

РОССИЙСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«РОСАВТОДОР»

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
по испытаниям и оценке качества
дорожно-строительных материалов

Список литературы

1. Предложения по применению в дорожном строительстве пористых (естественных и искусственных) каменных материалов, обработанных неорганическими и органическими вяжущими. Минавтодор РСФСР, Ростов-на-Дону, ГипродорНИИ, 1973, 49 с.
2. Технические указания по использованию зол угля и золошлаковых смесей от сжигания различных видов твердого топлива для сооружения гравийного залотна и устройства дорожных оснований и покрытий автомобильных дорог. ВСИ 185-75. Минтрансстрой СССР. И., 1975, 40 с.
3. Предложения по использованию в дорожном строительстве минеральных вяжущих веществ на основе отходов промышленности и местных материалов. Минавтодор РСФСР, И., 1979, 38 с.
4. Руководство по применению каменноугольных вяжущих в дорожном строительстве. Минавтодор РСФСР, И., Транспорт, 1979, 38 с.

Введение

Настоящие "Методические рекомендации по испытаниям и оценке качества дорожно-строительных материалов" посвящены описанию методов испытаний и требованиям к ряду основных дорожно-строительных материалов: каменным материалам, органическим вяжущим, асфальтобетону, укрепленным грунтам, минеральным вяжущим и цементобетону.

Измерительная техника, применяемая при испытаниях, должна соответствовать определенным метрологическим требованиям. Технический уровень средств и методов испытаний оказывает влияние на технический уровень дорожно-строительной организации, от которого во многом зависит качество и надежность транспортных сооружений.

По мере накопления опыта исследований, строительства и эксплуатации дорог, нормативные документы перерабатывают и совершенствуют, вносят изменения в методы испытаний и требования к материалам.

Методы испытаний дорожно-строительных материалов и требования к ним даны в кратком изложении, подробно они приведены в соответствующих нормативных документах.

I. Усталость и разрывы материалов в дорожной одежде

Материалы в дорожных одеждах работают в условиях воздействия на них двух групп факторов: нагрузки от колес автомашин и окружающей среды.

Воздействие колес автомашин на дорожную одежду выражает в математиках, из которых сделаны слои дорожной одежды, различные виды многократно повторяющихся напряжений. Величина напряжений зависит от состава и интенсивности движения, а также от расположения материала в дорожной одежде.

При движении по покрытию колеса автомашин должны иметь достаточно спиральность с верхним слоем покрытия, поэтому каменистый материал в этом слое должен иметь пероховатую поверхность, которая не скользит и нестирается при воздействии автотранспорта. В слоистых основаниях из щебня может происходить обламывание кромок, уменьшающее зацепление частичек щебня между собой и нарушающее плотность гравийного остова из-за изменений гранулометрического состава каменистого материала, если щебень и его гранулометрический состав неверно подобраны.

В процессе эксплуатации дорожной одежды материалы подвергаются воздействию окружающей среды: воды, попрерменного замораживания и оттаивания, перепада температур, солнечной радиации, хлоророда воздуха, соли, масел и других агрессивных факторов. Интенсивность воздействия окружающей среды зависит от климатических условий и района расположения автомобильной дороги.

Климатические условия на территории России весьма разнообразны: например, зимой среднемесячная температура воздуха в различных

районах страны колеблется от 6 до -48°C , продолжительность периода с температурой ниже 0°C составляет до 305 суток. Среднемесячная температура летом изменяется от 4 до 25°C , а наиболее жаркого месяца до 31°C . Годовая амплитуда абсолютного минимума и максимума превышает 100°C , средняя относительная влажность воздуха летом лежит в пределах от 20 до 90%.

Такое разнообразие климатических условий требует циферцированного подхода к выбору материалов для устройства различных слоев дорожных одежд с целью обеспечения их надежной работы. Так, например, на напряженное состояние монолитных и сборных цементобетонных покрытий кроме нагрузки от транспортных средств оказывают влияние суточные и сезонные колебания температуры и влажности воздуха, переходы температуры через 0°C .

Условия эксплуатации конструкций следует учитывать при выборе материалов для их устройства. Например, морозостойкость щебня как крупного заполнителя в бетоне не должна быть ниже проектной морозостойкости бетона. В противном случае бетонное покрытие будет разрушаться из-за разрушения щебня. При многократном замораживании и оттаивании материал может разрушаться из-за того, что лед занимает объем примерно на 9% больший чем вода, создает давление на стеки горячего материала и он разрушается.

Основной причиной исходения бетонных покрытий является несоответствие морозостойкости верхнего слоя и его прочности климатическим воздействиям и напряжениям от механической нагрузки.

Если для устройства цементобетонных покрытий используют гравий, то прочность такого бетона на изгиб небольшая из-за пониженного сцепления гравия с цементным кирпичем.

При использовании гольго бетона в качестве дорожного основания важное значение имеет гранулометрический состав каменных мате-

риалов. Если гранулометрический состав тщательно подобран и обладает минимальной пустотностью, то для устройства такого основания требуется минимальное количество вяжущего.

Использование загрязненных заполнителей приводит не только к перерасходу вяжущего материала, но и ухудшает сцепление с цементным камнем, снижение морозостойкости бетона, интенсифицирует процесс шелушения, так как в верхних зонах покрытия скапливаются загрязнения промиси.

При строительстве дорожных оснований из укрепленных грунтов особое внимание следует уделять выбору вяжущего материала, исходя из химического состава грунта, так как это во многом определят водостойкость, морозостойкость и деформативность укрепленного грунта, срок его службы.

Введение извести в грунты повышает их водоустойчивость. Однако, как показывают лабораторные данные и опыт эксплуатации дорожных конструкций, морозостойкость грунтов, укрепленных изестью, невелика. Поэтому применять грунты, укрепленные изестью, в конструкциях, подверженных многократному попеременному замораживанию и оттаиванию, нельзя.

Безусловно медленного нарастания прочности грунта, укрепленного изестью, физико-механические свойства этого материала целиком определяются спустя 90 и более суток после его изготовления. Это относится и к грунтам, укрепленным золой уноса, золой уноса с добавками цемента или извести, известково-золыными, известково-шлаковыми цементами.

В летний период битум в слое покрытия или основания дорожной одежды должен обладать достаточной прочностью и невысокой деформативностью, иначе появятся деформации в виде волн. Зимой битум в слое дорожной одежды должен обладать достаточной деформативностью, что особенно важно при резком перенаде отрицательных температур, в противном случае появятся трещины.

В первый период эксплуатации дорожной одежды эти трещины не мешают проезду автомашин, но в эти трещины попадает весной вода, проникает в материал и может привести к его разрушению. В дальнейшем ширина трещин увеличивается, идет обламывание кромок и интенсивное разрушение покрытия и нижележащих слоев дорожной одежды.

Битум должен хорошо прилипать к каменному материалу, иначе покрытие будет шелушиться и быстро разрушаться.

Для повышения качества битума в его состав вводят полимерные и поверхностно-активные вещества, что заметно увеличивает сроки службы дорожных одежд.

Солнечная радиация и кислород воздуха способствуют старению органического вяжущего в слоях дорожных одежд, преимущественно в покрытии, что может значительно увеличить жесткость слоев, привести к их растрескиванию и разрушению конструкции.

Различные химические соединения, содержащиеся в окружающей среде, например, воде могут вступать в реакцию с материалами дорожной одежды – цементным камнем, щебнем и др., что приводит к их разрушению вследствие химической коррозии.

Для предотвращения разрушений необходимо, чтобы свойства материалов соответствовали условиям работы их в дорожной одежде. Испытания дорожно-строительных материалов должны моделировать их работу в слоях дорожных одежд с учетом воздействия колес автомашин и окружающей среды.

В процессе строительства материалы должны обладать рядом технологических свойств, без которых невозможно построить качественную дорожную одежду. Например, щебень должен хорошо уплотняться, в противном случае слой дорожной одежды будет неплотным, что может привести к его разрушению. Смеси на основе минеральных вяжущих должны обладать определенными сроками загустевания. При производстве бетонных работ не должны наблюдаться водоотделение и сегрегация смеси с обводнением верхнего слоя покрытия, в противном случае это может вызвать снижение морозостойкости и прочности покрытия.

2. Методы испытаний и оценка качества каменных материалов

Определение минералого-петрографического состава щебня (гравия)

Минералогический состав щебня (гравия) во многом определяет физико-механические свойства: прочность, изстираемость, устойчивость к воздействию окружающей среды и др.

Для определения минералого-петрографического состава щебня (гравия) необходимы стандартный набор сит, лупы минералогические, набор реактивов, стальная игла, молоток, ступки и чашки фарфоровые, весы настольные гиревые и лабораторные.

Щебень, изготовленный из одной горной породы, характеризуется петрографическим составом с указанием пород и минералов, которые

могут обладать потенциальной разрушающей способностью, проявляющейся при взаимодействии со щелочами цемента в бетоне.

Петрографическую разборку щебня (гравия) производят на основе внешнего осмотра зерен при помощи лупы, используя набор реагентов для минералогического анализа, а также другие, приятие в петрографии методы (с изготовлением в необходимых случаях прозрачных шлифов).

Для этой цели испытываемый щебень (гравий) рассыпают на стандартные фракции и от каждого из них отбирают пробу массой, соответствующей указанной в табл. 1.

При содержании в испытываемом щебне (гравии) какой-либо фракции в количестве, меньшем 5% по массе, определение минералогопетрографического состава этой фракции не производят.

Пробу промывают и высушивают до постоянной массы, после чего зерна пробы каждой фракции разделяют по генетическим типам пород в соответствии с табл. 2.

Таблица

Размер фракции, мм	Масса пробок, кг, не менее
5-10	0,25
10-20	1,0
20-40	5,0
40-70	15,0
Св. 70	35,0

Таблица 2

Генетический тип породы	Породы
Осадочные	Известняк, доломит, песчаник, кремень и др.
Известняковые интрузивные	Гранит, габбро, диорит и др.
Известняковые эфузивные	Базальт, порфирит, диабаз и др.
Метаморфические	Кварцит, кристаллические сланцы и др.

Зерна карбонатных пород, подвергшиеся процессам скремнения более чем на 40% своего объема, относят к группе кремни. Зерна кварца выделяют в самостоятельную группу.

Кроме этого, выделяют зерна, представляющие обломки минералов и пород, налипание которых ограничивается сандуризацией и техническими условиями на соответствующие виды строительных работ:

- а) рудные минералы (пирит, бурые железистые яр.);
- б) сернистые и сернокислые соединения (гипс и пр.);
- в) глинистые сланцы, аргиллиты, мергель;
- г) минералы и породы, которые могут обладать когерентной реакционной способностью; опал, халцедон, кристаллы и скремнелые породы, вулканические стекла и содержание их породы;
- д) уголь и другие органические примеси.

При наличии минералов, содержащих серу, количество сернистых и сернокислых соединений в пересчете на SO_3 определяют методом химического анализа.

В целях уточнения количественного содержания в щебне, гравии зерен с исключением аморфных разновидностей кремнезема может быть применен метод термического испытания.

Разбранные по породам (или минералам) зерна щебня (гравия) взвешивают раздельно и вычисляют их содержание X_i в процентах в данной навеске по формуле:

$$X_i = \frac{m_i}{m} \cdot 100$$

где m_i - масса зерен данной породы или минерала, г;

m - общая масса навески, г.

Содержание зерен каждой породы или минерала в щебне (гравии) определяют как средневзвешенное значение их количества во всех фракциях с учетом гранулометрического состава изученного материала.

Определение дробимости щебня (гравия) при сжатии (раздавливании) в цилиндре

Щебень и гравий имеют неправильную форму, поэтому для оценки их прочности определяют дробимость щебня (гравия) в цилиндре и истираемость в полочном барабане, моделирующие работу этого материала в дорожной одежде.

Для определения дробимости щебня (гравия) при сжатии (раздавливании) в цилиндре используют пресс гидравлический с усилием до 100 или 500 кН, цилиндр стальные со съемным дном и плунжером, со внутренними диаметрами 75 и 150 мм, весы настольные, стандартный набор сит, сушильный шкаф, сосуд для насыщения каменного материала водой.

Стальной цилиндр со съемным дном и внутренним диаметром 150 мм заполняют щебнем (гравием) фракции 5-10, 10-20 мм или 20-40 мм, ссыпая его с высоты 5 см. Материал после разравнивания должен быть на 1/2 края цилиндра на 15 мм. Затем в цилиндр вставляют плунжер, плита которого должна быть на уровне верхнего края цилиндра. После этого цилиндр помещают на нижнюю плиту пресса.

Давление пресса на плунжер доводят до 200 кН со скоростью нагружения 1-2 кН в секунду. После сжатия пробу щебня взвешивают и просеивают через сито, размер отверстий которого выбирают в соответствии с размером испытываемых фракций (табл. 3).

Таблица 3

Размер фракций, мм	Размер отверстий сита, мм
5-10	1,25
10-20	2,5
20-40	5,0

Показатель дробимости определяют с точностью до 1% по формуле:

$$\Pi_D = \frac{m - m_1}{m} \cdot 100$$

где m - испытываемая навеска щебня (гравия), г;

m_1 - остаток на сите после просеивания раздробленной в цилиндре навески щебня, г.

При испытании щебня (гравия), состоящего из смеси двух или более фракций, показатель дробимости вычисляют как средневзвешенное результатов испытания таких фракций.

Определение изстираемости щебня (гравия) в полочном барабане

Для испытания каменного материала необходим полочный барабан, весы, сушильный шкаф, стандартный набор сит.

Фракции щебня (гравия) загружают в полочный барабан (рис. I) вместе с чугунными или стальными шарами диаметром около 48 мм к массой 405 г каждый. Крышку барабана закрепляют и приводят барабана во вращение. Скорость вращения составляет 30-33 об/мин.

Массу фракций щебня, количество шаров и оборотов барабана принимают в соответствии с табл. 4.

Таблица

Фракции щебня (гравия), мм:	Масса фракции, кг:	Количество шаров	Количество оборотов барабана
5-10	5	8	500
5-15	5	9	500
10-20	5	11	500
20(25)-40	10	12	1000

После испытания материал просеивают через сите с размером отверстий 5 и 1,25 мм. Остатки на ситах объединяют вместе и взвешивают.

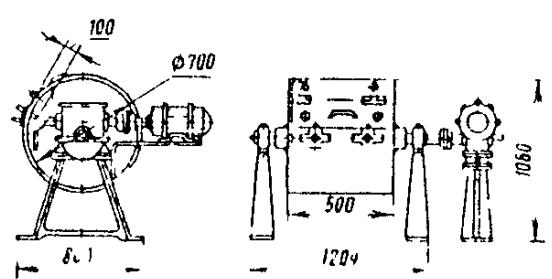


Рис. I. Полосочный барабан

Рис. I

Истираемость щебня в процентах определяют по формуле:

$$I = \frac{m - m_1}{m} \cdot 100$$

где m — масса материала до испытания, г;

m_1 — масса остатков на сите с размером отверстий 5 и 1,25 мм.

При испытании щебня (гравия), состоящего из нескольких фракций истираемость вычисляют как средневзвешенное результатов испытаний отдельных фракций.

Определение гранулометрического состава нефракционированного щебня (гравия)

Гранулометрический состав щебня (гравия) свидетельствует о плотности упаковки частиц этого материала, от которой зависит прочность слоев дорожной одежды и их плотность.

Для определения гранулометрического состава нефракционированного гравия необходимы весы настольные и платформенные, супелльные шкаф, набор стандартных сит с отверстиями от 3 до 70 мм, сито с размером отверстий 0,14 мм, калибры проволочные круглые диаметром 90, 100, 110, 120 мм и более с ~~занесенности~~ от предельной крупности испытываемого материала.

При проведении испытания берут пробу гравия в соответствии с табл. 5.

Таблица 5

Наибольшая крупность частиц, мм:	Масса пробы, кг, не менее
до 10	5,0
" 20	10
" 40	20
" 70	30
более 70	50

При этом в состав пробы должны быть включены и песчаные фракции, имеющиеся в испытываемом материале.

Пробу щебня (гравия) тщательно промывают, частицы, прошедшие с водой через нижнее сито с размером отверстий 0,14 мм, отбрасывают. Материал на каждом из сит взвешивают и определяют величину частных остатков на ситах: $m_{0,14}$; m_3 ; m_5 и выражают их в граммах.

Потом определяют общую массу пробы путем суммирования частных остатков:

$$\Sigma m = m_{0,14} + m_3 + m_5 + \dots + m_{70}$$

Затем определяют величину частных остатков на каждом из сит в процентах от суммарной пробы:

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

где m_i - остаток на данном сите, г;

Σm - общая масса пробы, г.

Далее подсчитывают полные остатки на ситах как сумму частных остатков на данном и всех вышеуказанных ситах в процентах.

По результатам подсчетов строят кривую гранулометрического состава щебня (гравия).

Размер частиц, соответствующих по кривой просеивания полному остатку равному 5%, принимают за наибольший диаметр частиц каменного материала, а полному остатку 95% - за наименьший диаметр.

Значения этих диаметров округляют в большую сторону до ближайшего размера стандартного сита.

Определение содержания в щебне (гравии) пластинчатых (лещадных) и игловатых зерен

При строительстве дорожных одежд следует использовать щебень кубовидной формы. Частицы пластинчатой (лещадной) и игловатой фор-

мы разрушаются при уплотнении слоев дорожной одежды, снижает их прочность и плотность.

Для проведения испытаний необходимо: весы напольные и платформенные, передвижной штаблон или стамески-рифель, стандартный набор сит.

Каменистый материал рассекают по фракциям и от каждой берут пробу в соответствии с табл. 6.

Табл. 2 8

Фракция (гравия), мм	веса, кг, не менее
5-10	0,25
10-20	1,0
20-40	5,0
40-70	15,0
Салее 70	35,0

Из каждой раковины каменного материала отбирают частинки, толщина или ширина которых в три и более раза меньше их длины.

