МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВСЕСОЮЗНЫЙ ДОРОЖНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
СОЮЗДОРНИИ



МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО УСТРОЙСТВУ ОСНОВАНИЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕЖЕГО ФОСФОПОЛУГИДРАТА СУЛЬФАТА КАЛЬЦИЯ

Москва 1987

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВСЕСОЮЗНЫЙ ДОРОЖНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
СОЮЗДОРНИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО УСТРОЙСТВУ ОСНОВАНИЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕЖЕГО ФОСФОПОЛУГИДРАТА СУЛЬФАТА КАЛЬЦИЯ

Утверждены зам.директора Союздорнии
канд.техн.наук Б.С.Марышевым

Одобрены Главдорстроем (письмо № 5603/89 от 19.02.87)

Москва 1987

УДК 625.731.7/.9:661.53.002.68.004.8

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТРОЙСТВУ ОСНОВАНИЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕЖЕГО ФОСФОПОЛУГИДРАТА СУЛЬФАТА КАЛЬЦИЯ. Союздорнии. М., 1987.

Приведены требования к свежему фосфополугидрату сульфата кальция с технологических линий завода, а также пескам и золошлакам и другим материалам, обработанным свежим фосфополугидратом сульфата кальция.

Приведены требования к основаниям из свежего фосфополугидрата сульфата кальция и щебеночным (гравийным) основаниям, пропитанным им.

Разработана технология устройства оснований дорожных одежд с использованием свежего фосфополугидрата сульфата кальция.

Дана санитарно-химическая и токсикологичес к а я оценка применения фосфополугидрата сульфата кальция в основаниях дорожных одежд и влияния его на чело - века и окружающую среду.

Приведен экономический эффект от применения отходов производства экстракционной фосфорной кислоты-фосфополугидрата сульфата кальция в основаниях до - рожных одежд.

Табл.10.

© Государственный всесоюзный дорожный научно-исследовательский институт, 1987

УДК 625.731.7/.9:661.53.002.68.004.8

Предисловие

Использование фосфогипса, в том числе одной из двух его разновидностей-фосфополугидрата сульфата кальция - отхода производства экстракционной фосфорной кислоты, является важной народнохозяйственной проблемой, так как его ежегодный выход по данным Гипрохим Минудобрений достигает 20 млн.т (в виде влажного порошка белого цвета). В настоящее время практически весь он вывозится в отвалы, загрязняя окружающую среду.

В XII пятилетке задача применения фосфогипса решается в рамках общесоюзной научно-технической программы по дорожному строительству 0.55.11.

Методические рекомендации разработаны на основе научно-исследовательских работ, проведенных в Союздорнии, МАДИ, Госдорнии, НИУИФ, КНИИОКГ с участием Мособлстройцнила, с использованием достижений физико-химической механики, а также современных методов исследований.

В результате установлено, что в процессе производства фосфорной кислоты образуются две разновидности фосфогипса: полугидрат и двугидрат сульфата кальция, различающиеся по свойствам и, следовательно, возможностям применения. Так, свежий фосфополугидрат сульфата кальция обладает вяжущими свойствами и может быть использован в качестве материала монолитных оснований в районах расположения химических заводов.

По теме разработана авторская заявка на изобретение на способ устройства оснований дорожной одежды.

Результаты лабораторных работ проверены при строительстве экспериментальных участков в Сумской и и других областях. Общий объем экспериментальног о

строительства оснований дорожных одежд с использо - ванием свежего фосфополугидрата сульфата кальция составляет более 60 км. Построенные участки, за кото - рыми ведутся регулярные наблюдения, имеют хорошие характеристики; видимых разрушений нет.

При разработке настоящих Методических рекомендаций использованы ранее разработанные временные и региональные рекомендации, составленные Союздорнии, МАДИ, Мособлстройцнил, Госдорнии и КНИИОКГ.

В настоящих Методических рекомендациях приведены требования к свежему фосфополугидрату сульфата кальция, а также смесям песка, гравия, щебня с этим материалом, конструкциям оснований, технологии строительства, а также технике безопасности и дана санитарно-химическая и токсикологическая оценка использования фосфополугидрата сульфата кальция в основаниях дорожных одежд.

Расход свежего фосфополугидрата как основного материала основания дорожной одежды составляет окол о 3 тыс.м^3 на 1 км, а в качестве добавки - 300-600м^{3}на 1 км. Потребность в фосфополугидрате определяе т с я объемом дорожного строительства в районах и наличием других конкурентно-способных материалов.

