ЦНИИС
МИНТРАНССТРОЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЗАЩИТЕ ОТКОСОВ СКАЛЬНЫХ ВЫЕМОК АЭРИРОВАННЫМИ ЦЕМЕНТНО-ПЕСЧАНЫМИ РАСТВОРАМИ

Москва 1972

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Утверждаю:

Зам.директора института

(И.НАСЕДКИН)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ЗАЩИТЕ ОТКОСОВ СКАЛЬНЫХ ВЫЕМОК АЭРИРОВАННЫМИ ЦЕМЕНТНО-ПЕСЧАНЫМИ РАСТВОРАМИ

Москва 1972

О Г Л А В Л Е Н И Е

	Стр.
ПРЕДИСЛОВИЕ	3
I.ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	4
II.МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ АЭРИРОВАННЫХ ЦЕМЕНТНО-ПЕСЧАНЫХ РАСТВОРОВ.....	6
III.ОБОРУДОВАНИЕ.....	10
IУ.СОСТАВЫ АЭРИРОВАННЫХ ЦЕМЕНТНО-ПЕСЧАНЫХ РАСТВОРОВ ДЛЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ И ТЕХНОЛОГИЯ ИХ ПРИГОТОВЛЕНИЯ	13
У.ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО НАНЕСЕНИЮ АЭРИРОВАННЫХ ЦЕМЕНТНО-ПЕСЧАНЫХ РАСТВОРОВ НА ЗАЩИЩАЕМЫЕ ПОВЕРХНОСТИ.....	14
УI.КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РАБОТ	20
УП.ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ	22
ПРИЛОЖЕНИЯ	
Оборудование для приготовления и укладки аэрированных цементно-песчаных растворов....	26
Правила эксплуатации оборудования для приготовления и нанесения аэрированных цементно-песчаных растворов.....	29
Подбор состава аэрированных цементно-песчаных растворов для защитных покрытий.....	32
Методика определения величины оптимального давления в пневмонагнетательной (растворонасосной) установке.....	34
Методика испытания аэрированных цементно-песчаных смесей и контрольных образцов.....	41
Указания по технике безопасности для горнообвальных бригад.....	43

УДК 625.I22:624.I38.232.I

П Р Е Д И С Л О В И Е

Настоящие Методические рекомендации предназначены для руководства при проектировании и производстве работ по защите откосов выемок, сложенных скальными и полускальными породами, от процессов физического выветривания и разрушения путем нанесения на них защитных покрытий из аэрированных цементно-песчаных растворов, предупреждающих возможность развития осыпных и обвальных явлений.

Рекомендации разработаны на основе результатов научно-исследовательских работ по изучению аэрированных цементно-песчаных растворов, а также внедрения аэрированных покрытий в производственных условиях, осуществленных Закавказской научно-исследовательской лабораторией ЦНИИСа.

В Рекомендациях использованы материалы „Технических указаний по применению аэрированных растворов для гидроизоляции тоннельных обделок" (ВСН I47-68), а также результаты исследовательских работ и производственных внедрений, проведенных за руоежом (Англией, Чехословакией) и в СССР (лабораторией сооружения тоннелей и метрополитенов ЦНИИСа, кафедрами строительных материалов ЛИИЖТа и строительного производства и стройматериалов Грузинского политехнического института им.В.И.Ленина и тоннельно-мостовым отрядом № 2 Дорстройтреста Закавказской железной дороги).

Зам.директора института
(И.НАСЕДКИН)

Руководитель отделения
СП (Б.ЦВЕЛОДУБ)

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Работы по устройству защитных покрытий из аэрированных цементно-песчаных растворов предусматривают:

а) инъекцию имеющихся трещин в скальной и полускальной породах;

б) нанесение защитного слоя толщиной от 50 до I50 мм на скальные и полускальные откосы выемок по металлической сетке или без нее.

I.2. При проектировании и производстве работ по защите откосов скальных и полускальных выемок от выветривания и разрушения аэрированными цементно-песчаными растворами, кроме требований настоящих Рекомендаций, должны соблюдаться требования действующих государственных стандартов, противопожарных и санитарных норм по технике безопасности, а также других общесоюзных норм строительного производства.

Настоящие Рекомендации не распространяются на откосы выемок, проложенных в обычных нескальных породах.

I.3. Применение аэрированных цементно-песчатных растворов для устройства защитных покрытий на откосах скальных и полускальных выемок возможно только при условии общей устойчивости откоса, определяемой расчетом или методом природной аналогии со смежными склонами, находящимися в течение длительного геологического времени в состоянии устойчивости. При этом обрабатываемые под защитные покрытия откосы выемок должны быть предварительно расчищены от пород, создающих угрозу произвольных вывалов.