Содержание в каждой фракции каменного материала пластинчатых (лещадных) и искловатых частич в процентах определяют по формуле:

$$\Gamma = \frac{m}{m + m_1} \cdot 100$$

где m - масса частич пластинчатой (лещадной) и искловатой форм, г;

m_1 - масса остальных частич, г.

Содержание частич пластинчатой (лещадной) и искловатой форм в пробе всего щебня вычисляют как средневзвешенное их содержания в каждой фракции.

Определение истинной плотности зерен щебня (гравия)

Надежность работы дорожной одежды и ее слоев во многом зависит от пористости каменного материала, которая влияет на такие важные свойства как водостойкость, морозостойкость и др. Для подсчета

величину общей пористости каменного материала необходимо определить его истинную и среднюю плотность.

При проедении испытания используют весы настольные тарные или центральные, вязкую сущность, вспенитель, насечку, банку, фарфоровую ступицу, пикнометр ёмкостью 100 мл, барботажную чашку, металлическую щетку.

Для определения истинной плотности зерен щебня (гравия) берут пробу в соответствии с табл. 7.

Таблица 7

Найбольшая крупность щебня (гравия), мм	Касса просы, кг, не менее
10	0,5
20	1,0
40	2,5
70 и более	5,0

Зерна щебня (гравия) очищают металлической щеткой от пыли, измельчают до крупности менее 5 мм, после чего перемешивают и измельчают пробу примерно до 150 г. Полученную пробу вновь измельчают до крупности менее 1,25 мм, перемешивают и сокращают до 50 г. Приготовленную пробу измельчают в грохоток в фарфоровой ступице, насыпают в стакенчик для взвешивания, высушивают до постоянной массы и охлаждают в эксикаторе над концентрированной серной кислотой или над безводным хлористым кальцием, после чего отвешивают две навески массой по 10 г каждая.

Каждую навеску насыпают в пикнометр и наливают в него дистиллированную воду не более чем на половину объема, затем пикнометр в слегка наклонном положении ставят в водяную баню и кипятят его содержимое в течение 15-20 мин для удаления пузырьков воздуха. После удаления воздуха пикнометр обтирают, охлаждают до комнатной температуры, доливают до метки дистиллированной водой и взвешивают.

Пикнометр освобождают от содержимого, промывают, наполняют до мати дистиллированной водой и взвешивают.

Плотность ρ^0 в $\text{г}/\text{см}^3$ вычисляют по формуле:

$$\rho = \frac{\rho^0}{\frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0 - m_2}}$$

где m — навеска порошка, высушенного до постоянной массы, г;

m_1 — масса пикнометра с дистиллированной водой, г;

m_2 — масса пикнометра с навеской и дистиллированной водой после удаления пузырьков воздуха, г;

ρ^0 — плотность воды, равная 1 $\text{г}/\text{см}^3$.

Расхождение между результатами двух определений не должно быть более 0,02 $\text{г}/\text{см}^3$.

Определение средней плотности зерен щебня (гравия)

Для проведения испытания необходимы весы настольные гиревые или циркулярные, весы технические с приспособлением для гидростатического взвешивания (рис.2), сосуд для насыщения щебня (гравия) водой и набор стандартных сит.

Для определения средней плотности зерен щебня (гравия) ностью до 40 мм берут пробу массой около 2,5 кг. Для испытания щебня (гравия) ракции крупнее 40 мм берут пробу массой около 6 зерна крупнее 40 мм дробят до получении частиц размером не более 40 мм и пробу сокращают вдвое.

Пробу высушивают до постоянной массы, просеивают через сите размером отверстий, соответствующим наименьшему размеру зерен данной фракции щебня (гравия) и из остатка на сите отвешивают две навески до 1000 г каждая.

Навеску щебня (гравия) насыщают водой, погружают их в воду из 2 ч так, чтобы уровень воды в сосуде был выше поверхности осажденной щебня (гравия) не менее чем на 20 мм.

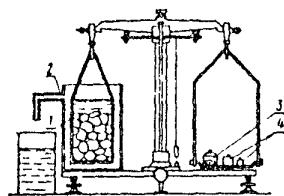


Рис.2. Весы для гидростатического взвешивания : 1 - сетчатый стакан; 2-сосуд для воды со сливом; 3-дробь для уравновешивания сетчатого стакана в воде; 4-разновесы

Насыщенные образцы щебня (гравия) вынимают из воды, удаляют влагу с их поверхности мягкой влажной тканью и сразу же взвешивают сначала на настольных, а затем на гидростатических весах, поместив пробу в сгущатый стакан, погруженный в воду.

Среднюю плотность γ_0 в $\text{г}/\text{см}^3$ вычисляют по формуле:

$$\gamma_0 = \frac{m \rho_e}{m_1 - m_2}$$

где m - масса пробы в сухом состоянии, г;

m_1 - масса пробы в насыщенном водой состоянии из воздуха, г;

m_2 - масса пробы в насыщенном водой состоянии в воде, г;

ρ_e - плотность воды, равная 1 $\text{г}/\text{см}^3$.

Образцы произвольной формы с мелкими открытыми порами покрывают пленкой парфюма толщиной около 1 мм. Для этого высушенный до постоянной массы образец погружают в разогретый парфюм и охлаждают на воздухе.

Подготовленный образец взвешивают на настольных, а затем на гидростатических весах.

Среднюю плотность γ_{01} в $\text{г}/\text{см}^3$ вычисляют по формуле:

$$\gamma_{01} = \frac{m}{\frac{m_1 - m_2}{\rho_e} - \frac{m_1 - m}{\rho_p}}$$

где m - масса образца в сухом состоянии, г;

m_1 - масса парфюмированного образца на воздухе, г;

m_2 - масса парфюмированного образца в воде, г;

ρ_p - плотность парфюма ($0,93 \text{ г}/\text{см}^3$);

ρ_e - плотность воды, равная 1 $\text{г}/\text{см}^3$.

Определение пористости зерен щебня (гравия)

Пористость зерен определяют на основании предварительно установленных значений истинной и средней плотности зерен щебня (гравия). Объем пор в процентах от объема вычисляют по формуле

$$V_{nop} = (1 - \frac{\gamma_0}{\rho}) \cdot 100$$

γ_0 — средняя плотность зерен, г/см³;

ρ — истинная плотность зерен, г/см³.

Определение водопоглощения щебня (гравия)

При воздействии воды на щебень или гравий прочность слоев дорожной одежды может снижаться. Уменьшение прочности зависит от количества воды, поглощенной каменным материалом.

Для определения водопоглощения каменного материала необходимы сушильный шкаф, весы, сосуд для насыщения образцов водой, металлическая щетка.

Щебень (гравий) промывают, высушивают до постоянной массы и отбирают пробу в соответствии с табл. 8.

Таблица 8

Наибольшая крупность щебня (гравия), мм:	Масса пробы, кг
до 10 мм	0,5
" 20 "	1,0
" 40 "	2,5
" 70 "	5,0
более 70 "	10,0

Материал укладывают в сосуд с водой, имеющей комнатную температуру, так, чтобы уровень воды в сосуде был выше верха частиц не менее, чем на 20 мм.

Через 48 ч щебень (гравий) вынимают из сосуда, удаляют мягкой тканью воду с поверхности частиц и взвешивают их. Если при этом из пор материала вытекает вода, ее выливают в массу образца.

Водопоглощение в процентах по массе вычисляют по формуле:

$$W_n = \frac{m_1 - m}{m} \cdot 100$$

где m – масса щебня (гравия) в сухом состоянии, г;
 m_1 – масса щебня (гравия) после водопоглощения, г.

Определение морозостойкости щебня (гравия)

При многократном попаременном замораживании и оттаивании насыщенный водой каменный материал может разрушаться. Это происходит из-за того, что объем замерзшего льда на 9% больше исходного объема воды, что вызывает возникновение больших напряжений в частицах каменного материала, приходящих к разрушению.

Морозостойкость определяют как в результате замораживания и оттаивания в воде, так и при воздействии растра сернокислого натрия.

Для определения морозостойкости каменного материала необходимы холодильник камера, сушильный шкаф, весы, стандартный набор сит, ванна, для насыщения щебня (гравия) водой, металлический сосуд для проведения испытаний.

Перед испытанием щебень рассеивают на фракции и каждую испытывают на морозостойкость. Масса каждой фракции должна соответствовать табл. 9.

Таблица 9

Фракция, мм	Масса фракции, кг
5-10	1,0
10-20	1,5
20-40	2,5
40-70	5,0

Каждую фракцию материала насыпают в металлический сосуд слоем "в одну щебенку" и заливают водой, имеющей комнатную температуру.

Через 48 ч сливают воду, помешают сосуд с материалом в морозильную камеру, доводят температуру в ней до минус 17-25°C, и подерживают эту температуру в течение 4 ч.

После этого сосуд со щебнем (гравием) выдерживают не менее 2 ч в проточной или сменяющей воде, имеющей комнатную температуру, до полного оттаивания щебня (гравия). Затем цикл испытаний повторяют.

Через каждые 25 циклов повторенного замораживания и оттаивания щебень (гравий) высушивают до постоянной массы, просеивают через сито, на котором данная фракция оставалась, и взвешивают остаток на сите.

Раскололшиеся частицы материала (фракции 40-74 мм считаются неморозостойкими даже если они остались на сите с размером отверстий 40 мм.

Потерю в массе вычисляют в процентах по формуле:

$$\Delta m = \frac{m - m_f}{m} \cdot 100$$

где m - масса пробы (фракции) до испытания, г;

m_f - масса остатка на сите после испытания, г.

Определение морозостойкости щебня (гравия) ускоренным методом в растворе сернокислого натрия

Для проведения испытания необходимы: шкаф сушильный, весы, металлический сосуд, стандартный набор сит.

В начале готовят раствор сернокислого натрия. Для этого отвешивают 250-300 г безводного сернокислого натрия или 700-1000 г кристаллического сернокислого натрия и растворяют в 1 л подогретой дистиллированной воды.

Сернокислый натрий добавляют постепенно тщательно перемешивая до образования насыщенного раствора. После этого, раствор охлаждают до комнатной температуры, сливают в стеклянную емкость и оставляют в покое двое суток.

Фракцию каменного материала насыпают в сосуд слоем "в одну щебенку", заливают раствором сернокислого натрия выше уровня ма-

териала и выдерживают в течение 20 ч при комнатной температуре.

Затем раствор сливают в бутыль, а каменный материал помещают в сушильный шкаф, где его выдерживают в течение 4 ч при 105-110°С. Потом каменный материал охлаждают до комнатной температуры, вновь заливают раствором сернокислого натрия, выдерживают в течение 4 ч при комнатной температуре, сливают раствор и опять помещают каменный материал в сушильный шкаф. Насыщение и высушивание каменного материала повторяют требуемое количество раз.

После преведения испытания пробы каменного материала промывают горячей водой, высушивают до постоянной массы и просеивают через сито, из которого каменный материал оставался до испытания.

Остаток на сите взвешивают и подсчитывают потерю в массе каменного материала по формуле:

$$\Delta m = \frac{m - m_f}{m} \cdot 100$$

где m — масса каменного материала до испытания, г;

m_f — масса каменного материала после испытания (остаток на сите), г.

Определение содержания в щебне (гравии) пылевидных, иллистых и глинистых частиц отмучиванием

Пылевидные, иллистые и глинистые частицы, содержащиеся в щебне (гравии), снижают прочность дорожной одежды при воздействии воды, ухудшают сцепление каменного материала с асфальтом, что приводит к уменьшению надежности конструкции.

Для проведения испытания необходимо сосуд для отмучивания или цилиндрическое ведро высотой не менее 300 мм с сифоном, шкаф сушильный, весы настольные.

Из щебня или гравия, высушенных до постоянной массы, отбирают пробу массой 5 кг при наибольшей крупности частик каменного материала до 40 мм. Если крупность превышает 40 мм, то масса пробы должна быть 10 кг.

Каменный материал складают в сосуд для отмучивания и заливают водой до уровня щебня (гравия) и дают возможность размокнуть глине, если она имеется в пробе.

Затем доливают воду, чтобы уровень воды был примерно на 20 см выше уровня каменного материала, перемешивают содержимое сосуда и через 2 минуты сливают полученную водную суспензию. После слива уровень воды над материалом должен быть выше на 3 см. Промывку каменного материала повторяют до тех пор, пока вода при сливе станет прозрачной. После отмучивания щебень (гравий) высушивают до постоянной массы.

Содержание в щебне (гравии) пылевидных, кистистых и глинистых частиц в процентах по массе вычисляют по формуле:

$$\Pi = \frac{m - m_1}{m} \cdot 100$$

где m — масса пробки до отмучивания, г;

m_1 — масса пробы после отмучивания, г.

Определение устойчивости структуры шлакового щебня

При использовании шлакового щебня для строительства дорожных одежд, его следует испытать на распад, который может происходить вследствие ряда химических процессов, протекающих в шлаке.

Для определения устойчивости структуры щебня используют: автоклав аллектический, весы торговые, набор сит, ванна, металлическая щетка, мешочки из плотной ткани.

Пробу щебня тщательно промывают, высушивают до постоянной массы и просеивают через сите с отверстиями, соответствующими наибольшей и наименьшей крупности.

От каждой подготовленной фракции отбирают по 2 пробы (объемом 1 л фракции 5-10 мм, 10-20 мм и 1,5 л фракции 20-40 мм) и взвешивают.

Пробы щебня помещают в мешочки из плотной ткани и погружают в дистиллированную воду на 30 суток. Затем пробу вынимают из воды, высушивают и просеивают через сито, на котором она оставалась до испытания.

Остаток на сите взвешивают и вычисляют потерю в массе Q_1 в процентах с точностью до 0,1 по формуле:

$$Q_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100$$

где m_1 — масса навески, высушенной до постоянной массы до испытания, г;

m_2 — масса остатка на сите, высшедшего до постоянной массы после испытания, г.

Затем пробы помещают в автоклав или пропаривают в бачке в течение 10 ч. Давление в автоклаве в течение 30 мин доводят до 2 атм. При этом давлением щебень выдерживают в течение 6 ч, после чего давление в течение 20 мин снижают до атмосферного.

Пробу щебня просушивают и просеивают сквозь сито, на котором она оставалась до испытания. Остаток на сите взвешивают и вычисляют потерю в массе Q_2 по формуле:

$$Q_2 = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100$$

где m_1 — масса навески до испытания, г;

m_2 — масса навески после испытания, г.

Потеря в массе при испытании щебня на устойчивость структуры определяется как сумма потерь при испытании в воде и автоклаве.

Оценка качества щебня

В соответствии с [I] пористые каменные материалы подразделяют на марки в зависимости от показателя дробимости при скатии (раздавливании в цилиндре) (табл. I). Щебень, в зависимости от его марки, делят на четыре класса (табл. II).

Щебень из пористых каменных материалов не должен содержать более 30% частиц пластинчатой (лещадной) формы. Он должен выдерживать не менее 15 циклов попеременного замораживания-оттаивания. При этом потеря массы не должна превышать 10% для щебня из естественных и 8% для щебня из искусственных пористых каменных материалов.

Щебень из керамзита должен выдерживать испытания на известняковый распад (потери массы пробы при кипячении не более 5%), щебень из аглопорита - не более 8% при испытании на силикатный и железистый распад. Щебень из шлаковой пемзы при испытании на силикатный распад должен иметь потерю массы не более 5%.

Щебень шлаковый доменный и стальплавильный для дорожного строительства в соответствии с ГОСТ 3344-73 делят на четыре марки и характеризуют его морозостойкость (табл. I2 и I3). Щебень из естественного камня в соответствии с ГОСТ 8267-75 делят на марки по прочности, марки по износу и предъявляют к нему требования по морозостойкости (табл. I4- I8).

Tadama 10

Марка пористого каменного материала по прочности	Прочность при сжатии (раздавливании) в калинингр. Мп					
	керамзита и его разновидностей	щебня аглопористового	щебня шлакогранитового	щебня из пористых горных пород: гипса и шлаковых туфов, известняков	Остальных щебеноподобных материалов	
II-25	0,5-0,7	0,3-0,4	0,2-0,5	0,2-0,3	0,2-0,3	0,4-0,5
II-35	0,7-1,0	0,4-0,5	0,3-0,4	0,3-0,5	0,3-0,4	0,5-0,7
II-50	1,0-1,5	0,5-0,6	0,4-0,5	0,5-0,8	0,4-0,6	0,7-0,9
II-75	1,5-2,0	0,6-0,7	0,5-0,6	0,8-1,0	0,6-0,8	0,9-1,2
II-100	2,0-2,5	0,7-0,8	0,6-0,8	1,0-1,2	0,8-1,0	1,2-0,5
II-125	2,5-3,3	0,8-0,9	0,8-1,1	1,2-1,5	1,0-1,2	1,5-1,8
II-150	3,3-4,5	0,9-1,0	1,1-1,4	1,5-2,0	1,2-1,6	1,8-2,2
II-200	4,5-5,5	1,0-1,2	1,4-1,8	2,0-2,5	1,6-2,0	2,2-2,7
II-250	5,5-6,5	1,2-1,4	1,8-2,2	2,5-3,0	2,0-2,5	2,7-3,3
II-300	более 8	более 1,6	более 2,7	более 3,5	более 3	более 4

Таблица II

Класс прочности	Марка пористого каменного материала по прочности						Остальных щебеносодержащих материалов
	керамзита и его разновидностей	щебня аглопористого	щебня шлако-пемзового	щебня из пористых горных пород:			
				пемза и шлаков	туфов, известняков		
I		II-300	II-200 и более	II-150 и более	II-200 и более	II-125 и более	
2	II-50	II-250 II-200	II-150	II-125	II-150	II-100	
3	II-50	II-200 II-150 II-125	II-125	II-100 II-75	II-125 II-100	II-75	
4	II-35 II-25	II-100 и меньше	II-100 и меньше	II-50 и меньше	II-75 и меньше	II-50 и меньше	

ГОСТ 3344-73

Таблица 12

Класс прочности щебня	Потери в массе при испытании в полочном барабане, % от массы, не более	Потери в массе при испытании на износимость в цилиндре, % от массы (в водонасыщенном состоянии), не более
I	25	15
2	35	25
3	45	35
4	55	45

ГОСТ 3344-73

Таблица 13

Наименование показателей	Показатели морозостойкости щебня					
	Мрз-15	Мрз-25	Мрз-50	Мрз-100	Мрз-150	Мрз-200
1. непосредственным замораживанием:						
количество циклов	15	25	50	100	150	200
потеря в массе после испытания, %, не более	10	10	5	5	5	5
2. В растворе сернокислого натрия:						
количество циклов	3	5	10	10	15	15
потеря в массе после испытания, %, не более	10	10	10	5	5	3

ГОСТ 8267-75

Таблица 14

Марка щебня по прочности	Потеря массы, % при определении дробимости щебня	
	в сухом состоянии	в насыщенном состоянии
I200	До II	До II
I000	Св. II до I3	Св. II до I3
800	" I3 " I5	" I3 " I5
600	" I5 " I9	" I5 " 20
400	" I9 " 24	" 20 " 28
300	" 24 " 28	" 28 " 38
200	" 28 " 36	" 38 " 54

ГОСТ 8267-75

Таблица 15

Марка щебня по прочности	Потеря массы, % при определении дробимости щебня	
	из интрузивных пород	из вулканических пород
I400	До I2	До 9
I200	Св. I2 до I6	Св. 9 до II
I000	" I6 " 20	" II " I3
800	" 20 " 25	" I3 " I5
600	" 25 " 34	" I5 " 20

Марка щебня по износу	Потеря массы, % при испытании в волочном барабане
И-І	До 25
И-ІІ	Св. 25 до 35
И-ІІІ	• 35 до 45
И-ІІІІ	• 45 до 60

Испытания	Марки щебня по морозостойкости						
	Мрз 15	Мрз 25	Мрз 50	Мрз 100	Мрз 150	Мрз 200	Мрз 300
Замораживанием:							
а) количество циклов	15	25	50	100	150	200	300
б) потеря в массе после испытания, %	10	10	5	5	5	5	5
В растворе сернокислого натрия:							
а) количество циклов	3	5	10	10	15	15	15
б) потеря массы после испытания, %, кг/м ³	10	10	10	5	5	3	2

В зависимости от марки щебня по прочности содержание в нем пылевидных, глинистых и иллюстых частиц не должно превышать указанного в табл. 3.18.