Результаты расчетов технико-экономической эффективности внедрения свежего фосфополугидрата сульфа - та кальция показывают, что экономический эффект на 1 км дорожной одежды может составить 8-13 тыс.руб. при дальности транспортирования 10-50 км, сокращение трудозатрат - до 14 чел.-дн. при дальности транспортирования 10 км, экономия щебня - до 2000 м^3, топлива - до 1500 л при дальности транспортирования 10 км, цемента - до 280 т, электроэнергии - до 4000 кВт.ч.

Методические рекомендации составили канд.техн.наук В.С.Исаев, инженеры Н.П.Гребеневич, Н.А. Еркина (Союздорнии). кандидаты технических наук М.И.Кучма, Т.А.Мельник, инженеры И.А.Груздев, В. Д. Мариуца,

Н.Б.Гладская (Госдорнии), д-р хим.наук В.Б.Ратинов, инж.А.Г.Кожухов (МАДИ), канд.техн.наук В.А.Терсин, инженеры М.А.Коротков, Б.В.Ануфриев (НИУИФ), канд. минер.наук М.Г.Пригода (КНИИОКГ) и инж.В.И.Крав - ченко (Мособлстройцнил).

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

1. Общие положения

1.1. Настоящие Методические рекомендации предназначены для руководства при проектировании и строительстве оснований дорожных одежд из свежего фосфополугидрата сульфата кальция.

Методические рекомендации разработаны в развитие СНиП 2.05.02-85 , "Инструкции по проектированию дорожных одежд нежесткого типа" ВСН 46-83 (Минтрансстрой, 1983), СНиП 3.06.03-85, ГОСТ 23558-79.

1.2. Фосфогипс образуется при производстве фосфорных удобрений в процессе сернокислотной переработки природного фосфатного сырья (апатитов и фосфоритов) и представляет собой в основном двуводный гипс с небольшим количеством примесей.

1.3. В связи с тем, что в последние годы промышленность по производству минеральных удобрений перестраивается на производство концентрированных удобрений (двойной суперфосфат, аммофос, нитроаммофоск, аммофосфат и др.), количество фосфогипса ежегодно увеличивается.

В настоящее время в отвалах химических заводов накоплены десятки миллионов тонн фосфогипса, что приводит к загрязнению окружающей среды, занимает сотни гектаров пахотных земель; для его хранения и транспортирования в отвалы требуются большие материальные и трудовые затраты.

В СССР работают более девяти заводов, отходами которых является фосфополугидрат сульфата кальция (табл.1).

1.4. Фосфогипс образуется при разложении природных фосфатов серной кислотой и отделении образующейся фазы - сульфата кальция от растворов фосфорной кислоты. Реакция идет по следующей схеме:

$$Ca_5(PO_4)_3F + 5H_2O_4 = 5CaSO_4 + 3H_3PO_4 + HF.$$

Одновременно с фосфатами разлагаются и другие минералы, входящие в состав сырья: сульфат и фосфат магния, фтористо-кремниевая и кремнефтористоводородная кислоты, кремнефториды натрия и калия, фосфаты алюминия и железа и др.

Таблица 1

Предприятие	Объем пригодного для дорожного строительства фосфогипса сульфата кальция, тыс.т	
	1987 г.	1990 г.
Воскресенское ПО Минудобрений	737	780
Уваровский химический завод	-	318
Балаковский химический завод	-	706
Сумское ПО "Химпром"	427	450
Винницкий химический завод	59	58
Череповецкое ПО "Аммофос"	272	1040
Гомельский химический завод	-	260
Волховский алюминиевый завод	580	580
Красноуральский медеплавильный комбинат	560	560

1.5. Основным продуктом этой реакции являе т с я гипс ($CaSO_4$), называемый фосфогипсом. Химический состав фосфогипса следующий (в пересчете на окислы): CaO- 30-42%; SO_3- 44-52%; P_2O_5- 1-2%; F - 0,1-1%; Al_2O_3- 0,3-5%; Fe_2O_3- 0,2-2%; SiO_2- 0,3-10%; H_2O- 25-40%.

В системе $CaO-P_2O_5-SO_3-H_2O$ фосфогипс может существовать в трех видах: ангидрита ($CaSO_4$), полугидрата ($CaSO_4 \cdot 0{,}5H_2O$) и дигидрата ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) в зависимости от концентрации P_2O_5 и температуры. Так, например при концентрации P_2O_5 не более 40% и температуре до 66°С устойчивой формой в реакционном растворе являе т с я дигидрат, при концентрации P_2O_5 от 40 до 52% и температуре 66-107°С - полугидрат, а выше этих парамет - ров - ангидрит.

