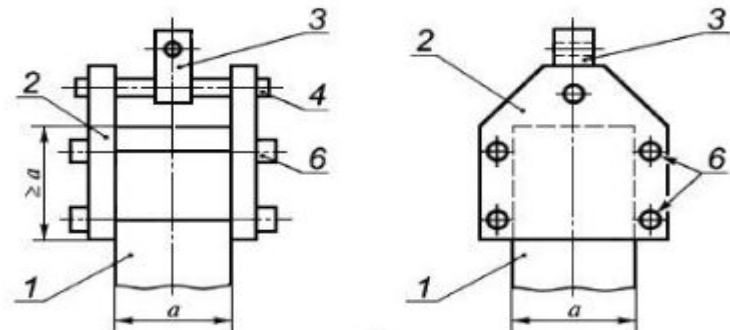


Схема приклеиваемых и анкерных захватов



Схемы зажимных захватов



# ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОРОЗОСТОЙКОСТИ

Условия испытаний при определении морозостойкости

Метод и марка бетона по морозостойкости	Условия испытания			Вид бетона
	Среда насыщения	Среда и температура замораживания	Среда и температура оттаивания	
<b>Базовые методы</b>				
Первый F <sub>1</sub>	Вода	Воздушная, минус (18 ± 2) °С	Вода, (20 ± 2) °С	Все виды бетонов, кроме бетонов дорожных и аэродромных покрытий и бетонов конструкций, эксплуатирующихся при действии минерализованной воды
Второй F <sub>2</sub>	5 %-ный водный раствор хлорида натрия	Воздушная, минус (18 ± 2) °С	5 %-ный водный раствор хлорида натрия, (20 ± 2) °С	Бетоны дорожных и аэродромных покрытий и бетоны конструкций, эксплуатирующихся при действии минерализованной воды
<b>Ускоренные методы</b>				
Второй	5 %-ный водный раствор хлорида натрия	Воздушная, минус (18 ± 2) °С	5 %-ный водный раствор хлорида натрия, (20 ± 2) °С	Все виды бетонов, кроме бетонов дорожных и аэродромных покрытий, бетонов конструкций, эксплуатирующихся при действии минерализованной воды, и легких бетонов марок по средней плотности менее D1500
Третий	5 %-ный водный раствор хлорида натрия	5 %-ный водный раствор хлорида натрия, минус (50 ± 2) °С	5 %-ный водный раствор хлорида натрия, (20 ± 2) °С	Все виды бетонов, кроме легких бетонов марок по средней плотности менее D1500

-Морозостойкость бетона определяют в проектном возрасте (после итоговых испытаний), установленном в нормативно-технической и проектной документации, при достижении им прочности на сжатие, соответствующей его классу (прочности).

-Количество и размер изготавливаемых образцов бетона в зависимости от метода определения морозостойкости принимают

Метод испытаний	Размеры образцов, мм
Первый	100×100×100 или 150×150×150
Второй	100×100×100 или 150×150×150
Третий	100×100×100 или 150×150×150

-Образцы для испытания должны быть без внешних дефектов, средняя плотность которых не отличается от минимальной более чем на 50 кг/м<sup>3</sup>.

-Массу образцов определяют с погрешностью не более 0,1 %.

-Контрольные образцы бетона перед испытанием на прочность, а основные образцы перед замораживанием насыщают водой/раствором соли температурой  $(18 \pm 2)$  °С.

-Для насыщения образцы погружают в жидкость на 1/3 их высоты на 24 ч, затем уровень жидкости повышают до 2/3 высоты образца и выдерживают в таком положении еще 24 ч, после чего образцы полностью погружают в жидкость на 48 ч таким образом, чтобы уровень жидкости был выше верхней грани образцов не менее чем на 20 мм.

-Число циклов испытания основных образцов бетона в течение одних суток должно быть не менее одного.