ГОСТ 8267-75

Таблица 18

Испытания	Щебень из	Щебень из осадочных
	изверженных и метаморфических пород	пород марок от 600 до 1200 от 200 до 400

Содержание пылевидных, глинистых и иллюстых частиц, определяемое отмыванием, % от массы, не более

В том числе, содержание глины в комках, % от массы, не более

	1	2	3
	0,25	0,25	0,25

Определение минералого-петрографического состава песка

Для определения минералого-петрографического состава песка необходимы набор стандартных сит, весы технические, сушильный шкаф, микроскоп бинокулярный и микроскоп поляризационный, лупы минералогические, магнит, набор реактивов, стальная игла.

Песок массой 0,5 кг промывают, высушивают и просеивают через сита с размером отверстий 5, 2,5, 1,25, 0,63, 0,315 и 0,14 мм. Для испытания берут пробы с каждого сита в количестве, указанном в табл. 19.

Таблица 19

Фракция, мм	5-2,5	2,5-1,25	1,25-0,63	0,63-0,315	0,315-0,14
Масса навески, г	25,0	5,0	1,0	0,1	0,01

Навеску каждой фракции высипают на стекло и рассматривают с помощью бинокулярного микроскопа. Частицы песка с помощью иглы разделяют по генетическим типам пород. Кроме того, выделяют обласи горных пород и минералов, содержание которых изучается в песке для определения видов строительных работ: сланцы, глинистые сланцы, опал, халцедон, кремень, уголь и др.

Сланцы определяют форму поверхности зерен ^{песка} и ^в кинет. формам и характером ее поверхности в соответствии с табл. 20.

Таблица 20

Форма зерен	Характер поверхности зерен
Призматическая Октаэдрическая	Пески дробленые Близка к кубической или шарообразной
Угловатая	Плоская или удлиненная

Содержание пород или минералов в каждой фракции в процентах определяют по формуле:

$$X_c = \frac{n}{N} \cdot 100$$

где n – количество частиц данной породы или минерала во фракции песка;

N – общее количество частиц во фракции песка.

Содержание частиц каждой горной породы или минералов в пробе песка вычисляют как средневзвешенное результатов определения их количества во всех фракциях с учетом гранулометрического состава песка. Также определяют содержание частиц песка различной формы и с различным характером поверхности.

Определение зернового состава и модуля крупности песка

Песок в смеси для устройства слоев дорожных одежд должен плотно упаковываться. Это способствует повышению прочности и плотности слоя. Плотность упаковки песка характеризуют зерновой состав и модуль крупности.

Для определения зернового состава песка необходимы набор сит с размером квадратных отверстий 1,25 мм; 0,63 мм; 0,315 мм; 0,14 мм и с круглыми отверстиями диаметром 10,5 и 2,5 мм, сушильный шкаф и весы.

Пробу песка массой 2 кг высушивают до постоянной массы и просеивают через сита с круглыми отверстиями диаметром 10 и 5 мм.

Остатки на ситах взвешивают и определяют содержание в песке фракций гравия 5-10 мм и гравия крупнее 10 мм по формулам:

$$\Gamma_{P_{10}} = \frac{M_{10}}{M} \cdot 100 \quad \Gamma_{P_5} = \frac{M_5}{M} \cdot 100$$

где M_{10} – остаток на сите с отверстиями 10 мм, г;
 M_5 – остаток на сите с отверстиями 5 мм, г;
 M – масса пробы песка, г.

Из пробы песка, прошедшего через сито с отверстиями 5 мм, отбирают навеску массой 1000 г.

Гранулометрический состав песка определяют после предварительной промывки с отмучиванием песка. Содержание отмученных частиц включают в проход через сито с размером отверстий 0,14 мм и в общую массу навески.

Разрешается просеивать навеску без предварительной промывки, если песок не содержит значительного количества глинистых частиц.

Навеску песка просеивают через набор сит с круглыми отверстиями диаметром 2,5 мм и с сеткой с размерами отверстий 1,25, 0,60, 0,315 и 0,14 мм.

По результатам просеивания вычисляют частный остаток на сите, подщий остаток и модуль крупности.

Частный остаток на сите определяют по формуле:

$$\alpha_i = \frac{m_i}{m} \cdot 100$$

где m_i – масса остатка на сите, г;
 m – масса просеиваемой навески, г.

Полный остаток подсчитывают по формуле:

$$A_i = \alpha_{2,5} + \alpha_{1,25} + \dots + \alpha_i$$

где $\alpha_{2,5}, \alpha_{1,25}, \dots, \alpha_i$ – частные остатки на ситах.

Модуль крупности песка определяют по формуле

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

где $A_{2,5}, A_{1,25}$ и т.д. – полные остатки на ситах.

Результаты испытаний записывают в виде табл. 21.

Таблица 21

Остатки на ятарах, %:	Размер отверстий сит, мм:					Содержание частиц мельче 0,14 мм, %
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	
Частные	$\alpha_{2,5}$	$\alpha_{1,25}$	$\alpha_{0,63}$	$\alpha_{0,315}$	$\alpha_{0,14}$	$\alpha_{<0,14}$
Полные	$\beta_{2,5}$	$\beta_{1,25}$	$\beta_{0,63}$	$\beta_{0,315}$	$\beta_{0,14}$	$\beta_{<0,14}$

Определение содержания пылевидных, глинистых и иллистых частиц методом отмучивания

Для проведения испытания по отмучиванию необходимы сосуд для отмучивания, весы, шкаф сушильный, секундомер.

Навеску песка массой 1000 г помещают в сосуд и заливают водой. Уровень воды должен быть выше уровня песка примерно на 200 мм. Песок выдерживают в воде около 2 ч, периодически перемешивая.

Затем песок с водой энергично перемешивают и через 2 мин сливают полученную суспензию, но при этом слой воды над песком должен быть не менее 30 мм. Промывку производят до тех пор, пока вода станет прозрачной. Песок после отмучивания высушивают до постоянной массы.

Содержание в песке отмучиваемых пылевидных, глинистых и иллистых частиц в процентах по массе вычисляют по формуле:

$$\Pi_0 = \frac{m-m_1}{m} \cdot 100$$

где m — масса песка до отмучивания, г;

m_1 — масса песка после отмучивания, г.

Определение содержания в песке органических примесей

Для проведения испытаний необходимы весы технические, мерные цилиндр с внутренним диаметром 36-40 мм емкостью 250 мл, 3% раствор едкого натра и 2% раствор танина в однопроцентном растворе этилового спирта.

В первый цилиндр емкостью 250 мл всыпают песок до уровня 130 мл и заливают 3% раствором едкого натра до отметки 200 мл. Содержимое цилиндра перемешивают и оставляют в покое на 24 ч, повторяя перемешивание через 4 ч после начала испытания. После этого устанавливают цвет жидкости, находящейся над песком. Как правило, жидкость имеет желтый или коричневый цвет. Если жидкость имеет слабую окраску, то содержимое сосуда подогревают при 60-70°C на водяной бане в течение 2-3 ч. Цвет жидкости после испытания сравнивают с цветом эталона.

Сталон готовят следующим образом: готовят 2%-ный раствор танина в 1%-ном растворе этилового спирта. Полученный раствор в количестве 5 мл смешивают со 195 мл 3%-ного раствора едкого натра. Приготовленный таким образом эталон взбалтывают и оставляют в покое на 24 ч. Этalon должен быть свежеприготовленным.

Если жидкость над песком светлее или одинакова по цвету с эталоном, то испытываемый песок пригоден для изготовления бетонных и растворных смесей. Если цвет жидкости темнее цвета эталона, необходимо провести специальное исследование песка для установления его качества.

Определение содержания глины в комках в песке

Для проведения испытаний необходимы сите с размером отверстий 5; 2,5 и 1,25 мм, сушильный шкаф, весы технические, лупа минералогическая и стальная игла.

Среднюю пробу песка просеивают через сито с размером отверстий 5 мм, а затем берут из нее около 100 г песка. Из этой пробы получают две навески следующих фракций:

5 - 2,5 мм - 5,0 г

2,5 - 1,25 мм - 1,0 г

Каждую навеску высыпают тонким слоем на стекло и увлажняют, а затем стальной иглой выделяют комки глины. Выделенные комки глины и частицы песка высушивают раздельно до постоянной массы.

Содержание комков глины в каждой фракции песка в процентах вычисляют по формуле:

$$\Gamma_{2,5} = \frac{m}{m + m_1} \cdot 100 \quad \Gamma_{1,25} = \frac{m_2}{m_2 + m_3} \cdot 100$$

где m и m_2 - масса комков глины, г;

m_1 и m_3 - масса частиц песка, г.

Содержание комков глины в пробе песка Γ_L в процентах вычисляют по формуле:

$$\Gamma_L = \frac{\Gamma_{2,5} \cdot \alpha_{2,5} + \Gamma_{1,25} \cdot \alpha_{1,25}}{100}$$

где $\alpha_{2,5}$ и $\alpha_{1,25}$ - частные остатки на ситах с размером отверстий 2,5 и 1,25 мм, вычисленные при определении гранулометрического состава пробы в процентах.

Определение объемной насыпной плотности песка в партии для перевода количества поставляемого песка из весовых единиц в объемные

Для испытания песка с целью перевода количества поставляемого песка из весовых единиц в объемные необходимы весы, мерный цилиндрический сосуд емкостью 10 л (диаметром и высотой 234 мм), металлическая линейка.

Мерный сосуд емкостью 10 л взвешивают, затем в него всыпают песок с высоты 10 см. Налив песка над сосудом снимают вровень с

краями сосуда металлической линейкой без уплотнения и взвешивают сосуд с песком.

Объемную насыпную плотность в кг/м³ вычисляют по формуле:

$$\gamma_H = \frac{m_1 - m}{V}$$

где m — масса мерного сосуда, кг;

m_1 — масса мерного сосуда с песком, кг;

V — объем мерного сосуда, м³.

Определение влажности песка

Для определения влажности песка необходимы шкаф сушильный, технические весы и противень.

Для проведения испытания берут среднюю пробу песка массой 1000 г, насыпают в противень и взвешивают. Затем песком сушат до постоянной массы.

Влажность песка в процентах от массы подсчитывают по формуле:

$$W = \frac{m - m_1}{m_1} \cdot 100$$

где m — масса песка до высыпывания, г;

m_1 — масса песка после высыпывания, г.

Требования к песку

Пористый песок по зерновому составу подразделяют на крупный, средний и мелкий. Требования к его составу приведены в табл. 22.

Таблица 22.

Наимено- вание песка	Содержание частиц материала мельче, км, %:						
	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071
Крупный	90-100	50-90	30-70	20-50	10-30	5-10	0-5
Средний	90-100	60-90	40-80	30-70	16-50	10-20	10-15
Мелкий	95-100	80-95	60-90	40-35	25-60	10-20	10-20

Содержание в обжиговом песке слабо обожженных частиц по должно превышать 3% от массы песка.

Требования к природным и дробленым пескам с плотностью сырья 1,8 г/см³, применяемым в материалах для устройства дорожных одежд, изложены в ГОСТ 8736-77 Песок для строительных работ. Технические условия.

3.3. Методы испытаний и оценка качества минеральных вяжущих

Местные минеральные вяжущие для строительства и ремонта автомобильных дорог получают, в основном, из металлургических шлаков, зол и шлаков тепловых электростанций, побочных продуктов химической, цементной, керамической промышленности и природного сырья.

Эти вяжущие должны содержать твердящий компонент, обладать определенной тонкостью помола, требуемыми сроками схватывания, равномерностью изменения объема и прочностью при сжатии и изгибе.

Определение активности шлака.

Для проведения испытания необходимы прибор ИСХ-2 или Т-3, малый прибор для статического уплотнения, гидравлический пресс мощностью 300-500 кН, сушильный шкаф, лабораторная мешалка, весы торговые, сито с отверстиями размером 0,071 мм, сферический часы, ванна для хранения образцов.

Среднюю пробу шлака массой 5 кг высушивают до постоянной влаги и размалывают в шаровой мельнице до остатка 6-10% на сите с размером отверстий 0,071 мм или до удельной поверхности $3000 \pm 100 \text{ см}^2/\text{г}$, определяемой с помощью прибора ПСХ-2 или Т-3.

Затем определяют оптимальное количество воды по максимуму плотности смеси.

Молотый шлак с оптимальным количеством воды перемешивают в течение 2,5 мин в лабораторной мешалке. При отсутствии смеси шлак с водой перемешивают в сферической чашке в течение 10 мин.

Из шлаковой смеси готовят 10 образцов - цилиндров с высотой и диаметром 50 мм. Эти образцы получают при уплотнении с помощью прибора стандартного уплотнения или пресса при давлении 20 кН, выдерживают в течение 3 мин.

Образцы хранят 7 суток на воздухе при $18-20^{\circ}\text{C}$, затем помещают на 19 суток во влажную камеру и после этого в течение 2 суток насыщают водой.

Насыщенные водой образцы испытывают на прессе и определяют предел прочности при сжатии через 28 суток с момента изготовления.

За показатель активности принимают среднее арифметическое значений предела прочности при сжатии 10 образцов.

Определение суммарного содержания активных окисей кальция и магния в кальциевой извести

При проведении испытания используют коническую колбу ёмкостью 250 мл, стеклянные бусы, стеклянную воронку, прибор для титрования.

Навеску массой 1 г ссыпают в колбу, ёмкостью 250 мл, и вливают 150 мл дистиллированной воды. Туда же кладут несколько стеклянных бусинок, закрывают часовым стеклом и нагревают воду до кипения в течение 5-7 мин.

Раствор схлађают до комнатной температуры, промывают стекли колбы и часовое стекло кипяченой дистиллированной водой. Затем в раствор добавляют 2-3 капли 1%-ного спиртового раствора фенолфталеина и титруют при постоянном взбалтывании I и раствором соляной кислоты до полного обесцвечивания раствора.

Титрование считается законченным, если в течение 8 мин раствор при периодическом взбалтывании остается бесцветным. Содержание активных окисей кальция и магния в негашеной извести определяют по формуле:

$$A = \frac{V \cdot T_{CaO}}{Q} \cdot 100$$

где V - объем раствора I и соляной кислоты, пошедший на титрование, мл;

T_{CaO} - титр I и раствора соляной кислоты, выраженный в г.

Q - масса навески извести, г.

Содержание активных окисей кальция и магния в гидратной извести вычисляют по формуле:

$$A = \frac{V \cdot T_{CaO}}{Q(100-W)} \cdot 100$$

где W - влажность гидратной извести, %.

Определение суммарного содержания активных окисей кальция и магния в магнезиальной, доломитовой и гидравлической извести.

Определение содержания активной окиси кальция сахаратным способом

В коническую колбу емкостью 500 мл всыпают 0,25 г извести, добавляют 50 мл 10%-ного раствора сахарозы и энергично взбалтывают в течение 15 мин. Для улучшения перемешивания в колбу помещают несколько стеклянных бус.

Затем в колбу вводят 2-3 капли І₂-ногого спиртового раствора фенолфталеина и титруют содержимое І₁ раствором соляной кислоты. Титрование производят каплями до первого исчезновения розовой окраски.

Количество активной окиси кальция вычисляют по формуле:

$$A_1 = \frac{V T_{CaO}}{m} \cdot 100$$

где V - объем І₁ и раствора соляной кислоты, пошедший на титрование, мл;

T_{CaO} - титр І₁ и раствора соляной кислоты, выраженный в г;

m - масса навески извести, г.

Определение содержания активной окиси магния
трилонометрическим методом

В стакан, емкостью 200-250 мл, помещают 0,5 г извести, смачивают ее водой и приливают 30 мл І₁ и соляной кислоты. Стакан закрывают часовым стеклом и нагревают его содержимое до кипения в течение 8-10 мин. Затем часовое стекло ополаскивают дистиллированной водой, раствор охлаждают, переливают в мерную колбу емкостью 250 мл и доливают в нее дистиллированную воду до отметки. Полученный раствор тщательно перемешивают и дают ему отстояться.

