МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВСЕСОЮЗНЫЙ ДОРОЖНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
СОЮЗДОРНИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ ОСНОВАНИЙ И ПОКРЫТИЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД ИЗ ЩЕБЕНОЧНЫХ, ГРАВИЙНЫХ И ПЕСЧАНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ОБРАБОТАННЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИМИ ВЯЖУЩИМИ

Москва 1985

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВСЕСОЮЗНЫЙ ДОРОЖНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
СОЮЗДОРНИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ ОСНОВАНИЙ И ПОКРЫТИЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД ИЗ ЩЕБЕНОЧНЫХ, ГРАВИЙНЫХ И ПЕСЧАНЫХ МАТЕРИАЛОВ ОБРАБОТАННЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИМИ ВЯЖУЩИМИ

Утверждены заместителем директора Союздорнии
кандидатом технических наук В.М.Юмашевым

Одобрены Главным Техническим управлением
Минтрансстроя (письмо № 373-4д(1)от 14.03.83г.)

Москва 1985

УДК 625.731.81:624.138.232.1

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ ОСНОВАНИЙ И ПОКРЫТИЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД ИЗ ЩЕБЕНОЧНЫХ, ГРАВИЙНЫХ И ПЕСЧАНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ОБРАБОТАННЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИМИ ВЯЖУЩИМИ. Союздорнии. М., 1985.

Приведены рекомендации по строительству оснований и покрытий дорожных одежд из щебеночных, гравийных и песчаных материалов, обработанных неорганическими вяжущими.

Содержат требования к цементу, шлаковым и зольным вяжущим; даны требования к каменным материалам, обработанным неорганическими вяжущими, а также к конструкциям оснований из этих материалов. Приведены правила подбора составов смесей из каменных материалов с неорганическими вяжущими.

Даны рекомендации по технологии строительства оснований и покрытий в летнее и зимнее время, включая приготовление, транспортирование смеси и устройство основания. Приведены требования к контролю качества производства работ. Даны основные требования по технике безопасности на каждом технологическом этапе строительства.

Табл.23, рис.16.

© Государственный всесоюзный дорожный научно-исследовательский институт, 1985

УДК 625.731.81:624.138.232.1

ПРЕДИСЛОВИЕ

"Методические рекомендации по строительству оснований и покрытий дорожных одежд из щебеночных, гравийных и песчаных материалов, обработанных неорганическими вяжущими" разработаны Союздорнии на основе проведенных исследований, обобщения отечественного и зарубежного опыта с учетом ГОСТ 23558-79 и соответствующего раздела главы СНиП III-40-78.

В "Методических рекомендациях" детализируются требования к обработанным материалам и их компонентам в зависимости от области применения в конструкциях дорожных одежд; приведены подробные данные о составах смесей с различными неорганическими вяжущими, обеспечивающих получение обработанных материалов требуемых марок, а также рекомендации по подбору состава смесей.

Даны рекомендации по технологии строительства оснований и покрытий в летнее и зимнее время, включая приготовление, транспортирование смеси и устройство основания. Приведены требования к контролю качества производства работ, по технике безопасности на каждом технологическом этапе строительства.

"Методические рекомендации" разработали: канд.техн. наук В.С.Исаев, инж.Н.А.Ёркина, канд.техн.наук В.М.Юмашев (Союздорнии), кандидаты технических наук Ю.М.Васильев, А.О.Салль (Ленинградский филиал Союздорнии), Б.А.Асматулаев (Казахский филиал Союздорнии).

Общее редактирование выполнено В.С.Исаевым.

Замечания и предложения по данной работе просьба направлять по адресу: 143900, Московская обл., Балашиха-6, Союздорнии.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие "Методические рекомендации" разработаны с учетом главы СНиП III-40-78, ГОСТ 23558-79 и предназначены для использования при строительстве оснований и покрытий из каменных материалов, обработанных неорганическими вяжущими.

1.2. Область применения рассматриваемых типов оснований и покрытий регламентируется главой СНиП II-Д.5-72.

1.3. Расчет дорожных одежд с рассматриваемыми типами оснований и покрытий следует вести в соответствии с инструкциями по расчету дорожных одежд.

1.4. Материалы для приготовления смесей выбирают на основе технико-экономического обоснования с учетом категории дороги, природно-климатических и эксплуатационных условий, а также наличия местных строительных материалов.

1.5. Приготовление обработанных материалов рекомендуется осуществлять в стационарных или передвижных смесительных установках, оборудованных смесителями принудительного перемешивания.

Допускается при технико-экономическом обосновании применять метод смешения на месте.

1.6. Устройство оснований целесообразно вести специальными укладочными машинами с автоматической системой обеспечения ровности.

Допускается при технико-экономическом обосновании использовать укладчики без автоматической системы обеспечения ровности и автогрейдеры.

1.7. Верхнюю часть земляного полотна перед устройством основания при необходимости надлежит повторно тщательно уплотнить до требуемой плотности.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ ОБРАБОТАННЫХ МАТЕРИАЛОВ

2.1. Каменные материалы, обработанные неорганическими вяжущими (обработанные материалы), – это материалы, получаемые после уплотнения смеси, приготовленной смешением щебня (гравия) различной крупности, природного или искусственного песка, вяжущего и воды, взятых в определенных соотношениях. Свойства обработанных материалов должны соответствовать требуемым по ГОСТ 23558-79.

2.2. Для устройства основания в качестве каменного материала следует применять щебеночно-песчаные, гравийно-песчаные, щебеночно (гравийно)-песчаные смеси или пески (природные и искусственные). Вместо песка могут быть использованы отсевы дробления, отвечающие требованиям нормативных документов.

2.3. В качестве вяжущего применяют цементы, цементы с поверхностно-активными (пластифицирующими и воздухововлекающими) добавками и шлаки черной металлургии с добавкой цемента, извести, содощелочного плава и др., топливные шлаки, золошлаковые смеси или золы ТЭС с добавкой цемента или извести, измельченные фосфорные шлаки с добавкой цемента, цементной пыли или жидкого стекла.

2.4. Смеси каменных материалов, обработанные вяжущими, в зависимости от наибольшего размера зерен щебня (гравия) подразделяют на крупнозернистые с зернами до 40(70) мм, среднезернистые с зернами до 20 мм, мелкозернистые с зернами до 10 мм и песчаные с зернами до 5 мм.

2.5. Обработанный материал по показателю предела прочности при сжатии подразделяют на марки 75, 60, 40, 20.

2.6. Обработанный материал по морозостойкости подразделяют на марки 50, 25, 15, 10.

3. КОНСТРУКЦИИ ОСНОВАНИЙ И ПОКРЫТИЙ

3.1. Основания и покрытия из каменных материалов, обработанных неорганическими вяжущими, устраивают на дорогах всех категорий во II–У дорожно-климатических зонах.

3.2. Основания из каменных материалов, обработанных неорганическими вяжущими, могут быть одно- или многослойными в зависимости от требований к прочности и долговечности дорожной одежды.

3.3. При использовании укладываемого слоя для движения построечного транспорта грузоподъемностью до 7 т его минимальная толщина должна быть 14 см, а для движения автомобилей грузоподъемностью 7–12т – 16см (слой из материала марки 40) и 18 см (при меньших марках). Если движение построечного транспорта не предусмотрено, то минимальная толщина слоя должна быть не менее 10 см.

Наименьшая конструктивная толщина основания должна превышать размер наиболее крупных зерен укладываемого материала в 1,5 раза.

3.4. При уплотнении слоя гладковальцовыми катками его максимальная толщина должна быть 18 см, при уплотнении катками на пневматических шинах – 25 см.

3.5. Основание дорожной одежды следует устраивать шире покрытия на 0,5 м с каждой стороны для цементобетонных покрытий, устраиваемых комплектом машин, передвигающимся по рельс-формам. При устройстве бетонного покрытия комплектом со скользящими формами основание должно иметь ширину 9,6 м. Для покрытий других типов основание должно быть шире с каждой стороны на 0.3 м или на ширину укрепленных полос.

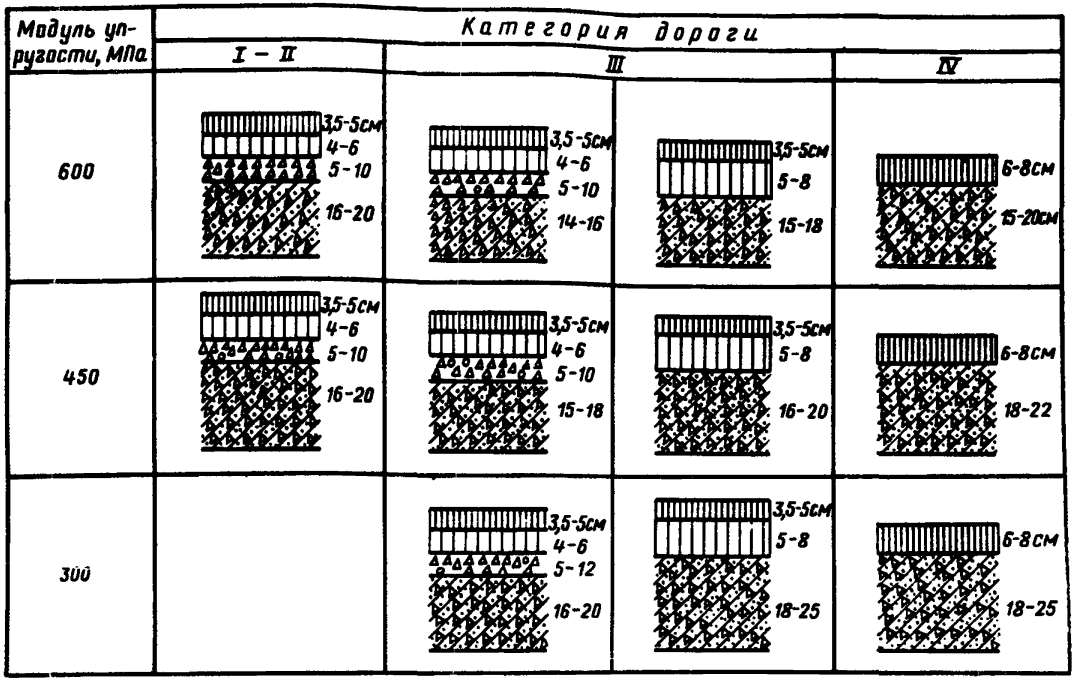


Рис.1. Принципиальные схемы конструкций дорожных одежд нежесткого типа с основаниями из обработанных материалов: – асфальтобетон мелкозернистый; – асфальтобетон крупнозернистый; –черный щебень; – обработанные материалы

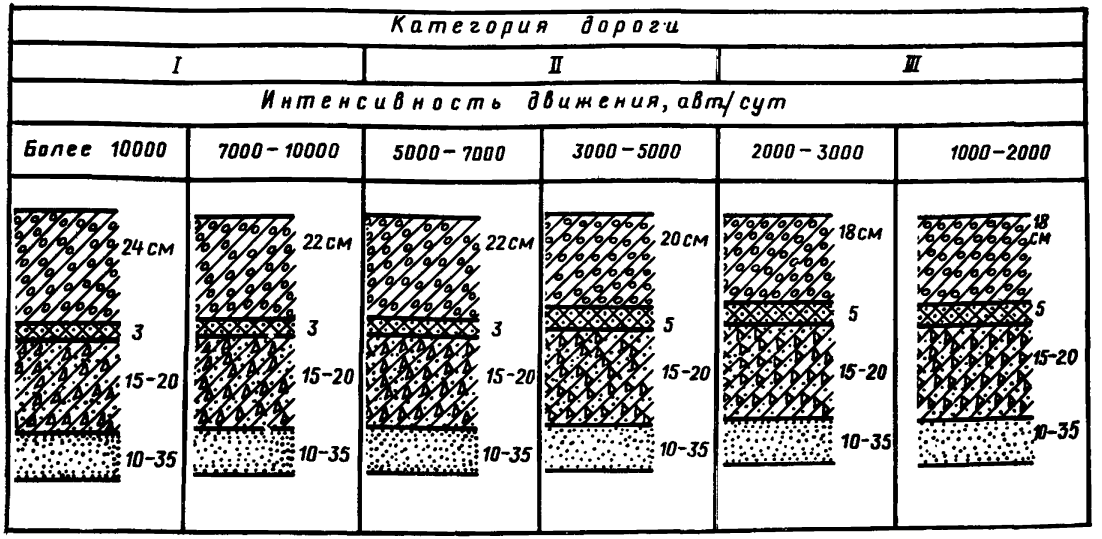


Рис.2. Принципиальные схемы конструкций дорожных одежд с монолитными цементобетонными конструкциями: ▨ – монолитные цементобетонные покрытия; ▨ – песок, обработанный битумом; ▨ – обработанные материалы (основание); ▨ – песок (подстилающий слой)

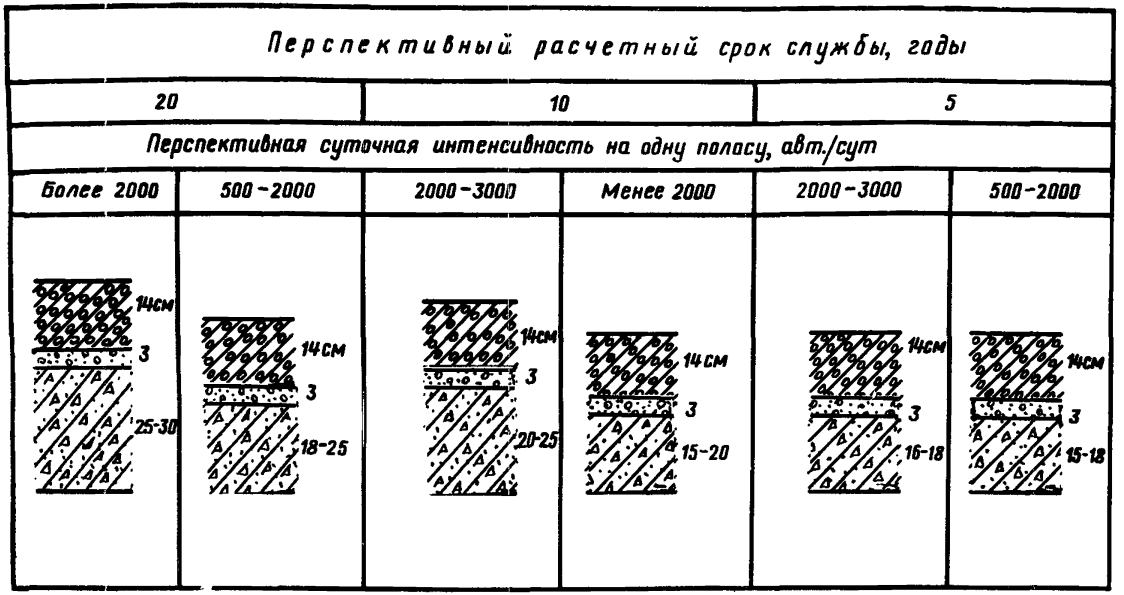


Рис.3. Принципиальные схемы конструкций дорожных одежд со сборными бетонными покрытиями: ▨ – сборные плиты из бетона марки 300; ▨ – сухая песчано-цементная смесь марки 60 (выравнивающий слой); ▨ – обработанные материалы марки 40 (основание)

3.6. Поверхность слоя может быть с одно- или двускатным профилем в соответствии с пп. 3.15 - 3.19 СНиП II-Д.5-72.

3.7. В основаниях из каменных материалов, обработанных неорганическими вяжущими, продольные и поперечные швы сжатия и расширения не устраивают.

3.8. При проектировании дорожных одежд рекомендуется использовать принципиальные решения типовых конструкций, приведенные на рис.1-3.

3.9. Оптимальную конструкцию основания следует назначать на основе технико-экономического обоснования с учетом стоимости каменного материала и вяжущего и их количества в смеси, что, в свою очередь, определяет марку обработанного материала и толщину основания.

4. ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ ДЛЯ ОСНОВАНИЙ И ПОКРЫТИЙ ИЗ КАМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ОБРАБОТАННЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИМИ ВЯЖУЩИМИ

Обработанные материалы

4.1. Основными расчетными характеристиками слоев из обработанных материалов (при расчете на воздействие подвижной нагрузки) являются модуль упругости и предел прочности на растяжение при изгибе. Значения характеристик в возрасте 28(90) сут в зависимости от марок материала, определяемых пределом прочности при сжатии, приведены в табл.1.

4.2. Основания под цементобетонные покрытия рекомендуется устраивать из обработанных материалов марки не ниже 40

4.3. Марка обработанного материала для нежестких покрытий автомобильных дорог 1У и У категорий (с обя-

зательным устройством слоев износа) должна быть не менее 60, для оснований дорог I-III категорий - не менее 40, для оснований дорог 1У-У категорий - не менее 20.

Таблица 1

Марка обработанного материала	Предел прочности при изгибе, МПа, не менее		Модуль упругости, МПа, не менее	
	фактический	расчетный	фактический	расчетный по ВСН 46-72
20	0,4	0,20	2000	300
40	0,8	0,40	4000	450
60	1,2	0,60	6000	600
75	1,5	0,75	7500	750

Примечание. Характеристики материалов, обработанных медленнотвердеющими вяжущими, допускается определять в возрасте 90 сут.

Таблица 2

Категория дороги	Климатические условия	Марка по морозостойкости обработанного материала в конструктивном слое дорожной одежды		
		Покрытие	Верхний слой основания	Нижний слой основания
I-II, III-п	Суровые	Не применяют	25	15
	Умеренные	То же	25	15
	Мягкие	"	15	10
III, 1У-п	Суровые	"	25	15
	Умеренные	"	15	10
	Мягкие	"	10	-
1У, У	Суровые	50	15	10
	Умеренные	25	10	-
	Мягкие	10	-	-

Примечание. Суровые климатические условия характеризуются среднемесячной температурой наиболее холодного месяца в году ниже минус 15°С, умеренные - от минус 5 до минус 15°С, мягкие - до минус 5°С.

4.4. Марка обработанного материала, применяемого для устройства обочин на дорогах I и II категорий, должна быть не ниже 40, на дорогах III-У категорий - не ниже 20 (устройство слоя износа обязательно).

4.5. Морозостойкость обработанных материалов в зависимости от их места расположения в конструкции дорожной одежды, категории дороги и климатических условий должна соответствовать требованиям табл.2.

Каменные материалы и пески

4.6. Качество щебня, гравия и песка для обработанных материалов следует характеризовать:

зерновым составом;

маркой по дробимости в цилиндре и истираемости в полочном барабане;

маркой по морозостойкости.

4.7. Щебень из естественного камня, щебень шлаковый, щебень из гравия, гравий, туф, шлаковая пемза, а также керамзитовый и шунгизитовый гравий и аглопоритовый щебень по прочности и морозостойкости должны удовлетворять требованиям соответствующих ГОСТов.

4.8. Пески природный и искусственный из отходов дробления горных пород, а также песок аглопоритовый, песок керамзитовый и песок из металлургического шлака должны удовлетворять требованиям соответствующих стандартов.

4.9. Зерновой состав каменных материалов и песков согласно ГОСТ 23558-79 должен вписываться в кривые плотных смесей с коэффициентом сбега 0,6-0,8 с учетом дополнений, изложенных в разд.5 настоящих "Методических рекомендаций".

Допускается применять смеси с прерывистым зерновым составом, входящим в кривые смесей, рекомендуемые ГОСТ 23558-79.

4.10. При технико-экономическом обосновании допускается применять исходный каменный материал и пески, не отвечающие требованиям соответствующего ГОСТа, при условии получения обработанного материала, отвечающего требованиям ГОСТ 23558-79.

Цемент

4.11. Для обработки каменных материалов следует применять пластифицированный и гидрофобный портландцементы, портландцемент и шлакопортландцемент, отвечающие требованиям ГОСТ 10178-76.

Схватывание цемента должно начинаться не ранее чем через 2 ч после его затворения.

Для удлинения сроков схватывания, снижения расхода цемента в смесь при ее приготовлении вводят поверхностно-активные добавки. Ориентировочные расходы СДБ - 0,2-2% массы цемента. Расход добавок следует уточнять при лабораторном подборе.