-Соотношение между числом циклов испытаний и маркой бетона по морозостойкости для методов, основанных на замораживании-

оттаивании, принимают **по таблице 4. ГОСТ 10060-2012**

## Соотношение между числом циклов испытаний и маркой бетона

Методы	Марки по морозостойкости	Вид бетона	Число циклов замораживания и оттаивания для бетона марок по морозостойкости F <sub>1</sub> или F <sub>2</sub> *													
			25	35	50	75	100	150	200	300	400	500	600	800	1000	
Базовые	Первый	F <sub>1</sub>	Все виды бетонов, кроме бетонов дорожных и аэродромных покрытий и бетонов конструкций, эксплуатирующихся в минерализованной воде	<u>15</u> 25	<u>25</u> 35	<u>35</u> 50	<u>50</u> 75	<u>75</u> 100	<u>100</u> 150	<u>150</u> 200	<u>200</u> 300	<u>300</u> 400	<u>400</u> 500	<u>500</u> 600	<u>600</u> 800	<u>800</u> 1000
	Второй	F <sub>2</sub>	Бетоны дорожных и аэродромных покрытий и бетоны конструкций, эксплуатирующихся в минерализованной воде	-	-	-	50 75	75 100	100 150	150 200	200 300	300 400	400 500	500 600	600 800	800 1000
Ускоренные	Второй	F <sub>1</sub>	Все виды бетонов, кроме бетонов дорожных и аэродромных покрытий, бетонов конструкций, эксплуатирующихся в минерализованной воде, и легких бетонов со средней плотностью менее D1500	-	-	-	8 13	13 20	20 30	30 45	45 75	75 110	110 150	150 200	200 300	300 450
		F <sub>1</sub>	Все виды бетонов, кроме бетонов дорожных и аэродромных покрытий, бетонов конструкций, эксплуатирующихся в минерализованной воде, и легких бетонов со средней плотностью менее D1500	-	-	-	2	3	4	5	8	12	15	19	27	35
	Третий	F <sub>2</sub>	Бетоны дорожных и аэродромных покрытий и бетоны конструкций, эксплуатирующихся в минерализованной воде	-	-	-	-	5	10	20	37	55	80	110	150	200

\* Над чертой указано число циклов, после которого проводят промежуточное испытание, под чертой – число циклов, соответствующее марке бетона по морозостойкости.



- В промежуточный срок испытания контролируют состояние образцов: появление трещин, отколов, шелушение поверхности. При появлении указанных дефектов испытание прекращают, и в журнале испытаний делают запись о том, что бетон не соответствует требуемой марке по морозостойкости.

-Время выдерживания при одновременном замораживании в морозильной камере образцов разных размеров принимают соответствующим наибольшим образцам.

-В случае вынужденного перерыва в испытании образцы хранят на воздухе не более 5 сут. Перед продолжением испытания образцы вновь насыщают водой/раствором соли по

-При перерыве в испытании более 5 сут испытания возобновляют на новых сериях образцов.

### Первый базовый метод

Испытания по первому базовому методу проводят замораживанием на воздухе образцов, насыщенных водой и последующим их оттаиванием в воде

- Контрольные образцы через 2-4 ч после извлечения из ванны испытывают на сжатие
- Основные образцы загружают в морозильную камеру в контейнере или устанавливают на сетчатый стеллаж камеры таким образом, чтобы расстояние между образцами, стенками контейнеров и вышележащими стеллажами было не менее 50 мм. Началом замораживания считают момент установления в камере температуры минус 16 °С. В каждом возрасте испытывают по шесть основных образцов

Образцы испытывают по режиму

Размер образца, мм	Режим испытаний			
	Замораживание		Оттаивание	
	время, ч, не менее	температура, °С	время, ч, не менее	температура, °С
100x100x100	2,5	минус (18 ± 2)	2 ± 0,5	20 ± 2
150x150x150	3,5		3 ± 0,5	

- Образцы после замораживания **оттаивают** в ванне с водой при температуре  $(18\pm 2)$  °С.
- Температуру воздуха в морозильной камере измеряют в центре ее объема в непосредственной близости от образцов.
- Воду в ванне для оттаивания образцов меняют через каждые 100 циклов переменного замораживания и оттаивания.
- Основные образцы через 2-4 ч после извлечения из ванны испытывают на сжатие