I.4. При мощности выветрившегося слоя на обрабатываемой поверхности до I50 мм аэрированными цементно-песчаными растворами покрывают откос после удаления этого слоя.

При мощности выветрившегося слоя более I50 мм аэрированные цементно-песчаные растворы наносят по предварительно навешиваемой металлической сетке с удалением вы-

ветрившегося слоя на глубину до 50 мм.

В районах с сейсмичностью восемь и более баллов (по шкале ГОСТ 6249-52) защитные покрытия наносят во всех случаях по металлической сетке.

Сейсмическое районирование территории СССР принимают по СНиП II-А.I2-69.

I.5. Проект защиты откосов скальных и полускальных выемок аэрированными цементно-песчаными растворами разрабатывается на основании следующей технической документации:

а) акта натурного осмотра состояния откосов ;

б) снятых поперечных профилей выемок;

в) результатов инженерно-геологических и гидрогеологических обследований;

г) карточек формы ПУ-9 (деформирующихся мест земляного полотна).

I.6. Проект защиты откосов аэрированными растворами должен включать:

а) краткую пояснительную записку с описанием защищаемого участка, характеристику намечаемых мероприятий и их технико-экономическое обоснование;

б) план и поперечные профили всей площади защищаемого откоса, выполненные соответственно в масштабах I:I000 - I:500 и I:200 - I:I00;

в) данные о мощности выветрившегося с поверхности слоя, подлежащего удалению;

г) план расположения и глубину закладки анкеров, их конструкцию и тип металлической сетки;

д) предъявляемые к защитному покрытию требования по его толщине, прочности, водонепроницаемости, морозостойкости, адгезии и др.;

е) схему организации производства работ (технологию приготовления и нанесения аэрированных растворов, перечень и комплектность специального оборудования, а также потребность в рабочей силе и основных материалах);

ж) смету, калькуляцию и единичные расценки;

з) календарный план работы.

I.7. Аэрированные цементно-песчаные смеси для защитных покрытий должны иметь следующие физико-механические свойства:

Подвижность по погружению стандартного конуса ЦНИИЛа ..... 9-I2 см

Расслаиваемость ..... Не более 2 см^3

Объем воздуха, вовлеченного в растворную смесь..... 20-40%

В затвердевшем виде аэрированные растворы должны иметь следующие физико-механические свойства:

Предел прочности на сжатие в возрасте 28 дней..... 80-220 кГ/см^2

Водонепроницаемость при толщине δ =5 см....3÷5 атм

Морозостойкость ... 300 стандартных циклов испытания

Модуль упругих деформаций... Не более 200000 кГ/см^2;

Коэффициент теплопроводности ..0,I5-0,35ккал/м·ч·град

Сцепление (адгезия) со скальной породой ... Не менее 5 кГ/см^2.

I.8. Внешний слой защитного покрытия из аэрированных цементно-песчаных растворов должен выполняться под "шубу".

I.9. Устройство защитных покрытий из аэрированных цементно-песчаных растворов рекомендуется производить при температуре не ниже +5^{0}С.

В исключительных случаях допускается ведение этих работ при более низких температурах, но не ниже -5^{0}С, с соблюдением требований, приводимых в п.2.9-а, 2.II настоящих Рекомендаций.

П. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ АЭРИРОВАННЫХ ЦЕМЕНТНО-ПЕСЧАНЫХ РАСТВОРОВ

2.I. Составными компонентами аэрированных цементно-песчаных растворов являются цемент, песок, вода и специальная вспенивающая добавка.

2.2. Для приготовления аэрированных растворов можно применять цементы, отвечающие требованиям ГОСТ 10178-62; портландцемент, шлакопортландцемент, пуццолановый портландцемент и их разновидности.

2.3. Применяемые цементы должны иметь марку не ниже 300 (ГОСТ 310-60).

2.4. Песок (морской, речной, горный или искусственного дробления) должен быть просеянным, с крупностью зерен не более 3 мм. По содержанию глинистых частиц и органических примесей песок должен соответствовать требованиям ГОСТ 8735-65 и ГОСТ 8736-67.

2.5. Вода для затворения аэрированной цементно-песчаной смеси должна отвечать требованиям для затворения обычного бетона (СНиП I-В.3-62 п.I.20).

Разрешается применять для приготовления аэрированных растворов минерализованные природные воды, если показатели химического состава воды следующие:

Общее содержание солей, мг/л ....Не более 30000
Содержание ионов SO_4^{1} , мг/л ....Не более 5000
Водородный показатель "pH " ....Не менее 4

2.6. В качестве вспенивающих добавок в аэрированных цементно-песчаных смесях следует применять синтетические анионоактивные или синтетические неионогенные тензиды.