Шлаковое вяжущее из шлаков черной металлургии без активатора

4.12. Шлаковое вяжущее целесообразно приготавливать из шлаков устойчивой структуры текущего производства, отвальных, гранулированных или из отсевов дробления путем их измельчения до удельной поверхности 1000-3000 $см^2/г$ (содержание частиц мельче 0,071мм 30-90%).

4.13. Активность (марку вяжущего) следует устанавливать по ГОСТ 3344-83 испытанием на прочность при сжатии образцов из шлаков с оптимальным количеством воды, выдержанных в нормальных условиях в течение 28 сут. Шлаковое вяжущее должно удовлетворять следующим требованиям:

	Шлаковое вяжущее № 1	Шлаковое вяжущее № 2
Марка вяжущего после 28 сут нормального твердения	25	50
Удельная поверхность шлака, $см^2/г$	1000–3000	2000–3000
Содержание частиц мельче 0,071 мм,% . . .	30–90	70–90
Предел прочности при сжатии после выдерживания в камере нормального твердения, МПа		
7 сут	0–2	1–4
90 сут	3–7	6–10
180 сут	4–8	8–12

Шлаковое вяжущее с добавкой цемента

4.14. Шлаковое вяжущее с добавкой цемента рекомендуется получать путем совместного измельчения шлака и цемента или тщательного смешения подготовленного шлака с цементом. Максимальная крупность недробленого шлака 5 мм.

Цемент должен иметь марку по прочности не ниже 400 и соответствовать требованиям ГОСТ 10178–76.

4.15. В зависимости от удельной поверхности шлака и количества цемента можно получать при испытании по ГОСТ 3344–83 шлаковое вяжущее марок 100–300, ориентировочные составы которого приведены в табл.3.

4.16. Шлаковое вяжущее с добавкой цемента должно отвечать требованиям табл.4.

Таблица 3

Состав вяжущего	Количество частиц мельче 0,071 мм, %	Удельная поверхность, $см^2/г$	Содержание компонентов, %, для получения вяжущего марки		
			100	200	300
Шлак недробленый + цемент марки 400	0	100	75–80 25–20	60–65 40–35	45–55 55–45
Шлак измельченный + цемент марки 400	30	1000	90–95 10–5	85–90 15–10	75–80 25–20
Шлак измельченный + цемент марки 400	90	3000	95–97 5–3	90–95 10–5	85–90 15–10

Таблица 4

Марка вяжущего после 28 сут	Предел прочности при сжатии вяжущего, МПа, после выдерживания в камере нормального твердения, сут			
	7	90	180	360
100	4–8	11–15	12–16	18–22
200	11–15	24–28	25–29	40–44
300	18–22	36–40	38–42	62–66

Шлаковое вяжущее с добавкой извести

4.17. Шлаковое вяжущее с добавкой извести можно получать совместным измельчением воздушной или гидравлической извести со шлаком или тщательным смешением подготовленного шлака с известью.

Известь должна соответствовать требованиям ГОСТ 9179–77.

4.18. В зависимости от удельной поверхности шлака и количества извести при испытании по ГОСТ 3344–83 можно получать шлаковое вяжущее марок 50–200, ориентировочные составы которого представлены в табл.5.

Таблица 5

Состав вяжущего	Количество частиц мельче 0071 мм, %	Удельная поверхность шлака, $см^2/г$	Содержание компонентов, %, для получения вяжущего марки		
			50	100	200
Шлак недробленый+известь	0	100	93–97 7–3	– –	– –
Шлак измельченный+известь	30	1000	96–98 4–2	90–95 10–5	– –
Шлак измельченный+известь	90	3000	97–99 3–1	93–96 7–4	90–95 10–5

Примечание. Максимальная крупность недробленого шлака 5 мм.

4.19. Шлаковое вяжущее с добавкой извести должно удовлетворять требованиям табл.6.

Таблица 6

Марка вяжущего после 28 сут	Предел прочности при сжатии вяжущего, МПа, не менее, после выдерживания в камере нормального твердения, сут			
	7	90	180	360
50	2–4	4–8	5–9	8–12
100	5–9	11–15	12–16	20–24
200	13–17	27–29	28–32	45–49

Шлакощелочное вяжущее

4.20. Для приготовления шлакощелочного вяжущего рекомендуется применять гранулированные доменные шлаки и активатор – содощелочной плав.

Гранулированный доменный шлак должен отвечать требованиям ГОСТ 3476–74 и иметь удельную поверхность не менее 3000 $см^2/г$.

Содощелочной плав (отход капролактамового производства), содержащий 95–97% углекислого натрия Na_2CO_3 и 2–4% гидрата окиси натрия NaOH, должен иметь следующий химический состав:

	%
SiO_2	0,2–0,5
MgO	0,3–0,1
Na_2O	60,0–50,0
SO_3	3,0–2,0
CO_2	35,0–45,0
Cl	0,2–0,4
Нерастворимый осадок	1,3–2,0
H_2O гигроскопическая	8,0–11,0

Содощелочной плав следует предварительно измельчать и растворять в оптимально подобранном количестве подогретой до 40–50°С воды. Плотность раствора содощелочного плава измеряют ареометром с точностью до 0,01 г/см^3.

4.21. Марку шлакощелочного вяжущего следует определять по ГОСТ 3344–83 после хранения образцов в нормальных условиях в течение 28 сут. Ориентировочное содержание плава для получения шлакощелочного вяжущего марки 100 составляет 4–5, марки 200 – 5–7, марки 300 – 7–9, марки 400 – 8–12% массы шлака.

Шлакощелочное вяжущее является медленнотвердеющим. Активность вяжущего после 360 сут хранения возрастает на 40–50%.

Шлакосиликатное вяжущее

4.22. Для приготовления шлакосиликатного вяжущего рекомендуется использовать измельченные фосфорные гранулированные шлаки и жидкое стекло.

Фосфорный гранулированный шлак можно применять как заранее заготовленный, так и непосредственно пос-

ле грануляции. Активность недробленого шлака практически не изменяется длительное время (до двух лет).

Химический состав этих шлаков должен быть следующим:

	%
SiO_2	40–47
CaO	48–41
MgO	$\leq 5,0$
Al_2O_3	$\geqslant 2,5$
P_2O_5	$\leqslant 2,0$
F	2–2,5

Жидкое стекло должно иметь кремнеземистый модуль в пределах 1,7–1,8 и плотность в пределах 1,15–1,25 г/см^3.

Жидкое стекло требуемого модуля можно получить двумя способами (в зависимости от наличия исходных материалов): путем автоклавного растворения силиката натрия (силикат глыбы) по ГОСТ 13079-81 с добавкой соответствующего количества едкого натра по ГОСТ 2263-79 и путем добавки едкого натра в высокомодульное стекло (ГОСТ 13078-81).

4.23. В зависимости от количества жидкого стекла, добавляемого в шлак (удельная поверхность 3000 см^2/г, частиц мельче 0,071 мм 90%), можно получить по ГОСТ 3344-83 вяжущее марок 50–300, ориентировочные составы которого приведены в табл.7.

Таблица 7

Марка получаемого вяжущего	Содержание в вяжущем, %	
	шлака	жидкого стекла
50	95	5
100	90	10
200	85	15
300	80	20

Шлаковое вяжущее на основе фосфорных гранулированных шлаков и цементной пыли

4.24. При производстве шлакового вяжущего на основе фосфорного гранулированного шлака в качестве активатора можно применять цементную пыль вторичного улавливания, которая относится к среднещелочным веществам. Химический состав пыли должен быть следующим:

	%
SiO_2	15–20
Al_2O_3	2–4
Fe_2O_3	1–3
CaO	40–50
MgO	1–4
SO_3	3–4
Na_2O	1–2
K_2O	4–5
$CaO_{своб.}$	$\geqslant 4$
Потери при прокаливании	20–25

4.25. Фосфорный гранулированный шлак должен соответствовать требованиям п.4.22.

Цементная пыль должна полностью проходить через сито с отверстиями 0,315 мм. В ней не должно быть комков и посторонних примесей.

Максимальная добавка цементной пыли не должна превышать 10–12% массы шлака.

4.26. Марку вяжущего (активность) следует определять по ГОСТ 3344–83.

В зависимости от количества цементной пыли, добавляемой в шлак (удельная поверхность 3000 $см^2/г$, содержание частиц мельче 0,071 мм 90%), можно получить шлаковое вяжущее марок 200–500, ориентировочные составы которого приведены в табл.8.

Таблица 8

Марка получаемого вяжущего	Содержание в вяжущем, %	
	шлака	цементной пыли
200	95–98	5–2
300	93–97	7–3
400	90–95	10–5
500	88–93	12–7

Золошлаковое вяжущее на основе топливных шлаков, зол и золошлаковых смесей с добавкой цемента или извести

4.27. Золы уноса или золошлаковые смеси, применяемые в качестве самостоятельного вяжущего или активного компонента смешанного вяжущего, должны отвечать требованиям ГОСТ 23558–79.

4.28. Вяжущее на основе неактивных топливных шлаков и зол с удельной поверхностью 3500–4000 $см^2/г$ должно содержать 75–95% шлака (золы) и 25–5% портландцемента или 85–95% шлака (золы) и 15–5% извести по массе и иметь марку не ниже 100, определяемую по ГОСТ 310.1–76 – 310.3–76, ГОСТ 310.4–81.

При применении активных зол для получения вяжущего требуемой марки введение портландцемента или извести не обязательно.

Вода и ПАВ

4.29. Для приготовления смесей из каменных материалов, обработанных неорганическими вяжущими, а также для ухода за основанием следует применять питьевую воду без предварительного анализа.

Минерализованную природную воду из соленых озер,

заливов и водоемов можно применять для приготовления и поливки смесей, если она имеет следующий химический состав:

Общее содержание солей . . .	$\leq$ 5000мг/л
Содержание ионов SO_4 . . .	$\leq$ 2700мг/л
Водородный показатель pH . .	$\geqslant 4$

Использование промышленных, сточных и болотных вод для приготовления и поливки смесей без проверки не допускается.

4.30. Для снижения расхода цемента и удлинения сроков схватывания обработанной смеси в нее рекомендуется вводить сульфитно-дрожжевую бражку (СДБ) в количестве 0,2-2% массы цемента.

СДБ должна отвечать требованиям ОСТ 81-77-74 или ТУ 81-04-225-73 Минбумпрома.

Оптимальное количество добавки СДБ устанавливается экспериментально при подборе состава материала.

5. ПОДБОР СОСТАВОВ СМЕСЕЙ

5.1. Подобранные составы смесей должны обеспечивать проектные марки обработанного материала по прочности и морозостойкости (ГОСТ 23558-79).

5.2. При подборе составов смеси с требуемыми параметрами необходимо определить:

зерновой состав каменных материалов, соответствующий кривым плотных смесей и обеспечивающий максимальную плотность обработанных материалов;

оптимальное количество воды в смеси с заданным количеством вяжущего для получения максимальной плотности смеси выбранных каменных материалов и вяжущих;

оптимальное количество и качество вяжущего в сме-

си, обеспечивающие заданную прочность и морозостойкость.

Ориентировочное определение количества вяжущих в смеси

5.3. При подборе смесей из каменных материалов оптимального зернового состава (ГОСТ 23558-79) ориентировочное количество цемента назначают по табл.9.

Таблица 9

Каменный материал	Расход цемента, % массы смеси, для получения обработанного материала марки			
	20	40	60	75
Известняковый и шлаковый щебень	2-4	3-6	5-8	7-10
Песчано-гравийная смесь и легкие искусственные каменные материалы	3-5	5-7	7-9	9-11
Песок	4-6	6-9	9-12	10-15

Примечание. Расход приведен для цемента марки 400. При применении цемента марки 300 приведенные значения надо умножить на коэффициент 1,2.

5.4. При приготовлении шлакоминеральных материалов со шлаковым вяжущим без активатора, которое медленно твердеет, в качестве заполнителя рекомендуется использовать известняковый щебень и отходы его дробления с тем, чтобы до омоноличивания материала несущую способность основания обеспечивал каркас каменных материалов.

5.5. Ориентировочный расход шлакового вяжущего из шлаков черной металлургии без активаторов для получения шлакоминерального материала по ГОСТ 23558-79 из песчано-гравийной смеси различных марок после 180 сут хранения приведен в табл.10.

Таблица 10

Номер шлакового вяжущего (п.4.13)	Расход шлакового вяжущего, % массы смеси, для получения обработанного материала марки			
	20	40	60	75
1	6-10	10-15	15-20	20-25
2	5-7	7-10	10-15	15-20

После 360 сут хранения прочность обработанного материала увеличивается в 2 раза, а после 90 сут уменьшается в 2 раза по сравнению с прочностью в возрасте 180 сут.

При обработке известняков расход вяжущего, указанный в табл.10, уменьшают на 10-20%, а при обработке природных кварцевых песков увеличивают на 10-20%.

5.6. Морозостойкость материалов, обработанных шлаковым вяжущим без активаторов, рекомендуется определять после 180 сут. Смеси в возрасте 180 сут, содержащие 10-20% шлакового вяжущего с удельной поверхностью 1000-2000 $см^2/г$, выдерживают 15-25 циклов попеременного замораживания-оттаивания при коэффициенте морозостойкости 0,8-0,9. В возрасте 360сут смеси, содержащие 10-20% шлакового вяжущего с удельной поверхностью 2000-3000 $см^2/г$, выдерживают 50циклов попеременного замораживания-оттаивания.

5.7. Прочность шлакоминеральных материалов можно повысить увеличением удельной поверхности шлака, его количества в смеси и введением в качестве активатора цемента. Ориентировочное содержание вяжущего (шлака и цемента) для получения обработанного материала различных марок по ГОСТ 23558-79 на основе песчано-гравийной смеси в возрасте 28 сут приведено в табл.11.

Таблица 11

Состав вяжущего	Марка вяжущего		Расход вяжущего, % массы смеси, для получения обработанного материала марки			
	по ГОСТ 310.1-76-310.3-76, 310.4-81	по ГОСТ 3344-83	20	40	60	75
Шлак с удельной поверхностью 100см²/г			4-6	6-8	8-10	10-12
Цемент марки 400	100	200	2-4	4-6	6-8	8-12
Шлак с удельной поверхностью 3000см²/г			5-8	7-11	12-15	14-16
Цемент марки 400	100	200	1-2	2-3	2-3	3-4

Примечание. При использовании шлакового вяжущего (по ГОСТ 3344-83) марки 100 его количество надо увеличить на 10-20%, марки 300 - уменьшить на 10-20%.

При обработке известняков расход вяжущего, указанный в табл.11, уменьшают на 10-20%, а при обработке песков увеличивают на 10-20%.

Прочность шлакоминеральных материалов в возрасте 360 сут выше, чем в возрасте 28 сут, в 1,5-1,6 раза.

5.8. Морозостойкость шлакоминеральных материалов с активатором-цементом следует определять в возрасте 28 сут. Шлакоминеральные материалы с прочностью 1-10 МПа выдерживают 10-50 циклов замораживания-оттаивания, коэффициент морозостойкости при этом 0,7-0,9.

5.9. Прочность шлакоминеральных материалов можно увеличивать также введением в смесь в качестве активатора извести до 5% массы всей смеси. Ориентировочные составы вяжущего (шлака и извести) для получения обработанных материалов по ГОСТ 23558-79 с заполнителем - песчано-гравийной смесью в возрасте 28 сут приведены в табл.12.

Таблица 12

Состав вяжущего	Марка вяжущего по ГОСТ 3344-83	Расход вяжущего, % массы смеси, для получения обработанного материала марки	
		20	40
Шлак с удельной поверхностью 100 $см^2/г$ (частицы мельче 0,071 мм отсутствуют) Известь	50	20-25 3-4	-
Шлак с удельной поверхностью 1000 $см^2/г$ (30% частиц мельче 0,071 мм) Известь	50	10-15 2-3	-
То же	100	15-20 2-3	15-20 3-5
Шлак с удельной поверхностью 3000 $см^2/г$ (90% частиц мельче 0,071 мм) Известь	50	10-15 1-2	15-20 2-3
То же	100	10-15 2-3	15-20 3-4
"	200	10-15 3-4	10-15 4-5

Примечание. Над чертой - расход шлака, под чертой - извести.

При обработке известняков расход вяжущего, указанный в табл.12, уменьшают на 10-20%, а при обработке песков увеличивают на 10-20%.

Прочность шлакоминеральных материалов в возрасте 360 сут увеличивается в 1,5-2 раза по сравнению с нормируемой в возрасте 28 сут.

5.10. Шлакоминеральные материалы с активатором-известью могут выдерживать не более 10 циклов замораживания-оттаивания, т.е. иметь максимальную марку по морозостойкости 10.

5.11. Шлакоминеральные материалы на шлаковом вяжущем с активатором-известью, имеющие невысокую прочность и морозостойкость, можно применять лишь в нижних слоях основания в районах с мягким климатом.

5.12. Обработкой каменных материалов шлакощелочным вяжущим (измельченный металлургический шлак с активатором-содощелочным плавом) можно получить материалы марок по прочности 20–100, выдерживающие до 25 циклов замораживания-оттаивания.

5.13. Содощелочной плав должен вводиться в смесь вместе с водой затворения. Ориентировочное количество воды, обеспечивающее оптимальную плотность смеси, составляет 11–12% массы смеси.

5.14. Ориентировочное содержание шлакощелочного вяжущего (шлака и содощелочного плава) в смеси с известняковыми отсевами для получения обработанного материала различных марок по ГОСТ 23558-79 в возрасте 28 сут приведено в табл.13.

Таблица 13

Состав вяжущего (%)	Марка вяжущего по ГОСТ 3344-83	Расход вяжущего, % массы смеси, для получения обработанного материала марки			
		20	40	60	75
Шлак (95) Содощелочной плав (5)	100	12–15 0,5–0,7	15–20 0,7–1,0	20–23 1,0–1,2	–
Шлак (93) Содощелочной плав (7)	200	10–13 0,7–1,0	13–15 1,0–1,2	15–19 1,2–1,5	19–22 1,5–1,8
Шлак (91) Содощелочной плав (9)	300	9–12 1–1,2	12–14 1,2–1,5	14–17 1,5–1,8	17–19 1,8–2,0

Примечание. Удельная поверхность шлака – 3000 $см^2/г$, содержание частиц мельче 0,071 мм – 90%.

При обработке песчано-гравийной смеси расход вяжущего, приведенный в табл.13, увеличивают на 10-20%, при обработке песка – на 15–30%.

5.15. В зависимости от марки по прочности шлако-силикатоминеральных материалов (ГОСТ 23558-79) плотность жидкого стекла следует назначать по табл. 14, при этом кремнеземистый модуль жидкого стекла должен находиться в пределах 1,7-1,8, а расход шлака с удельной поверхностью 3000 $см^2/г$ (90% частиц мельче 0,071 мм) составлять 15-20% массы смеси.

Таблица 14

Марка по прочности шлако-силикатного материала	Плотность жидкого стекла, $г/см^3$
20	1,05-1,07
40	1,07-1,11
60	1,11-1,13

5.16. При обработке каменных материалов шлаковым вяжущим на основе фосфорных гранулированных шлаков с добавкой цементной пыли марки 400 по ГОСТ 3344-83 в количестве 5-20% можно получить материалы марок 20-75 по ГОСТ 23558-79.

Таблица 15

Состав вяжущего	Марка вяжущего по ГОСТ 310.1-76-310.3-76, 310.4-81	Расход вяжущего, % массы смеси, для получения обработанного материала марок			
		20	40	60	75
Зола малоактивная	100	7-15	10-16	12-17	-
Цемент марки 400		2-4	4-6	6-8	-
Зола активная	200	5-15	7-16	8-17	9-18
Цемент марки 400		1-3	2-4	3-5	4-7

Примечание. Активную золу допускается использовать без добавок цемента при получении обработанных материалов, отвечающих требованиям ГОСТ 23558-79.

5.17. Обработкой каменных материалов золошлаковым вяжущим (топливные шлаки, золы, золошлаковые смеси с добавкой цемента) можно получить в возрасте 28 сут материалы марок 20-75 по ГОСТ 23558-79. Ориентировочные расходы вяжущего при обработке песчано-гравийной смеси приведены в табл.15.

Содержание воды

5.18. Количество воды в смесях должно быть таким, чтобы обеспечивалась их максимальная плотность. Уменьшение или увеличение влажности смеси на 1-2% оптимальной приводит к снижению прочности обработанного материала на 10-30%. Компенсация потери прочности в этом случае возможна лишь увеличением количества вяжущего в смеси на 10-20%.