1.6. В настоящее время большинство предприятий по производству удобрений работают по дигидратному способу, т.е. при низких температурах выпускают фосфорную кислоту с концентрацией не более 40%. В качестве побочного продукта образуется фосфогипс-дигидрат.

1.7. Некоторые химические комбинаты частично освоили производство фосфорной кислоты полугидратны м способом, что позволяет в 1,5-2 раза увеличить производительность, поскольку полугидрат почти в 2 раза быстрее, чем дигидрат, отфильтровывается от фосфор - ной кислоты, а концентрация получаемой фосфорной кислоты достигает 48%.

1.8. Дигидрат и полугидрат выпускаются в виде влажного порошка, имеющего pH=1÷2 и содержаще г о 25-40% воды. Обе разновидности фосфогипса обычно вывозятся в отвалы и нередко смешиваются друг с другом.

1.9. Фосфогипс дигидрат не обладает какими-либо вяжущими свойствами, в отвалах постепенно теряет воду, превращаясь в сухой белый порошок.

1.10. Фосфогипс-полугидрат сульфата кальция, от - фильтрованный от фосфорной кислоты, охлаждаясь с 90-

105°С до температуры окружающей среды, постепенно переходит в дигидрат, кристаллизуясь и превращаясь в гипсовый камень. Длительность этого перехода зависит от температуры окружающей среды и количества оставшейся в фосфогипсе фосфорной кислоты и может достигать нескольких часов или суток.

1.11. Свежий фосфогипс-полугидрат сульфата кальция обладает вяжущими свойствами и может быть использован для устройства конструктивных слоев дорожных оснований. Свежим назван фосфополугидрат, укладываемый в дорожную одежду в возрасте до 3 сут с момента выпуска.

2. Общие рекомендации по проектированию и строительству оснований с использованием свежего фосфополугидрата сульфата кальция

2.1. При строительстве оснований дорожных одежд свежий фосфополугидрат сульфата кальция может быть использован в качестве:

минерального материала, обладающего способностью самоцементироваться;

самостоятельного или смешанного вяжущего для обработки песка, гравия, щебня и золошлаковых смесей;

расклинивающего вяжущего при строительстве щебеночных оснований.

2.2. Конструкции дорожных одежд со слоями из свежего фосфополугидрата сульфата кальция взамен щебеночных, гравийных и пескоцементных слоев принимают согласно "Типовым проектным решениям дорожных одежд автомобильных дорог общей сети Союза ССР", разработанным Союздорпроектом (серия 503-0-П) и утвержденным Минтрансстроем с 12.08.76. Толщину слоев из фосфополугидрата сульфата кальция рассчитывают в

соответствии с ВСН 46-83. Расчетные параметры принимают по настоящим Методическим рекомендациям.

2.3. Дорожные основания из фосфогипса чувствительны к воде, поэтому под ними целесообразно устраивать гидроизолирующие прослойки. Наиболее эффективны гидроизолирующие прослойки из низковязких дегтей и сырых каменноугольных смол. На дорогах, строящихся в местности 1 типа (по СНиП 2.05.02-85), гидроизолирующие прослойки необязательны; во 2 и 3-м норма розлива дегтей и смол составляет 1-1,2 л/м^2. При отсутствии дегтей и смол можно использовать нефтяные жидкие битумы и высоковязкие нефти. Эффект гидроизоляции жидкими и нефтяными битумами повышается, если в них предварительно ввести до 3% массы кубовых остатков синтетических жирных кислот.

2.4. При устройстве оснований из свежего фосфополугидрата сульфата кальция в местности 3-го типа по условиям увлажнения целесообразно, кроме гидроизолирующих прослоек, устраивать дренирующие прослойки и проводить другие мероприятия по отводу воды.

2.5. На основание, выполненное с применением свежего фосфополугидрата сульфата кальция, необходи м о укладывать защитные слои из мелко- и среднезернис - того асфальтобетона, дегтебетона или устраивать двойную поверхностную обработку.

2.6. Для повышения сцепления на поверхность слоя из свежего фосфополугидрата сульфата кальция с черным защитным слоем в процессе уплотнения целесообразно рассыпать щебень фракции 10-20 или 20-40 мм и прикатать.

2.7. Проектирование составов смесей со свежим фосфополугидратом сульфата кальция производят на основе лабораторных испытаний образцов.

2.8. Устройство оснований из свежего фосфополугидрата следует осуществлять при температурах не ниже 5^{o}C.

При технико-экономическом обосновании допускается производить работы при температуре до минус 4°С. Ниже этой температуры влажный свежий фосфополугидрат сульфата кальция и смеси с его использовани е м могут смерзаться.

2.9. Распределять и уплотнять свежий фосфополугидрат сульфата кальция следует по принятому по акту нижележащему слою или земляному полотну.