Количество вспенивающей добавки, вводимое в растворную смесь, зависит от процентного содержания в ней активного вещества.

Расчетное содержание активного вещества вспенивающих добавок приведено в табл.I.

2.7. Жидкие вспенивающие добавки анионоактивных тензидов устойчивы при температурах не ниже $+5^{0}C$. При более низких температурах наблюдается образование геля и выделение соли. При легком нагревании соли быстро растворяются, и вспенивающие добавки переходят в нормальное состояние, не теряя своих качеств.

Таблица I

Группы тензида	Наименование тензида	Промышленное название тензида	Вид добавки	Расчетное содержание активного вещества,%
Анионо-активная	Алкилсульфат	"Типол "Прогресс"	Жидкость Жидкость	40
	Алкиларил-сульфонат	Сульфанолы упаренные СПС, НП, ДС-РАС и др.	Порошок	55
		Сульфанол жидкий СЖС, „Экстра" и др.	Жидкость	45
Неионогенная (неонионики)	Алкилфенол-полигликолевые эфиры	Оксиэтилированный алкилфенол ОП-7, ОП-10	Порошок	50

2.8. Для ускорения твердения аэрированных цементно-песчаных растворов можно применять следующие добавки:

а) кальций хлористый (ГОСТ 450-58);

б) натрий хлористый в виде технической соли (ГОСТ 4233-66) ;

в) стекло натриевое жидкое (силикат натрия технический, ГОСТ 13078-67);

г) калий углекислый технический (поташ,ГОСТ 10690-63);

д) натрий серноватистокислый (тиосульфат натрия кристаллический, ГОСТ 244-68).

Допускается вводить в аэрированные цементно-песчаные смеси смолу МФ-17, удовлетворяющую требованиям ВТУ МХП 2538-51, в количестве 2-3% от веса цемента, для повышения водонепроницаемости и адгезии растворов и уменьшения усадочных явлений. В качестве отвердителя смолы МФ-17 следует применять 10%-ную щавелевую кислоту (ГОСТ 5873-51) в количестве 20% от веса смолы.

Применение других добавок допускается только при положительных результатах опытной проверки их применения.

2.9. При выборе добавки -ускорителя твердения аэрированных цементно-песчаных растворов - необходимо руководствоваться следующими положениями:

а) добавки в виде хлористого натрия и хлористого кальция следует применять при производстве работ в холодное время года при температуре воздуха не ниже $-5^{0}C$.

Рекомендуемые концентрации водных растворов этих добавок для введения в аэрированные цементно-песчаные смеси приведены в табл.2.

Таблица 2

Расчетная температура наружного воздуха, ^{0}C	Количество безводной соли (в кг) на 100 л воды затворения		
	$NaCl$	$CaCl_2$	$NaCl + CaCl_2$
От +5 до +2	2	2	1+1
От +2 до 0	4	4	2+2
От 0 до -2	-	6	3+3
От -2 до - 5	-	-	8+8

Общее количество безводных солей хлоридов в аэрированных цементно-песчаных смесях должно быть не более 20% от воды затворения и не более 5% от веса цемента;

б) добавки в виде силиката натрия следует вводить в аэрированные цементно-песчаные смеси в количестве 5% от веса цемента для быстрого схватывания раствора при нанесении его на обводненную скальную поверхность. Ввиду того, что аэрированный цементно-песчаный раствор с этой добавкой схватывается через 5-6 мин, раствор силиката натрия подают под давлением непосредственно к соплу (трехпоточный пистолет);

в) добавку в виде углекислого калия и серноватистокислого натрия следует применять, если необходимо наносить аэрированные цементно-песчаные растворы в несколько слоев за смену.

Углекислый калий и серноватистокислый натрий вводят в смесь в количестве 2% от веса цемента.

Аэрированные цементно-песчаные растворы с добавкой углекислого калия не разрешается наносить без предварительно навешенной металлической сетки, так как углекислый калий, взаимодействуя с пеной, значительно снижает эффект аэрации, уменьшая при этом силы адгезии и когезии раствора.

2.10. Дозировка ускорителей твердения должна, как правило, уточняться на основании результатов опытных образцов, изготовленных из пробных замесов аэрированной смеси того же состава и на том же цементе, что и аэрированная смесь, предназначенная для защитных покрытий.

2.11. Для аэрированных цементно-песчаных растворов, твердеющих при отрицательной температуре, следует применять алитовые и низкоалюминатные портландцементы с содержанием трехкальциевого алюмината не более 6%.