5.19. Ориентировочный расход воды следует назначать сверх 100% каменных материалов и вяжущих. В смеси с цементом вводят 5-8% воды, с медленнотвердеющим вяжущим - 8-10%. При обработке легких искусственных каменных материалов ориентировочный расход воды составляет 8-11% массы сухой смеси. Для смесей, содержащих 10-25% пылевато-глинистых частиц, количество воды увеличивают на 2-3%.

Перед производственным изготовлением смесей оптимальный расход воды необходимо уточнять на образцах из конкретных материалов.

Влияние характеристик каменных материалов на прочность обработанных материалов

5.20. Для исключения перерасхода вяжущего рекомендуется (ГОСТ 23558-79) применять каменные материалы, зерновые составы которых находятся внутри граничных кривых плотных смесей с коэффициентом сбега 0,6-0,8 (рис.4).

5.21. Для сокращения расхода вяжущего на 2–5% целесообразно применять каменные материалы и пески с непрерывным зерновым составом, соответствующим кривым плотных смесей, с коэффициентом сбега 0,65-0,75 (рис.5).

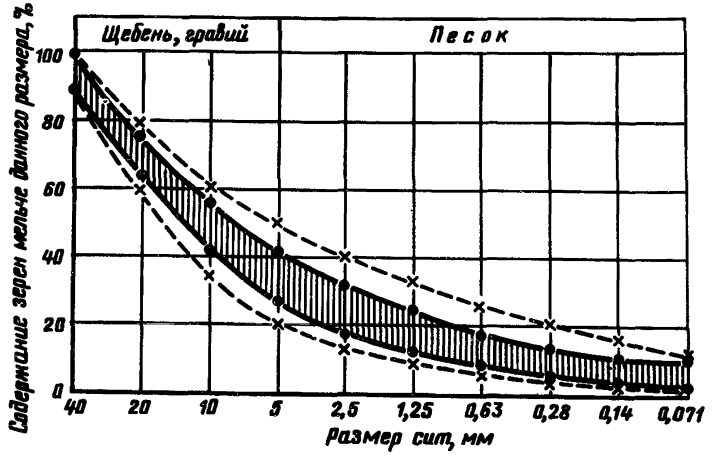


Рис.4. Непрерывный зерновой состав щебеночно (гравийно)-песчаной смеси с коэффициентом сбега 0,6–0,8

Для уменьшения расхода вяжущего можно также применять:

каменный материал с прерывистым в песчаной части зерновым составом, ограниченным кривыми плотных смесей с коэффициентом сбега 0,6–0,7 (рис. 6), вместо каменного материала, имеющего непрерывный зерновой состав с коэффициентом сбега 0,6 или 0,8;

каменный материал с прерывистым в области частиц крупнее 5 мм зерновым составом (рис.7,8) вместо каменного материала с непрерывным зерновым составом с коэффициентом сбега 0,6 или 0,8.

Уменьшение расхода цемента возможно также при

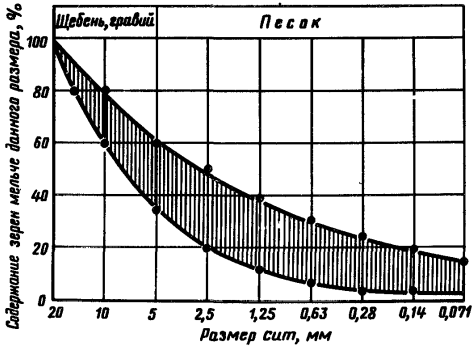


Рис.5. Непрерывный зерновой состав щебеночно(гравийно)-песчаной смеси с коэффициентом сбега 0,65-0,75

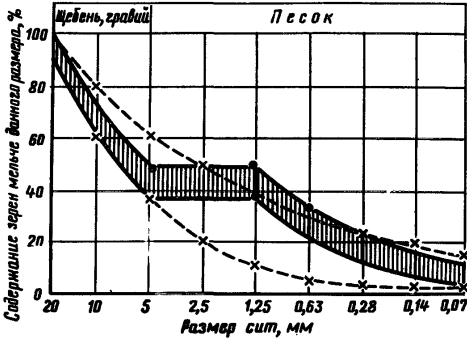


Рис.6. Зерновой состав щебеночно(гравийно)-песчаной смеси, прерывистый в песчаной части, с коэффициентом сбега 0,6-0,7

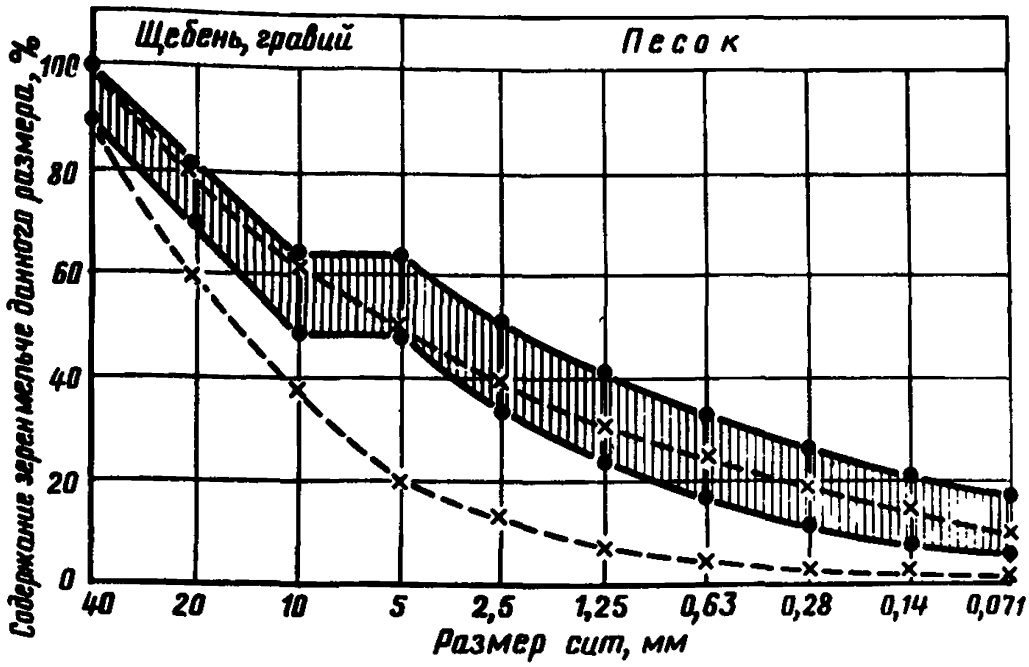


Рис.7. Зерновой состав щебеночно(гравийно)-песчаной смеси, прерывистый в щебеночной части, с коэффициентом сбега 0,7–0,8

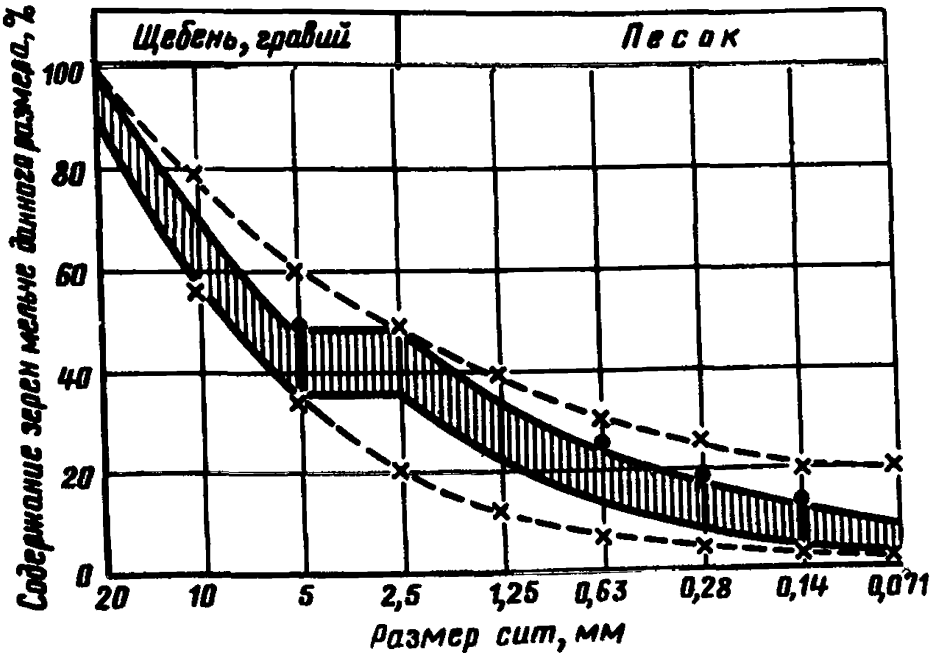


Рис.8. Зерновой состав щебеночно(гравийно)-песчаной смеси, прерывистый в песчаной части, с коэффициентом сбега 0,6–0,7

применении каменных материалов полупрерывистой гранулометрии в зоне оптимальных кривых с коэффициентом сбега 0,6–0,8 (рис.9).

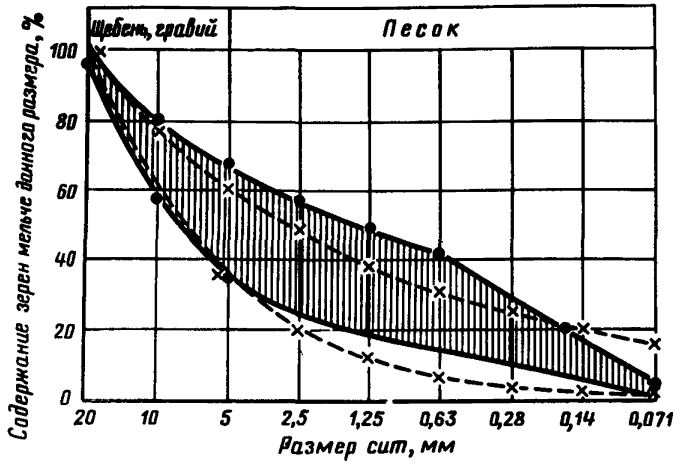


Рис.9. Полупрерывистый зерновой состав щебеночно (гравийно)-песчаной смеси

Зерновой состав малопрочных и легких каменных материалов должен соответствовать кривым плотных смесей с коэффициентом сбега 0,6–0,7.

5.22. Содержание частиц мельче 0,071 мм не должно превышать 8–10%. Уменьшение до 3–5% или увеличение до 20% приводит к снижению прочности обработанного материала на 15–30% или требует повышения расхода вяжущего на 20–40%.

Содержание в крупнозернистых и песчаных смесях частиц мельче 0,14 мм из известняка можно увеличить до 10–15%.

5.23. Изменение максимальной крупности каменного материала в пределах 5–20 мм незначительно влияет на прочность обработанного материала.

Песчаные смеси на природных песках требуют большего расхода вяжущего, чем смеси на основе гравия или щебня.

В смесях не должно быть включений крупнее $1,25D_{max}$, если максимальный размер зерен в смеси более 40мм, и $1,5D_{max}$, если максимальный размер зерен менее 40мм.

Максимальная крупность каменных материалов, прочность которых менее 30 МПа (300 кгс/см^2), - 20 мм.

5.24. Марка легкого искусственного заполнителя должна быть не ниже П35. Снижение марки заполнителя с П35 до П25 приводит к уменьшению марки обработанного материала с 40 до 20 при одинаковом расходе вяжущего.

5.25. Целесообразно увеличивать в смесях содержание природного щебня (гравия) с 40 до 70% и уменьшать количество песка в пределах граничных кривых плотных смесей. Это повышает прочность обработанных материалов.

5.26. Содержание в смесях более 64% легкого заполнителя при 36% природного песка нецелесообразно, поскольку прочность обработанных материалов снижается из-за малой прочности зерен легкого заполнителя по сравнению с прочностью природных зерен.

5.27. Целесообразно применять щебень или щебень из гравия вместо гравия. Это позволяет уменьшить расход вяжущего в обработанном материале на 0,5-1% массы смеси.

В гравийные смеси, с целью повысить прочность и устойчивость основания в процессе их формирования и обеспечить сдвигоустойчивость при движении построечного транспорта, рекомендуется добавлять щебень или щебень из гравия: при строительстве оснований на дорогах I категории - 30%, II категории - 25%, III категории - 20%.

5.28. Для приготовления обработанных материалов согласно ГОСТ 23558-79 можно использовать каменные

материалы различного петрографического состава – известняк, шлак, гранит и др.

Применение известнякового щебня или щебня из шлаков черной металлургии позволяет уменьшить расход вяжущего на 1–2%.

5.29. Целесообразно применять каменный материал одной горной породы более высоких марок, что позволяет снизить расход вяжущего на 0,5–1% массы смеси.

Порядок подбора состава смесей

5.30. Перед подбором составов смесей все используемые материалы следует испытать и установить соответствие их свойств требованиям ГОСТов (прил.1 и 2 к настоящим "Методическим рекомендациям").

5.31. Для определения общего зернового состава обработанной смеси в соответствии с кривыми плотных смесей необходимо определить зерновые составы ее составляющих и подобрать процентное соотношение каждого компонента, чтобы сумма соответствовала кривым плотных смесей (прил.3 к настоящим "Методическим рекомендациям").

5.32. Оптимальную влажность и максимальную плотность материала определяют экспериментально (прил.4, 5 к настоящим "Методическим рекомендациям").

5.33. Необходимое количество вяжущего, обеспечивающее требуемые свойства обработанных материалов, определяют экспериментально, для чего изготавливают и испытывают образцы по методикам, приведенным в прил.6–14 к настоящим "Методическим рекомендациям", обрабатывают экспериментальные данные по прил.15.

5.34. В результате подбора определяют расход материалов для приготовления 1 м^3 плотной смеси на производстве (прил.7 к настоящим "Методическим рекомендациям").

Особенности подбора составов смесей обработанных материалов для зимнего строительства

5.35. Порядок подбора составов смесей обработанных материалов для строительства оснований в зимних условиях аналогичен порядку подбора в обычных условиях со следующими дополнениями.

При проектировании составов смесей на основе цемента следует определять количество добавляемых хлористых солей, которые должны обеспечить набор 70 % проектной прочности обработанного материала до его замерзания.

При проектировании составов смесей на основе шлаковых и зольных вяжущих следует определять количество добавляемых хлористых солей, которые должны обеспечить уплотнение смеси в основании. Этот материал допускается замораживать сразу после уплотнения. Набор прочности обработанного материала будет продолжаться после его оттаивания весной.

5.36. При проектировании составов смесей, приготавливаемых с подогревом воды и при необходимости щебня (гравия) и песка, назначают температуру подогрева, обеспечивающую требуемый технологический режим укладки и твердения.

5.37. Количество воды в смеси, учитывая влажность заполнителей и пластифицирующие свойства солевых добавок, необходимо уменьшить по сравнению с расчетным на 8–10%.

5.38. Ориентировочное количество вводимых в смесь на основе цемента хлористых солей в зависимости от температуры твердения следует принимать по табл.16.

Рассчитывают необходимое количество солей в соответствии с прил.16 к настоящим "Методическим рекомендациям".

5.39. Содержание безводных солей в растворе,а так-

Таблица 16

Расчетная температура твердения t, °С	Количество солей, % массы воды, содержащихся в смеси
От 0 до -5	3% $CaCl_2$ или 5% NaCl, или 2% $CaCl_2$ + 3% NaCl
От -5 до -7	3% $CaCl_2$ + 4% NaCl
От -7 до -10	3% $CaCl_2$ + 7% NaCl
От -10 до -15	6% $CaCl_2$ + 9% NaCl

Примечание. За расчетную температуру твердения следует принимать самую низкую температуру воздуха в день укладки смеси или среднесуточную температуру за 25-30 сут со дня укладки основания по долгосрочному прогнозу, если она ниже температуры в день укладки.

же температуру их замерзания следует контролировать по плотности раствора в соответствии с прил.17 и 18 к настоящим "Методическим рекомендациям".

5.40. Достижение 70%-ной проектной прочности цементно-минерального материала с противоморозными добавками - хлористыми солями до замерзания рекомендуется определять по табл.17.

Таблица 17

Температура твердения основания t, °С	Прочность обработанного материала, % R_{28}, в возрасте, сут, не менее			
	7	14	28	90
-5	35	65	80	100
-10	25	35	45	70
-15	15	25	35	50

5.41. При строительстве оснований из смесей на основе шлаковых и зольных вяжущих количество добавок солей устанавливается только с учетом обеспече-

ния уплотнения, т.е. исходя из необходимости предохранить смесь от замерзания до завершения ее уплотнения в основаниях. При этом целесообразно применять только хлористый натрий, количество которого следует назначать по общему процентному содержанию солей согласно табл.16.

5.42. Температуру смеси, приготавливаемой без солевых добавок на подогретых воде и при необходимости заполнителях, рекомендуется назначать 35–40°С.

Наибольшая допустимая температура подаваемых в смеситель воды – 80°С, заполнителя – 50°С. Температуру нагрева воды и заполнителей, обеспечивающую получение смеси с температурой 35–40°С, устанавливают опытным путем в начале производства работ.

6. ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ОСНОВАНИЙ И ПОКРЫТИЙ

Организация строительства

6.1. Строительство дорожной одежды, в том числе ее основания, следует осуществлять на основе предварительно разработанного строительной организацией проекта производства работ (ППР) в соответствии с требованиями "Инструкции по разработке проектов организации строительства и проектов производства работ" СН 47-74. Госстроя (М.: Стройиздат, 1975).

6.2. Производительность и количество смесительных установок, укладочных и уплотняющих машин следует определять исходя из требуемого темпа устройства оснований с учетом длительности строительного сезона в данной дорожно-климатической зоне.

При поставке строительных материалов до начала строительства должны быть заблаговременно выбраны площадки для складирования и проведены работы по их

оборудованию с целью предотвратить загрязнение и потери материала во время хранения.

Количество транспортных средств должно постоянно корректироваться в соответствии с дальностью возки смеси с учетом полной загрузки смесительных установок и укладочных машин.

Для более четкой работы автомобильного транспорта и ведущей машины технологического потока необходимо составить график работы транспорта в течение смены и всего строительного сезона в зависимости от расстояния возки с учетом передислокации смесительных установок на предусмотренные ППР места стоянок.

6.3. Необходимое количество проходов уплотняющих машин по одному следу должно быть определено в процессе опытного уплотнения участка с составлением акта.

6.4. Перед началом работ по устройству оснований (покрытий) следует проверить наличие подъездов для автомобильного транспорта для подачи смеси на место укладки, готовность к работе укладчиков и уплотняющих машин, а также исправность вспомогательного инструмента. Перед началом укладки смеси необходимо выполнить разбивку, обеспечивающую соблюдение проектной ширины и поперечных уклонов конструкции.

6.5. Устраивать основания (покрытия) из обработанных материалов можно только после приемки готового земляного полотна и нижележащего слоя основания на участке длиной не менее 500 м. При этом особое внимание следует обращать на соответствие плотности, толщины нижележащих слоев, ровности и уклонов земляного полотна или нижележащего слоя основания действующим СНиПам.

6.6. Строительство основания (покрытия) рекомендуется начинать от смесительной установки, используя для транспортирования смеси готовые участки, по которым разрешено открывать движение.

6.7. Работы по строительству оснований (покрытий) следует вести, как правило, в две смены, а в третью смену проводить профилактический ремонт и техническое обслуживание всех машин, установок, агрегатов и систем автоматического управления.

6.8. При определении стоимости строительства основания (покрытия) необходимо учитывать темп строительства, объем и стоимость используемых материалов, производительность и стоимость машин, количество рабочих, их разряды и тарифную ставку, расход топлива дорожными машинами и автомобильным транспортом.

6.9. Следует иметь в виду, что стоимость приготовления смеси однотипным смесителем, энерго- и трудозатраты на ее приготовление уменьшаются на 20–40% при увеличении темпов строительства со 100 до 500 м в смену.

При темпе строительства 100 м в смену рекомендуется использовать смесительную установку производительностью 30 $м^3$/ч, при темпе 250 м – производительностью 60 $м^3$/ч, при темпе 500 м – 120 $м^3$/ч.

6.10. Стоимость транспортирования смеси самосвалами одной грузоподъемности можно уменьшить на 40–60%, сократив дальность возки с 30 до 10 км.