2.10. Земляное полотно и песчаный подстилаю щ и й слой, на которые укладывают основание, устраивают согласно требованиям СНиП 2.05.02-85 и СНиП 3.06.03-85.

При этом должны быть приняты меры по обеспече - нию отвода воды от основания дорожной одежды.

3. Требования к материалам как исходному сырью

3.1. Для устройства оснований дорожной одежды рекомендуется использовать свежий фосфополугидрат сульфата кальция, который отбирают непосредственно из выходного бункера экстрактора с технологической лин и и завода. Химический состав приведен в разд.1.

3.2. Удельная поверхность свежего фосфополугидрата сульфата кальция должна составлять не менее 3000 $см^2/г$. Свойства свежего фосфополугидрата суль - фата кальция приведены ниже:

Содержание $CaSO_4$ в пересчете на сухое вещество, %, не менее	90
Содержание P_2O_5,%, не более	5
Содержание гидратной (химически связанной) воды в пересчете на сухое вещество, %, не более	7
Насыпная плотность, $г/см^3$	0,5-0,95
Истинная плотность, $г/см^3$	2,6-2,75
Влажность, %	20-40
Удельная теплоемкость, ккал/кг·град.	0,27

3.3. Зерновой состав свежего фосфополугидрата сульфата кальция приведен в табл.2.

Таблица 2

Размер ячейки сита, мм	0,63	0,28	0,14	0,071	Мельче 0,071
Остаток на сите, %	0–10	10–50	60–90	80–100	0–20

3.4. Свежий фосфополугидрат сульфата кальция, содержащий 25–35% воды, относится к медленнотвердеющим вяжущим. Длительность твердения зависит от температуры и концентрации фосфорной кислоты в нем и, как правило, не превышает 1–3 сут. Для практического использования в летнее время можно принимать начало схватывания 5 ч.

Применять материал, пролежавший в отвале или на трассе дороги более 3 сут, не рекомендуется, так как его прочность уменьшается на 40–50%.

3.5. Сроки схватывания рекомендуется определять на гипсовом тесте по ГОСТ 23789–79.

Как правило, тесто нормальной густоты для гипсовых вяжущих достигается при водогипсовом отношении В/Г=0,5÷0,6.

Водопотребность фосфополугидрата выше, чем гипса. Для упрощения определения сроков схватывания рекомендуется принимать В/Г=0,7.

3.6. Требования к гипсу по прочности нормированы ГОСТ 125–79.

Образцы, приготовленные по ГОСТ 23789–79, имеют марки по прочности Г–2–Г–25, что характеризуется пределом прочности при сжатии в возрасте 2 ч 2–25 МПа и на растяжение при изгибе 1,2–8 МПа.

Плотность образца, приготовленного по ГОСТ 23789–79 литым способом, составляет 1,1–1,3 г/см^3.

Образцы, уплотненные по методике стандартного уп-

лотнения (ГОСТ 3344-83), обеспечивающей результаты, близкие к полученным на дороге при уплотнении катками, имеют плотность при оптимальной влажности 1,6-2 г/см^3.

Количество воды, обеспечивающее прохождение реакции гидратации гипса и получение максимальной плотности при стандартном уплотнении характеризуется В/Г= =0,2÷0,35. При этом отношении цементное тесто из формы при уплотнении не вытекает.

Пониженное водогипсовое отношение и интенсивное уплотнение позволяют повысить прочность образцов из уплотненного свежего фосфополугидрата в 2-3 раза по сравнению с литыми образцами. В связи с этим определение характеристик материала рекомендуется производить по ГОСТ 23558-79 и ГОСТ 3344-83:

на образцах диаметром и высотой 5 см, изготовленных по методике стандартного уплотнения трамбованием 40 ударами гирей массой 2,5 кг, падающей с высоты 30 см;

на образцах-балочках размером 4x4x16 см и образцах-цилиндрах 5x5 см, уплотненных прессованием под нагрузкой 20 МПа с выдерживанием в течение 3 мин.

3.7. В лабораторных условиях интенсивным высушиванием свежего фосфополугидрата сульфага кальция до полного удаления свободной воды (осгаток не более 2%) определена возможность длительного хранения сухого порошка, что позволяет транспортировать этот материал на большие расстояния.

Прочностные показатели такого материала аналогичны свежему фосфополугидрату сульфата кальция.

Высушенный фосфополугидрат сульфата кальция имеет малые сроки схватывания - 10-40 мин. Это обусловливает необходимость смешивать его с минеральными материалами в сухом виде, укладывать полученную смесь в конструктивный слой, а затем увлажнять

Для замедления сроков схватывания (до 1-4 ч) и

применения традиционной технологии в воду рекомендуется вводить добавки в количествах, указанных ниже.