Из раствора отбирают с помощью пипетки 50 мл, вливают в колбу емкостью 250 мл, добавляют туда 50 мл дистиллированной воды, 5-10 мл аммиачного буферного раствора, 5-7 капель кислотного хрома также синего индикатора и титруют 0,1 н раствором трилона І₂ до изменения цвета раствора от красного до синего. После этого отмечают объем V_1 трилона І₂, пошедший на титрование.

Из этой же мерной колбы берут 25 мл раствора и переливают в коническую колбу емкостью 250 мл. Туда же вливают 100 мл дистиллированной воды, перемешивают, добавляют 3 мл тристаноламина и 25 мл 20%-ного раствора щелочного калия и снова перемешивают.

Через 1-2 минуты добавляют на кончике шпателя флуоресценцию титруют раствором трилона \mathcal{B} до перехода розово-зеленой окраски раствора в устойчивую розовую при наблюдении на черном фоне. Отмечают объем V_2 израсходованного раствора трилона \mathcal{B} .

Содержание активной окиси магния вычисляют по формуле:

$$A_2 = 5 \frac{(V_1 - V_2)}{m} \frac{T_{MgO}}{100}$$

где V_1 - объем 0,1 н раствора трилона \mathcal{B} , пошедшего на титрование $CaO + MgO$, мл;

V_2 - объем 0,1 н раствора трилона \mathcal{B} , пошедшего на титрование CaO , мл;

T_{MgO} - титр 0,1 н раствора трилона \mathcal{B} , выраженный в г MgO

m - масса извести, г;

5 - коэффициент, учитывающий определение MgO в альбустной части раствора.

Содержание активных окисей кальция и магния A определяется суммой величин $A_1 + A_2$.

Определение тонкости помола минеральных вяжущих

Тонкость помола вяжущих влияет на их физико-механические свойства, одним из которых является прочность при сжатии и изгибе.

Для определения тонкости помола минерального вяжущего необходимо сито с сеткой № 008 и прибор для механического просеивания.

Вяжущее высушивают при 105-110°C до постоянной массы. Навеску 50 г просеивают через сито. Просеивание считают законченным, если при контрольном просеивании сквозь сито проходит не более 0,05 г вяжущего. Тонкость помола характеризуют остатком на сите в процентах к первоначальной массе просеиваемой пробы с точностью до 0,1%.

Определение тонкости помола вяжущего по удельной поверхности производят в соответствии с ГОСТ 310.2 - 76.

Определение сроков схватывания минеральных вяжущих

Сроки схватывания минеральных вяжущих являются технологическим параметром, определяющим время от момента изготовления смеси до ее уплотнения в конструкции.

Для определения сроков схватывания используют прибор Ликс с иглой и пестиком, кольцо к прибору Ликса и мешалку для приготовления цементного теста.

Сроки схватывания определяют на тесте нормальной густоты. Нормальной густотой теста, перемешанного в мешалке, считают такую консистенцию его, при которой пестик прибора Ликса (1/с. 5°), погруженный в кольцо, заполненное тестом, не доходит из 1-7 см до пластины, на которую установлено кольцо.

Перед началом испытания проверяют исправность прибора, теста, поверхности и отсутствие искривлений иглы. Иглу доводят до соприкосновения с поверхностью цементного теста нормальной густоты, приготовленного и уложенного в кольцо. Иглу погружают в тесто каждые 10 мин, передвигая кольцо после каждого погружения для того, чтобы игла не попадала в прежнее место. После каждого погружения иглу вытирают.

Началом схватывания теста считают время, прошедшее от начала затворения его до того момента, когда игла не доходит до пластины на 1-2 мм. Концом схватывания теста считают время от начала затворения до момента, когда игла погружается в тесто не более чем на 1-2 мм.

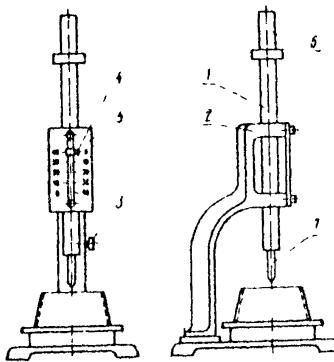


Рис.3. Прибор Вика :
1 - стержень ; 2-обойма станины;
3 - стопорный винт; 4-указатель;
5 - шкала; 6-пестик; 7-игла

Определение равномерности изменения объема

Вяжущее при затворении водой должно равномерно изменять свой объем, в противном случае, при неравномерности его изменения, в сооружении возникают большие внутренние напряжения, могущие привести к его растрескиванию.

Для проведения испытания необходимо бачок для испытания, ванну с гидравлическим затвором (рис. 4). Готовят тесто "нормально" густоты и из него делают образец в виде лепешки диаметром 7-8 см и толщиной в центре около 1 см. (брюшистую синеву смоченным водой ножом от наружных краев и по тонкому обрезанию острый края в 1. плащкой закругленной поверхности.

Готовленные образцы хранят 24 часа с момента затворения, а из медленно твердеющих вяжущих-48 часов в ванне с гидравлическим затвором, затем помещают на решетку бачка с горкой.

Роду в бачке доводят до кипения, когда поддергивают кипение 3 ч, после чего образцы охлаждают и производят их съемку.

Вяжущее имеет равномерное изменение объема, если на лицевой стороне образца не обнаружено радиальных, доходящих до краев трещин, или сетки мелких трещин, а также каких-либо концентраций и увеличения объема образцов.

Определение предела прочности при сжатии

При проведении испытания используют машину для измерения цементного раствора, чашку и лопатку, ножи для столик и супер-конус, штиковику, формы с насадками для изготовления образцов-балочек размером 4x4x16 см, пресс и пластины для передачи нагрузки.

В начале испытания определяют нормальную консистенцию раствора. Для этого берут 1500 г нормального вольского песка и 500 г

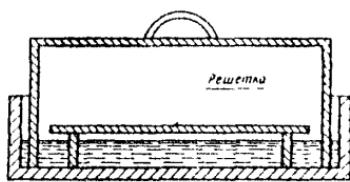


Рис.4. Ванна с гидравлическим затвором

вяжущего, перемешивают, добавляют воду, перемешивают в чаше мешалки в течение 2,5 мин. Затем раствор помещают в форму-конус на половину его высоты и уплотняют штыковкой 15 раз. Потом заполняют конус полностью и штыкуют еще 10 раз. Излишек раствора срезают.

Конус с раствором помешают на встряхивающий столик (рис.5). конус снимают, а раствор встряхивают на столике 30 раз со скоростью одно встряхивание в секунду. После этого измеряют штангенциркулем диаметр распившегося раствора по нижнему основанию. Консистенция раствора считается нормальной, если диаметр распивки лежит в пределах 106-115 мм. Если диаметр распивки отличается от требуемого, то готовят новый образец с большим или меньшим содержанием воды.

Готовят раствор нормальной густоты, закрепляют формы с укрепленными на них насадками на виброплощадку и в течение первых двух минут заполняют раствором. По истечении 3 мин от начала вибрации виброплощадку отключают, образцы заглаживают и маркируют.

После изготовления образцы хранят в формах в течение 1-2 суток в ванне с гидравлическим затвором, затем вынимают из форм и хранят в ванне с водой до момента испытания в течение 28-30 суток.

При испытании образец устанавливают на опорные элементы прибора и производят испытание в соответствии с инструкцией, прилагаемой к прибору. Продел прочности при изгибе вычисляют как среднее арифметическое значение из двух наибольших результатов испытания трех образцов.

Полученные при испытании на изгиб С половинок балочек испытывают на сжатие. Половинку балочки помещают между двумя пластинками и центрируют на опорной плите пресса. Средний

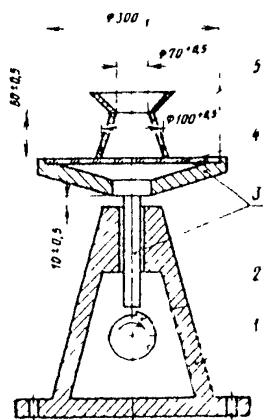


Рис.5. Встряхивающий столик и форма:
1-станина; 2-кулачок; 3-перемещающаяся
часть; 4-диск; 5-форма

скорость нарастания нагрузки должна составлять $2 \pm 0,5$ МПа в секунду. Предел прочности при сжатии вычисляют как среднее арифметическое четырех наибольших результатов испытания шести образцов.

Требования к минеральным вяжущим

Вяжущие и их активные компоненты должны обладать свойствами, приведенными в табл. 23 в соответствии с ВСН 105-75 Минтрансстрой СССР [2]. Тонкость помола вяжущих должна быть такой, чтобы остаток на сите № 003 не превышал 15%.

Таблица 23

Наименование показателей	Самостоятельное медленно твердеющее вяжущее	Активный компонент смешанного вяжущего с цементом	с известью
Содержание свободной окиси кальция, CaO , % от массы	не менее 8	не более 4	Не нормируется
Удельная поверхность, $\text{cm}^2/\text{г}$, не менее	3000	3000	3000
Содержание сернистых и сернокислых соединений, % от массы (в расчете на SO_3) не более	6	3	Не нормируется
Потери при прокаливании, % от массы, не более	5	10	10

Начало схватывания всех вяжущих должно наступать не ранее 2 часов от момента затворения, а конец - не позднее 6-8 часов.

Образцы-балочки и их половинки при испытании должны иметь прочность при изгибе и сжатии не меньше величин, указанных в табл. 24 в соответствии с [3].

Таблица 24

Максимальные показатели	Сроки, го- ды и мес., сутки	Марки				
		100	200	300	400	500
Предел прочности при растяжении, кг/см ²	23	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
не менее	90	2,0	2,5	3,5	4,5	5,5
Предел прочности при сжатии, кг/см ²	23	5	10	15	20	25
не менее	90	10	20	30	40	50

Требования к извести строительной приведены в ГОСТ 9179-77, а к веществам вяжущим известнякодержащим гидравлическим - в ГОСТ 2541-76.

4. Методы испытаний и оценка качества материалов на минеральных вяжущих

Составные минеральные вяжущие находят широкое применение в дорожном строительстве для укрепления грунтов, изготовления различных смесей для устройства оснований дорожных одежд и других целей. В данном разделе приведены методы испытаний бетонных смесей на местных вяжущих и требования к бетону, укрепленным порошком каменным материалом и грунтам.

Определение удобоукладываемости бетонной смеси

Конус (рис.6) устанавливают на гладкий металлический лист и заполняют его бетонной смесью через воронку тремя слоями. Каждый слой уплотняют металлическим стержнем 25 раз. В процессе уплотнения конус должен быть плотно прижат к листу, на котором он установлен. После уплотнения избыток смеси срезают вровень с краем конуса.

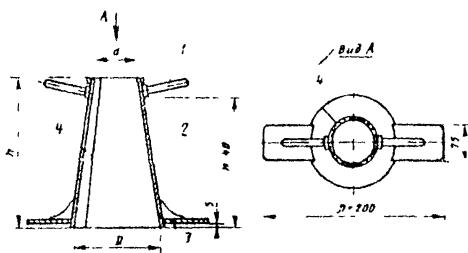


Рис.6. Конус для определения удобоукладываемости бетонной смеси : 1-ручка; 2-конус прибора; 3-упоры; 4-сварной шов

Рис 6.

Конус плавно в течение 3-7 с снимают с уплотненной смеси и ставят рядом с ней на лист.

На верх металлического конуса кладут ребром линейку и замеряют расстояние от низа линейки до верха бетонной смеси. Осадку конуса характеризуют величиной этого расстояния в см. Осадку конуса бетонной смеси определяют дважды. Время от момента наполнения металлического конуса смесью до конца испытания должно быть не более 10 мин.

Середику конуса вычисляют как среднее арифметическое двух определений, отличающихся между собой не более чем:

на 1 см при ОК равной или менее 4 см;

на 2 см при ОК = 5-9 см;

на 3 см при ОК равной или более 10 см.

Определение жесткости бетонной смеси

На виброплощадке устанавливают и жестко закрепляют цилиндрическое кольцо прибора. В это кольцо вставляют конус и закрепляют его ручками, ~~и~~ ~~затем~~ устанавливают воронку.

Конус засыпают бетонной смесью, уплотняют ее и снимают конус так же, как при измерении удобоукладываемости смеси. Поворачивая статив, устанавливают диск над отформованной в виде конуса бетонной смесью и плавно опускают его на поверхность смеси. Штатив закрепляют во втулке зажимным винтом.

Включают одновременно вибратор и секундомер и наблюдают за сплющиванием бетонного конуса. Вибривание производят до появления цементного теста из двух отверстий диска. В этот момент выключают секундомер и вибратор. Полученное время (в секундах) характеризует жесткость бетонной смеси.

Жесткость бетонной смеси определяют дважды и вычисляют как среднее арифметическое результатов двух определений. Расхождение между двумя параллельными испытаниями не должно превышать 20%.

Определение раствороотделения бетонной смеси

Бетонную смесь укладывают в металлическую стандартную форму в виде куба с размером ребра 200 мм и уплотняют. Затем уплотненную бетонную смесь вместе с формой укрепляют на виброплощадке и подвергают виброрированию в течение периода времени, равному 10 A , где A - показатель жесткости бетонной смеси, с. Пластичные смеси вибрируют в форме в течение 25 с.

После этого верхнюю половину смеси из формы кладут на один противень, а нижнюю - на другой. При испытании жестких бетонных смесей можно производить разделение распалубленного образца. Отобранные пробы бетонных смесей взвешивают с точностью до 10 г и подвергают мокрому рассеву на сите с отверстиями 5 мм, промывку зерен заполнителя заканчивают, когда из сите вытекает чистая вода. После этого заполнитель сушат при $105\text{--}110^\circ\text{C}$ до постоянной массы.

Содержание раствора в верхней и нижней частях уплотненной бетонной смеси определяют по формуле:

$$V_p = \frac{m_{cm} - m_k}{m_{cm}} \cdot 100$$

где m_k - масса крупного заполнителя, г;

m_{cm} - масса бетонной смеси, г.

Показатель раствороотделения бетонной смеси определяют по формуле:

$$\Pi_p = \frac{\Delta V_p}{\sum V_p} \cdot 100$$

где ΔV_p - разность между содержанием раствора в верхней и нижней частях образца, %;

$\sum V_p$ - суммарное содержание раствора в верхней и нижней частях образца, %.

Определение прочности бетона

Прочность бетона определяют путем испытания образцов. Формы и размеры образцов, в зависимости от вида испытания бетона, должны соответствовать указанным в табл. 25.

Таблица 25

Вид испытания	Форма образца	Геометрические размеры образца, мм
Определение прочности на сжатие	куб	Длина ребра: 70, 100, 150, 200, 300
Определение прочности на растяжение при изгибе	Призма квадратного сечения	100 x 100 x 400; 150 x 150 x 600; 200 x 200 x 800

За базовый принимают образец с размерами рабочего сечения 150x150 мм. При производственном контроле бетонов, к которым одновременно предъявляются требования по прочности на растяжение при изгибе и на сжатие, допускается определять прочность бетона на сжатие испытанием половинок образцов-призм, полученных после испытания на изгиб образцов-призм.

Размеры образцов в зависимости от наибольшей крупности заполнителя в пробе бетонной смеси должны соответствовать указанным в табл. 26.

Таблица 26

Наибольший размер зерна заполнителя, мм	Наименьший размер ребра куба или стороны поперечного сечения призмы, мм
10 и менее	70
20	100
40	150
70	200
100 и более	300

Образцы изготавливают сериями. Серия должна состоять из трех образцов. Перед изготовлением образцов внутренние поверхности форм покрывают тонким слоем смазки, не оставляющей пятен на поверхности образцов.

Укладку и уплотнение бетонной смеси в формах производят следующим образом:

а) при изготовлении образцов из бетонной смеси жесткостью более 20 с на форму закрепляют насадку, высотой, равной высоте формы. Форму с насадкой жестко закрепляют на лабораторной виброплощадке. Затем заполняют бетонной смесью до половины высоты насадки и устанавливают на поверхность смеси пригруз, обеспечивающий давление не менее 0,004 МПа и выбирируют в течение 30-60 с до прекращения оседания пригруза. После этого снимают пригруз и насадку, срезают избыток смеси и за-глаживают поверхность образца;

б) при изготовлении образцов из бетонной смеси жесткостью менее 20 с форму заполняют смесью, жестко закрепляют на лабораторной виброплощадке и выбирируют до полного уплотнения. Полное уплотнение характеризуют прекращением оседания бетонной смеси, выравниванием ее поверхности и появлением на ней тонкого слоя цементного теста. Поверхность образца заглаживают кельмой.

Лабораторная виброплощадка должна обеспечивать вертикальные колебания формы с бетонной смесью частотой 2900 ± 100 колебаний в минуту и амплитудой $0,5 \pm 0,05$ мм.

Образцы, твердеющие в нормальных условиях (температура $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$, влажность воздуха не менее 95%) после их изготовления до распалубливания хранят в формах, покрытых влажной тканью или другим материалом, исключающим возможность испарения из них влаги, в течение суток из бетонов марок 100 и выше и в течение 2-3 суток - из бетонов марок 75

и выше, а также из бетонов с добавками, замедляющими их твердение в раннем возрасте.

Расположение образцов, предназначенных для определения растяжения при изгибе, производят не ранее 4 суток после их изготовления.

Для испытания образцов-призм (балок) на растяжение при изгибе необходим пресс, устройство для испытания бетона на растяжение при изгибе. Перед испытанием образцы осматривают и в случае необходимости фиксируют схему расположения дефектов. Измерение линейных размеров образцов производят с погрешностью $\pm 1\%$.

Перед установкой образца на пресс с опорных катков тщательно удаляют частицы бетона, оставшиеся от предыдущих испытаний. Затем устанавливают образец и на него – испытательное устройство.