Чтобы уменьшить на 40–60% стоимость транспортирования смеси, энерго- и трудозатраты на ее перевозку при одинаковом расстоянии транспортирования, рекомендуется повысить грузоподъемность применяемых самосвалов с 4,5 до 12 т.

6.11. Уменьшить энерго- и трудозатраты, стоимость линейных работ по строительству 1 км основания (покрытия) в 1,5–2,5 раза можно, увеличив темп строительства со 100 до 500 м в смену.

Приготовление местных вяжущих

6.12. Измельчать шлаки рекомендуется в шаровой мельнице или вибромельнице, предварительно высушив их в сушильном барабане. Чтобы получить комплексное вяжущее (активатор+шлак), его компоненты одновременно в заданных соотношениях подают в мельницу, где шлак измельчается и перемешивается с активатором. Готовое вяжущее поступает на силосный склад. Технология получения шлакового вяжущего приведена на рис.10.

6.13. Производительность мельниц зависит от требуемой тонкости измельчения шлака. С увеличением требуемой удельной поверхности шлака производительность мельниц уменьшается (табл.18).

Таблица 18

Удельная поверхность шлака, $см^2/г$	Количество частиц мельче 0,071 мм, %	Удельная производительность мельницы, кг/(ч·л)	
		шаровой (1456)	вибрационной (СМ-10)
300	15	2,20	21,6
1200	30	1,10	11,9
1700	50	0,75	2,5
3000	90	0,30	0,9

Приготовление обработанных смесей

6.14. Щебень, шлак и гравий следует перерабатывать в соответствии с "Техническими указаниями по изысканиям, проектированию и разработке притрассовых карьеров для железнодорожного и автодорожного строительства" ВСН 182-74 (Минтрансстрой).

6.15. Установки по приготовлению смесей необходимо размещать непосредственно у строящейся дороги, или

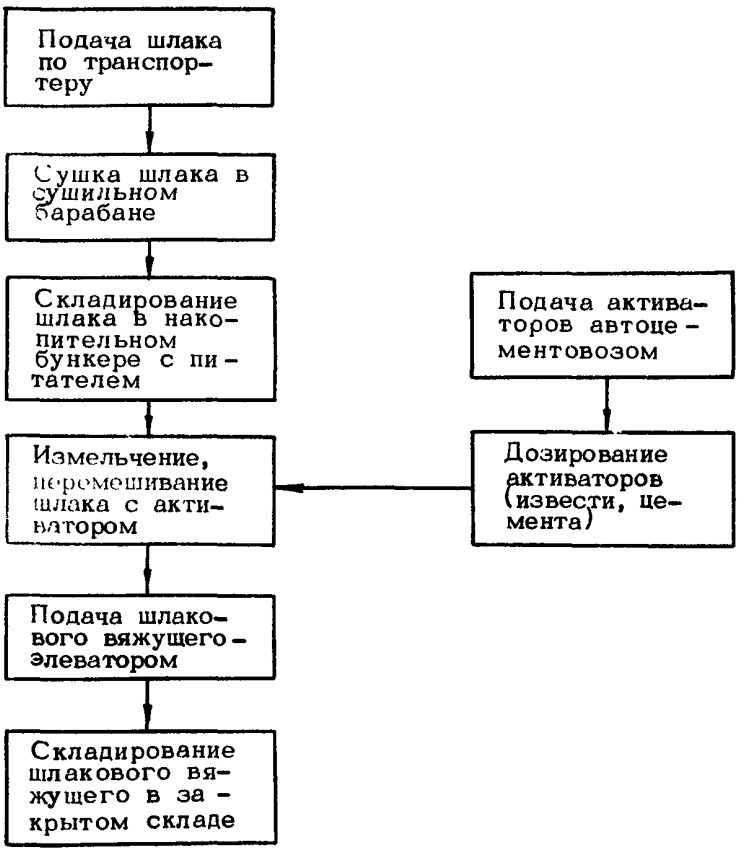


Рис.10. Технологическая схема приготовления шлакового вяжущего

в притрассовых карьерах, или у железнодорожных, водных путей в случае использования привозных каменных материалов.

При использовании установок для приготовления цементно-минеральных смесей следует учитывать и сравнительно малые сроки схватывания цемента.

Щебень, гравий, песок хранят по фракциям в штабелях на открытых выровненных чистых площадках с твердым покрытием, исключающих загрязнение материалов и имеющих уклон для стока воды.

6.16. Материалы, поступающие в централизованном порядке на смесительные установки для приготовления смесей, должны удовлетворять требованиям соответствующих стандартов. При несоответствии материалов этим требованиям их необходимо дробить и фракционировать. Эти работы целесообразно проводить в карьере или на территории завода по приготовлению смеси.

6.17. Процесс приготовления обработанной смеси состоит из следующих основных операций (рис.11):

разгрузка и складирование материалов;

дробление, фракционирование и мойка (при необходимости) материалов;

подача материалов к дозаторному отделению смесителя;

дозирование, подача и перемешивание каменных материалов с вяжущим;

выгрузка смеси и транспортирование ее к месту укладки.

6.18. Для разгрузки и подачи каменных материалов и песка в приемные бункера дозаторного отделения смесительной установки следует использовать погрузчики или транспортеры, оборудованные питателями.

6.19. Для приема и хранения порошкообразных минеральных вяжущих следует использовать типовые сборно-разборные склады, которые должны иметь необходимое оборудование для механизированной разгруз-

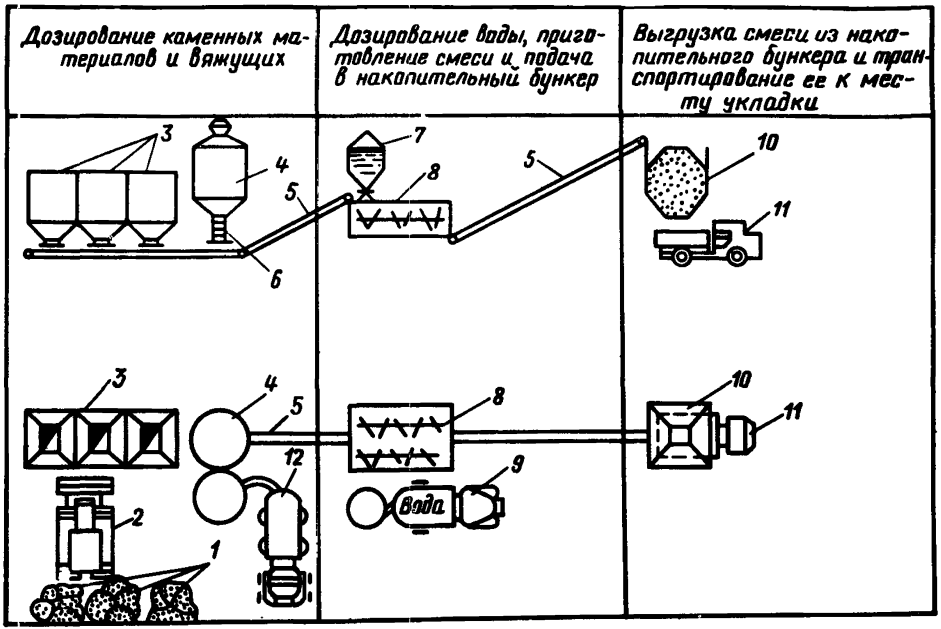


Рис.11. Примерная схема приготовления укрепленной смеси: 1- склад материалов; 2-автопогрузчик; 3-расходные бункера с дозаторами; 4-склад вяжущих; 5-транспортер; 6-дозатор вяжущих; 7-бак для воды; 8-смеситель; 9-поливочно-моечная машина; 10- накопительный бункер; 11-самосвал; 12-цементовоз

ки вяжущих из железнодорожных вагонов или цементовозов и подачи их в дозаторное отделение завода.

Цемент, золы сухого улавливания и измельченные шлаки необходимо хранить в сухих закрытых складах по сортам и маркам. Расходование их допускается только при наличии заводского паспорта или проведения стандартного или ускоренного испытания на активность.

В первую очередь расходуют цемент раннего поступления. Цемент, хранившийся более 2 мес перед употреблением надо повторно испытать на прочность (активность).

Металлургические шлаки, золы и шлаки ТЭЦ мокрого улавливания следует хранить на открытых площадках. По истечении срока хранения (6 мес) перед употреблением их необходимо испытать на активность.

6.20. При приготовлении смесей в смесительных установках необходимо перед началом производственного выпуска обработанной смеси выполнить пробные замесы, чтобы установить оптимальное время перемешивания, точность дозирования компонентов смеси, равномерность поступления смеси из накопительного бункера смесительной установки и ее однородность.

6.21. Для приготовления обработанной смеси рекомендуется использовать установки цикличного или непрерывного действия принудительного перемешивания производительностью 60–120 т/ч. В случае раздельной подачи гранулированного шлака и цемента установки должны быть оснащены двумя дозаторами.

6.22. Растворы СДБ, содощелочного плава, хлористых солей, жидкое стекло готовят в растворных узлах смесительных установок, при необходимости с подогревом воды (рис.12).

6.23. Для получения обработанных материалов с запроектированными свойствами максимальное отклонение расхода материалов от проектного должно быть не более: заполнителей ±5%, вяжущих и воды ±2%.

Несоблюдение указанной точности дозирования приводит к отклонениям от средней прочности обработанных материалов на 10–15%.



Рис.12. Технологическая схема приготовления добавок

6.24. Для того чтобы уменьшить трудоемкость ручной тарировки дозаторов и повысить производительность завода, а также обеспечить оперативный непрерывный контроль за расходом каждого компонента смеси, целесообразно оснащать дозаторы датчиками с показывающими или записывающими приборами, непрерывно регистрирующими массу материала, выдаваемого дозатором в единицу времени.

6.25. С целью обеспечить оптимальную влажность смеси на месте укладки, на заводе в нее следует вводить воду с учетом потерь влаги во время транспортирования. Количество вводимой воды зависит от дально

сти транспортирования, погодных условий и определяется опытным путем. В жаркую погоду смесь при транспортировании самосвалами рекомендуется закрывать брезентовым полотном.

6.26. Режим работы смесителя должен соответствовать рекомендованному в заводском паспорте, что гарантирует качество перемешивания, которое в значительной степени влияет на прочность основания. Перегрузка смесителя по объему выпускаемой готовой смеси не должна превышать 10%.

6.27. Допускается при технико-экономическом обосновании применять метод смешения на месте с использованием линейных распределителей цемента и воды, автогудронаторов или других имеющихся распределителей. Однако в этом случае из-за неточной дозировки компонентов смеси и ухудшения качества перемешивания запроектированное количество цемента должно быть увеличено не менее чем на 2%.

При применении метода смешения на месте вначале рекомендуется распределить вдоль дороги каменный материал, затем в заданном соотношении цемент. После этого провести перемешивание материала с цементом. Затем ввести в смесь воду и окончательно перемешать всю смесь (рис.13).

На дорогах I-III категорий смешение на месте необходимо осуществлять профилировщиком, на дорогах IV-V категорий допускается автогрейдером.

6.28. Чтобы предотвратить расслоение и сегрегацию смеси при погрузке ее в автомобили-самосвалы из смесительной установки, а также ослабить отрицательный эффект от неравномерной подачи смеси самосвалами, необходимо устроить промежуточные накопительные бункера. Высота падения смеси при перегрузках не должна превышать 1,5 м.

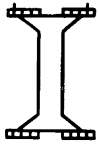
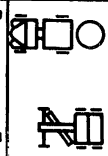
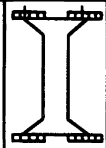
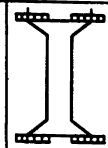
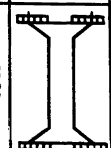
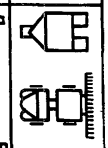
Вид работы	Профилирование земляного полотна	Завоз и грубая планировка материала на всю толщину основания с учетом уплотнения	Чистовая профилировка слоя	Завоз и распределение вяжущего	Перемешивание цемента со щебнем с предварительным уплотнением вибробрусом	Уплотнение основания	Чистовая отделка (профилирование) основания	Прикатка верхнего слоя основания. Розлив пленкообразующ. материала
Схема катка								
Машина	Профилировщик	Автосамосвал Автогрейдер	Профилировщик	Распределитель вяжущего	Профилировщик	Каток на пневматических шинах	Профилировщик	Каток с металлическими вальцами. Автогудронатор

Рис.13. Технологическая схема устройства оснований методом смешения на месте

6.29. Технологический разрыв между приготовлением цементно-минеральной смеси и ее уплотнением в основании не должен превышать 2 ч. При увеличении разрыва до 3 ч прочность основания уменьшается на 25%, до 6 ч – на 50–60%.

Технологический разрыв между приготовлением шлако- и золоминеральных материалов с активатором – известью и их уплотнением может быть увеличен до 1 сут.

Шлакоминеральные материалы на измельченном шлаке с добавкой цемента следует уплотнять после их приготовления в течение 3–4 ч. Увеличение разрыва до 6ч приводит к снижению прочности на 30–40%.

Замена измельченного шлака на недробленый позволяет увеличить технологический разрыв до 6–8 ч.

6.30. Для максимального использования смесительного и укладочного оборудования, а также для получения материалов однородного состава смесь следует выпускать равномерно и непрерывно в течение рабочей смены.

6.31. После каждой смены смесители и накопительные бункера следует промывать водой с крупной фракцией щебня или гравия.

Устройство основания и покрытия

6.32. Распределение смеси рекомендуется осуществлять укладчиками дорожно-строительных материалов. Допускается использовать и автогрейдеры. При этом материал вывозят самосвалами и выгружают на земляное полотно или нижележащий слой в два ряда параллельно продольной оси основания. Расстояние между выгруженным из каждого автомобиля материалом следует определять количеством материала в автомобиле и требуемой толщиной основания.

Для улучшения ровности следует применять уклад –

чики с автоматическими системами обеспечения ровности и автогрейдеры с системой автоматического регулирования отвала. При распределении смеси следует контролировать толщину, ровность устраиваемого основания и поперечные уклоны (рис.14, 15).

6.33. Толщину распределяемого материала необходимо назначать с учетом коэффициента запаса на уплотнение, который определяют опытным путем для каждой смеси в начале производства работ (ориентировочно - 1,2-1,3).

6.34. Уплотнять основание рекомендуется катками на пневматических шинах. Тип катка, число проходов по одному следу выбирают в зависимости от конструкции основания.

Для обеспечения требуемой плотности основания необходимо не менее 16 проходов катка по одному следу. При этом коэффициент уплотнения должен быть не менее 0,98 стандартной плотности. Недоуплотнение смеси на 8-10% приводит к снижению прочности основания на 5-15%.

Уплотнение основания следует осуществлять от краев к середине. При первых 4-5 проходах катка по одному следу рабочая скорость должна быть не более 1,5-2 км/ч, при последующих - максимальная паспортная скорость.

Ориентировочным признаком окончания уплотнения может служить отсутствие следа от прохода тяжелого катка.

После окончания уплотнения основания катками на пневматических шинах в случае необходимости следует провести отделку поверхности автогрейдером или профилировщиком, а затем уплотнить легким катком с гладкими вальцами за 2-4 прохода по одному следу.

6.35. В случае применения укладчиков предварительное уплотнение может осуществляться вибрационными рабочими органами этих машин.

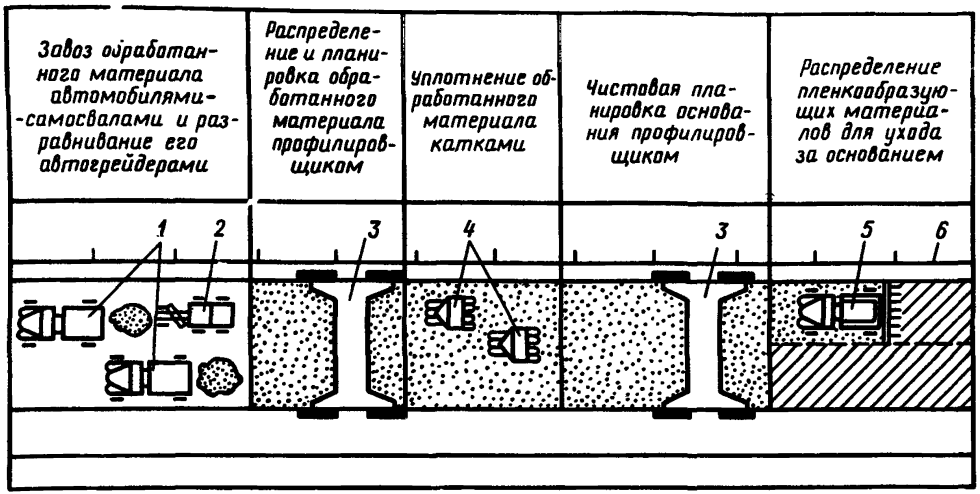


Рис.14. Технологическая схема устройства профилировщиком основания из каменного материала, обработанного цементом в смесительной установке: 1–автомобили-самосвалы; 2–автогрейдер; 3–профилировщик; 4–катки на пневматических шинах; 5– автогудронатор; 6–копирная струна

При устройстве оснований на аэродромах для укладки обработанной смеси рекомендуется использовать укладчики, а для уплотнения – вибрационные органы этих машин, при этом для обеспечения возможности полного уплотнения влажность смеси увеличивают сверх оптимального значения на 2-4%.

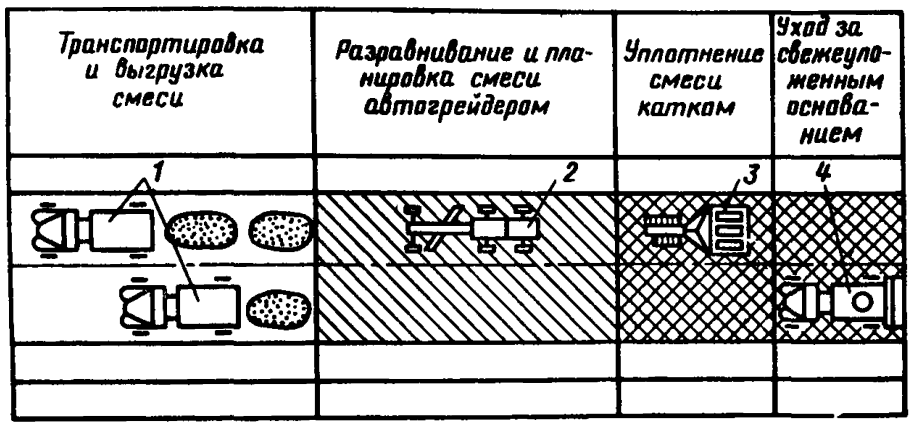


Рис.15. Технологическая схема устройства основания автогрейдером из местных каменных материалов, обработанных неорганическими вяжущими в смесительной установке: 1-самосвалы; 2-автогрейдер; 3-каток на пневматических шинах; 4-автогудронатор

6.36. Уплотненное основание требует специального ухода одним из общепринятых методов.

После окончания уплотнения и отделки основания на его поверхность необходимо нанести защитную водопаронепроницаемую пленку из битумной эмульсии или лака этиноля из расчета 600-1000 г на 1 м^2 или помаролля (ПМ-86, ПМ-100А) из расчета 500-600 г на 1 м^2. Можно также на поверхность основания насыпать слой песка или супеси толщиной 5-6 см и поливать водой из поливочно-моечной машины, с учетом погодных условий, первые 7 сут через 3-4 ч, далее – не реже одного раза в смену с тем, чтобы поддерживать песок во влажном состоянии.

При нарушении технологии ухода за основанием прочность его снижается на 10–30%, при отсутствии ухода – на 45–50%.

6.37. Швы в основании устраивать не следует. Стыки участков основания из обработанных материалов, устроенных в течение смены, должны быть вертикальными (при использовании боковых или торцевых упоров). Допускается устройство наклонных стыков с углом 30° относительно поверхности нижележащего слоя.

6.38. Открывать движение построечного транспорта по основанию и укладывать покрытие следует после набора основанием 70% проектной прочности, но не ранее чем через 7 сут после уплотнения. Допускается укладывать покрытие в день устройства основания, а при применении добавок – замедлителей схватывания вяжущего и медленнотвердеющих вяжущих – на следующий день. Уход за основанием в этом случае не осуществляют.

Особенности производства работ при пониженных температурах воздуха

6.39. Смесительная установка должна быть оснащена системами подогрева воды и заполнителей, трубопроводы и основные узлы защищены от атмосферных осадков и утеплены.