	%
Поташ K_2CO_3	1
Поташ K_2CO_3 +СДБ[x)]	1+0,5
Сода кальцинированная Na_2CO_3	1
Триэталоламин $N(C_2H_4OH)_3$ п	1
Полиэтиленполиамин и его кубовые остатки $(CH_2CH_2CH_2NH)_n$[x)]	0,5
Бура $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	1
Триполифосфат натрия $(Na_5P_3O_{10})6H_2O$[x)]	1

Широкое применение материала с добавками в производственных условиях будет возможно после разработки промышленной технологии сушки свежего фосфополугидрата.

4. Основания из свежего фосфополугидрата сульфата кальция

4.1. Оптимальная влажность материала, обеспечивающая получение максимальной плотности при уплотнении, ориентировочно составляет 25–30% и должна уточняться в лаборатории в начале строительства.

Для доведения влажности материала до оптимальной (естественная влажность 40%) рекомендуется подсушка распределенного материала рыхлением или введением в него на дороге добавки золы уноса в количестве 10%.

4.2. Для устройства оснований дорожных одежд рекомендуется применять свежий фосфополугидрат сульфата кальция, уплотненный до максимальной плотности, имеющий значения предела прочности при сжатии в водонасыщенном состоянии, приведенные в табл.3.

---

x) Наиболее эффективные замедлители схватывания фосфополугидрата сульфата кальция.

Таблица 3

Марка по прочности (ГОСТ 23558-79)	Предел прочности при сжатии, МПа, в возрасте, сут		Предел прочности на раскалывание, МПа, в возрасте 28 сут	Предел прочности на растяжение при изгибе, МПа, в возрасте 28 сут
	7	28		
20	1-2	2-4	0,3-0,5	0,5-1
40	2-3	4-6	0,5-1,0	1-2
60	3-4	6-7,5	1,0-1,5	2-3
75	4-5	7,5-10	1,5-2,0	3-4

4.3. Морозостойкость свежего фосфополугидрата сульфата кальция, применяемого в основании дорожной одежды, в зависимости от категории дороги и климатических условий должна соответствовать требованиям, приведенным в табл.4.

Таблица 4

Среднемесячная отрицательная температура наиболее холодного месяца года, °С, не менее	Марка морозостойкости по категории автомобильной дороги		
	I-II	III	IУ-У
0-5	15	10	-
5-15	25	15	10
15-30	25	25	15

4.4. Модули упругости оснований из свежего фосфополугидрата сульфата кальция рекомендуется принимать по табл.5.

Таблица 5

Модуль упругости при расчете по ВСН 46-83, МПа	Предел прочности, МПа	
	при сжатии	при изгибе
400	4-6	1-2
600	6-7,5	2-3
700	7,5-10	3-4

5. Основания из местных материалов, обработанных фосфогипсовым вяжущим на основе свежего фосфополугидрата сульфата кальция

5.1. Для обработки местных материалов целесообразно использовать свежий фосфополугидрат сульфата кальция, отвечающий требованиям разд.4.

5.2. В качестве местных материалов можно применять песок по ГОСТ 8736-85, щебеночно(гравийно)-песчаные смеси по ГОСТ 25607-83, а также золошлаковые смеси и грунты по СН 25-74.

Зерновой состав смеси должен вписываться в кривые плотных смесей с коэффициентом сбега 0,6-0,8.

Содержание пылевидных, глинистых и илистых частиц, определяемых отмучиванием, не должно превышать 8% в природных песках, 10% - дробленых из отсевов, в том числе глины в комках - не более 2%.

Содержание частиц мельче 0,14 мм в природных песках не должно превышать 30%, в дробленых из отсевов - 40%.

Число пластичности фракции песка мельче 0,63 мм - не выше 2.

Гравий должен соответствовать требованиям ГОСТ 8268-82, щебень - ГОСТ 8267-82.

5.3. Ориентировочные составы местных материалов, обработанных фосфогипсовым вяжущим, их прочность и расчетный модуль упругости приведены в табл.6.

5.4. Требуемая морозостойкость устанавливается в зависимости от категории дороги и климатических условий ее расположения по табл.4.