Шкалу силоизмерителя пресса выбирают таким образом, чтобы ожидаемое значение разрушающей нагрузки составляло 20–80% от максимальной, допускаемой выбранной шкалой. Напряжение в образце при его нагружении должно возрастать непрерывно с постоянной скоростью $0,05\pm 0,02$ MPa в секунду до разрушения образца.

Если образец разрушился не в средней трети пролета, то этот результат испытания не учитывают. Максимальное усилие, достигнутое в процессе испытания, принимают за величину разрушающей нагрузки.

Прочность на растяжение при изгибе вычисляют по формуле:

$$R_{pu} = \delta \frac{P\ell}{ab^2} K_w$$

где δ – масштабный коэффициент прочности бетона в образцах базового размера;

P – разрушающая нагрузка;

ℓ – расстояние между опорами;

a – ширина призмы;

b – высота призмы;

K_w – поправочный коэффициент, учитывающий влажность бетонного образца.

Для испытания на сжатие половинок бетонных образцов призм необходимы пресс, стальные прокладки толщиной 20 мм. Прокладки должны быть изготовлены из конструкционной стали твердостью НRC 50...60. Поверхность прокладок, прилегающих к образцам, должна иметь параметр шероховатости $R_a \leq 2,5$ мкм. Размеры прокладок в плане равны размеру поперечного сечения образца (100x100; 150x150; 200x200 мм) с допуском ± 1 мм.

Образцы-половинки призм при испытании на сжатие помещают между двумя металлическими прокладками, которые располагают заподлицо с боковыми гранями призмы на расстоянии 30 ± 2 мм от ее торца.

Напряжение в образце при нагружении должно возрастать непрерывно с постоянной скоростью $0,6 \pm 0,2$ МПа в секунду до его разрушения. Максимальное усилие, достигнутое в процессе испытания, принимают за величину разрушающей нагрузки.

Прочность образца вычисляют по формуле:

$$R = \alpha \frac{P}{F} K_W$$

где α - масштабный коэффициент прочности бетона в образцах базового размера (табл. 27);
 P - разрушающая нагрузка;
 F - средняя площадь рабочего сечения образца, см^2 ;
 K_W - поправочный коэффициент, учитывающий влажность бетонного образца.

Таблица 27

Величины масштабного коэффициента

Размер ребра куба, мм	Масштабный коэффициент
70	0,85
100	0,91
150	1,0
200	1,05
300	1,10

Требования к бетонам на местных вяжущих,
укрепленным каменным материалам и грунтам

Бетоны на местных вяжущих используют для устройства верхних и нижних слоев оснований однажд автомобильных дорог всех категорий в дорожно-климатических зонах нашей страны / 3 /. Требования к крупнозернистым бетонам приведены в табл. 28, а к мелкозернистым - в табл. 29.

Таблица 28

Марка бетона	Прочность через 90 сут., M _{1a} , не менее		Морозостойкость, циклы, при среднемесячной температуре самого холодного месяца не менее	
	при изгибе	при сжатии	от 0 до -5°C	ниже -5°C
75	1,5	7,5	25	50
100	2,0	10	25	50

Таблица 29

Наименование показателей	На автомобильных дорогах	
	I-П	III-IV
Предел прочности при сжатии через 90 суток, M _{1a} , в водонасыщенном состоянии не менее	10	10
Предел прочности при изгибе через 90 суток, M _{1a} , не менее	3,5	2,5
Морозостойкость (цикли)		
а) в районах со среднемесячной температурой наиболее холодного месяца от 0 до -5°C не менее	25	25
б) то же ниже -5°C не менее	50	50

Требования к пористым каменным материалам, обработанным местными минеральными вяжущими, приведены в табл. 30.

Таблица 30

Наименование показателей	Класс прочности			
	I	II	III	IV
Препел прочности при сжатии, M_{fa} , водонасыщенных образцов через:				
7 суток не менее	0,25	0,15	-	
28 суток не менее	0,35	0,20	0,08	
60 суток не менее	0,50	0,30	0,15	
Препел прочности на растяжение при изгибе, M_{fa} , водонасыщенных образцов через:				
7 суток не менее	0,6	0,4	-	
28 суток не менее	0,8	0,6	0,3	
60 суток не менее	1,2	0,8	0,4	
Коэффициент морозостойкости через 28 суток после изгоевления образцов не менее				
	0,75	0,75	0,75	

Морозостойкость обработанных минеральными вяжущими поистыни материалов, применяемых в слоях оснований, в зависимости от климатических условий и категории дороги, должна соответствовать требованиям табл. 31.

Местные вяжущие используют для укрепления песчаных грунтов и супесей. Физико-механические свойства укрепленных грунтов должны соответствовать требованиям, приведенным в табл. 32.

Таблица 31

Слой дорожной одежды	Категория автомобильных дорог						II-У		
	I-II		III		IV-V				
	Климатические условия								
	Суровые	Умерен- ные	Мягкие	Суровые	Умерен- ные	Мягкие	Суровые	Умерен- ные	Мягкие
Верхний слой основания	25	20	15	25	15	10	15	10	-
Нижний слой основания	20	15	10	15	10	-	10	-	-

Примечание: суровые климатические условия характеризуются среднемесячной температурой наиболее холодного месяца года ниже -15°C , умеренного - от -6 до -15°C , мягкого - до -5°C .

Таблица 3С

Наименование показателей	Классы прочности		
	I	II	III
Предел прочности при сжатии через 30 суток, МПа, в водонасы- щенном состоянии	4-6	2-4	1-2
Предел прочности при растяжении через 90 суток, МПа, в водонасы- щенном состоянии не менее	I	0,6	0,2
Коэффициент морозостойкости не менее	0,75	0,70	0,65

Методы испытаний и оценка качества сырья
для производства нефтяных вязких дорожных
битумов

Сырьем для производства нефтяных вязких дорожных битумов являются остатки после атмосферно-вакуумной перегонки высокосернистых, высокосмолистых нефтей типа арланской и сернистых смолистых типа западно-сибирских нефтей. При переработке западно-сибирских нефтей допускается получение сырья путем смешения гудрона с АВГ и асфальта деасфальтизации первой ступени.

Определение условной вязкости

Для определения условной вязкости сырья необходимы стандартный вискозиметр / рис. 7 /, секундомер, мерный цилиндр на 100 мл и фарфоровая чашка.

В водяную баню вискозиметра заливают воду с температурой 82-83 °С. Сырьё с так же температурой заливают в цилиндр дюжины штифта на стержне. Диаметр сточного отверстия цилиндра должен быть равен 5 мм. Когда температура воды и сырья будет 80 °С, приподнимают стержень клапана и сырьё вытекает в мерный цилиндр, поставленный под отверстие цилиндра.

Когда уровень сырья в мерном цилиндре достигнет отметки 25 мл выключают секундомер, а когда уровень подойдёт к отметке 75 мл, его выключают. Время истечения 50 мл сырья через сточное отверстие 5 мм при температуре 80 °С принимают за условную вязкость. Время истечения измеряют в секундах.

За окончательный результат принимают среднее из двух определений, если расхождение между ними не превышает 10%.

Температуру вспышки определяют по ГОСТ 4333-48, содержание воды в сырье измеряют в соответствии с ГОСТ 2477-65, а плотность сырья – по ГОСТ 3900-85.

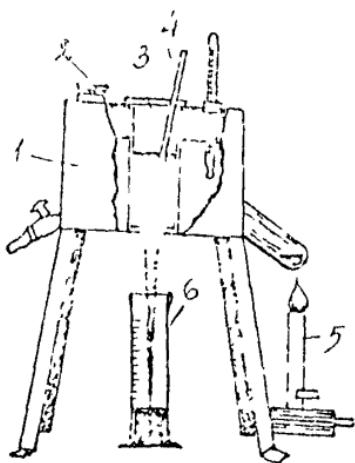


Рис.7. Стандартный вискозиметр:

1-водяная баня; 2-крышка; 3-цилиндр;
4-шариковый клапан; 5-горелка; 6-
мерный цилиндр

Сырьё для производства нефтяных вязких дорожных битумов должно соответствовать техническим условиям Министерства нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности СССР, согласованным с Минавтодором РСФСР, ТУ 38 101582.

Таблица 33

Требования к сырью
по ТУ 38 101582

Наименование	Нормы для марок		Методы испытаний
	СБ высшего сорта	СБ первого сорта	
Код ОКП	025864 0102	02 5864 010	
Вязкость при 80 °С к диаметру сточного от- верстия 5 мм, с	20-40	41-60	ГОСТ II1503-74
Температура высыпки, °С, не ниже	190	200	ГОСТ 4333-38
Содержание воды	Следы	Следы	ГОСТ 2477-65
Плотность, г/см ³ , при 20 °С	0,970- 0,990	0,980- 1,000	ГОСТ 3900-85

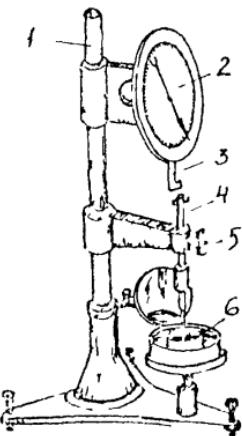


Рис.8. Пенетрометр :
1-опора; 2-лимб; 3-кремальера; 4-стержень
с грузом и иглой; 5-стопорная кнопка;
6-бикс с битумом

5. Методы испытаний и оценка качества органических вяжущих

Определение глубины проникания иглы

Глубина проникания иглы характеризует условную вязкость вяжущего, которая связана с такими свойствами как прочность пленки, температура размягчения и хрупкости и др.

Для определения глубины проникания иглы в вяжущее необходимы penetрометр, чашка металлическая цилиндрическая с плоским дном внутренним диаметром 55+2 мм, водяной термостат, баня водяная вместимостью не менее 10 л и высотой не менее 200 мм, термометры ртутные стеклянные 0-50⁰С и 0-360⁰С, секундомер, сито с размером отверстий 0,63 мм, сосуд стеклянный плоскодонный емкостью 1 л, чашка для расплавления вяжущего.

Для проведения испытания вяжущий материал заливают в стандартную металлическую чашку, охлаждают на воздухе, а затем выдерживают при температуре испытания, например, 25⁰С в течение часа, а затем

помещают в плоскодонный сосуд с водой, имеющей температуру $25 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$. Высота слоя воды над поверхностью вяжущего материалов должна быть не менее 10 мм. Затем подводят острие иглы к поверхности вяжущего, доводят кремальеру до верхней площадки шпунжера, несущего иглу, и устанавливают стрелку прибора на 0. Включают секундомер и одновременно нажимают кнопку прибора и через 5 с отпускают ее. После этого доводят кремальеру до верхней площадки шпунжера и отмечают показания прибора по шкале.

Глубину проникания при 0°C определяют по описанной методике со следующими изменениями: вяжущее охлаждают на воздухе в течение 1-1,5 ч. В баню наливают воду со льдом, ее температура должна быть $0 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$. Вяжущее выдерживают при 0°C в течение 1-1,5 ч. На шпунжер прибора надевают дополнительный груз — шайбу массой 100 г. Время погружения иглы в вяжущее 60 с.

За величину глубины проникания иглы принимают среднее арифметическое значение результатов не менее трех параллельных измерений. Допускаемые расхождения не должны превышать следующих величин:

Глубина проникания иглы	Допускаемое расхождение, мм
0-10	2
40-130	4
130-250	6
более 250	3% от среднего приближенного результата

Определение температуры хрупкости

Для определения температуры хрупкости необходимо прибор Фрааса, работающий на смеси спирта и твердой углекислоты, со стальными пластинками, ртутный стеклянный термометр, моноколюсская сетка № 07.

Взвешивают 0,4 г вяжущего и помещают на специальную стеклянную пластинку. Ее нагревают так, чтобы вяжущее растекся 10-15

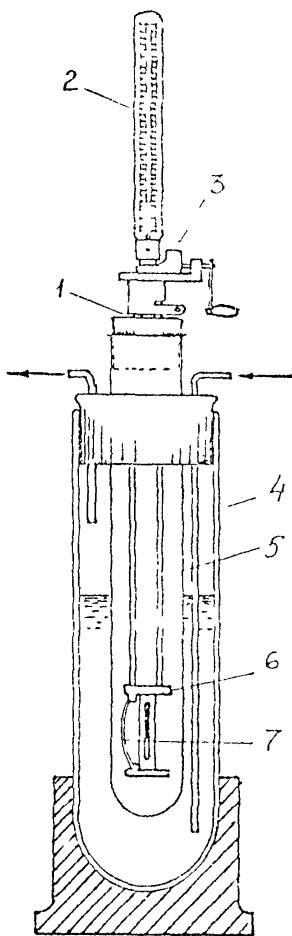


Рис.9. Прибор для определения температуры хрупкости битума : 1-коаксиальные трубы; 2-термометр; 3-клиновидное устройство; 4-сосуд Диара; 5-пробирка; 6-захваты; 7-пластинка с битумом

слоем и выдерживают на воздухе 20 мин. Затем пластинку с вяжущим вставляют в зажимы прибора Фрааса и снимают температуру воздуха в приборе с помощью спирта и сухого льда со скоростью 1°C в минуту. Начиная с 0°C пластинку сгибают и возвращают в исходное положение.

За температуру хрупкости принимают температуру, при которой появилась трещина в слое вяжущего. За окончательный результат принимают среднее арифметическое из трех определений, расхождения между которыми не должны превышать 2°C .

Определение температуры размягчения по кольцу и шару

Температура размягчения вяжущего характеризует его теплоусиливчивость, что связано с устойчивостью нежестких дорожных покрытий к образованию волн, сдвигов и колей.

Для проведения испытания применяют: аппарат для определения температуры размягчения, пластинку полированную металлическую или стеклянную, стакан стеклянный диаметром не менее 90 мм и высотой не менее 115 мм, ртутный термометр, сито с размером отверстий 0,63 мм, нож, газовую горелку или электрическую плитку с регулировкой нагрева.

Обезвоженное вяжущее процеживают через сито и тщательно перемешивают до полного удаления пузырьков воздуха. Вяжущее наливают в 2 гладких кольца, охлаждают в течение 20 мин при комнатной температуре. Избыток вяжущего срезают нагретым ножом бровень с краями колец.

Кольца с вяжущим помещают в отверстия на подвески алиэрата. В среднее отверстие подвески вставляют термометр.

Подвеску с кольцами и 2 стальными шариками помещают в баню с водой, имеющей температуру 5°C . Через 10 мин на поверхность бету-ма кладут стальной шарик и подогревают воду со скоростью $5+0,5^{\circ}\text{C}$ в минуту.

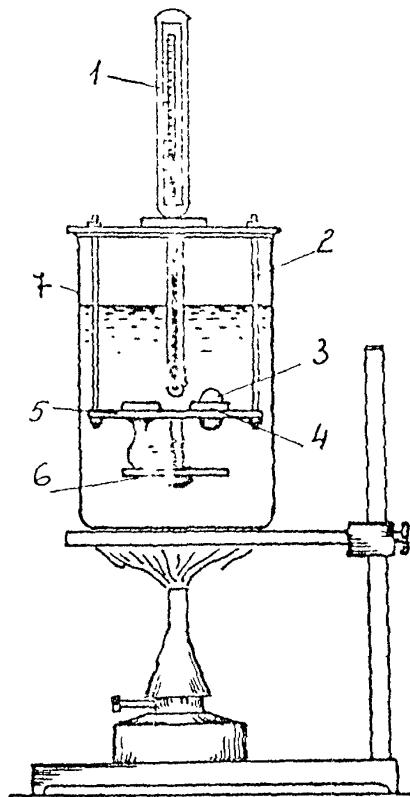


Рис.10. Прибор "Кольцо и шар" для определения температуры размягчения битума : 1-термометр; 2-стойка штатива; 3-шарик; 4-кольцо; 5-средняя пластина; 6-нижняя пластина; 7-стакан

Рис. 10.

За температуру размягчения принимают температуру, при которой шарик с вязким коснется основания (контрольного диска) аппарата. Допускаемое расхождение между 2 параллельными измерениями не должно превышать 1°C .

Определение сцепления органического вяжущего с каменным материалом

Сцепление вяжущего с каменным материалом характеризует его адгезионные свойства, что влияет на водостойкость си си известных дорожных одежд.

При определении сцепления вяжущего с каменным материалом применяют сита металлические с отверстиями размером 2×2 и 5×5 мм. ложку металлическую, стаканы лабораторные, пробирки стеклянные с притертными пробками, водяную баню, подставку для пробирок, чехол из коши или другого теплоизолирующего материала, сетку стальной № 05 с окантовкой и припаянными проволочными дужками.

Сцепление вяжущего с каменными материалами, используемыми для строительства дорожных одежд - песком и щебнем, определяют по методу "пассивного" и "активного" сцепления.

Сущность метода заключается в определении способности вязкого вяжущего удерживаться на поверхности каменного материала. Сущность второго метода заключается в определении способности жидкого или вязкого вяжущего сцепляться с поверхностью каменного материала в присутствии воды.

При определении "пассивного" сцепления вяжущего с песком и щебнем дробят щебень и отсевают фракцию 2-5 мм. Щебень и песок промывают дистиллированной водой и сушат при 105°C до постоянной массы.

Вяжущее нагревают до 105°C , перемешивают стеклянной палочкой до полного его обезвоживания, затем процеживают через сито с ячей-

мером отверстий 0,07 мм.

Для проведения испытания готовят смесь, состоящую из 30 г каменного материала и 1,2 г вяжущего. Чашку с материалами выдерживают в термостате при 130-140 °С в течение 20 мин, затем вынимают из термостата и тщательно перемешивают. После этого смесь выдерживают при комнатной температуре в течение 20 мин.

На сетку с проволочными дужками и отверстиями 0,25 или 0,5 мм раскладывают ровным слоем половину смеси и опускают в стакан с кипящей дистиллированной водой. Высота слоя воды под сеткой и над смесью должна быть 40-50 мм.

Смесь выдерживают в воде в течение 30 мин. Всплывшее вяжущее удаляют фильтровальной бумагой. Затем сетки со смесью переносят в стаканы с холодной водой, где выдерживают 3-5 мин, после этого смесь переносят на фильтровальную бумагу.