6.40. Смесь можно готовить с подогретой водой и при необходимости с подогретыми каменными материалами или смешением компонентов смеси без подогрева, но с введением хлористых солей.

6.41. Концентрированные растворы хлористых солей натрия и кальция следует готовить в отдельных емкостях. Водные растворы хлористого кальция следует готовить плотностью не более 1,29 г/см^3 (0,427 кг безводной соли на 1 л воды), а хлористого натрия – не более 1,15 г/см^3 (0,25 кг безводной соли на 1 л воды),

при этом хлористый натрий следует растворять в горячей воде.

После полного растворения соли необходимо проверить ареометром плотность полученного раствора и при необходимости довести до заданной.

Чтобы приготовить раствор рабочей концентрации, необходимо в концентрированный раствор соли добавить воду. Соотношение между концентрированным раствором соли и водой надо устанавливать в зависимости от температуры в соответствии с требованиями п.5.38-5.40, а количество раствора рабочей концентрации - в зависимости от объема уплотняемой смеси.

В процессе приготовления, хранения и перед использованием солевые растворы необходимо перемешивать. Нельзя использовать растворы с осадком нерастворившихся солей.

6.42. При приготовлении смесей без подогрева и при наличии в песке смерзшихся комков целесообразно использовать смесители цикличного действия. Если в песке более 30% смерзшихся комков, то загружают минеральный материал и вместе с ним заливают необходимое количество рабочего раствора соли, а после их предварительного перемешивания - вяжущее.

При меньшем количестве смерзшихся комков песка в первую очередь загружают заполнитель и 50% рабочего раствора, после их перемешивания загружают вяжущее и оставшуюся часть рабочего раствора.

При отсутствии смерзшихся частиц можно использовать и смесители непрерывного действия. В этом случае одновременно загружают все компоненты смеси и перемешивают.

6.43. Смеси без солевых добавок необходимо готовить в смесительных установках, находящихся, как правило, в отапливаемых помещениях, с использованием подогретых заполнителя и воды, температура которых должна обеспечить получение смеси с установленной

расчетом температурой. Наибольшая допустимая температура подаваемой в смеситель воды - 80°С, заполнителя - 50°С. Температура смеси на выходе из смесителя - 35-40°С.

6.44. Температура приготовленной в смесителе смеси с противоморозными добавками назначается лабораторией строительства с учетом влияния добавок на сроки схватывания, но не должна быть ниже минус 5°С.

6.45. Транспортировать смесь необходимо в утепленном и укрытом кузове автомобиля-самосвала, предохраняющем ее от остывания и попадания атмосферных осадков. Рекомендуется подогревать кузов выхлопными газами.

6.46. Ориентировочно температуру смеси на подогретых компонентах в конце транспортирования в самосвалах, укрытых брезентом, следует назначать в зависимости от температуры наружного воздуха и длительности перевозки по табл.19 (температура приготовленной смеси 35°С).

Таблица 19

Температура наружного воздуха, °С	Вместимость кузова автомобиля, м³	Температура смеси, °С, после транспортирования, мин					
		10	20	30	40	50	60
0	1-1,4	33,5	32,2	31,0	30,0	28,5	27,5
	Более 2	34,0	33,0	32,0	31,0	30,0	29,0
-10	1-1,4	33,0	31,5	30,0	28,5	26,5	25,5
	Более 2	33,5	32,0	31,0	30,0	28,5	27,0
-15	1-1,4	32,5	31,0	29,0	27,0	25,0	23,0
	Более 2	33,0	32,0	30,0	28,0	26,0	25,0

6.47. Поверхность, на которую укладывают смесь из обработанного материала, должна быть тщательно очищена от смерзшихся комьев грунта, льда и снега.

6.48. Перед укладкой смеси, не содержащей противоморозных добавок, на мерзлом грунте следует вначале распределить слой сухого песка толщиной не менее 10 см. Не допускается для оттаивания мерзлых грунтов поливать их горячей водой или раствором хлористых солей.

Температура смеси во время укладки должна быть не ниже 25°С.

6.49. Укладывать смесь на требуемую толщину необходимо быстро, разравнивая ее по всей ширине, и немедленно уплотнять, не допуская замораживания слоя.

6.50. Поверхность основания следует утеплять, используя для этого песок или супесь, распределяемые слоем не менее 10 см, или другие утеплители. Утеплители выбирают в зависимости от прогнозируемых температур воздуха и имеющихся утепляющих материалов.

К моменту снятия утеплителя и устройства покрытия (см.табл.17) обработанный материал должен набрать не меньше 70% проектной прочности.

При устройстве оснований с применением медленнотвердеющих вяжущих покрытие можно устраивать сразу же после уплотнения основания. В этом случае основание не утепляют.

6.51. Шлакоминеральные и золоминеральные смеси, недоуплотненные из-за смерзания смеси в связи с резким понижением температуры воздуха, следует при повышении температуры и оттаивании уплотнить до требуемой плотности. При необходимости поверхность доувлажняют и исправляют.

7. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

7.1. При устройстве оснований из обработанных материалов необходимо осуществлять систематический

контроль за соблюдением требований главы СНиП III-40-78 и настоящих "Методических рекомендаций". Контроль возлагается на инженерно-технический персонал и лабораторию строительства.

7.2. Входной контроль качества поступающих на строительство материалов должны осуществлять подразделения материально-технического снабжения и лаборатория.

Операционный контроль качества приготовления смеси должна проводить лаборатория.

Операционный контроль качества устройства основания должен осуществлять мастер (прораб).

Приемочный контроль качества устройства основания возлагается на мастера (прораба) строительства и представителя заказчика.

7.3. Результаты входного контроля качества поступающих материалов и операционного контроля качества приготавливаемых смесей необходимо фиксировать в журналах испытаний. Результаты операционного контроля качества производства работ должны фиксироваться в общих журналах работ. Приемочный контроль следует оформлять актом на скрытые работы.

Контроль состава смеси и работы дозаторов

7.4. Качество поступающих материалов (цемент, гранулированный шлак, известь, зола, песок, щебень, гравий, вода, добавки и др.) должно соответствовать требованиям действующих ГОСТов (прил.19, 20).

7.5. Состав смеси должна проектировать центральная лаборатория строительства, а утверждает главный инженер строительства.

7.6. Состав смеси должен быть запроектирован до начала работ и обязательно проверен при испытании образцов (прил.21).

7.7. Лаборатория обязана ежедневно контролировать рабочий состав смеси и при необходимости корректировать его с учетом фактической влажности материалов, условий и дальности возки смеси.

7.8. Лаборатория ежедневно перед началом рабочей смены должна проверять и устанавливать расход материалов из дозаторов в соответствии с производительностью смесительной установки.

7.9. Правильность работы дозаторов завода следует проверять отбором проб еженедельно. Для контроля необходимо иметь весы грузоподъемностью 0,5 т, секундомер и тару - 4-5 ящиков вместимостью 0,2 м^3 или бумажные мешки.

7.10. При контроле работы дозаторов завода непрерывного действия необходимо:

проверить наличие материалов в расходном бункере;

определить правильность установки стрелки вариатора дозатора по журналу тарировки завода;

включить транспортер и тарирующий дозатор одновременно с секундомером;

через расчетное время выключить секундомер, дозатор и транспортер;

собрать отдозированный материал в тару и взвесить;

проверить расход всех материалов, составляющих смесь, за 1 с с учетом влажности материала; при необходимости изменить режим работы дозатора того или другого материала вращением штурвала вариатора.

Время работы дозатора при его тарировке для контрольного взвешивания дозируемого материала принимают равным 10-20 с.

Количество контрольных проб каждого компонента смеси должно составлять не менее трех.

Расхождение массы проб не должно превышать требуемой точности расхода материала.

Контроль качества приготовленной смеси

7.11. Качество приготовленной смеси следует оценивать по результатам испытаний на прочность при сжатии, на растяжение при изгибе (расколе), на морозостойкость.

Для испытания на прочность при сжатии, на растяжение при изгибе (расколе) в возрасте 7 и 28 сут изготавливают на каждый вид испытания по три, на морозостойкость - по шесть образцов-кубов или цилиндров размером 50x50, 100x100 или 150x150 мм в зависимости от наибольшей крупности материала (5, 20, 40 мм соответственно), для испытания на растяжение при изгибе - по три образца-призмы размером 40x40x160, 100x100x400 или 150x150x600 мм также в зависимости от наибольшей крупности материала.

Образцы, изготовленные с малоактивными и медленнотвердеющими вяжущими, испытывают в возрасте 28 и 90 сут.

7.12. Отбор проб для изготовления образцов в целях определения прочности при сжатии производят каждую смену, но не менее одного раза из каждых 250 $м^3$ смеси; для определения прочности на растяжение при изгибе (расколе) и морозостойкости - один раз из каждых 20 тыс. $м^3$ смеси, а также при каждом изменении состава материала, но не реже одного раза в квартал.

7.13. Пробы следует отбирать на заводе из автомобиля-самосвала в пяти-шести местах.

7.14. Количество воды в смеси, приготовляемой в смесительной установке, следует определять методом стандартного уплотнения.

7.15. На каждую партию выпускаемой смеси должен быть составлен соответствующий журнал (см. прил.22).

Контроль качества устройства основания

7.16. При устройстве основания необходимо контролировать параметры, приведенные в табл.20.

Таблица 20

Параметр	Допускаемое отклонение от проектных размеров при использовании комплектов машин	
	без автоматической системы задания вертикальных отметок	с автоматической системой задания вертикальных отметок
Ширина основания и покрытия, см	±10	±10
Толщина уложенного слоя основания, %	±10, но не более 20 мм	±7, но не более 15 мм
Высотные отметки по оси основания, мм	±50	±10
Поперечный уклон	±0,010	±0,005
Просвет под трехметровой рейкой, мм, для дорог категорий		
I-II	±10	±5
IУ-У	±15	-

7.17. Контролировать толщину и ширину уложенного слоя основания следует промерами мерной лентой по оси и на расстоянии 1 м от краев в трех поперечниках на каждом километре.

7.18. Степень уплотнения смеси мелкозернистых материалов необходимо контролировать методом режущих колец, скелетных - методом лунки. С этой целью отбирают три пробы через каждые 100 м.

Качество уплотнения следует проверять на каждых 2000 $м^2$ основания контрольными проходами катка ве-

сом 100–130 кН (10–13 тс) в конце уплотнения. Признаком завершения уплотнения служит отсутствие следа на основании после прохода катка.

7.19. Через каждые 100 м следует проверять ровность поверхности трехметровой рейкой и поперечные уклоны – шаблоном с уровнем.

7.20. Уход за построенным основанием должен осуществляться в соответствии со стандартными методами.

7.21. Качество устраиваемого основания необходимо фиксировать в журнале производства работ по форме прил.22.

Особенности контроля качества строительства в зимнее время

7.22. На строительстве ежедневно должны учитываться данные о метеорологических условиях и краткосрочные прогнозы температуры воздуха, осадков, силы и направления ветра.

7.23. При приготовлении смеси, помимо параметров, перечисленных в пп.7.4–7.14, необходимо не реже двух раз в смену контролировать плотность растворов солей, температуру нагрева заполнителей, воды и готовой смеси, однородность смеси (наличие комьев смерзшегося песка).

7.24. Перед транспортированием смеси надлежит проверять не реже двух раз в смену состояние утепляющих средств кузовов автомобилей-самосвалов, а в конце пути – температуру смеси.

7.25. При устройстве основания температуру укладываемой смеси следует измерять не реже двух раз в смену.

Температуру устроенного основания необходимо контролировать до окончания выдерживания под утеплителем не реже одного раза в смену.

Температуру основания из материалов, обработанных медленнотвердеющими вяжущими, контролировать не надо.

7.26. Приемку готового основания следует осуществлять после удаления утеплителя или перед устройством покрытия. Качество устроенного основания оценивают при визуальном осмотре, а прочность – по результатам испытаний образцов, хранившихся в условиях, аналогичных условиям твердения основания, в возрасте 90 сут (прочность этих образцов должна соответствовать прочности образцов без солевых добавок, хранившихся в нормальных условиях 28 сут).

Приемочный контроль качества устроенного основания

7.27. При приемке устроенного основания следует оценивать качество уложенных обработанных материалов и качество самого основания, руководствуясь "Инструкцией по оценке качества строительно-монтажных работ в дорожном строительстве" ВСН 192-79 Минтрансстроя.

Приемку оформляют актом (прил.23).

8. ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ОСНОВАНИЙ И ПОКРЫТИЙ

Общие положения

8.1. При производстве работ следует руководствоваться главой СНиП III-4-80 и "Правилами техники безопасности при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог" (М.: Транспорт, 1978), учитывая дополнения, изложенные в настоящих "Методических рекомендациях".

8.2. Рабочие места должны иметь необходимые ог-

раждения, защитные и предохранительные устройства и приспособления. Присутствие посторонних лиц на рабочих местах и строительной площадке запрещается.

8.3. Рабочие должны быть обеспечены спецодеждой и спецобувью, а также средствами индивидуальной защиты в соответствии с действующими нормами и характером выполняемой работы.

8.4. Руководители работ не имеют права допускать к работе лиц, не прошедших инструктажа по технике безопасности, не имеющих соответствующей спецодежды, спецобуви и средств индивидуальной защиты в соответствии с ГОСТ 12.0.004-79 (прил.24).

8.5. На строительной площадке должны быть оборудованы санитарно-бытовые помещения: гардеробные, помещения для сушки, обезвреживания и обеспыливания одежды, умывальные, душевые, туалеты, помещения для личной гигиены женщин, для обогрева работающих, для ремонта спецодежды и спецобуви в соответствии с требованиями СНиП II-92-76, СН 276-74, помещения с аптечками, укомплектованными медикаментами и средствами для оказания первой помощи пострадавшим.

Кроме того, на строительной площадке должны находиться не дальше чем в 75 м от рабочих мест баки с питьевой водой. Если сырая вода непригодна для питья, то следует обеспечить рабочих кипяченой водой.

8.6. Перевозить рабочих разрешается в автобусах и на специально оборудованных для этих целей автомобилях с соблюдением требований "Правил дорожного движения", утвержденных МВД СССР.

8.7. Запрещается перевозить людей в кузовах автомобилей-самосвалов, на прицепах всех видов, в автомобилях, оборудованных для перевозки длинномерных грузов, а также вместе с огнеопасными и ядовитыми веществами и баллонами со сжатым газом.

8.8. Рабочим, сопровождающим грузы (например, грузчикам), в количестве одного-трех человек разре-

шается находиться в кузовах автомобилей, не оборудованных для перевозки людей, если штучные грузы сложены так, что исключено их смещение в пути, а сыпучие материалы равномерно распределены по всей площади кузова и не возвышаются над его бортом.

Требования техники безопасности при разгрузке и складировании каменных материалов, песка, щебня (гравия) и цемента

8.9. По территории складов, производственных баз и заводов должны быть обеспечены в соответствии с нормами проектирования удобный проезд транспортных средств и проход людей. При проектировании складов следует предусматривать одностороннее кольцевое движение транспортных средств в соответствии с технологическим процессом.

8.10. Проезды на территории склада необходимо оборудовать дорожными знаками в соответствии с "Правилами дорожного движения", а также предупредительными надписями и знаками по ГОСТ 12.4.026-76. В ночное время места погрузки и разгрузки должны быть хорошо освещены (в соответствии с действующими нормами).

8.11. Открытые площадки для хранения каменных материалов, песка и щебня должны быть хорошо уплотнены и выровнены, чтобы на них не застаивались поверхностные воды, а в зимнее время очищены от льда и снега. Складские площадки на косогорах должны быть защищены от проникания поверхностных вод.

8.12. Для разгрузки и складирования материалов генеральным планом должны быть предусмотрены соответственно оборудованные места.

8.13. Крутизна откосов сыпучих материалов (щебня, гравия, песка) должна соответствовать углу естествен-

ного откоса данного материала. Брать сыпучие материалы из штабеля необходимо сверху, сохраняя угол естественного откоса. При этом должны быть приняты меры против самопроизвольного осыпания каменных материалов.

8.14. Пылевидные материалы: цемент, известь – надо хранить в силосах, бункерах, ларях и других закрытых емкостях, принимая меры против их распыления при погрузке, выгрузке и внутрискладском перемещении. Бункера и силосы, а также течки (которые рекомендуется устраивать через 1–1,5 м), конвейеры, питатели должны быть герметичны и оборудованы пылеотсасывающими и пылеулавливающими устройствами. Перемещение материалов должно осуществляться пневмотранспортом или другими закрытыми транспортными устройствами.

Требования техники безопасности при работе на заводах по приготовлению смесей

8.15. Все коммуникации между складами щебня, гравия, песка и цемента должны устраиваться с соблюдением правил, изложенных в "Санитарных нормах проектирования промышленных предприятий" СН 245-71.

8.16. Перед началом работ по приготовлению смесей необходимо проверить состояние пунктов погрузки и выгрузки и подготовленность их к приему и выдаче материалов, а также состояние погрузочных и разгрузочных устройств; в зимнее время проверить температуру заполнителей и воды.

Перед запуском машины машинист должен убедиться, что на ней нет посторонних предметов, проверить наличие материалов в отсеках расходного бункера, подать сигнал и включить на 1–2 с электродвигатели (предупредительный пуск). После предупредительного

пуска и паузы 10–15 с, если не поступит сигнала о запрещении работы, включить электродвигатели для работы под нагрузкой.

После пуска двигателей надо следить за равномерностью движения материалов по технологическим линиям.

8.17. Во время работы завода необходимо следить за исправностью всех механических узлов.

Смазка и профилактический осмотр узлов разрешаются только при отключенных двигателях.

8.18. Хлористый кальций для приготовления смеси разрешается использовать только в виде раствора. При работе с раствором хлористого кальция рабочие должны быть обеспечены предохранительными приспособлениями в соответствии с "Типовыми отраслевыми нормами бесплатной выдачи спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты рабочим и служащим", утвержденными Госкомтруда СССР и ВЦСПС (постановление № 166/II-5 от 9.06.81). Запрещается переливать раствор черпаками.

8.19. Зимой при использовании острого пара для подогрева заполнителей и воды нужно во избежание ожогов принимать специальные меры предосторожности.

8.20. Затвор смесителя разрешается открывать, когда транспортные средства находятся под бункером.

Рабочим запрещается находиться под бункером.

8.21. Перед остановкой смесителя необходимо вначале прекратить подачу в него материала, чтобы опорожнить смеситель, после чего выключить электродвигатель.

8.22. После каждой смены или во время продолжительных остановок смеситель необходимо промыть водой со шебнем.

8.23. Очищать смесительные машины от остатков смеси разрешается только после полной остановки машины, убедившись, что она не может быть пущена в

ход. Во всех случаях пусковые устройства должны быть закрыты на замок. На пультах управления необходимо вывесить надпись: "Не включать - работают люди!".

8.24. Спуск рабочих для выполнения ремонтных работ в бункера, закрома и баки для воды, обогреваемые паром, разрешается только после их полного охлаждения и при отсутствии в них материалов и воды.

8.25. Шнеки и аэрожелоба для подачи цемента и других пылевидных материалов должны быть герметично закрыты.

8.26. Пульт управления затворами, питателями и механизмами установок должен находиться в помещении, защищенном от проникания пыли.

Требования техники безопасности при строительстве оснований

8.27. До начала работ по строительству оснований необходимо:

устроить подъездные пути и объезды; на границах участков выставить дорожные знаки и предупредительные надписи; оградить участок работ; направить движение транспортных средств в объезд; наметить безопасную для людей, занятых на укладке, схему заезда и выезда из зоны работы автомобилей-самосвалов, подвозящих смесь, в соответствии с требованиями "Инструкции по ограждению места работ и расстановке дорожных знаков при строительстве, реконструкции и ремонте автомобильных дорог" ВСН 179-73 Минтрансстроя и Минавтодора РСФСР.

8.28. Запрещается посторонним лицам находиться в зоне работы машин, строящих основание, и автомобилей-самосвалов. На рабочих должны быть надеты сигнальные жилеты.

8.29. В зоне укладки движение автомобилей-самосвалов разрешается только после сигнала приемщика смеси. Перед началом движения водитель автомобиля-самосвала обязан подать предупреждающий звуковой сигнал.

8.30. Оставшуюся в кузове автомобиля-самосвала смесь разрешается счищать скребками или лопатами с удлиненной (не менее 2 м) рукояткой, стоя на земле или на специальном помосте.