Таблица 6

Состав смеси, дозировка, %	$R_{сж}^{28}$, МПа, образцов		$R_{р.и}^{28}$, МПа, образцов		Модуль упругости, МПа
	сухих	водонасыщенных	сухих	водонасыщенных	
Песчано(гравийно)-щебеночная смесь - 70-85 Фосфогипс(ФПС) - 15-30	5-7	2,5-3,5	3-4	1,5-2,2	250-400
Песок - 65-80 Фосфогипс (ФПТ) - 20-35	5-7	2-4	2,5-4	1,0-1,5	300-400
Зола (золошлаковая смесь) - 70-80 Фосфогипс (ФПС) - 20-30	10-14	6-8	5-7	3,5-5,0	500-700
Суглинок - 66-72 Фосфогипс (ФПС) - 25-30 Цемент - 3-4	4-6	2-3	2,5-3,5	0,8-1,2	250-350
Суглинок-67-73 Фосфогипс(ФПС, ФПТ) - 25-30 Известь-2-3	3,5-5	2-3	2-3	0,8-1,2	250-300
Суглинок-66-77 Фосфогипс (ФПС)- 10-15 Золошлак-10-15 Цемент (известь) -3-4	3,5-5,5	2-3	2-3	0,8-1,2	250-300

Примечание. ФПС - свежий фосфополугидрат сульфата кальция; ФПТ - то же, высушенный (см.п.3.7).

6. Щебеночные основания, обработанные (пропитанные) в верхней части свежим фосфополугидратом сульфата кальция

6.1. Основания рекомендуется устраивать методом перемешивания или пропитки-вдавливания. Максимальная глубина пропитки методом перемешивания - 15 см, методом вдавливания - 10 см.

6.2. При устройстве основания методом перемешивания целесообразно применять щебень фракции 5-40(70) мм; методом пропитки-вдавливания с использованием катков на пневматических шинах - щебень фракции 40-70 или 70-120 мм. При применении кулачковых и вибрационных катков целесообразно использовать также щебень фракции 20-40 мм.

6.3. Прочность щебня из естественных пород должна отвечать требованиям ГОСТ 8267-82, шлакового щебня - ГОСТ 3344-73, СНиП 2.05.02 -85 и табл.7.

Таблица 7

Порода щебня	Марка прочности щебня при раздавливании в цилиндре в водонасыщенном состоянии, не ниже, для автомобильных дорог категории		
	I,II	III	IУ-У
Изверженная, метаморфическая, шлаки фосфорные, черной и цветной металлургии	800	600	600
Осадочная	600	600	200

6.4. Морозостойкость щебня должна отвечать требованиям, приведенным в табл.8.

6.5. Свежий фосфополугидрат сульфата кальция дол-

Таблица 8

Климатические условия	Среднемесячная отрицательная температура, °С	Марка щебня по морозостойкости, не менее, для автомобильных дорог категории		
		I-II	III	IУ-У
Суровые	15-30	50	25	15
Умеренные	5-15	25	15	-
Мягкие	0-5	15	-	-

жен отвечать требованиям разд.3 и пп.4.2-4.3 настоящих Методических рекомендаций.

Ориентировочный расход свежего фосфополугидрата сульфата кальция для устройства 100 м^2 основания при различной глубине обработки щебня с учетом поверхностного слоя толщиной 1,5 см приведен в табл.9.

Таблица 9

Пустотность щебня, %	Расход фосфогипса, м^3, при глубине обработки щебня, см		
	5	10	15
20	2,5	3,5	4,5
35	3,0	5,0	6,5
50	4,0	6,5	9,5

6.6. Модуль упругости щебеночного основания, обработанного в верхней части указанным материалом, в зависимости от глубины пропитки можно принимать по табл.10.

Таблица 10

Глубина пропитки, доли от общей толщины слоя основания	Расчетный модуль упругости, МПа, фосфополугидрата марки по прочности		
	200	100	75
0,75	675	625	450
0,50	550	525	425
0,25	500	475	400

7. Технология строительства оснований из свежего фосфополугидрата сульфата кальция

7.1. Транспортировку свежего фосфополугидрата сульфата кальция осуществляют автомобилями-самосвалами большой грузоподъемности (до 8-12 т) или автопоездами. Для увеличения коэффициента загрузки высоту бортов кузова автомобиля необходимо увеличить на 300-400 мм.

Для защиты от атмосферных осадков при транспортировке фосфополугидрат сульфата кальция рекомендуется укрывать брезентом, синтетической пленкой и т.д.

7.2. Для получения проектной толщины основания толщину распределяемого слоя из свежего фосфополугидрата рекомендуется назначать с учетом коэффициента запаса на уплотнение, который следует ориентировочно принимать в пределах 1,5-2,5 и уточнять по результатам пробного уплотнения.