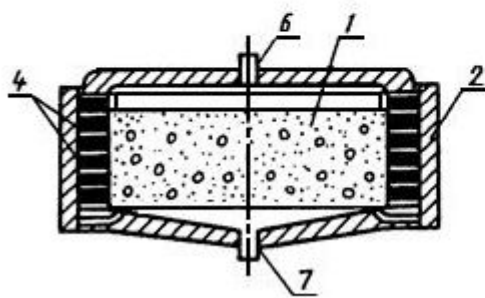
### **Методы определения водонепроницаемости**

Высоту контрольных образцов бетона в зависимости от наибольшей крупности зерен заполнителя допускается назначать в соответствии с табл

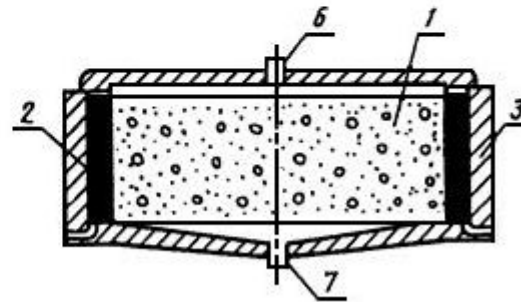
Наибольшая крупность зерен заполнителя	Наименьшая высота образца
5	30
10	50
20	100

# Схемы крепления и герметизации образцов бетона в обоймах

Способ уплотнения боковой поверхности образца путем обжатия образцов набором чередующихся резиновых и металлических колец или завулканизированной стальной пружины резиновым кольцом



Способ уплотнения боковой поверхности образца путем заливки зазора между образцами и обоймой специальными мастиками



1 - образец бетона; 2 - испытательная обойма; 3 - мастика; 4 - набор резиновых и металлических колец; 5 - резиновая полая камера; 6 - съемная крышка для подачи воды; 7 - съемная крышка с патрубком для сбора фильтрата

При определении водонепроницаемости методом "мокрого пятна" снимают крышку 7.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТИ ПО "МОКРОМУ ПЯТНУ»

-Изготовленные образцы хранят в камере нормального твердения при температуре  $(20\pm 2)$  °С и относительной влажности воздуха не менее 95%.

- Перед испытанием образцы выдерживают в помещении лаборатории в течение суток.

## Проведение испытания

-Образцы в обойме устанавливают в гнезда установки для испытания и надежно закрепляют.

-Давление воды повышают ступенями по 0,2 МПа в течение 1-5 мин и выдерживают на каждой ступени в течение времени, указанного в табл. Испытание проводят до тех пор, пока на верхней торцевой поверхности образца появятся признаки фильтрации воды в виде капель или мокрого пятна.

Высота образца, мм	150	100	50	30
Время выдерживания на каждой ступени, ч	16	12	6	4

Марку бетона по водонепроницаемости принимают

Водонепроницаемость серии образцов, МПа	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
Марка бетона по водонепроницаемости	B2	B4	B6	B8	B10	B12

## Предделение истираемости бетона на установках типа "круг истирания"

-Испытание бетона на круге истирания проводят на воздушно-сухих образцах, предварительно выдержанных не менее 2 сут

-Истиранию подвергают нижнюю грань образца. Перед испытанием образцы взвешивают и измеряют площадь истираемой

-Боковые грани образцов-кубов, перпендикулярные истираемой грани, перед испытанием нумеруют цифрами 1, 2, 3, 4 и в последовательности этой нумерации образец поворачивают при проведении испытаний



-Образцы устанавливают в специальные гнезда круга истирания. После установки проверяют возможность свободного перемещения образцов в гнездах в вертикальной плоскости.

-К каждому образцу (по центру) прикладывают сосредоточенную вертикальную нагрузку величиной  $(300 \pm 5)$  Н, что соответствует давлению  $(60 \pm 1)$  кПа.

-На истирающий диск равномерным слоем насыпают первую порцию  $(20 \pm 1)$  г шлифзерна 16 (на первые 30 м пути истирания каждого образца).

-При испытании на круге истирания водонасыщенных образцов истирающий диск перед нанесением на него первой порции абразива протирают влажной тканью, а каждые 20 г абразива равномерно увлажняют 15 мл воды.

-После установки образца (образцов) и нанесения на истирающий диск абразива включают привод круга и производят истирание.