8.31. К управлению машинами допускаются лица, получившие удостоверение установленной формы, знающие конструкцию данной машины, правила управления и эксплуатации, а также правила техники безопасности.

8.32. На площадке управления машиной имеют право находиться только машинист и его помощник.

8.33. Запрещается работать на неисправной машине, смазывать или ремонтировать ее на ходу. Все работы по техническому обслуживанию надлежит выполнять на остановленной машине.

8.34. Освещение машины и рабочего места при работе ночью и в темное время суток должно соответствовать действующим нормам.

8.35. При распределении смеси следует соблюдать требования техники безопасности, изложенные в государственных стандартах СССР по безопасности труда (ССБТ).

При распределении смеси автогрейдером или специальными самоходными укладчиками подавать автомобиль-самосвал задним ходом для выгрузки материала разрешается только после подачи сигнала машинистом распределителя или мастером на участке строительства.

Во время работы распределителя рабочим запрещается находиться в бункере машины или в кузове самосвала.

При работе распределителя на насыпях запрещается подъезжать ближе чем на 1 м к бровке насыпи.

Запрещается очищать бункер во время работы распределителя.

Категорически запрещается во время работы машин регулировать толщину распределяемого или укладываемого слоя, а также регулировать виброплиты, направлять или менять ремни вибраторов.

8.36. При уплотнении материала самоходными и прицепными катками, а также другими машинами расстояние между ними должно быть не менее 2 м.

8.37. Одноосный каток на пневматических шинах с балластным кузовом разрешается прицеплять к тягачу только при незагруженном кузове. Поднимать переднюю часть катка необходимо только с помощью подъемного устройства (домкрата). Задний домкрат катка должен быть установлен таким образом, чтобы дышло катка поднялось до уровня прицепного устройства тягача. При прицепке катка запрещено находиться рабочим сзади кузова и в кузове.

8.38. В процессе укатки прицепным катком любого типа запрещается движение тягача задним ходом.

8.39. При укатке на высокой насыпи расстояние между ее бровкой и ходовыми частями тягача должно быть не менее 1,5 м. Это расстояние уточняется ответственным лицом в зависимости от конкретных условий производства работ.

8.40. Запрещается отцеплять загруженный одноосный каток на пневматических шинах.

8.41. При изменении направления движения самоходных катков всех типов необходимо подавать предупредительный сигнал.

8.42. При распределении жидких материалов автогудронаторами для ухода за основанием необходимо:

удостовериться перед выездом с базы в надежности крепления распределительных труб и ручного распределителя;

проверить перед началом работы битумопроводы, кра-

ны и распределители, опробовать насос, осмотреть сопла распределителей и очистить их, проверить наличие огнетушителей, исправность электроосвещения и звуковой сигнализации;

убедиться, что наборный шланг надежно присоединен к всасывающему патрубку и что фильтр в приемной трубке не засорен;

установить автогудронатор при наполнении цистерны на горизонтальную площадку и затормозить; наполнять цистерну разрешается только через фильтр при малых или средних оборотах насоса.

Запрещается наливать в цистерну горячий материал при наличии в ней жидкости (воды, растворителя).

Запрещается разжижать вяжущий материал в цистерне и находиться под наполненной цистерной.

8.43. Во время работы гудронатора необходимо следить за состоянием кранов, вентилей и других сочленений; в случае обнаружения в этих местах течки жидкости прекратить работы и устранить неисправности.

При розливе материала из распределительного шланга необходимо следить за тем, чтобы в зоне, где производится розлив, не было людей; во время перерыва в розливе сопло распределительной трубы нужно опустить.

Требования техники безопасности при работе в лабораториях дорожно-строительных организаций

8.44. Работающим в лаборатории следует руководствоваться "Правилами техники безопасности при работе в лабораториях дорожно-строительных организаций", разработанными Союздорнии в 1981 г., с дополнениями и, приведенными ниже.

8.45. К включению оборудования и работе на нем до-

пускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности и зарегистрированные в журнале по технике безопасности лаборатории.

8.46. Запрещается смазывать, регулировать и исправлять приборы во время их работы. Подобные работы должны проводиться при остановке машины.

8.47. Все движущиеся узлы машины должны быть закрыты кожухом.

8.48. Запрещается работать на виброплощадке без резиновых перчаток.

8.49. Запрещается очищать внутренние и внешние стенки мешалки в процессе работы.

8.50. Запрещается отбор проб смеси из мешалки в процессе работы.

8.51. До начала работы на прессе необходимо убедиться в его полной исправности путем внешнего осмотра и опробования.

8.52. Не разрешается эксплуатировать пресс при давлении, превышающем указанное в формуляре.

8.53. Не допускается смазка частей пресса во время работы.

8.54. Пресс должен быть заземлен.

8.55. По окончании работы на прессе следует снять давление, отключить пресс от электросети и очистить его.

8.56. Запрещается помещать в термостат горючие материалы.

8.57. Температура нагрева термостата на должна превышать 150–160°С.

8.58. Термостаты должны устанавливаться на устойчивых столах с асбестовой прокладкой.

8.59. Перед началом работы следует проверить исправность электропроводки, наличие исправного термометра.

8.60. Запрещается оставлять включенный термостат без присмотра.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Перечень стандартных методов испытаний каменных и вяжущих материалов

Отбор проб осуществляют: щебня (гравия) – по ГОСТ 8269-76, песка по ГОСТ 8735-75, шлака – по ГОСТ 3344-83, легких заполнителей – по ГОСТ 9758-77, цемента – по ГОСТ 10178-76.

Зерновой состав щебня (гравия), песчано-гравийной и щебеночно-песчаной смеси определяют по ГОСТ 826976.

Зерновой состав и модуль крупности песка определяют по ГОСТ 8735-75.

Водопоглощение исходной горной породы и щебня (гравия) определяют по ГОСТ 8269-76.

Дробимость щебня (гравия) при сжатии (раздавливании) в цилиндре определяют по ГОСТ 8269-76.

Прочность крупного легкого заполнителя определяют сдавливанием в цилиндре по ГОСТ 9758-77.

Истираемость щебня(гравия) определяют по ГОСТ 8269-76.

Насыпную плотность щебня (гравия), песка, легких заполнителей определяют соответственно по ГОСТ826976 ГОСТ 8735-75, ГОСТ 9758-77.

Морозостойкость щебня (гравия), легких заполнителей определяют соответственно по ГОСТ 8269-76,9758-77.

Устойчивость структуры шлакового щебня определяют по ГОСТ 3344-83.

Сроки схватывания, нормальную густоту цемента и шлаковых вяжущих на основе шлаков и зол ТЭС определяют по ГОСТ 310.1-76-ГОСТ 310.3-76, марку – по ГОСТ 310.4-81.

Активность шлаков черной металлургии определяют по ГОСТ 3344-83 после хранения в течение 28 сут во влажных условиях. Активность вяжущих допускается определять ускоренным способом по методике, приведенной в прил.2 настоящих "Методических рекомендаций".

Удельную поверхность цемента, шлаковых вяжущих на основе шлаков черной металлургии, зол и шлаков ТЭС определяют по ГОСТ 8735-75 со следующим: дополнением: в гильзу вставляют специальный вкладыш длиной 120 мм, уменьшающий толщину слоя материала до 30 мм.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Ускоренный метод определения активности цемента, шлака и шлакового вяжущего по способу ЦНИПС-2 *)

Отвешивают 200 г цемента, или шлака, или шлакового вяжущего и приготавливают тесто нормальной густоты, раскладывают его в две формы, имеющие по шесть ячеек-кубов с размером ребра 2 см, штыкуют тесто в каждой ячейке не менее 10 раз проволочным стержнем диаметром 3–4 мм, ведя штыкование от краев к центру; затем укладывают формы на встряхивающий столик, производят 25 встряхиваний и герметически закрывают каждую форму крышкой.

Заполненные формы помещают во влажную среду при температуре 20±2°С. Через 20 ч одну из форм помещают на полку в баке с водой комнатной температуры, расположенную выше уровня воды; воду в баке доводят до кипения и проводят пропаривание в течение 4 ч, после чего форму извлекают из бака и охлаждают при комнатной температуре в течение 1 ч. После охлаждения форму разбирают, вынимают образцы, измеряют, взвешивают и испытывают на сжатие.

Одновременно из другой формы извлекают образцы, хранившиеся до испытания во влажной среде, обмеряют, взвешивают и также испытывают на сжатие.

Испытание на сжатие должно проводиться на прессе, допускающем увеличение напряжения в испытуемом образце не более чем 0,2–0,3 МПа в 1 с. Образец необходимо установить на одну из его боковых граней так, чтобы направление разрушающего усилия было па-

---

*) Лабораторный контроль в строительстве. Справочник под ред. Л.Н.Попова. М.: Стройиздат, 1967.

раллельно слою укладки. Образец должен быть центрирован относительно приложенного сжимающего усилия.

Для каждой серии из шести образцов-кубов вычисляют средний предел прочности при сжатии из четырех наибольших в данной серии результатов: из средних результатов испытаний кубов в суточном возрасте - пропаренных ($R_{сут.п}$) и непропаренных ($R_{сут.н}$), и выводят отношение $\gamma = R_{сут.п}/R_{сут.н}$, соответствии с которым по графику устанавливают переходный коэффициент от ускоренного испытания к нормальному $K = R_{цем}/R_п$ по ГОСТ 310.1.76 - ГОСТ 310.3-76, ГОСТ 310.4-81 (см. рисунок данного приложения).

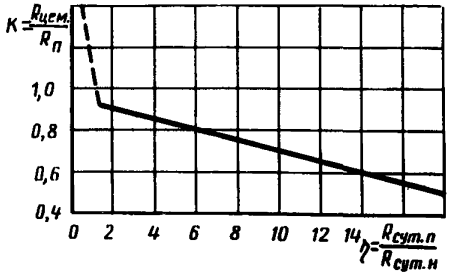


График для определения масштабного коэффициента от ускоренного испытания к нормальному по ГОСТ 310.1-76-310.3-76, 310.4-81

Прочность (следовательно, марку) вяжущего по результатам ускоренного испытания определяют по формуле

$$R^{гост}_{ц(вяж)} = K \cdot R_{сут.п} \quad .$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Расчет оптимального состава каменных материалов с непрерывной гранулометрией, обработанных вяжущим, по кривым плотных смесей

Для строительства оснований дорожных одежд могут быть использованы три вида смесей непрерывного зернового состава из щебня (гравия) и песка; песчано-гравийной смеси (ПГС); песка.

Расчет оптимального зернового состава осуществляют в такой последовательности.

Отбирают усредненную пробу исходного каменного материала - щебня (гравия), ПГС или песка - по ГОСТ 8269-76 и ГОСТ 8735-75, высушивают до постоянной массы и просеивают через стандартные сита, затем определяют частные остатки (%) каждого материала и результат записывают в таблицу.

Из стандартных кривых плотных смесей выбирают лучшую с коэффициентом сбега ($К_{сб}$) 0,7, по которой определяют соотношение между щебнем (гравием) и песком (материал мельче 5 мм). Для кривой с $К_{сб}$ = 0,7 при максимальной крупности щебня (гравия) 20 мм это соотношение составит 51 и 49% массы смеси. Содержание вяжущего в смеси (гранулированный шлак и цемент) определяется требуемой маркой обработанного материала. Для примера возьмем 10% гранулированного шлака и 5% цемента. Следовательно, количество песка (П) составит:

$$П = 100 - (Щ + Гр.шл. + Ц) = 100 - (51 + 10 + 5) = 34\%.$$

Пересчитывают приведенные в табл.1 данного приложения частные остатки исходных материалов на запроектированное содержание щебня (гравия) в смеси в количестве 51%, частные остатки песка на суммарное со-

Таблица 1

Материал	Частные остатки материалов, % массы смеси, на сите с размером ячеек, мм										
	20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0.14	0,071	< 0,071
Исходные материалы											
Щебень (гравий)	0	29,0	30,0	41,0	–	–	–	–	–	–	–
Песок природный	–	–	–	–	12,0	10,7	31,1	34,6	7,3	1,2	3,3
Гранулированный шлак	–	–	–	–	15,4	21,4	34,2	18,8	6,9	1,9	1,4
Цемент	–	–	–	–	–	–	–	–	–	15,0	85,0
Расчетные данные											
Щебень (51%)	0	14,8	15,3	20,9	–	–	–	–	–	–	–
Песок (34%)	–	–	–	–	4,1	3,6	10,6	11,8	2,5	0,4	1,1
Гранулированный шлак (10%)	–	–	–	–	1,5	2,1	3,4	1,9	0,7	0,2	0,1
Цемент (5%)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,8	4,2
Рассчитанная смесь	0	14,8	15,3	20,9	5,6	5,7	14,0	13,7	3,2	1,4	5,4

держание в смеси в количестве 34%, гранулированного шлака в количестве 10%, цемента в количестве 5% по формуле

$$C_i = \frac{a_i \cdot N}{100},$$

где C_i – требуемый частный остаток соответствующего материала в смеси на i-м сите, %;

a_i – частный остаток соответствующего материала в исходном материале на i-м сите, %;

N – требуемое содержание соответствующего материала в смеси, %.

Полученные расчетом частные остатки исходных материалов записывают в табл.1 данного приложения.

Определяют полные остатки и полные проходы рассчитанной смеси (% массы) и записывают их в табл.2 данного приложения. Сравнивают полученный зерновой состав смеси со стандартной кривой.

Таблица 2

Показатель	Значение показателя при проходе через сито с ячейками, мм										
	20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0071	Ф071
Полные остатки рассчитанной смеси	0	14,8	30,1	51	56,6	62,3	76,3	90	93,2	94,6	100
Полные проходы рассчитанной смеси	100	85,2	69,9	49	43,4	37,7	23,7	10	6,8	5,4	0

В том случае, если кривая, построенная по расчету, выходит за пределы области, ограниченной стандартными кривыми, изменяют соотношение между щебнем (гравием) и песком и повторяют расчет до тех пор, пока расчетная кривая не будет удовлетворять требованиям ГОСТ 23558-79.

Определение оптимальной влажности методом стандартного уплотнения

(Извлечение из ГОСТ 22733–77 с дополнениями для зернистых материалов по зерновому составу и режиму трамбования)

Оптимальную влажность и максимальную плотность материала определяют экспериментальным путем и строят график зависимости между плотностью скелета ($\rho_{ск}$) и влажностью его при уплотнении (W_0).

Наибольшая плотность наблюдается при уплотнении материала оптимальной влажности; недоувлажненный и переувлажненный материалы при том же режиме уплотнения имеют меньшую плотность. Данные для построения кривой зависимости между $\rho_{ск}$ и W_0 получают путем определения плотности одинаковых по размеру образцов, изготовленных при стандартном режиме уплотнения и данной влажности.

Уплотнение проводят с помощью малого или большого приборов Союздорнии для стандартного уплотнения, имеющих объем цилиндра соответственно 0,1 и 1 л. На малом приборе уплотняют материалы, содержащие частицы мельче 5 мм, на большом приборе – материалы с частицами крупнее 5 мм, но с максимальным размером частиц 20 мм.

Для определения $\rho_{ск}$ и W_0 приготавливают 0,5–1 кг сухой смеси из материалов с максимальной крупностью 5 мм и 2–3 кг – из материалов с максимальной крупностью 20 мм. Содержание компонентов смеси должно соответствовать конечному составу, рассчитанному по прил.3 настоящих "Методических рекомендаций". Составленную смесь увлажняют водой (4% массы смеси) и тщательно перемешивают.

Отбирают навеску массой 250–300 г при уплотнении песчаных составов, 1,8–2 кг – щебенистых составов, непосредственно перед уплотнением из нее берут контрольную пробу на влажность, после чего материал высыпают в форму 5х5 см в один прием и штыкуют 25 раз металлическим стержнем диаметром 12 см, в форму 10х10 см – в три приема, штыкуя каждый слой 25 раз. Затем уплотняют с помощью гири, падающей с высоты 30 см. Число ударов гири должно составлять 40 при изготовлении образцов размером 5х5 см и 75 – образцов 10х10 см.

После уплотнения пробы материала плунжер и насадку осторожно снимают, тщательно срезают ножом излишки материала заподлицо с краями цилиндра. Образец извлекают из формы, взвешивают и вычисляют плотность скелета образца. Опыт повторяют несколько раз, причем каждый раз увеличивают влажность материала на 2% до тех пор, пока плотность уплотненного материала не станет уменьшаться.

Плотность скелета материала ($\rho_{ск}$, г/см^3) вычисляют по формуле

$$\rho_{ск} = \frac{\rho_б}{1 + \frac{W_0}{100}},$$

где $\rho_б$ – плотность влажного материала, г/см^3; $\rho_б = \frac{q}{v}$;

q – масса образца материала при данной влажности, г;

W_0 – влажность пробы, % массы сухого материала;

v – объем образца, см^3.

По результатам опытов строят график, откладывая по оси ординат плотность скелета материала ($\rho_{ск}$), а по оси абсцисс – влажность (W_0).

Наивысшая точка получающейся кривой определяет оптимальную влажность (абсцисса) и максимальную плотность (ордината) уплотняемого материала.

Определение оптимальной влажности смеси комбинированным способом

Каменный материал с подобранным зерновым составом высушивают до постоянной массы и квартованием отбирают среднюю пробу: для крупнозернистой смеси – 15 кг, для среднезернистой – 10, для мелкозернистой 5.

Пробу каменного материала разделяют просеиванием через сито с диаметром отверстий 5 мм на две части: с зернами крупнее 5 и мельче 5 мм.

Для определения водоудерживающей способности каменный материал крупнее 5 мм взвешивают и, пересыпав в мешок из редкой ткани, опускают в сосуд с водой. Через установленное время (пористые – через 10, плотные – через 30 мин) мешок с материалом вынимают из воды и подвешивают над сосудом. После полного стекания избыточной воды материал взвешивают, а затем определяют его водоудерживающую способность W (%)

$$W = \frac{P_{нас} - P_{сух}}{P_{сух}} \cdot 100,$$

где $P_{сух}$, $P_{нас}$ – масса крупной части каменного материала соответственно в сухом состоянии и после свободного насыщения водой, кг.

Оптимальную влажность смеси из мелочи (мельче 5 мм) и цемента определяют по методике стандартного уплотнения.

При этом содержание вяжущего (C, % массы мелочи) вычисляют по формуле

$$C = \frac{n}{p} \cdot 100,$$

где n – среднее содержание вяжущего по всей смеси, %;

P – содержание мелочи в подобранном материале, %.

Оптимальную влажность смеси ($W_{опт}$, % массы) подсчитывают по формуле

$$W_{опт} = \frac{W_1 P_1 + W_2 (P_2 + P_3)}{P_1 + P_2 + P_3} \cdot 100,$$

где W_1 – водоудерживающая способность отсеянной крупной части каменного материала крупнее 5 мм, % массы;

W_2 – оптимальная влажность при стандартном уплотнении мелкой части каменного материала (мельче 5 мм) в смеси с цементом или шлаковым вяжущим, % массы;

P_1 – масса отсеянного из смеси каменного материала крупнее 5 мм, кг (г);

P_2 – масса отсеянной мелочи мельче 5мм, кг (г);

P_3 – масса цемента, расходуемого на приготовление смеси, кг (г).

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Приготовление образцов для определения необходимого количества вяжущего

Чтобы оценить физико-механические свойства обработанной смеси, необходимо приготовить 9–12 образцов каждого пробного состава для испытания на прочность при сжатии, расколе или изгибе и на морозостойкость в возрасте 28 сут из расчета три образца на каждый вид испытания.

При применении однокомпонентного вяжущего готовят три–четыре вида смеси, различающихся содержанием вяжущего на 1–2%. В случае применения двухкомпонентного вяжущего количество смесей увеличивают до шести, чтобы получить образцы с тремя вяжущими и не менее чем с двумя добавками активаторов на каждый вид смеси.

При определении процентного содержания вяжущего за 100% принимают массу сухой смеси каменных материалов и вяжущих.

Образцы приготавливают в цилиндрических или кубических формах, размеры которых выбирают в зависимости от крупности компонентов смеси и способа уплотнения.

При максимальной крупности зерен материала 5 мм минимальный размер формы для изготовления образцов – 50 мм, при крупности 20 мм – 100 мм, при крупности 40 мм – 150 мм.