Поверхность смеси сравнивают с фотографиями контрольных образцов. Вяжущее считают выдержавшим испытание, если после 2 параллельных испытаний внешний вид смеси не хуже изображения контрольного образца.

При определении "активного" сцепления в 3 стеклянные пробирки помещают по 8 г каменного материала, наливают по 10 см³ дистиллированной воды и добавляют по 0,32 г вяжущего. Подготовка материалов производится так же, как и в методе "пассивного" сцепления.

Пробирки закрывают стеклянными пробками и выдерживают в водяной бане в течение 10 мин. При испытании вязких вяжущих температура в бане равна 100 °С, а при испытании жидких - 55-60 °С.

Через 10 мин пробирки быстро помещают в чехол из копы и растягивают в специальном приборе в течение 2 мин 280-320 раз. После этого смесь из пробирки раскладывают на стеклянную пластинку.

Вяжущее считают выдержаным испытанием, если после 2 параллельных испытаний поверхность смеси не хуже изображена контролльного образца.

Определение растяжимости

Для определения растяжимости вяжущего необходимы: латунные формы, гибкий ртутный стеклянный термометр с интервалом измеряемых температур $0\text{--}50^{\circ}\text{C}$, нож, сито с металлической сеткой и разверткой отверстия 0,63 мм, пластиинка металлическая полированная.

Вяжущее, нагретое до температуры $140\text{--}160^{\circ}\text{C}$ наливают в формы и оставляют охлаждаться при комнатной температуре в течение 30—40 мин. Затем избыток вяжущего срезают острым горячим ножом от середин формы к краям. Поверхность вяжущего в сечении должна быть ровной с ее краями.

Форму с вяжущим, находящуюся на пластиинке, вместе с ней помещают в водяную ванну с температурой $25\text{--}0,5^{\circ}\text{C}$, если растяжимость определяют при 25°C или с температурой $0\text{--}0,5^{\circ}\text{C}$, если определение растяжимости производят при 0°C и выдерживают в ванне 1 ч. Толщина слоя воды над вяжущим должна быть не менее 25 мм.

После выдерживания формы с вяжущим снимают с пластиинки и закрепляют в дуктилометре и производят растяжение вяжущего со скоростью 5 мм/мин. Если плотность вяжущего отличается от плотности воды, то в нее, для увеличения плотности, добавляют раствор полуваренной соли или глицерин. Если плотность воды нужно уменьшить, в нее добавляют этиловый спирт.

Растяжимость измеряют длиной нити вяжущего в сантиметрах в момент ее разрыва. За окончательный результат принимают среднее арифметическое значение трех параллельных испытаний, расхождение

между которыми не должно превышать 10% от среднего арифметического.

Определение содержания водорастворимых соединений

Водорастворимые соединения ухудшают сцепление органического вяжущего с каменным материалом при воздействии воды на нехесткую дорожную одежду, что приводит к снижению ее несущей способности.

При определении содержания водорастворимых соединений применяют: колбы конические емкостью 250 мл, стаканчики для взвешивания емкостью 50 мл, обратный холодильник, сушильный шкаф, сетку металлическую с размером отверстий 0,63 мм.

В коническую колбу отвешивают около 1 г вяжущего с погрешностью не более 0,0002 г, нагревают его к равномерным слоем распределают по дну колбы. Затем в колбу наливают 25 мл дистиллированной воды, присоединяют к колбе обратный холодильник и кипятят ее содержимое в течение 30 мин.

После этого колбу, не отсоединяя от холодильника, охлаждают до комнатной температуры и пропускают водную витяжку через фильтр, смоченный дистиллированной водой, в стаканчик, который должен быть взвешен с точностью 0,0002 г. Колбу ополаскивают дистиллированной водой и сливают ее через фильтр в тот же стаканчик. Фильтром выпаривают, не допуская кипения, а сконцентрированный в стаканчике остаток сушат при 100-105°C до постоянной массы (расхождения между последовательными взвешиваниями не должны превышать 0,0004 г).

Содержание водорастворимых соединений в вяжущем вычисляют по формуле:

$$X = \frac{m_1 - m_2}{m_3} \cdot 100$$

где m_1 - масса стаканчика с сухим остатком, г;

m_2 - масса стаканчика, г;

m_3 - масса вяжущего, г.

Требования к вязким органическим вяжущим

Быт нормированием свойств вязких органических вяжущих оговариваются на требования, предъявляемые к вязким дорожным битумам (табл. 34), изложенные в ГОСТ 22245-90.

Определение условной вязкости ядры органических вяжущих

При определении условной вязкости вяжущих применяют: ямометр, секундомер, сито с металлической сеткой № 063, посуду для очистки лабораторной.

Ядровое вяжущее нагревают до 60⁰С, сбрасывают, пропускают через сито и тщательно перемешивают до полного удаления пузырьков воздуха. Пробу ядрового вяжущего, нагретого до 62-63⁰С, наливают в цилиндр вискосизметра, сливное отверстие которого предварительно закрыто ювелирной, и банку наполняют водой, нагретой до 62-63⁰С.

Когда вода в банке будет иметь температуру 60⁰С, открывают сточное отверстие цилиндра в банку и впускают ядровое вяжущее в мерный цилиндр, стоящий под сточным отверстием. Когда уровень ядрового вяжущего в цилиндре достигнет 25 мл, включают секундомер, в который уровень равен 75 мл, секундомер выключают, за условную вязкость принимают время в с. В течение которого 50 мл ядрового вяжущего выливаются из цилиндра вискосизметра в стеклянный измерительный цилиндр.

За результат испытания принимают среднее арифметическое значение двух параллельных испытаний. Допускаемое расходжение при условной вязкости до 40 с составляет 2 с, а при большей вязкости - до 10% от величины меньшего результата.

Наименование показателей	Нормы по испытаниям									
	БНД 120/300	БД 1130/200	БНД 190/130	БНД 160/90	БД 140/60	БД 120/200	БН 115/200	БН 110/130	БН 100/130	БН 160/90
Глубина проникания иглы:										
а) при 25°C	201-300	131-200	91-100	61-90	40-60	201-300	131-200	91-100	60-90	
б) при 0°C, не менее	45	35	23	20	13	24	18	15	10	
Температура размягчения по кольцу и Шару, °C не ниже	35	40	45	47	51	33	3	40	45	
Растяжимость, см, не менее:										
а) при 25°C	-	70	65	55	45	-	22	80	70	
б) при 0°C	20	6	4,0	3,5	-	-	-	-	-	
Температура хрупкости, °C не выше	-20	-18	-17	-15	-12	-14	-12	-10	-6	
Температура воспламенения, °C не ниже	20	220	20	20	20	220	20	20	20	
						-	-	-	-	
Изменение температуры размягчения после прогрева, °C не более	7	6	5	5	5	3	7	6	6	
Индекс пенетрации	плюс I - минус I					плюс I - минус I,5				
Содержание водорастворимых соединений, % не более	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	-	-	-	-	

Определение количества разжижителя, испаряющегося из жидкого вяжущего

Для проведения испытания применяют: стеклянные лабораторные чашки (Петри), сухильный шкаф, электроплитку, стеклянный термометр, эксикатор, сито с размером отверстий 0,63 мм.

Пробу жидкого вяжущего нагревают до 60°C и обезвоживают при фильтровании через слой крупнокристаллической саже прокаленной наваренчю соли толщиной 10-20 мм.

Бытущее процеживают через металлическое сито и тщательно исчесывают до полного удаления пузырьков воздуха в дне чашки помешают кавески вяжущего толщиной слоя по дну чашки равной 1 мм. Чашка с грунтом выдерживают в сухильном шкафу при следующих условиях:

Класс вяжущего	Время выдерживания, ч	Температура, °С
СГ	3	100,1
Ж	3	110,1

Количество испаряющегося разжижителя числят по формуле:

$$X = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100$$

где m_1 - масса жидкого вяжущего до испытания, г;

m_2 - масса жидкого вяжущего после испытания, г.

Расхождения между двумя параллельными испытаниями не должны превышать 1,5%.

Требования к жидким органическим вяжущим

Для оценки качества жидких органических вяжущих пользуются требованиями, предъявляемыми к жидким битумам (ГОСТ II955-82).

Требования к жидким битумам приведены в табл. 35.

Наименование показателей	Нормы для марок									
	СГ 40/70	СГ 70/130	СГ 130/200	МГ 40/70	МГ 70/130	МГ 130/200	МГО 40/70	МГО 70/130	МГО 130/200	
Условная вязкость по вискометру с отверстием 5 мм при 60°C, с	40-70	71-130	131-200	40-70	71-130	131-200	40-70	71-130	131-200	
Количество испарившегося разбавителя, %, не менее	10	8	7	8	7	6	-	-	-	
Температура размягчения остатка после определения количества испарившегося разбавителя, °С, не ниже	37	39	39	28	29	30	-	-	-	
Температура вспышки, определяемая в открытом тигле, °С, не ниже	45	50	60	100	110	110	120	160	180	
Испытание на сцепление с мрамором или песком ^к	Выделяют в соответствии с контрольным образцом № 2									

* Примечание: испытание на сцепление проходит методом "А" для жидких битумов марок МГО, а для марок СГ и МГ - методом "Б".

В дорожном строительстве применяют различные каменноугольные вяжущие - дорожные каменноугольные дегти, составленные и отогнанные дегти, дегти, получаемые при полукоксования и газификации углей, составленные каменноугольные, дегтебитумные и битумодегтевые вяжущие. Ниже приведен ряд испытаний этих материалов и требования к ним.

Определение фракционного состава каменноугольных вяжущих

Для проведения испытания используют: сургучный шкаф, металлическую круглодонную колбу емкостью 250 мл, стеклянный однодариковыи дефлакматор, воздушный холодильник, стеклянные стаканы емкостью 50-100 мл, стеклянный цилиндр емкостью 10 мл, ртутный стеклянный термометр.

Перед испытанием пробу дегтя нагревают до 70-80°C и тщательно перемешивают. Нижнюю часть стеклянного дефлакматора обматывают асбестовым шнуром, пропитанным жидким стеклом с тальком и плотно вставляют в пробку.

Часть дефлакматора, выступающую над пробкой, также упаковывают. Подготовленный дефлакматор с пробкой сушат в течение суток при комнатной температуре, а затем в течение 3 ч в сургучном шкафу при 100-105°C.

Подогретый деготь массой 100 г помещают в предварительно взвешенную колбу, в которую затем вставляют пробку с дефлакматором и термометр. Колбу нагревают газовой горелкой или электроплиткой. При достижении температуры 170°C из колбы должно выделяться 2 капли дистиллята в 1 с. В процессе перегонки отбирают 4-5 дистилляционных фракций при 170, 270 и 300°C. Взвешивание производят с погрешностью не более 0,1 г.

За содержание соответствующей фракции принимают массу дистиллята, отнесенную к первоначальной навеске дегтя, выраженную в процентах.

Расхождения между результатами двух параллельных определений не должны превышать для первой фракции 0,5 г, а для второй и третьей - 1,5 г.

Определение содержания фенолов

Для проведения испытания используют: бюретку Каттвикеля и коническую колбу емкостью 100 мл.

Нижний шар бюретки Каттвикеля заполняют 10%-ным раствором гидроокиси натрия, насыщенным хлористым натрием, до нижнего деления бюретки. Затем приливают 10-20 мл бензола и замеряют уровень щелочного слоя.

Часть фракции 170-270°C (2-5 г) взвешивают в колбе с погрешностью не более 0,01 г, добавляют 10-20 мл бензола к полученный раствор переносят в бюретку Каттвикеля. Колбу промывают бензолом (30-50 мл) и сливают его в бюретку. Бюретку закрывают и содержимое тщательно взбалтывают в течение 5 мин. Затем содержимому дают отстояться в нижнем шаре в течение 1 ч.

Содержание фенола в дегтях вычисляют по формуле:

$$\varphi = \frac{1,040 \cdot V}{m_2} \cdot \frac{m_1}{m_3} \cdot 100$$

где 1,040 - средняя плотность фенолов, г/см³;

m_1 - масса первой фракции, полученная при определении фракционного состава в интервале температур 170-270°C, г;

m_2 - масса первой фракции, взятая для анализа, г;

m_3 - масса дегтя, взятая для определения фракционного состава.

Определение содержания насталина

Для определения содержания насталина необходимы: термостат, вакуум-насос, колба емкостью 500 мл, воронка Бихнера, лабораторный термометр, фарфоровый шпатель, часовое стекло.

Часть ракции 170-270°C взвешивают, охлаждают и выдерживают при 15°C на водяной бане в течение 15 мин.

Выделившийся осадок быстро отфильтровывают с помощью вакуум-насоса на воронке Бихнера через бумаги фильтр до прекращения выделения масла. Кристаллы, оставшиеся на стеклах стакана, присоединяют к осадку. Осадок сушат на берцерово-растяжке в течение 30 мин. Подсушенный остаток переносят на предварительно взвешенное часовое стекло и взвешивают с точностью до 0,01 г.

Содержание насталина подсчитывают по формуле:

$$H = \frac{m_5 - m_1}{m_4 - m_3} \cdot 100$$

где m_1 - масса первой фракции (170-270°C) при определении фракционного состава, г;

m_3 - масса дегтя, взятого для определения фракционного состава, г;

m_4 - масса фракции, взятой для анализа, г;

m_5 - масса выделенного насталина, г.

Требования к дегтям каменноугольным для дорожного строительства (ГОСТ 4644-80) приведены в табл. 36, к остальным включенным и их составляющим - в Руководстве по применению каменноугольных вяжущих в дорожном строительстве [4].

При строительстве дорожных одежд из местных материалов широко используют битумные эмульсии. Они бывают анионные (ЭА) и катионные (ЭБК). По смешиваемости с минеральными материалами каждый вид эмульсии подразделяют на три класса: анионные - ЭА-1, ЭА-2.

Таблица 3б.

Наименование показателей	Нормы по маркам					
	Д-1	Д-2	Д-3	Д-4	Д-5	Д-6
Вязкость, с, в пределах: С ₃₀ ⁵	5-70	-	-	-	-	-
С ₃₀ ¹⁰	-	5-20	20-50	50-120	120-200	-
С ₅₀ ¹⁰	-	-	-	-	-	10-50
Содержание воды, % по массе, не более	3	I	I	I	I	I
Содержание веществ, не растворимых в важкости, % по массе, не более	18	20	20	20	20	20
Составляемый фракционный состав, % по массе, не более						
на температурах: до 170°C	3	2	1,5	1,5	1,5	1,5
до 270°C	20	20	15	15	15	15
до 300°C	35	30	25	25	25	20
Температура размягчения остатка после окисления фракций до 300°C, °С, не более	45	65	65	65	65	70
Содержание фенолов, % по массе, не более	5	3	2	2	2	2
Содержание нафталина, % по массе, не более	5	4	3	3	3	3

Примечание: Буква С обозначает вязкость. Цифра вверху обозначает диаметр сточного отверстия
прибора в мм. Цифра внизу обозначает температуру материала при испытании, °С.

ЭБА-3; катионные - ЭБК-1, ЭБК-2, ЭБК-3. Ниже приведены методы испытаний эмульсий и требования к ним.

Определение смешиваемости эмульсии с минеральными материалами

Для проведения испытания необходимы весы технические до 1 кг 3-го класса точности, секундомер, сушильный шкаф, стеклянный цилиндр емкостью 100 мл, сосуд емкостью не менее 3 л, шпатель или лопатка деревянные.

а) Смешиваемость эмульсии с минеральными материалами плотного гранулометрического состава.

Готовят смесь из 270 г щебня, 200 г песка и 30 г минерального порошка. Смесь увлажняют 15 мл воды и тщательно перемешивают, а затем вливают в смесь 55 мл эмульсии и перемешивают в течение 45 с. Если эмульсия покрыла сплошной пленкой, без сгустков вяжущего на поверхность частиц каменного материала, то считают, что эмульсия хорошо смешивается с каменным остовом плотного состава.

б) Смешиваемость эмульсии с минеральными материалами пористого гранулометрического состава.

Для проведения испытания берут 325 г щебня, 175 г песка, смешивают их с 10 мл воды, затем добавляют 45 мл эмульсии и перемешивают смесь в течение 45 с.

Дальнейшее испытание и оценку смешиваемости производят по аналогии с испытанием, изложенным в пункте "а".

Определение сцепления пленки вяжущего с минеральными материалами

Для проведения испытания используют: весы технические до 1 кг не ниже 3-го класса точности, шкаф сушильный, секундомер, изогнутое блюдо, штатив, стакан химической термостойкий емкостью не менее 500 мл, асбестовую сетку.

Пробу щебня промывают и высушивают в термостате при 105°С. Частицы щебня обвязывают ниткой, погружают в стакан с дистиллированной водой на 1-2 с, а затем 2-3 раза окунают в эмульсию и подвешивают на штативе. Через сутки катушку обработанную эмульсией частицу щебня (щебенку) погружают в подавленном на нитке состоянии в кипящую дистиллированную воду на 30 мин.

Если после испытания не менее 70% поверхности щебенки, обработанной антикоррозионной эмульсией, и не менее 95% поверхности щебенки, обработанной катионной эмульсией, покрыто пленкой влагу чистого, то считают, что пленка влагу чистого хорошо прилипает к геотехническому материалу.

Испытание эмульсии с местными видами и видами отходами

Эмульсию перегоняют и исследуют через сито с размером отверстий 1,25 мм. При исследовании антикоррозионной эмульсии соли предполагается растворять 1%-ным раствором едкого натрия, а при исследовании гуминовых соединений - 1%-ным раствором соли натрия.

Для проделанных испытаний необходимы: 1) си геотехническое до 1-го или 3-го класса тонкости песчаная фракция, имеющая диаметром 100 мкм, масса 10 г, приготовленная согласно ГОСТ 10992-74.