-Через каждые 30 м пути истирания, пройденного образцами ( 28 оборотов на истирающем круге типа ЛКИ-3), истирающий диск останавливают. С него удаляют остатки абразивного материала и истертого в порошок бетона и насыпают на него новую порцию абразива по и снова включают привод истирающего круга. Указанную операцию повторяют 5 раз, что составляет 1 цикл испытаний (150 м пути испытания).

-После каждого цикла испытаний образец (образцы) вынимают из гнезда, поворачивают на  $90^\circ$  в горизонтальной плоскости (вокруг вертикальной оси) и проводят следующие циклы испытаний. Всего проводят 4 цикла испытаний для каждого образца (общий путь истирания равен 600 м).

-После 4 циклов испытания образцы вынимают из гнезд.

-Воздушно-сухие образцы обтирают сухой тканью и взвешивают.

-Водонасыщенные образцы помещают на 30 мин в воду, затем протирают влажной тканью и взвешивают.

# СХЕМА ЛАБОРАТОРНОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА БЕТОННЫЕ СМЕСИ И БЕТОН

Наименование показателей	ГОСТ	При проектировании составов	При приготовлении на бетонном заводе	При укладке в покрытие
Показатель удобоукладываемости (жесткость, осадка конуса)	10181.1-81	Обязательно	Не реже одного раза в смену при условии постоянной влажности заполнителей и не реже, чем через каждые два часа - при резком изменении влажности материала или изменении состава смеси	Не менее одного раза в смену и при изменении внешнего вида (при визуальной оценке)
Пористость смеси (объем вовлеченного воздуха, объем межзерновых пустот)	10181.3-81	Обязательно	Не реже одного раза в смену только в условиях стабильного производства, в других случаях - не реже двух раз в смену	Не менее одного раза в смену и при изменении внешнего вида (при визуальной оценке)
Прочность бетона	10180-90 18105-86	Обязательно	Не реже одного раза в смену	Не реже одного раза в смену и при изменении внешнего вида (при визуальной оценке)

Морозостойкость	10060.1-95	Обязательно	Один раз в квартал и при изменении состава смеси	
Плотность бетонной смеси	10181.2-81	Обязательно	Один раз в квартал и при изменении состава смеси	
Водонепроницаемость	12730.5-84	Обязательно	Один раз в квартал и при изменении состава смеси	



## Повторное использование материалов

-С целью экономии средств, сегодня нередко прибегают к восстановлению асфальта, уже бывшего в употреблении.



-Вторичная переработка асфальта на заводе, как уже упоминалось выше, производится методом регенерации. В этом случае, при перемешивании расплавленного состава старого асфальта, в него иногда добавляют еще и новые минеральные наполнители, и пластификаторы, кроме стандартного битума.



**Холодный ресайклинг** состоит в фрезеровании старого дорожного покрытия, последующем смешении асфальтовой крошки или каменного материала с вяжущим (как правило, битумной эмульсией, реже вспененным битумом) и уплотнении смеси.



-Холодный ресайклинг как способ ремонта дорожной одежды имеет ряд очевидных преимуществ. Исключена необходимость вывоза удаляемого материала старого покрытия и доставки свежей горячей асфальтобетонной смеси. Не нужно складировать удаленный материал вблизи ремонтируемого участка, что не всегда возможно, особенно в городе. Не требуется разогревать старое покрытие до «голубого дымка», как это делалось по технологии горячей термофрезерной регенерации, что важно как с точки зрения экономии энергии, так и охраны окружающей среды. Расход битума гораздо меньше, чем при устройстве нового покрытия. Полностью используется старый каменный материал (для улучшения зернового состава асфальтобетонной смеси в него может быть добавлен новый щебень).



# Горячее ремиксирование асфальтобетона



-Машина работает в комплексе с фрезой и разогревателем. Перед процессом регенерации производится фрезерование покрытия, то есть выравнивание путём частичного снятия неровностей асфальта. Затем идёт процесс нагревания покрытия специальным разогревателем до температуры 130-140 градусов на глубину 8-10 сантиметров. После чего производится рыхление старого покрытия, которое направляется в накопительный бункер.