Формы перед укладкой в них смесей должны быть тщательно очищены, их внутренние поверхности смазаны тонким слоем отработанного густого минерального масла.

Для приготовления образцов сначала определяют необходимое количество смеси:

$$P_{см} = \rho_в \cdot V \cdot n = \rho_{ск}(1+0{,}01W_{опт})V \cdot n,$$

где $P_{см}$ – масса смеси, г (кг);

$\rho_в$, $\rho_{ск}$ – плотность соответственно влажной смеси и скелета смеси, определенная по прил.4 настоящих "Методических рекомендаций", г/см^3 (кг/м^3);

V – объем образца, см^3 (м^3);

n – число образцов, необходимое для определения физико-механических свойств смеси;

$W_{опт}$ – оптимальная влажность смеси, % массы.

Количество воды определяют по оптимальной влажности. В соответствии с расчетами отвешивают подобранный по зерновому составу каменный материал и вяжущее.

Смесь готовят в лабораторной мешалке. Минеральные материалы должны быть предварительно высушены. Отмеренные сухие материалы подают в мешалку и перемешивают до равномерного распределения всех компонентов. Затем подают воду и снова перемешивают до получения однородной смеси. В среднем время перемешивания составляет 3–5 мин.

Смесь через металлическую воронку в три приема засыпают в форму. Для равномерного распределения ее штыкуют послойно по 25 раз металлическим стержнем диаметром 12 мм (см.прил.4).

Уплотняют образцы вибрированием с пригрузом 0,005 МПа или по методу стандартного уплотнения (трамбуют 40 или 75 ударами гири массой 2,5 кг, падающей с высоты 30 см, или прессуют под давлением 20 МПа, выдерживая под нагрузкой в течение 3 мин).

Цилиндрические образцы из форм следует освобождать на выпрессовщике или на прессе.

Испытание образцов осуществляют через 7 и 28 сут

нормального твердения (при температуре 20±2°С и относительной влажности воздуха не менее 90%).

По результатам испытаний определяют составы смесей, обеспечивающие проектную марку обработанных материалов по прочности и морозостойкости.

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Расчет производственного расхода компонентов смеси

Количество щебня (гравия) и песка в сухом состоянии, а также цемента или другого вяжущего и воды для получения 1 м^3 плотной смеси рассчитывают по формулам:

$$P_{щ}^{сух} = \frac{n_{щ} \cdot \rho_{в}}{100 + W_{опт}};$$

$$P_{п}^{сух} = \frac{n_{п} \cdot \rho_{в}}{100 + W_{опт}};$$

$$P_{ц}^{сух} = \frac{n_{ц} \cdot \rho_{в}}{100 \cdot W_{опт}};$$

$$P_{в}^{сух} = \frac{n_{в} \cdot \rho_{в}}{100 \cdot W_{опт}},$$

где $P_{щ}^{сух}, P_{п}^{сух}$ – масса соответственно щебня и песка в сухом состоянии, кг;

$n_{щ}, n_{п}, n_{ц}, n_{в}$ – содержание соответственно щебня, песка, цемента (или другого вяжущего) и воды (для сухих материалов) в проектной смеси, %;

$\rho_{в}$ – плотность влажной смеси, кг/м^3, полученная от лаборатории (см.прил.4);

$W_{опт}$ – оптимальная влажность смеси, %;

$P_{ц}^{сух}$ – масса цемента (или другого вяжущего), кг;

$P_{в}^{сух}$ – оптимальное количество воды в проектной смеси (для сухих материалов), кг.

В связи с тем, что на производстве щебень и песок могут быть влажными, расчет расхода щебня, песка и воды следует вести по формулам:

$$P_{щ}^{вл} = P_{щ}^{сух} + \frac{P_{щ}^{сух} \cdot W_{щ}}{100};$$

$$P_{п}^{вл} = P_{п}^{сух} + \frac{P_{п}^{сух} \cdot W_{п}}{100};$$

$$P_{в}^{в} = P_{в}^{сух} - \frac{P_{щ}^{сух} \cdot W_{щ}}{100} - \frac{P_{п}^{сух} \cdot W_{п}}{100},$$

где $P_{щ}^{вл}$, $P_{п}^{вл}$ – масса соответственно щебня и песка во влажном состоянии, кг;

$W_{щ}$, $W_{п}$ – влажность соответственно щебня и песка, %;

$P_{в}^{в}$ – масса воды для влажных материалов, кг.

Влажность щебня и песка рассчитывают в соответствии с методиками ГОСТ 8269-76 и ГОСТ 8735-75.

Чтобы определить расход щебня и песка для получения 1 м^3 смеси, массу сухого материала делят на его насыпную плотность, вычисленную по методикам ГОСТ 8269-76 и ГОСТ 8735-75.

Расход каждого материала, составляющего смесь, в единицу времени (т/ч, кг/с) для смесителей непрерывного действия определяют путем умножения расхода каждого материала для получения 1 м^3 смеси на производительность данного смесителя.

Определение средней плотности и водопоглощения образцов (кернов)

Среднюю плотность (ρ , г/см^3) образцов (кернов) определяют по формуле

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

где m – масса образца, определяемая его взвешиванием, г;

V – объем образца, см^3.

Объем образца (керна) можно определить вычислением, исходя из его размеров или используя метод гидростатического взвешивания. Для определения объема образца методом гидростатического взвешивания образец предварительно выдерживают в воде в течение 2 ч, затем удаляют влагу с его поверхности влажной тканью. После этого определяют объем воды, вытесненной погруженным в воду образцом, равный объему образца, по формуле

$$V = \frac{P_1 - P_2}{\gamma_в},$$

где P_1, P_2 – результаты взвешивания водонасыщенного (в течение 2 ч) образца соответственно в воздухе и воде, Н(гс);

$\gamma_в$ – удельный вес воды, Н/см^3(гс/см^3); $\gamma_в$ = =0,01 Н/см^3 (1 гс/см^3).

Среднюю плотность вычисляют как среднеарифметическое результатов определения средней плотности трех образцов (кернов) одной серии.

Для определения водопоглощения образца (керна) по истечении срока хранения (7, 28, 90 сут) его взвешива-

ют, затем погружают на 1/3 высоты в воду; через 8 ч образец полностью погружают в воду и выдерживают в таком положении еще 16 ч.

Водопоглощение (W, %) образца определяют по формуле

$$W = \frac{q_1 - q_2}{q_2} \cdot 100,$$

где q_1, q_2 – результаты взвешивания образца соответственно после водонасыщения и до водонасыщения, Н(гс). Водонасыщение вычисляют как среднеарифметическое по результатам испытаний трех образцов (кернов) одной серии.

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

Определение предела прочности при сжатии

(Извлечение из ГОСТ 10180–78)

Перед испытанием образцы осматривают.

Образцы должны иметь правильную геометрическую форму.

Образцы, имеющие видимые трещины и сколы ребер глубиной более 20 мм, а также следы расслоения, испытанию не подлежат. Наплывы на ребрах, опорных гранях образцов должны быть удалены напильником или шлифовальным кругом. Каждый образец до испытания измеряют и взвешивают.

Для испытания образец устанавливают одной из заранее выбранных боковых граней на нижнюю опорную плиту пресса по центру относительно его оси, пользуясь рисками на плите.

Между опорными плитами пресса и опорными гранями образца допускается помещать стальные прокладки толщиной не менее 10 мм. Размер прокладок в плане должен быть не менее размера опорных граней образца. Нагружение на образец при испытании должно возрастать непрерывно и равномерно со скоростью 0,6±0,2 МПа в 1 с до его разрушения.

Достигнутое в процессе испытания максимальное нагружение принимают за разрушающую нагрузку на образец.

Прочность образца (R, МПа) вычисляют по формуле

$$R = \alpha \frac{P}{F} \cdot 10^{-6},$$

где P – разрушающая нагрузка, Н;

F – средняя площадь рабочего сечения образца, $м^2$;

α – масштабный коэффициент прочности в образцах базового размера.

Численные значения коэффициента α приведены ниже:

Кубы с ребром	см
7	0,85
10	0,91
15	1,00
20	1,05
Цилиндры диаметром и высотой	
7x14	1,16
10x20	1,16

При испытании образцов-цилиндров, имеющих отношение высоты к диаметру менее 2 (керны, выбуренные из конструкций), результат испытания следует умножить на переходный коэффициент η к прочности образца-куба базового размера (см.таблицу данного приложения).

h/d	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0
η	1,18	1,14	1,12	1,09	1,07

Среднюю прочность материала при сжатии (в пересчете на прочность кубов и цилиндров) определяют по ГОСТ 10180-78 и прил.15 данных "Методических рекомендаций".

Определение предела прочности на растяжение при изгибе

(Извлечение из ГОСТ 10180–78)

Предел прочности при изгибе определяют на образцах-балочках. За эталон принимают образец-балочку размером 15х15х60 см.

Прессы для испытания образцов-балочек на изгиб должны иметь специальные столы или траверсы, несущие на себе цилиндрические опоры для балочек, при этом одна из опор должна быть подвижной. Радиус закругления опорных поверхностей – 10–15 см.

Перед испытанием образцы полностью насыщают водой (см.прил.8). После извлечения из воды образцы вытирают мягкой влажной тканью.

Испытуемый образец помещают на две опоры, расстояние между которыми численно равно $3a$ для балочек, где a – площадь сечения балочки. Образец на опоры кладут той гранью, которая при уплотнении была вертикальной. Место контакта балочек с опорами должно быть без зазоров. Образец нагружают по середине пролета по всей ширине через прокладку, устанавливаемую на образец (см.ГОСТ 10180–78).

После установки образца опускают верхнюю плиту пресса так, чтобы зазор между образцом и прокладкой под верхней плитой пресса составлял 4–6 мм, после чего образец нагружают до разрушения.

Предел прочности на растяжение при изгибе ($R_{р.и}$, МПа) вычисляют по формуле:

$$R_{р.и} = \delta \frac{P \cdot \ell}{a \cdot b^2} \cdot 10^{-6},$$

где P – разрушающая нагрузка, Н;

ℓ – расстояние между опорами, м;

$a, в$ – соответственно ширина и высота балочки, м;

δ – масштабный коэффициент к прочности в образцах базового размера, устанавливаемый опытным путем по ГОСТ 10180-78.

Среднюю прочность материала на растяжение при изгибе определяют в соответствии с ГОСТ 10180-78 и прил.15 данных "Методических рекомендаций".

ПРИЛОЖЕНИЕ 11

Определение предела прочности на растяжение при раскалывании

(Извлечение из ГОСТ 10180–78)

Предел прочности на растяжение при раскалывании определяют на образцах-цилиндрах или на образцах-кубах, полностью насыщенных водой, после твердения их в течение 28 сут во влажных условиях.

Образцы испытывают на гидравлическом прессе. Верхняя плита пресса должна быть установлена на сферическом шарнире, расположенном в центре плиты, с тем, чтобы она могла свободно поворачиваться в любом направлении. Размеры плит должны быть не менее размера образца.

Образец устанавливают так, чтобы плиты пресса прилегали к двум взаимно противоположным образующим образца-цилиндра или противоположным граням образца-куба. Направление сжимающей силы должно совпадать с диаметральной плоскостью цилиндрического образца, а ось кубического образца должна проходить через центр шарнира плиты пресса.

Для равномерного распределения нагрузки между плитами пресса и испытуемым образцом помещают прокладки из обычной трехслойной фанеры или пластика. Длина прокладок должна быть не менее длины образца, а ширина прокладок должна составлять 0,2 диаметра образца.

Образец устанавливают на шаблоне и помещают на нижнюю плиту пресса.

Подводят верхнюю плиту пресса так, чтобы зазор между верхней плитой шаблона и верхней плитой пресса составил 4–6 мм.

Устанавливают рычаг переключения скоростей прес-

са на скорость подъема нижней плиты пресса 3 мм/мин и включают основной электродвигатель испытательной машины.

Предел прочности на растяжение при раскалывании (R_p, МПа) вычисляют по формуле

$$R_p = \nu \frac{2P}{\pi F} \cdot 10^{-6},$$

где P – разрушающая нагрузка, Н;

$2/\pi$ – коэффициент, характеризующий распределение нагрузки по контакту с образцом;

ν – масштабный коэффициент прочности в образцах базового размера; устанавливают опытным путем по ГОСТ 10180–78;

F – средняя площадь рабочего сечения образца, $м^2$.

Испытания проводят на трех параллельных образцах. Среднюю прочность материала на растяжение при раскалывании вычисляют в соответствии с ГОСТ 10180–78 и прил.15 данных "Методических рекомендаций".

ПРИЛОЖЕНИЕ 12

Ультразвуковой импульсный метод испытания прочности бетона

(Извлечение из ГОСТ 17624–78)

Сущность метода ультразвуковых испытаний заключается в том, что через бетон пропускают продольную ультразвуковую волну, по скорости прохождения которой судят о прочности бетона.

Приготовленные образцы (кубы, цилиндры, балочки) перед испытанием ультразвуком необходимо внимательно осмотреть. Имеющиеся мелкие раковины и неплотности замазывают цементным раствором. При значительной неровности поверхность образца выравнивают с помощью шлифовального камня.

Излучатель и приемник прикладывают к испытуемому образцу соосно с противоположных сторон. Измерение при размещении преобразователей на одной плоскости производят методом переменного акустического расстояния (продольного профилирования) и строят годограф. Для достижения надежного акустического контакта между щупами и испытуемым образцом присоединяют щупы к поверхности бетона с помощью контактной смазки (слоя солидола, вазелина технического).

Время распространения ультразвука через толщину образца измеряют в соответствии с инструкцией по эксплуатации используемого прибора (ГОСТ 17624–78).

Определение морозостойкости обработанных материалов
(Извлечения из ГОСТ 10060–76, ГОСТ 23558–79)

Перед испытанием на морозостойкость образцы-кубы или образцы-цилиндры выдерживают в воде 48 ч.

Для образцов-цилиндров диаметром и высотой 50 и 100 мм или образцов-кубов со стороной 50 и 100 мм цикл замораживания-оттаивания продолжается 8 ч (4 ч замораживание и 4 ч оттаивание). Для образцов большего размера продолжительность одного замораживания увеличивают до 6 ч.

Температура в камере должна быть минус 15–20°С.

Образцы ставят в специальные контейнеры на сетчатые полки стеллажей, расстояние между образцами, а также между образцами и стенками контейнеров и вышележащими полками должно быть не менее 50 мм.

Оттаивание образцов после выгрузки из камеры должно осуществляться в ванне с пресной водой при температуре 15–20°С, при этом слой воды со всех сторон образца должен быть не менее 20 мм.

После проведения испытания на оттаявших образцах определяют предел прочности при сжатии $R_{мрз}$. Морозостойкость образцов оценивают коэффициентом морозостойкости

$$K_{мрз} = \frac{R_{мрз}}{R_{28}}.$$

За средний коэффициент морозостойкости принимают среднеарифметическое результатов испытания трех образцов.

Определение модуля упругости

(Извлечение из ГОСТ 24452–80)

Модуль упругости определяют путем постепенного (ступенями) нагружения образцов-призм или образцов-цилиндров стандартных размеров осевой сжимающей или изгибающей нагрузкой, составляющей до 30% разрушающей нагрузки, измеряя в процессе нагружения образцов их деформации. Модуль упругости следует определять на образцах-призмах квадратного сечения или цилиндрах круглого сечения с отношением высоты к ширине (диаметру), равным 4.

Для замера деформаций применяют приборы (АИД-1, ИДЦ-1 и др.), обеспечивающие измерение относительных деформаций с точностью не ниже $1 \cdot 10^{-5}$, и датчики сопротивления с базой измерения деформации, превышающей в 2,5 раза максимальный размер зерен заполнителя, но не менее 50 мм и не более 2/3 длины образца.

Перед испытанием образцы должны находиться в помещении лаборатории не менее 2 ч, затем их осматривают, устраняют дефекты, в том числе отдельные выступы на боковой грани, наждачным камнем и мелкой наждачной бумагой, после чего поверхность обезжиривают органическим растворителем (ацетоном и т.п.).

На хорошо подготовленную поверхность (боковую грань) образцов наносят тонкий слой клея БФ-2 (можно 100 ч. эпоксидной смолы и 6–8 ч. полиэтиленполиамина) и наклеивают датчики сопротивления по следующей схеме:



Датчики тщательно прижимают к поверхности образца и в таком положении оставляют до затвердевания клея; всего на балочку наклеивают 6 шт. Датчики имеют базу 50 мм с двумя оголенными проводками с одного конца, которые припаивают к проводкам, соответствующим каналам датчиков прибора.

Два дополнительных (компенсационных) датчика наклеивают на образец, не подвергающийся нагружению. Эти датчики также соединяют проводками с соответствующими клеммами прибора. Идущие от коммутирующего устройства три проводка с клеммами присоединяют к автоматическому измерителю деформаций АИ-1. После этого включают прибор и прогревают его в течение 30 мин.

Подготовленные образцы с датчиками сопротивления помещают между плитами пресса на специальную шарнирную раздвижную подставку с отметкой на образце от концов на 5 см.

На середину образца прикладывают нагрузку 0,1 от предполагаемой прочности и тут же снимают (обжатие). После этого проверяют работу датчиков сопротивления, не давая нагрузки пресса на балочку; снимают показания датчиков, принимая их за условный нуль измерения; дают нагрузку прессом на образец 0,1; 0,2; 0,3;0,4; 0,5 от предполагаемой прочности, ведя при этом отсчет показаний датчиков при каждой нагрузке. При нагрузке, равной 45±5% разрушающей ($P_р$), дальнейшее нагружение ведут непрерывно с постоянной скоростью до разрушения образца.

Модуль упругости вычисляют по определенным в процессе испытания нагрузкам и продольным относительным деформациям.

Модуль упругости ($E_у$, МПа) вычисляют для каждого образца при нагрузке, составляющей 30% $P_р$, по формуле

$$E_у = \frac{\sigma}{\varepsilon_{ср}},$$

где $\sigma = P \cdot 10^{-6} / F$ – приращение напряжения от условного нуля до уровня внешней нагрузки, равной 30% разрушающей, МПа;

P – соответствующее приращение внешней нагрузки, Н;

F – среднее значение площади поперечного сечения образца, определяемое по его линейным размерам по ГОСТ 10180–78, $м^2$;

$\dot{\varepsilon}_{ср}$ – среднее значение приращения упруго-мгновенной относительной продольной деформации образца, соответствующее уровню нагрузки $P = 0{,}3\,P_р$ и замеренное в начале каждой ступени ее приложения.

Среднее значение приращения относительных деформаций вычисляют как среднеарифметическое показаний датчиков при соответствующем приращении напряжения.

Методика обработки экспериментальных данных

(Извлечение из ГОСТ 10180–78)

По результатам определения прочности отдельных образцов определяют прочность материала в серии образцов, для чего предварительно отбраковывают аномальные результаты испытаний.

Для отбраковки аномальных результатов сравнивают значения прочности образцов в серии, показавших наибольшую $R_{i\,max}$ и наименьшую $R_{i\,min}$ прочности по сравнению со средней прочностью $R_{i\,ср}$ образца, и проверяют выполнение условий:

$$\frac{R_{i\,max} - R_{i\,ср}}{R_{i\,ср}} \cdot 100 \leq 15;$$
$$\frac{R_{i\,ср} - R_{i\,min}}{R_{i\,ср}} \cdot 100 \leq 15. \qquad (1)$$

Если условия, приведенные в этих формулах, не выполняются, то в серии отбрасывают наименьший $R_{i\,min}$ и наибольший $R_{i\,max}$ результаты, а в качестве средней прочности серии принимают результаты испытания одного оставшегося образца $R_{i\,ср}$.

Если условия, приведенные в этих формулах, выполняются, то прочность материала в серии образцов определяют по формуле

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^{n} R_i}{n}, \qquad (2)$$

где $\bar{R}$ – среднее значение прочности материала в серии образцов, МПа;

R_i – значение прочности отдельного образца, МПа;

n – число образцов в серии.

Пример. R_1 =6,2; R_2 =6,4; R_3 =7,0; $R_{i\,ср}$=6,53 МПа.

Проверяем на аномальность наибольшее значе н и е прочности и выполнение условий по формулам (1)данного приложения);

$$\frac{7,0-6,53}{6,53}\cdot 100 \leqslant 15; \qquad \frac{6,53-6,2}{6,53}\cdot 100 \leqslant 15.$$

Получаем 7,2 < 15; 5,1 < 15.