7.3. Распределение свежего фосфополугидрата или его смеси рекомендуется осуществлять укладчиками дорожно-строительных материалов. При малых объемах работ допускается использовать автогрейдеры. При этом материал вывозят автомобилями-самосвалами и выгружают на земляное полотно или нижележащий слой в один или два ряда параллельно продольной оси основания. Расстояние между выгруженным из каждого автомобиля материалом следует назначать в зависимости от требуемой толщины основания.

Для улучшения ровности следует применять укладчики с автоматическими системами обеспечения ровности и автогрейдеры с системой автоматического регулирования отвала.

7.4. Для доведения переувлажненного свежего фосфо-

полугидрата до оптимальной влажности его можно после распределения выдержать или при необходимости разрыхлить автогрейдером.

Кроме того, для этой цели может быть использована добавка золы уноса. В этом случае на основание высыпают последовательно фосфополугидрат и золу уноса в заданных соотношениях, а затем при распределении их следует перемешать.

7.5. Уплотнять основание рекомендуется катками на пневматических шинах. В сухую жаркую погоду при влажности свежего фосфополугидрата сульфата кальция 23-30% его следует уплотнять в течение 7-10 ч после выпуска с завода. При пониженной температуре воздуха и влажности материала выше 30% распределенный материал следует уплотнять через 1-2 сут после выпуска с завода и заканчивать не позднее чем через 3 сут.

Для обеспечения требуемой плотности основания необходимо 20-25 проходов катка по одному следу. При этом коэффициент уплотнения должен быть не менее 0,98 стандартной плотности. Недоуплотнение смеси приводит к существенному снижению прочности основания до 50%.

Уплотнение основания следует осуществлять от краев к середине. Первые 3-4 прохода катка по одному следу необходимо производить при рабочей скорости не более 1,5-2 км/ч и минимальном давлении воздуха в шинах. При последующих проходах скорость движения катка, а также давление воздуха постепенно увеличивают до максимальных рабочих.

Максимальная толщина слоя в уплотненном состоянии при использовании катков на пневматических шинах не должна быть более 25 см.

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

После окончания уплотнения в случае необходимости следует провести отделку поверхности основания автогрейдером или профилировщиком, а затем уплотнить легким катком с гладкими вальцами за 2–3 прохода по одному следу. Температурные швы в основании не устраивают.

7.6. В процессе уплотнения основания из свежего фосфополугидрата сульфата кальция в целях улучшения сцепления с покрытием рекомендуется рассыпать тонким слоем щебень фракций 10–20 мм и втопить в слой основания катком на половину высоты щебенки.

7.7. Уход за свежеуложенным основанием следует осуществлять в течение 4–7 сут с момента укладки свежего фосфополугидрата посредством отсыпки слоя песка толщиной 8–10 см, постоянно увлажняемого поливомоечными машинами или другими общепринятыми способами.

7.8. Открывать движение построечного транспорта по основанию или укладывать по нему покрытие следует согласно СНиП 3.06.03–85.

8. Технология строительства оснований из местных материалов, обработанных свежим фосфополугидратом сульфата кальция

8.1. Строительство оснований можно осуществлять методом приготовления смеси в установке или методом смешения на месте устройства основания согласно СНиП 3.06.03–85 со следующими дополнениями.

8.2. При приготовлении в установке в случае использования многокомпонентных смесей она должна быть дооборудована дополнительными бункерами-дозаторами.

8.3. При устройстве основания методом смешения

на месте рекомендуется в качестве ведущей машины использовать профилировщик ДС-108, грунтосмесительную машину ДС-152, фрезу ДС-74 или автогрейдер. Устройство основания рекомендуется осуществлять в такой последовательности: вначале перемешивают местный материал с золой (золошлаками), затем с цементом или известью и после этого со свежим фосфополугидратом сульфата кальция.

После перемешивания всех компонентов смесь доувлажняется до оптимальной влажности и уплотняется.

8.4. При применении высушенного фосфополугидрата (после решения вопросов возможности промышленного изготовления) в начале следует перемешать минеральный материал с вяжущим в сухом виде, уложить смесь в конструктивный слой, уплотнить, а затем полить водой.

9. Технология строительства щебеночных оснований, обработанных (пропитанных) в верхней части свежим фосфополугидратом сульфата кальция

9.1. Технология строительства щебеночных оснований, обработанных в верхней части свежим фосфополугидратом, должна осуществляться в соответствии с требованиями СНиП 3.06.03-85 со следующими дополнениями.

9.2. По уложенному слою щебня в заданном количестве распределяется свежий материал.

После вдавливания или перемешивания верхней части слоя на заданную глубину при необходимости производят дополнительное увлажнение, а затем окончательное уплотнение слоя.

10. Контроль качества производства работ

10.1. Контроль качества производства работ следует осуществлять в соответствии с требованиями СНиП 3.06.03-85.