Чашку с эмульсией и стеклянной полочекой устанавливают на исследуемую бокс и запаривают из эмульсией воду. При запаривании эмульсию пересыпают стеклянной полочекой. Когда извержение остатка в чашке станет зеркальной, нагрев прекращают, чашку с содержимым охлаждают в экскаторе, а затем взаимодействуют с полочкой.

Насосную линию влагу чистого с эмульгатором наполняют по фитингу:

$$\beta = \frac{g_3 - g_1}{g_2 - g_1} \cdot 100$$

где g_1 - масса чашки с палочкой, г;

g_2 - масса чашки с палочкой и эмульсией, г;

g_3 - масса чашки с палочкой и остатком после выпаривания воды и эмульсии, г.

За результат испытания принимают среднее арифметическое значение результатов двух параллельных определений. Максимальное расхождение между результатами параллельных определений не должно превышать 0,5%.

Определение однородности эмульсии

Для проведения испытания необходимы: шкаф сушильный лабораторный, весы технические до 1 кг не ниже 3-го класса точности, сито с сеткой № 014 в цилиндрической оправе из оцинкованной листовой диаметром 100 и высотой 50 мм, эксикатор диаметром 200 мм, чашка выпарительная емкостью 250 мл, воронка стеклянная диаметром 110-120 мм, стакан стеклянный лабораторный емкостью 250 мл, сосуд емкостью не менее 2 л, штатив с кольцом.

Сито с размером отверстий 0,14 мм тщательно промывают щариком, водой с моющим средством, а затем дистиллированной водой и сушат при комнатной температуре.

Сито помещают в чашку, взвешивают с точностью до 0,01 г, затем вынимают из чашки и обильно смачивают раствором щелочи при испытании анионных эмульсий или раствором кислоты при испытании катионных эмульсий.

Через сито процеживают 200 г эмульсии. При процеживании катионной эмульсии одновременно с ней в сито вливают раствор кислоты, а при процеживании анионной эмульсии - раствор щелочи. Стакан из под эмульсии и стеклянную палочку промывают раствором кислоты

или щелочи и сливают его в сито. Остаток на сите также промывают.

Об однородности эмульсии судят по остатку, который вычисляют по формуле:

$$H = \frac{g_2 - g_1}{g_3} \cdot 100$$

где g_1 — масса сита и чашки, г;

g_2 — масса сита с остатком и чашкой, г;

g_3 — масса эмульсии, г.

Максимальное расхождение между результатами параллельных испытаний не должно превышать 0,05%. За результат принимают среднее арифметическое значение результатов 2 параллельных определений.

Определение устойчивости эмульсии при хранении

При проведении испытания необходимы: шкаф сушильный, весы технические до 1 кг не ниже 3-го класса точности, сито с сеткой № 014 в цилиндрической оправе из жести диаметром 100 и высотой 50 мм, эксикатор диаметром 200 мм, стакан лабораторный емкостью 250 мл, сосуд емкостью 2 л, штатив с кольцом, 4 стеклянных цилиндра емкостью по 250 мл.

В каждый из 4 цилиндров наливают по 200 г эмульсии, плотно закрывают и испытывают через 7 и 28 суток на однородность.

Определение устойчивости при транспортировании

Для проведения испытания необходимы: аппарат для встряхивания жидкости в сосудах, две стеклянные плоскодонные колбы емкостью по 250 мл.

Пробы эмульсии по 200 мл каждая заливают в 2 чистые колбы, закрывают пробками и закрепляют на площадке встряхивающего прибора. Прибор включают и эмульсию встряхивают в течение 2 ч. Если за это время эмульсия не распалась, то она считается "стойкой" при транспортировании.

Требования к дорожным эмульсиям

Эмульсии должны состоять из частиц вяжущего меньше 0,14 мм. Массовая доля частиц крупнее 0,14 мм не должна превышать 0,5%. Условная вязкость эмульсии при 20°C должна быть не более 35 с.

По смешиваемости с минеральными материалами эмульсии в зависимости от класса должны соответствовать указанному в табл. 37 (ГОСТ 18659-81).

Таблица 37

Наименование показателей	Классы эмульсий		
	ЭБА-1.	ЭБА-2.	ЭБА-3.
ЗБК-1	ЗБК-2	ЗБК-3	
Смешиваемость со смесями минеральных материалов:			
пористого гранулометрического состава	не смешивается	смешивается	смешивается
плотного гранулометрического состава	не смешивается	не смешивается	смешивается

Анионные эмульсии классов ЭБА-1 и ЭБА-2 должны выдерживать испытание на сцепление со щебнем. При этом не менее 75% площади его поверхности должно оставаться покрытым пленкой вяжущего. При испытании на сцепление катионных эмульсий классов ЗБК-1, ЗБК-2 и ЗБК-3 не менее 95% площади щебня должно быть покрыто пленкой вяжущего.

Эмульсии должны быть устойчивыми при транспортировании и хранении: массовая доля частиц крупнее 0,14 мм через 7 суток должна быть не более 0,8% для анионных и 0,5% для катионных эмульсий. Через 30 суток -- не более 1,2 и 0,8% для анионных и катионных эмульсий соответственно.

Показатели свойств вяжущего, извлеченного из эмульсии, не должны отличаться от исходных более чем на 15%.

Методы испытаний и оценка качества минерального порошка

Минеральный порошок играет большую роль в составе асфальтобетона. Он вместе с битумом образует асфальтовое вяжущее вещество, которое связывает частицы щебня и песка в монолит.

Лучшим по качеству является минеральный порошок из карбонатных горных пород / например, известняков /. Свойства таких порошков нормируются ГОСТ 16557-78, а их испытания производят по ГОСТ 12784-78.

Допускается использовать в соответствии с ГОСТ 9128-84 в качестве минеральных порошков измельченные основные металлические шлаки в горячих и теплых смесях второй и третьей марок для плотного асфальтобетона, в смесях первой и второй марок для пористого и высокопористого асфальтобетона и в холодных смесях второй марки.

Можно использовать порошкообразные отходы промышленности в горячих и теплых смесях третьей марки для плотного асфальтобетона и первой и второй марок для пористого и высокопористого асфальтобетона.

Требования к минеральному порошку из карбонатных горных пород приведены в табл. 38, а к материалам, применяемым в качестве минерального порошка в табл. 39.

Определение зернового состава минерального порошка

Для определения зернового состава минерального порошка необходимы: супильный шкаф, эксикатор, весы технические не ниже второго класса точности, сосуд емкостью 6-10 л, фарфоровая чашка, вестик с резиновым наконечником, наор сит с сетками $\varnothing 1,25$, $0,63$, $0,315$, $0,14$, $0,071$.

Таблица 38

Наименование показателей	Нормы для порошка	
	активирован- ного	неактивирован- ного
Зерновой состав, % по массе, не менее:		
мельче 1,25 мм	100	100
мельче 0,315 мм	95	90
мельче 0,071 мм	60	70
Пористость, % по объему, не более	30	35
Набухание образцов из смеси порошка с битумом, % по объему, не более:		
при содержании глинистых примесей в порошке не более 5% $Al_2O_3 + Fe_2O_3$ не более 1,7% по массе /	1,5	2,5
при содержании глинистых примесей в порошке не более 15% $Al_2O_3 + Fe_2O_3$ не более по массе /	2,5	
Показатель битумоемкости, г, не более:		
при содержании глинистых примесей в порошке не более 5% $Al_2O_3 + Fe_2O_3$ не более 5,5% по массе /	50	65
при содержании глинистых примесей в порошке не более 15% $Al_2O_3 + Fe_2O_3$ не более по массе /	65	-
Влажность, % по массе, не более	0,5	1,0

Наименование показателей	Нормы по видам материалов		
	Из основных металлов	Из золотых металлов	Из пыли золургических шлаковых смесей
Гранулометрический состав, % от массы, не менее:			
мельче 0,25 мм	100	100	100
мельче 0,315 мм	90	55	90
мельче 0,071 мм	70	35	70
Пористость, % от объема, не более	40	45	45
Набухание образцов из смеси минерального порошка с битумом, % от объема, не более	2,5	не нормируется	не нормируется
Коэффициент водостойкости образцов из смеси порошка с битумом, не менее	0,7	0,6	0,8
Показатель битумоемкости, не более	100	100	100
Содержание водорастворимых соединений, % от массы, не более	не нормируется	I	5
Влажность, % от массы, не более	[2	2
Содержание окислов щелочных металлов, % от массы, не более	не нормируется	не нормируется	6
Потери при прокаливании, % от массы, не более	не нормируется	20	не нормируется
Содержание свободной окиси кальция	0	0	0

Пробу минерального порошка массой 100 г помещают в фарфоровую чашку, заливают небольшим количеством воды и растирают пестиком с резиновым наконечником в течение 2-3 минут. Воду со взвешенными в ней частицами выливают в сито с размером отверстий 0,071 мм, установленное над кастрюлей. Остаток частей порошка в чашке заливают водой, растирают и сливают в сито.

Эту операцию повторяют до тех пор, пока вода в чашке станет прозрачной. Частицы, оставшиеся на сите смывают в ту же фарфоровую чашку, где остались промытые частицы порошка.

Остаток в чашке сушат при 105 - 110 °С до постоянной массы. Сухой остаток просевают через набор сит с сетками № 125, 063, 014, 0071. Остаток на каждом сите взвешивают и выражают в процентах по отношению к массе просеиваемой навески с точностью до 0,1%.

Расхождение между результатами двух параллельных испытаний не должно превышать 2% от общей массы навески. Общая потеря порошка при испытании также не должна быть более 2%.

Определение пористости минерального порошка

Пористость минерального порошка подсчитывают по результатам определения его истинной плотности и средней плотности по форм

$$V_{\text{пор}} = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right) 100$$

где: ρ_0 - средняя плотность порошка, уплотненного нагрузкой 40 МПа, $\text{г}/\text{см}^3$;

ρ - истинная плотность порошка, $\text{г}/\text{см}^3$.

Определение истинной плотности неактивированного минерального порошка пикнометрическим методом

Для проведения испытания необходимы: пикнометр ёмкостью 100 весы технические и аналитические, вакуум-прибор, колба для промывания минерального порошка, термометр химический с ценой деления 1 °С.

сушильный шкаф, сита с размерами отверстий 1,25 и 0,14 мм, фарфоровая чашка.

Среднюю пробу порошка массой 200 г просеивают через сито с размерами отверстий 1,25 мм, высушивают до постоянной массы при 105-110 °С и охлаждают в эксикаторе до комнатной температуры.

Ствешивают 2 навески порошка массой по 10 г на аналитических весах. Для испытания используют очищенный керосин, предварительно определив его плотность.

Навеску порошка всыпают в сухой, чистый предварительно взвешенный пикнометр и заливают керосином примерно на 2/3 его объёма. Пикнометр с содержимым помещают в вакуум-прибор и выдерживают его там в течение часа при остаточном давлении не более 15 кПа. Затем в пикнометр доливают керосин до метки на его шейке, выдерживают 30 минут, снова доливают керосин до метки если его уровень понизился и взвешивают.

Истинную плотность подсчитывают по формуле:

$$\rho = \frac{m_2 \cdot \rho_k}{m_2 + m_1 - m_3}$$

где: m_2 - масса сухого минерального порошка, г;

ρ_k - плотность керосина при 20 °С, г/см³;

m_1 - масса пикнометра с уровнем керосина до метки на шейке пикнометра, г;

m_3 - масса пикнометра с минеральным порошком и керосином, г.

Плотность минерального порошка подсчитывают как среднее арифметическое результатов двух определений. Расхождение между результатами этих определений не должно превышать 0,02 г/см³.

Определение средней плотности минерального порошка, уплотнённого нагрузкой 40 МПа

Для проведения испытания необходим пресс с тремя весами технические, сушильный шкаф, эмалированный противен размером около

25x40 см, ступка фарфоровая, сито с размером отверстий 1,25 мм, кисть мягкая и форма металлическая / рис. /.

Минеральный порошок массой 1 кг высушивают до постоянной массы при температуре 105-110 °С, охлаждают, растирают в фарфоровой ступке для удаления комков порошка и просеивают через сито с отверстиями 1,25 мм.

Из этой пробы отвешивают 300г порошка и частями переносят в в предварительно собранную форму, установленную на металлический поддон. Порошок распределяют по форме, прижимают вкладышем и уплотняют на прессе в течение 3 минут при давлении 40 МПа. Затем нагрузку снимают, а минеральный порошок в нижней части формы срезают бровень с краями. Излишек порошка тщательно собирают и взвешивают с точностью до $\pm 0,5$ г.

Среднюю плотность порошка вычисляют по формуле:

$$\rho_c = \frac{m_1 - m_2}{V}$$

где: m_1 - масса навески минерального порошка, г;

m_2 - масса остатка от навески минерального порошка

после его уплотнения, г;

V - объём формы / 100 см³/.

Среднюю плотность порошка вычисляют как среднее арифметическое результатов трёх измерений. Расхождение между результатами этих определений не должно превышать 0,02 г/см³.

Определение набухания образцов из смеси минерального порошка с битумом

Для проведения испытания необходимы: весы технические с приспособлением для гидростатического взвешивания, пресс гидравлический 1 т, сушильный шкаф, вакуум-прибор и термометр химический с ценой деления 1 °С., сито с размером отверстий 1,25 мм, ступка фарфоровая, сосуды ёмкостью 0,5-1,5 л и 2-3л, чашка металлическая, форма для уплотнения образцов.

Из средине проби берут 100г минерального порошка и нагревают активированный порошок до 135-140 °С, а неактивированный - до 150-160 °С. В порошок вводят битум с температурой 140-150 °С и перемешивают в течение 5-6 минут до полного и равномерного объединения порошка с битумом.

Ориентировочное количество битума при перемешивании с активированным порошком составляет 8-15%, с неактивированным - 13-18%, а с порошкообразными материалами в пределах 20-30%.

Форму нагревают до 80-90 °С и засыпают в нее 25-30г смеси порошка с битумом. Смесь уплотняют при нагрузке 10 МПа в течение 3 мин. Затем образцы помещают в сосуд с водой и устанавливают его в вакуум-прибор на 1,5 часа при остаточном давлении не более 2 кПа. Потом давление доводят до нормального, выдерживают 1 час.

После этого образцы выдерживают при 60 °С в течение 4 часов. Затем образцы при 20 °С выдерживают в воде в течение 15-20 часов.

Набухание образцов вычисляют с точностью до 0,1% по формуле:

$$H = \frac{(m_2 - m_3) - (m - m_1)}{m - m_1}$$

где: m - масса образца, взвешенного на воздухе, г;

m_1 - масса образца, взвешенного в вьске, г;

m_2 - масса образца на воздухе после насыщения водой, г;

m_3 - масса образца в воде после насыщения водой, г;

Определение содержания водорасторимых соединений

Для проведения испытания необходимы: сушильный шкаф, обратный холодильник, эксикатор, стеклянные ёмкости 50 мл, весы аналитические, песчаная ланка, колбы конические 25 мл по 250 мл, колба для промывания и фильтровальная бумага.

Кавеску порошка 20 г высыпают в коническую колбу, заливают 100 мл дистиллированной воды. На колбе закрывают обратный холодильник. Содержимое колбы кипятят в течение 1 часа и складывают

до комнатной температуры.

Образовавшуюся водную вытяжку выливают во вторую колбу через фильтр, предварительно смоченный водой. Остаток в первой колбе промывают и смывают через фильтр во вторую колбу. Фильтрат из второй колбы выливают в стеклянный бюкс и выпаривают до постоянной массы и после охлаждения взвешивают с точностью до 0,01 г.

Содержание водорастворимых соединений вычисляют по формуле:

$$\text{A} = \frac{m_1 - m_2}{m} \cdot 100$$

где: m - масса первоначальной пробы порошка, г;

m_1 - масса бюкса с сухим остатком порошка, г.;

m_2 - масса бюкса, г.;

Содержание водорастворимых соединений вычисляют как среднее арифметическое результатов двух определений. Расхождение между результатами параллельных определений не должно быть более 0,03%.

6. Методы испытаний и оценка качества материалов из органических вяжущих

В дорожном строительстве применяют различные виды материалов, обработанных органическими вяжущими материалами, для устройства оснований и покрытий способом полуупрочнения и пропитки, смешения на дороге и в установке. Наиболее высокими показателями свойств обладают бетоны на различных органических вяжущих, методы испытаний которых одинаковы с методами испытаний асфальтобетонов (ГОСТ 12801-84), приведенных в данном разделе.

Определение плотности асфальтобетона

Для проведения испытания используют: весы гидростатические, стеклянный сосуд емкостью 2-3 литра.

Плотность асфальтобетона определяют с помощью гидростатического извещивания. Образцы асфальтобетона взвешивают на воздухе с точностью до 0,01 г. Затем погружают на 30 мин в сосуд с водой. После этого образцы вытирают, взвешивают на воздухе, а потом в воде. Температура воды в процессе взвешивания должна быть $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Плотность асфальтобетона определяют по формуле:

$$\rho = \frac{g_0 \gamma}{g_1 - g_2}$$

где g_0 — масса образца, на воздухе, г

g_1 — масса образца, выдержанного в воде в течение 30 мин, на воздухе, г;

g_2 — масса образца в воде, г;

γ — плотность воды, принимаемая равной 1 г/см³.

За величину плотности принимают среднее арифметическое результатов определений плотности трех образцов. Расхождения между результатами их испытаний не должны превышать 0,02 г/см³.

Определение плотности минерального остова асфальтобетона

Плотность минерального остова асфальтобетона рассчитывают по плотности асфальтобетона и соотношения в нем компонентов. Плотность минерального остова асфальтобетона вычисляют по формуле:

$$\rho_0 = \frac{\rho \varphi_0}{\varphi_0 + \varphi_B}$$

где ρ - плотность асфальтобетона, $\text{г}/\text{см}^3$;

φ_0 - содержание минеральных материалов в асфальтобетоне, % от массы (принимается равным 100%);

φ_B - содержание битума (вяжущего материала) в асфальтобетоне, % от массы (сверх 100% минеральной части асфальтобетона);

Определение истинной плотности минеральной части асфальтобетона расчетным методом

Расчет производится по результатам определения истинной плотности минеральных составляющих асфальтобетона: щебня, песка, минерального порошка. Истинную плотность минеральной части асфальтобетона вычисляют по формуле:

$$\rho_0 = \frac{100}{\frac{\varphi_1}{\gamma_1} + \frac{\varphi_2}{\gamma_2} + \frac{\varphi_3}{\gamma_3} + \dots + \frac{\varphi_n}{\gamma_n}}$$

где $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \dots, \gamma_n$ - истинная плотность компонентов минеральной части асфальтобетона (щебня, песка, минерального порошка), $\text{г}/\text{см}^3$;

$\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \dots, \varphi_n$ - содержание компонентов минеральной части асфальтобетона, % от массы.