Следовательно, условия выполняются, и все результаты испытаний могут быть использованы для определения среднего значения прочности.

Пример подбора рабочего раствора солей

Необходимо определить состав и потребное количество рабочего раствора для приготовления 1 м^3 смеси из укрепленного материала.

На приготовление 1 м^3 смеси требуется 162 л воды. Расчетная температура воздуха - 14°С. Количество солей- 9% $NaCl$ +6% $CaCl_2$. В заполнителе, необходимом для приготовления 1 м^3 смеси, содержится 31 л воды.

Порядок при расчете рабочего раствора солей следующий.

Определяем количество безводных солей для приготовления рабочего раствора на затворение 1 м^3 смеси: безводной соли $NaCl$ потребуется 162·0,09=14,6 кг; безводной соли $CaCl_2$ - 162·0,06=9,7 кг.

Определяем потребное количество растворов этих солей.

Хлористый натрий применяется в виде раствора плотностью 1,15 г/см^3, для получения которого на 1 л воды следует добавить 0,25 кг безводной соли $NaCl$ согласно прил.17. Общее количество раствора $NaCl$ на затворение 1 м^3 смеси составляет: 14,6:0,25=58,4 кг, или 58,4:1,15=51 л.

Хлористый кальций применяется в виде раствора плотностью 1,29 г/см^3, для получения которого на 1 л воды следует добавлять 0,427 кг безводной соли $CaCl_2$ согласно прил.18. Следовательно, общая масса данного раствора, содержащего 9,7 кг безводной соли $CaCl_2$ составит 9,7:0,427=22,6 кг, или 22,6:1,29=17,8 л.

Определяем количество воды, вводимой с концентрированными растворами солей.

С раствором хлористого натрия вводится вода в количестве, равном 58,4-14,6=43,8 кг.

С раствором хлористого кальция вводится вода в количестве, равном 22,6–9,7=12,9 кг.

Таким образом, общее количество воды, вводимой с солевыми растворами для приготовления 1 м^3 смеси, составляет 43,8+12,9=56,7 кг.

Общее количество воды для затворения 1 м^3 смеси (с учетом содержания 31 л воды в заполнителе) составляет 162–31=131 л.

Отсюда количество воды для рабочего раствора солей на 1 м^3 смеси составит: 131–56,7=74,3 л.

Таким образом, на затворение 1 м^3 смеси необходимо: раствора $NaCl$ (плотность 1,15) – 51 л, раствора $CaCl_2$ (плотность 1,29) – 17,8 л, воды для разбавления – 74,3 л.

Раздельное введение составляющих в бетоносмеситель неудобно, поэтому их предварительно смешивают и рабочий раствор обеих солей вводят в бетоносмеситель.

На растворение 1 м^3 смеси необходимо 51+17,8+74,3 = 143,1 л раствора.

Объем раствора на один замес должен быть пропорционально изменен.

Содержание хлористого натрия в растворах, их плотность и температура замерзания

Плотность раствора при 20°С, г/см³	Содержание безводного NaCl, кг			Температура замерзания, °С
	в 1 л раствора	в 1 кг раствора	на 1 л воды	
1,005	0,010	0,01	0,010	-0,6
1,013	0,020	0,02	0,020	-1,2
1,020	0,031	0,03	0,031	-1,8
1,034	0,052	0,05	0,053	-3,1
1,041	0,062	0,06	0,064	-3,7
1,049	0,073	0,07	0,075	-4,4
1,056	0,084	0,08	0,087	-5,2
1,064	0,096	0,09	0,099	-5,9
1,071	0,107	0,10	0,111	-6,7
1,079	0,119	0,11	0,123	-7,5
1,086	0,130	0,12	0,136	-8,4
1,094	0,142	0,13	0,150	-9,2
1,101	0,154	0,14	0,163	-10,1
1,109	0,166	0,15	0,175	-11,0
1,116	0,179	0,16	0,190	-12,0
1,124	0,191	0,17	0,205	-13,1
1,132	0,204	0,18	0,220	-14,2
1,140	0,217	0,19	0,235	-15,3
1,150	0,230	0,20	0,250	-16,5
1,156	0,243	0,21	0,266	-17,9
1,164	0,256	0,22	0,282	-19,4
1,172	0,270	0,23	0,299	-21,1

Содержание хлористого кальция в растворах, их плотность и температура замерзания

Плотность раствора при 20°С, г/см³	Содержание безводного $CaCl_2$, кг			Температура замерзания, °С
	в 1 л раствора	в 1 кг раствора	на 1 л воды	
1,015	0;020	0,02	0,020	-1,0
1,032	0,041	0,04	0,042	-2,0
1,049	0,063	0,06	0,064	-3,1
1,066	0,085	0,08	0,087	-4,2
1,084	0,108	0,10	0,111	-5,7
1,102	0,132	0;12	0,136	-7,5
1,120	0,157	0,14	0,163	-9,5
1,139	0,182	0,16	0,190	-11;7
1,148	0,195	0,17	0,205	-13,0
1,158	0,209	0,18	0,220	-14,4
1,168	0,222	0,19	0,235	-15,9
1,178	0,236	0,20	0,250	-17,6
1,180	0,250	0,21	0,266	-19,4
1,198	0,264	0,22	0,282	-21,4
1,208	0,278	0,23	0,299	-23,7
1,218	0,293	0,24	0,316	-26,2
1,228	0,307	0,25	0,333	-29,0
1,239	0,322	0,26	0,351	-32,1
1,249	0,337	0,27	0,369	-36,1
1,260	0,353	0,28	0,391	-40,7
1,271	0,369	0,29	0,408	-45,2
1,282	0,385	0,30	0,411	-50,2
1,290	0,402	0,31	0,427	-55,0

Формы журналов испытания каменных материалов, песков

Форма 1

Журнал зернового состава

Наименование материала	Дата испытания	Определение влажности				Определение зернового состава												Модуль крупности песка
		Номер пробы	Масса пробы до сушки, г(кг)	Масса пробы после сушки, г(кг)	Влажность, %	Частные остатки, %, на ситах, мм												
						70	40	20	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071	<0,071	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

Форма 2

Журнал определения насыпной плотности материала

Наименование материала	Дата испытания	Номер пробы	Определение насыпной плотности материала					Насыпная плотность материала, кг/м³
			Размер фракции, мм	Объем цилиндра, л	Масса цилиндра, г(кг)	Масса цилиндра, г(кг), с материалом	Масса материала, г(кг)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Форма 3

Журнал определения водопоглощения и морозостойкости

Наименование материала	Дата испытания	Номер пробы	Определение водопоглощения						
			Масса материала до испытания, кг	Масса материала через 1 сут, кг	Водопоглощение, %	Масса материала через 2 сут, кг	Водопоглощение, %	Масса материала через 10 циклов, кг	Потери массы, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Продолжение формы 3

Определение морозостойкости								
Масса материала через 15 циклов, кг	Потери массы, %	Масса материала через 25 циклов, кг	Потери массы, кг(г)	Масса материала через 50 циклов, кг	Потери массы, %	Масса материала через 100 циклов, кг	Потери массы, %	Количество выдержанных циклов
11	12	13	14	15	16	17	18	19

Форма 4

Журнал определения дробимости материала в цилиндре

Наименование материала	Дата испытания	Номер пробы	Определение дробимости в цилиндре				
			Размер фракции мм	Масса материала до испытания, кг	Масса материала после испытания, кг	Дробимость, %	Марка по дробимости
1	2	3	4	5	6	7	8

Форма 5

Журнал определения истираемости материала в полочном барабане

Наименование материала	Дата испытания	Номер пробы	Определение истираемости в цилиндре				
			Размер фракции мм	Масса материала до испытания, кг	Масса материала после испытания, кг	Истираемость, %	Марка по истираемости
I	2	3	4	5	6	7	8

Форма 6

Журнал определения устойчивости структуры шлака (по ГОСТ 3344-83)

Наименование материала	Дата испытания	Размер фракции, мм	Номер пробы	Первоначальная масса пробы, (кг)	Сульфидный распад		Силикатный распад		Сумма потерь, %, по видам распада
					Масса после 30 сут выдерживания в воде (кг)	Потери массы, %	Масса после 6ч испытания в автоклаве, (кг)	Потери массы после испытания в автоклаве, %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Формы журналов испытания вяжущих материалов

Форма 1

Журнал определения активности вяжущих

Наименование материала	Дата испытания	Определение активности вяжущих (цемента, шлаковых вяжущих по методу ЦНИПС-2)								
		Нормальная густота, %	Время затворения, ч	Начало схватывания, ч	Конец схватывания, ч	Прочность образцов, МПа		$\gamma = \frac{R_{сут}^{пр}}{R_{сут}^{нор}}$	K	Марка вяжущего по ГОСТ 310.1-76, 310.3-76, 310.4-81
						пропаренных	естественных			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Продолжение формы 1

Определение активности по ГОСТ 3344-83		
Оптимальная влажность	Прочность образцов, МПа, после 28(90) сут	Марка вяжущего
12	13	14

Форма 2

Журнал определения удельной поверхности вяжущих

Наименование материала	Дата испытания	Определение удельной поверхности вяжущих									
		Номер пробы	Истинная плотность, г/см^3	Толщина слоя материала, см	Объем испытуемого материала в гильзе, см^3	Продолжительность истекания воды, с	Разрежение по манометру, см	Масса вытекающей воды, г	Температура воздуха, °С	Масса материала в гильзе, г	Удельная поверхность, см^2/г
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Формы журналов испытания обработанных материалов

Форма 1

Журнал подобранных составов обработанных материалов и их физико-механические характеристики

Шифр смеси	Состав смеси, %					Зерновой состав смеси (прошло через сито с отверстием, мм, % массы)										Физико-механические характеристики обработанных материалов						
	Щебень (гравий)	Песок	Вяжущее	ПАВ	Вода	40	20	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071	<0,071	Плотность, г/см³	Водопоглощение, %	Предел прочности при сжатии, МПа	Предел прочности при изгибе, МПа	Марка по прочности	Морозостойкость, циклы	Марка по морозостойкости
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

Форма 2

Журнал определения плотности обработанных материалов

Шифр образца	Дата испытания	Определение плотности								Определение водопоглощения	
		Оптимальная влажность, $W_{опт}$, %	Масса образца первоначальная, г	Высота образца, см	Ширина образца, см	Толщина образца, см	Объем образца, $см^3$	Плотность в естественном состоянии, $г/см^3$	Плотность скелета смеси, $г/см^3$	Масса образца после 24 ч выдерживания в воде, г	Водопоглощение, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Форма 3

Журнал определения прочности обработанных материалов

Шифр образца	Дата испытания	Определение предела прочности													
		при сжатии				на растяжение при раскалывании					на растяжение при изгибе				
		Средняя площадь рабочего сечения образца, $м^2$	Разрушающая нагрузка, Н	Масштабный коэффициент	$R_{сж}$, МПа	Средняя площадь рабочего сечения образца, $м^2$	Разрушающая нагрузка, Н	Масштабный коэффициент	$R_р$, МПа	Расстояние между опорами, м	Ширина балочки, м	Высота балочки, м	Масштабный коэффициент	Разрушающая нагрузка, Н	$R_и$, МПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Форма 4

Журнал определения морозостойкости обработанных материалов

Шифр образца	Дата испытания	Определение водопоглощения			Морозостойкость материалов после замораживания-оттаивания															
					10 циклов				15 циклов				25 циклов				50 циклов			
		Масса образца первоначальная, г	Масса образца после 48 ч выдерживания в воде, г	Водопоглощение, %	Масса образца, г	Потери массы, %	$R_{сж}$ после испытания на морозостойкость, МПа	$K^{10}_{мрз}$	Масса образца, г	Потери массы, %	$R_{сж}$ после испытания на морозостойкость, МПа	$K^{15}_{мрз}$	Масса образца, г	Потери массы, %	$R_{сж}$ после испытания на морозостойкость, МПа	$K^{25}_{мрз}$	Масса образца, г	Потери массы, %	$R_{сж}$ после испытания на морозостойкость, МПа	$K^{50}_{мрз}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

Форма 5

Журнал определения модуля упругости обработанных материалов

Шифр образца		1	2
Дата испытания		1	2
Площадь поперечного сечения образца F, м^2		3	4
Нагрузка на каждой ступени нагружения P, Н		4	5
Напряжение $\sigma = \frac{P}{F} 10^{-6}$, МПа		5	6
Уровень напряжения (отношение удельного напряжения к разрушающей нагрузке) σ/P_p		6	7
Показания приборов при измерении продольных деформаций датчиками			
1	Отсчет	7	9
	Приращение	8	10
2	Отсчет	9	11
	Приращение	10	12
3	Отсчет	11	13
	Приращение	12	14
4	Отсчет	13	15
	Приращение	14	16
5	Отсчет	15	17
	Приращение	16	18
6	Отсчет	17	19
	Приращение	18	20
Среднее значение относительной деформации $\varepsilon_{ср}$		19	21
Модуль упругости $E_y = \frac{\sigma}{\varepsilon_{ср}}$, МПа		20	22

ПРИЛОЖЕНИЕ 22

Формы журналов по приготовлению смеси и устройству оснований

Форма 1

Журнал приготовления обработанного материала на заводе

1. Наименование завода-изготовителя _____
2. Номер и дата изготовления партии обработанного материала _____
3. Количество выпущенного обработанного материала в партии _____
4. Состав обработанного материала, его марка по прочности и морозостойкости _____
5. Стандарт, по которому выпущен обработанный материал _____
6. Место укладки обработанного материала _____
7. Подпись мастера завода _____

Форма 2

Журнал производства работ по устройству основания

Дата	Время работы (начало и конец смены)	Место работы				Сделано работ		Расход, т		Возвращение смеси (брак), т	Укатка		Температура воздуха, °С	Состояние погоды	Подпись сменного мастера	Замечания технадзора. Отметки об исполнении
		Начало		Конец		Наименование	м²	Нижний слой	Верхний слой		Количество катков	Марка и масса катка				
		км	пк	км	пк											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

ПРИЛОЖЕНИЕ 23

Форма

Акт на скрытые работы

г._____ " " _____ 198__г.

Авторского надзора _____

Представители: технического надзора _____
застройщика _____
подрядной организации _____

Произвели осмотр выполненных работ по устройству _____
(наименование вида работ)
в здании _____
(наименование объекта)
_____ по адресу _____

При этом установлено:

1. _____
(описание выполненной конструкции)
2. Выполненные работы соответствуют рабочим чертежам проекта серии _____ № _____
3. При выполнении работ применены материалы _____
(наименование, характеристика)
4. Оценка качества выполненных работ _____

Разрешается производство последующих работ _____

Авторского надзора _____
(Подпись)

Представители: технического надзора _____
застройщика _____
подрядной организации _____

ПРИЛОЖЕНИЕ 24

Форма

Контрольный лист инструктажа по технике безопасности

1. Участок (прорабство)
2. Фамилия, инициалы
3. На какую работу направлен
4. Фамилия, инициалы мастера (механика)

Вводный инструктаж

Вводный инструктаж по технике безопасности применительно к профессии _____ проведен _____
Подпись лица, проводившего инструктаж по технике безопасности _____ " " _____ 19__ г.

Инструктаж на рабочем месте

Инструктаж по технике безопасности у рабочего места _____ рабочим тов._____
(наименование рабочего места)
_____ получен и усвоен.

Подпись рабочего
Подпись мастера (механика)

Разрешение

Тов. _____ разрешено допустить к самостоятельной работе _____
(наименование рабочего места)
в качестве _____
" " _____ 19__ г.

Начальник участка (прорабства) _____
(подпись)

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3

1. Общие положения 5

2. Определение и классификация обработанных материалов 6

3. Конструкции оснований и покрытий 7

4. Требования к материалам для оснований и покрытий из каменных материалов, обработанных неорганическими вяжущими

Обработанные материалы 11
Каменные материалы и пески 13
Цемент 14
Шлаковое вяжущее из шлаков черной металлургии без активатора 14
Шлаковое вяжущее с добавкой цемента . . . 15
Шлаковое вяжущее с добавкой извести . . . 16
Шлакощелочное вяжущее 17
Шлакосиликатное вяжущее 18
Шлаковое вяжущее на основе фосфорных гранулированных шлаков и цементной пыли . . 20
Золошлаковое вяжущее на основе топливных шлаков, зол и золошлаковых смесей с добавкой цемента или извести 21
Вода и ПАВ 21

5. Подбор составов смесей

Ориентировочное определение количества вяжущих в смеси 23
Содержание воды 29
Влияние характеристик каменных материалов на прочность обработанных материалов . . . 29
Порядок подбора состава смесей 35

Особенности подбора составов смесей обработанных материалов для зимнего строительства 36

6. Технология и организация строительства оснований и покрытий
Организация строительства 38
Приготовление местных вяжущих 41
Приготовление обработанных смесей 41
Устройство основания и покрытия 49
Особенности производства работ при пониженных температурах воздуха 53

7. Контроль качества производства работ
Контроль состава смеси и работы дозаторов 57
Контроль качества приготовленной смеси . . . 59
Контроль качества устройства основания . . . 60
Особенности контроля качества строительства в зимнее время 61
Приемочный контроль качества устроенного основания 62

8. Требования техники безопасности при строительстве оснований и покрытий
Общие положения 62
Требования техники безопасности при разгрузке и складировании каменных материалов, щебня (гравия), песка и цемента 64
Требования техники безопасности при работе на заводах по приготовлению смесей 65
Требования техники безопасности при строительстве оснований 67
Требования техники безопасности при работе в лабораториях дорожно-строительных организаций 70

Приложения:
Приложение 1. Перечень стандартных методов испытаний каменных и вяжущих материалов . . . 71

Приложение 2. Ускоренный метод определения активности цемента, шлака и шлакового вяжущего по способу ЦНИПС-2 74

Приложение 3. Расчет оптимального состава каменных материалов с непрерывной гранулометрией, обработанных вяжущим, по кривым плотных смесей 76

Приложение 4. Определение оптимальной влажности методом стандартного уплотнения 79

Приложение 5. Определение оптимальной влажности смеси комбинированным способом 81

Приложение 6. Приготовление образцов для определения необходимого количества вяжущего . . 83

Приложение 7. Расчет производственного расхода компонентов смеси 86

Приложение 8. Определение средней плотности и водопоглощения образцов (кернов) 88

Приложение 9. Определение предела прочности при сжатии 90

Приложение 10. Определение предела прочности на растяжение при изгибе 92

Приложение 11. Определение предела прочности на растяжение при раскалывании 94

Приложение 12. Ультразвуковой импульсный метод испытания прочности бетона 96

Приложение 13. Определение морозостойкости обработанных материалов 97

Приложение 14. Определение модуля упругости 98

Приложение 15. Методика обработки экспериментальных данных 101

Приложение 16. Пример подбора рабочего раствора солей 103

Приложение 17. Содержание хлористого натрия в растворах, их плотность и температура замерзания 105

Приложение 18. Содержание хлористого кальция в растворах, их плотность и температура замерзания 106

Приложение 19. Формы журналов испытания каменных материалов, песков 107

Приложение 20. Формы журналов испытания вяжущих материалов 110

Приложение 21. Формы журналов испытания обработанных материалов 112

Приложение 22. Формы журналов по приготовлению смеси и устройству оснований 116

Приложение 23. Акт на скрытые работы . . . 117

Приложение 24. Контрольный лист инструктажа по технике безопасности 118

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ ОСНОВАНИЙ И ПОКРЫТИЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД ИЗ ЩЕБЕНОЧНЫХ, ГРАВИЙНЫХ И ПЕСЧАНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ОБРАБОТАННЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИМИ ВЯЖУЩИМИ

Ответственный за выпуск канд.техн.наук В.С.Исаев

Редакторы И.А.Рубцова, И.Е.Тарасенко
Технический редактор А.В.Евстигнеева
Корректор Т.М.Бирюшова

Подписано к печати 27/XII-84. Л 19746. Формат 60x84/16.
Печать офсетная. Бумага офсетная № 1. 5,7 уч.-изд.л.
7,1 печ.л. Тираж 1600. Заказ 4-5. Цена 80 коп.

Участок оперативной полиграфии Союздорнии
143900, Московская обл., г.Балашиха-6, ш.Энтузиастов,79

gost.e-ecolog.ru