При этом проверяются толщина и ширина, ровность поверхности основания, величина поперечного уклона, высотные отметки оси основания, качество уплотнения, характеристики используемых материалов.

10.2. Качество уплотнения основания следует проверять на каждом километре путем контрольного прохода катка ДУ-31А, после которого на основании не должно оставаться следа.

10.3. Ровность поверхности, поперечный уклон, ширину и толщину следует контролировать через каждые 100 м дороги трехметровой рейкой, шаблоном с уровнем и мерными лентами. Соответствие высотных отметок проверяется контрольным нивелированием на каждом километре.

10.4. Влажность укладываемого фосфополугидрата следует проверять не реже одного раза в смену. Для определения прочности при сжатии в возрасте 28 сут в лаборатории надлежит изготавливать три образца по ГОСТ 23558-79.

11. Техника безопасности и санитарно-химическая и токсикологическая оценка строительства оснований с использованием фосфогипса

11.1 Строительство оснований автомобильных дорог должно проводиться в соответствии с требованиями "Правил техники безопасности при строительстве, ремонте

и содержании автомобильных дорог" (М.: Транспорт , 1978).

11.2. В осуществлении контроля за мероприятиям и по текущему и санитарному надзору при работе с вя - жущими материалами из фосфогипса следует руковод - ствоваться положениями главы СНиП 3-4-80, "Прави - лами по технике безопасности и производственной са - нитарии при строительстве и ремонте городских дорог и работе на асфальтобетонных заводах и производст - венных базах дорожных организаций", "Правилами тех- ники безопасности при строительстве, ремонте и содер- жании автомобильных дорог" и разделами по охр а н е труда соответствующих технических условий на данный вид материала или его аналогов (известь, цемент).

11.3. Для индивидуальной защиты при работе с фос- фогипсом следует использовать средства защиты орга- нов дыхания, защитные дерматологические средства, специальные одежду и обувь и др. согласно типо в ы м нормам и правилам, предусмотренным для данной от - расли.

11.4. По санитарно-химическим показателям фосфо - гипс характеризуется незначительными уровнями миг - рации химических соединений (SO_3, P_2O_5, F), не превыша - ющих предельно допустимые концентрации для атмос - ферного воздуха над проезжей частью дорог.

11.5. Фосфогипс не вызывает явлений острой токсич- ности и летальных исходов при пероральном введе н и и доз из расчета более 20 тыс.мг на 1 кг, а также при нанесении на кожу и ингаляции измельченных фракц и й, что позволяет отнести его к малоопасным веществам.

11.6. Токсические проявления при длительном кон - такте с фосфогипсом аналогичны извести и цементу.

11.7. Ввиду малой растворимости в воде отдельн ы х химических соединений фосфогипса и незначительно г о содержания других компонентов, отличающихся большей водорастворимостью, основания дорог с его использова- нием практически не будут являться источником загряз- нения окружающей среды.

Содержание

Предисловие 3
1. Общие положения 6
2. Общие рекомендации по проектированию и строительству оснований с использованием свежего фосфополугидрата сульфата кальция 9
3. Требования к материалам как исходному сырью 11
4. Основания из свежего фосфополугидрата сульфата кальция 14
5. Основания из местных материалов, обработанных фосфогипсовым вяжущим на основе свежего фосфополугидрата сульфата кальция 16
6. Щебеночные основания, обработанные (пропитанные) в верхней части свежим фосфополугидратом сульфата кальция 18
7. Технология строительства оснований из свежего фосфополугидрата сульфата кальция 20
8. Технология строительства оснований из местных материалов, обработанных свежим фосфополугидратом сульфата кальция 22
9. Технология строительства щебеночных оснований, обработанных (пропитанных) в верхней части свежим фосфополугидратом сульфата кальция 23
10. Контроль качества производства работ 24
11. Техника безопасности и санитарно-химическая и токсикологическая оценка строительства оснований с использованием фосфогипса 24

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТРОЙСТВУ ОСНОВАНИЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕЖЕГО ФОСФОПОЛУГИДРАТА СУЛЬФАТА КАЛЬЦИЯ

Ответственный за выпуск инж. Е.И.Эппель

Редактор Ж.П.Иноземцева
Технический редактор А.В.Евстигнеева
Корректор М.Я.Жукова

Подписано к печати 11.09.87. Л 78103. Формат 60x84/16.
Печать офсетная. Бумага офсетная № 1. 1,3 уч.-изд.л.
1,4 печ.л. Тираж 640 экз. Заказ 131-7. Цена 20 коп.

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

gost.e-ecolog.ru