Определение истинной плотности асфальтобетона расчетным методом

Истинную плотность асфальтобетона можно рассчитать по результатам определения истинной плотности минеральной части асфальтобетона, битума и содержания материалов в асфальтобетоне по формуле:

$$\frac{\gamma_a}{\gamma_0} = \frac{\gamma_{\text{м}} + \gamma_{\text{б}}}{\gamma_{\text{м}} + \gamma_{\text{б}}}$$

где γ_0 - истинная плотность минеральной части асфальтобетона, $\text{г}/\text{см}^3$;
 γ_b - плотность битума, $\text{г}/\text{см}^3$;
 γ_m - содержание минеральных материалов в асфальтобетоне, % от массы (принимают за 100%);
 γ_b - содержание битума в асфальтобетоне, % от массы (сверх 100% минеральных материалов в асфальтобетоне).

Определение пористости минерального остова асфальтобетона

Пористость минерального остова асфальтобетона вычисляют по формуле:

$$V_{\text{пор}} = \left(1 - \frac{\rho}{\gamma_0}\right) 100$$

где ρ - средняя плотность минерального остова асфальтобетона, $\text{г}/\text{см}^3$;
 γ_0 - истинная плотность минерального остова асфальтобетона, $\text{г}/\text{см}^3$.

Пористость минерального остова асфальтобетона вычисляют с точностью до 0,1%.

Определение остаточно пористости асфальтобетона

Остаточную пористость асфальтобетона вычисляют по формуле:

$$V_{\text{пор}} = \left(1 - \frac{\rho_a}{\gamma_a}\right) 100$$

где ρ_a - средняя плотность асфальтобетона, $\text{г}/\text{см}^3$;
 γ_a - истинная плотность асфальтобетона, $\text{г}/\text{см}^3$.

Определение водонасыщения асфальтобетона

Для определения водонасыщения асфальтобетона необходимы: вакуум-прибор, весы гидростатические или технические с приспособлением для гидростатического взвешивания не ниже 2-го класса точ-

ности, термометр ртутный с ценой деления 1⁰С, сосуд ёмкостью 2,5-3 л.

Асфальтобетон помещают в сосуд с водой. Температура воды 20⁰С, уровень юд образцами не менее 3 см. Сосуд с образцами помещают в вакуум прибор и создают остаточное давление в нем 2000 Па. Через 1 ч 30 мин давление доводят до атмосферного и выдерживают образцы в воде с температурой 20±2⁰С 1 час. После этого асфальтобетон вынимают из воды, вытирают мягкой тканью и взвешивают на воздухе и в воде с точностью до 0,01 г.

Водонасыщение асфальтобетона вычисляют по формуле:

$$W = \frac{g_3 - g_0}{g_1 - g_2} \cdot 100$$

где g_0 - масса сухого, не насыщенного водой образца на воздухе, г;

g_1 - масса образца, выдержанного в течение 30 мин в воде, и взвешенного на воздухе, г;

g_2 - масса того же образца в воде, г;

g_3 - масса насыщенного водой образца на воздухе, г.

Водонасыщение определяют с точностью до 0,1%. Расхождение между наибольшим и наименьшим результатом трех определений не должно превышать 0,5%.

Определение набухания асфальтобетона

При определении набухания асфальтобетона используют показатели, полученные при определении плотности и водонасыщения асфальтобетона.

Набухание асфальтобетона после насыщения его водой определяют по формуле:

$$\beta = \frac{(\beta_3 - \beta_4) - (\beta_1 - \beta_2)}{\beta_1 - \beta_2} \cdot 100$$

где β_1 - масса асфальтобетона, выдержанного в течение 30 мин в воде и высушенного на воздухе, г;

β_2 - масса того же образца в воде, г;

β_3 - масса насыщенного образца на воздухе, г;

β_4 - масса насыщенного образца в воде, г.

Пасходжение между наименьшими и наибольшими результатами трех определений не должно превышать 0,2%.

Определение предела прочности при сжатии

Для проведения испытаний необходимы: пресс механический 50-100 кн, сосуд емкостью 3-3 л для термостатирования образцов, термометр ртутный с ценой деления 1°C.

Предел прочности при сжатии асфальтобетонных образцов определяют с помощью механического пресса при скорости деформирования образца 3-0,5 мм/мин. При прочности образцов менее 1,5 Мпа точность силоизмерителя должна быть не менее 0,05 Мпа, а при прочности более 1,5 Мпа - соответственно не менее 0,1 Мпа.

Образец после термостатирования ставят в центре нижней плиты пресса, затем опускают верхнюю плиту, не доводя ее до поверхности образца на 1-1,5 мм. Затем включают электродвигатель и начинают нагружать образец. Во избежание остирания образца при соприкосновении с металлическими плитами под образцы подкладывают прошладки из плотной бумаги.

Для равномерной передачи усилия на образец можно использовать дополнительное шарнирное устройство. Разрушающую нагрузку определяют при максимальном показании силоизмерителя.

Предел прочности при сжатии вычисляют по формуле:

$$R_{\text{сок}} = \frac{\mathcal{P}}{S}$$

где \mathcal{P} - разрушающая нагрузка.

S - первоначальная площадь поперечного сечения образца, см^2 .

За результат определения принимают среднее арифметическое значений испытаний трех образцов. Расхождение между результатами испытаний этих образцов не должно превышать 10%. Где отсутствия механических прессов испытания можно, в виде исключения, производить на гидравлических прессах с максимальным усилием не более 10 т при скорости холостого хода поршня $3 \pm 0,5 \text{ см/мин}$. Не разрешается использовать для испытаний гидравлические прессы с ручным приводом.

Определение коэффициента водостойкости асфальтобетона

Коэффициент водостойкости асфальтобетона при температуре 20°C подсчитывают по результатам его испытаний на сжатие по формуле:

$$K_b = - \frac{R_{20}^{\text{бю}}}{R_{20}^{\text{сух}}}$$

где $R_{20}^{\text{бю}}$ - предел прочности при сжатии асфальтобетона при 20°C после его водонасыщения, МПа;

$R_{20}^{\text{сух}}$ - предел прочности при сжатии асфальтобетона при 20°C в сухом состоянии, МПа.

Определение водостойкости асфальтобетона при длительном водонасыщении

При проведении испытания используют: пресс с механическим приводом и максимальным усилием 50 кН, вакуум-прибор, сосуды емкостью 3-3 л для терmostатирования образцов, термометр ртутный с ценой деления шкалы 1°C .

Перед испытанием образцы взвешивают на воздухе и в воде.

Затем производят водонасыщение асфальтобетонных образцов, а потом переносят в сосуд с водой, где их выдерживают в течение 15 суток. Температура воды в процессе испытания должна быть $20 \pm 2^\circ\text{C}$. По истеч-

чение 15 суток образцы извлекают из воды, обтирают мягкой тканью, взвешивают на воздухе и в воде.

По результатам взвешивания подсчитывают длительное набухание асфальтобетонных образцов по формуле:

$$H_d = \frac{(\varrho_5 - \varrho_0) - (\varrho_1 - \varrho_2)}{\varrho_1 - \varrho_2} \cdot 100$$

где ϱ_1 — масса образца, выдержанного в воде в течение 20 мин и взвешенного на воздухе, г;

ϱ_2 — масса того же образца в воде, г;

ϱ_5 — масса образца на воздухе после 15 суток выдерживания в воде, г;

ϱ_0 — масса того же образца в воде, г.

Коэффициент водостойкости асфальтобетона после длительного водонасыщения определяют по формуле:

$$K_{bg} = \frac{R_{20}^{160g}}{R_{20}^{cuk}}$$

где R_{20}^{160g} — предел прочности при сжатии асфальтобетонного образца при 20°C после его длительного водонасыщения, МПа;

R_{20}^{cuk} — предел прочности при сжатии сухого асфальтобетонного образца при 20°C, МПа.

Асфальтобетонные смеси в зависимости от вязкости использованного битума и условий применения подразделяют на виды:

горячие — приготовление с использованием вязких битумов, применяемые сразу после изготовления и имеющие температуру не ниже 120°C;

теплые — приготовление с использованием вязких битумов повышенной вязкости или жидких битумов, применяемые непосредственно после изготовления и имеющие температуру не ниже 70°C;

холодные — приготовленные с использованием жидких битумов, применяемые сразу после изготовления или длительного хранения и имеющие температуру не ниже 5°C.

Горячие и теплые смеси в зависимости от наибольшего размера частиц минерального материала подразделяются на:

крупнозернистые - с частицами размером до 40 мм.,

мелкозернистые - с частицами размером до 20 мм.,

песчаные - с частицами размером до 5 мм.

Асфальтобетоны из горячих и теплых смесей в зависимости от пористости подразделяются на:

плотные с остаточной пористостью от 2 до 7%,

пористые с остаточной пористостью от 7 до 12%,

высокопористые с остаточной пористостью от 12 до 18%.

Требования к горячему и теплому асфальтобетону

Требования к гранулометрическому составу горячих и теплых асфальтобетонов приведены в табл. 40. Требования к горячему и теплому асфальтобетону для устройства верхних слоев покрытий даны в табл. 41, а для нижних слоев покрытий и оснований - в табл. 42. Требования к материалам для приготовления асфальтобетонных смесей приведены в ГОСТ 9128-84.

Определение склоняемости холодных асфальтобетонных смесей

Склоняемость холодных асфальтобетонных смесей определяют с помощью прибора для определения склоняемости (рис. 11). Для испытания готовят три образца. Перед испытанием их выдерживают в течение 4 ч при $15+2^{\circ}\text{C}$. Образец устанавливают на подставку, а острие конуса вводят в отверстие образца. Груз поднимают до упорного кольца, а затем отпускают его. Удары груза по конусу повторяют до тех пор, пока образец полностью разрушится или острие конуса коснется подставки.

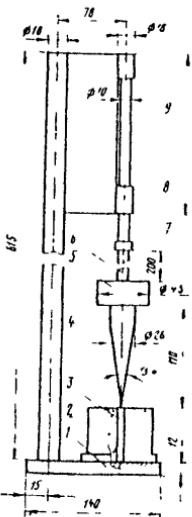


Рис. II. Прибор для определения склоняемости холодной асфальтобетонной смеси:
1—основание с подставкой; 2—образец; 3—отверстие в образце; 4—конусный наконечник; 5—груз; 6—штанга; 7—упорное кольцо; 8—направляющая втулка; 9—риски на штанге

Расчет № 5

Геометрическое заряд смеся	Состав, %, зерен минерального поглощего вещества, мм:
	22 20 18 16 5 2,5 1,25 0,93 0,32 0,14 0,071

Динамические
режимы

Испарение зернового покрытия

A	95-100	75-100	60-100	30-50	24-30	17-28	10-26	5-15	6-12	4-10
B	95-100	85-100	70-100	50-65	38-52	28-39	22-29	11-16	11-12	8-12
B	10-100	08-100	00-100	05-85	02-50	09-53	29-47	11-12	12-20	0-12

Поступление зерна:

Г	-	-	-	95-100	38-33	45-67	20-50	2-25	17-41	3-13
Г	-	-	-	95-100	71-53	50-38	37-50	17-25	17-33	10-16

Максимальные

Испарение зернового покрытия

Г	95-100	78-100	60-100	35-60	2-15	2-10	17-40	2-23	3-25	4-10
Г	95-100	85-100	70-100	30-60	50-60	32-50	17-20	1-20	1-23	0-12

(Продолжение таблицы "и")

Зернобобовник я глыб смеси	Содержание, %, зерен и негального материала ме.вье, %:										
	4	20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071
Глоточные, крупнозернистые типы:											
Непрерывные зерновые составы											
А	95-100	65-80	55-70	45-62	35-50	24-38	17-28	12-20	9-15	6-II	4-10
Б	95-100	78-86	70-80	62-74	50-65	38-52	28-39	20-29	14-22	9-16	5-12
Прерывистые зерновые составы											
А	95-100	65-80	55-70	45-62	35-50	23-40	22-50	18-50	14-28	8-15	4-10
Б	95-100	78-86	70-80	62-74	50-65	40-65	34-65	27-65	20-40	14-23	6-12
Пористые и высокопористые крупнозернистые											
	95-100	70-100	57-100	45-76	27-65	13-50	10-33	7-23	4-22	3-15	2-8
Высокопористые пестаны	-	-	-	-	96-100	68-100	45-100	28-83	18-73	10-45	10
Пористые и высокопористые крупнозернистые											
	95-100	65-100	54-100	42-83	30-65	25-65	18-65	12-65	8-40	5-22	2-8

(Продолжение таблицы 4/)

Наименование показателей	Дороги для асфальтобетонов из смесей марок									
	I			II			III			
	для дорожно-климатических зон									
	I	II, III	IV, V	I	II, III	IV, V	I	II, III	IV, V	
Водонасыщение, % от объема асфальтобетона типа:										
А	2,0-3,5	2,0-5,0	3,0-7,0	2,0-3,5	2,0-5,0	3,0-7,0	2,0-3,5	2,0-5,0	3,0-7,0	
Б и Г	1,5-3,0	1,5-4,0	2,5-6,0	1,5-3,0	1,5-4,0	2,5-6,0	1,5-3,0	1,5-4,0	2,5-6,0	
В и Д	1,0-2,5	1,0-4,0	2,5-6,0	1,0-2,5	1,0-4,0	2,5-6,0	1,0-2,5	1,0-4,0	2,5-6,0	
Остаточная пористость, % от объема	2,5-3,5	2,0-5,0	3,0-7,0	2,5-3,5	2,0-5,0	3,0-7,0	2,5-3,5	2,0-5,0	3,0-7,0	
Коэффициент водостойкости, не менее	0,95 0,90	0,90 0,80	0,85 0,75	0,90 0,85	0,85 0,75	0,80 0,70	0,85 0,80	0,75 0,70	0,70 0,60	
Коэффициент водостойкости после длительного водонасыщения, не менее	0,90 0,85	0,85 0,75	0,75 0,70	0,85 0,80	0,75 0,65	0,70 0,60	0,75 0,70	0,65 0,60	0,60 0,50	
Набухание, % от объема, не более	0,5 0,5	0,5 0,7	0,5 0,7	1,0 1,0	1,0 1,5	1,5 1,7	1,0 1,0	1,0 1,5	1,5 1,7	

Примечание: в числите приведены требования к асфальтобетону из горячих смесей, в знаменателе - из теплых смесей.

Наименование показателей	Нормы для асфальтобетона из смесей нарок	
	I	II
Продел прочности при сжатии, M_{1a} , не менее при температурах:		
а) 20°C		
пористого асфальтобетона	1,8	1,5
высокопористого асфальтобетона	1,4	1,2
б) 50°C		
пористого асфальтобетона	0,7	0,5
высокопористого асфальтобетона	0,5	0,4
Пористость кирпичного остова, % от объема не более:		
пористого щебеночного (гравийного)	23	23
высокопористого щебеночного (гравийного)	24	24
высокопористого песчаного	28	28
Водопоглощение, % от объема не более:		
пористого асфальтобетона	12	12
высокопористого асфальтобетона	18	18
Коэффициент водостойкости, не менее	0,7	0,6
Коэффициент водостойкости после длительного водонасыщения, не менее	0,6	0,5
Изобухание, % от объема не более	1,0	2,0

За условный показатель склоняемости холодной асфальтобетонной смеси принимают количество ударов, необходимое до полного разрушения образца.

Показатель склоняемости вычисляют как среднее арифметическое результатов испытания трех образцов. Расхождение между результатами испытаний отдельных образцов из одного замеса не должно быть более двух ударов.

Требования к холодному асфальтобетону

Требования к гранулометрическому составу холодных асфальтобетонных смесей приведены в табл. 43, а к свойствам холодного асфальтобетона в табл. 44.

Таблица 45

Наименование и тип смесей	Содержание, %, зерен измельченного материала мельче, мм:									
	20	15	10	5	2,5	1,45	0,95	0,35	0,14	0,07
Мелковеристые типа Б _х	95-100	85-100	70-100	50-65	33-50	21-35	14-29	10-22	9-16	8-12
Мелковеристые типа В _х	95-100	88-100	80-100	65-80	50-60	39-49	29-38	22-31	16-22	12-17
Песчаные типов Г _х и Д _х	-	-	-	95-100	66-82	46-56	26-54	18-43	14-30	12-20

Таблица 44

Нижеследующие показатели	Порядок для асфальтобетона с размером зерна 15 см и более	
	Марка	Марка
Предел прочности при скатии, Мп_a , при 20°C , не менее:		
а) до прогрева асфальтобетона типа		
B_x, B_x	1,5	1,0
Γ_x	1,7	-
D_x	-	1,1
б) после прогрева асфальтобетона типа		
B_x, B_x	1,8	1,3
Γ_x	2,0	-
D_x	-	1,5
Пористость минерального остова, % от объема, не более, асфальтобетона типа:		
Γ_x	18	13
B_x	20	26
Γ_x и D_x	21	21
Водонасыщение, % от объема	5-9	5-9
Остаточная пористость, % от объема	6-10	6-10
Коэффициент водостойкости, не менее		
а) до прогрева	0,75	0,60
б) после прогрева	0,80	0,80
Коэффициент водостойкости после длительного водонасыщения не менее		
а) до прогрева	0,5	0,4
б) после прогрева	0,75	0,65
Набухание, % от объема, не более	1,2	2,0
Слегкааемость по числу ударов, не более	10	10