Ш. ОБОРУДОВАНИЕ

3.1. Для приготовления, транспортирования и нанесения аэрированных цементно-песчаных растворов на откосы скальных

и полускальных выемок применяют специальное оборудование, состоящее из растворосмесителя, пневморастворонагнетателя (или растворонасоса), растворопроводов (резиновых шлангов) и специального сопла-пистолета.

Краткая техническая характеристика оборудования для приготовления и укладки аэрированных растворов приведена в приложении I.

3.2. Нанесение аэрированных растворов на обрабатываемые поверхности осуществляется двухпоточным пистолетом.

Двухпоточный пистолет имеет два канала: центральный, по которому подается раствор, и боковой - для поступления сжатого воздуха. Дополнительная подача воздуха к пистолету обеспечивает создание необходимого разряжения для непрерывного поступления раствора и уплотнения его в процессе укладки. Пистолет снабжен двумя кранами, позволяющими регулировать расход раствора и сжатого воздуха. Регулировкой расхода сжатого воздуха достигается требуемая степень уплотнения раствора при нанесении, а также различная фактура защитного покрытия (гладкая, "под шубу" и пр.).

Для инъектирования трещин применяется двухпоточный пистолет с удлиненным наконечником.

При нанесении аэрированных растворов на обводненный скальный откос применяют трехпоточный пистолет со специальным бачком для ускорителя схватывания (силиката натрия). Трехпоточный пистолет имеет три канала: центральный - для раствора, и два боковых - для сжатого воздуха и ускорителя схватывания.

3.3. Приготовленную аэрированную цементно-песчаную смесь от растворонагнетательной (растворонасосной) установки к соплу пистолета транспортируют по нагнетательным резиновым шлангам с внутренним диаметром 17-38 мм, рассчитанным на давление соответственно 5-10 атм.

Сжатый воздух от компрессорной установки к растворонагнетателю и пистолету подают по воздушным резиновым шлангам с внутренним диаметром I2-I4 мм, рассчитанным на давление 5 атм.

Силикат натрия подают к пистолету по резиновым шлангам с внутренним диаметром 8 мм.

Шланги должны соответствовать требованиям ГОСТ 8318-57 ("Рукава резино-тканевые напорные") или ГОСТ I0362-63 ("Рукава резиновые напорные с нитяными оплетками").

3.4. Для подсоединения шлангов к растворонагнетательной (растворонасосной) установке, пистолету, а также для соединения шлангов друг с другом рекомендуется применять рычажные замковые соединения, обеспечивающие быструю разборку и сборку растворовода; при этом полезное сечение шлангов не уменьшается. Конструкция рычажных замковых соединений приведена в ВСН I47-68, п.5.4 ("Технические указания по применению аэрированных растворов для гидроизоляции тоннельных обделок ").

Допускается применение колен, переходных штуцеров и конусов. Крепление шлангов к коленам, штуцерам и конусам разрешается производить только стяжными хомутиками.

Запрещается применять для крепления шлангов проволоку (закрутки) или присоединять шланги с поврежденной резьбой.

3.5. Электроснабжение строительной площадки производится от ближайших существующих энергосистем. При их отсутствии электроснабжение организовывают от передвижных электростанций типа "ДЭС" или "ПЭС".

Воздухоснабжение осуществляется от передвижных компрессорных установок производительностью не менее 5 $м^3$/ч.

3.6. Правила по эксплуатации оборудования для приготовления и укладки аэрированных цементно-песчаных растворов, а также по уходу за ним приведены в приложении 2.

IУ. СОСТАВЫ АЭРИРОВАННЫХ ЦЕМЕНТНО-ПЕСЧАНЫХ РАСТВОРОВ ДЛЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ И ТЕХНОЛОГИЯ ИХ ПРИГОТОВЛЕНИЯ

4.I. Подбор составов аэрированных цементно-песчаных растворов должен производиться в соответствии с указаниями данного раздела и приложения 3.

4.2. Состав аэрированных цементно-песчаных растворов должен обеспечить получение практически нерасслаивающейся аэрированной смеси подвижностью 9-I2 см по погружению конуса СтройЦНИИЛа и аэрированного защитного покрытия заданной прочности, водонепроницаемости, морозостойкости и пр.

4.3. Воздухосодержание аэрированной смеси регулируется количеством вводимой вспенивающей добавки.

Воздухосодержание смеси повышается с возрастанием дозы добавки, увеличением доли песка в смеси и при более эффективном ее перемешивании и понижается с увеличением расхода цемента и уменьшением температуры смеси.

4.4. Нанесение аэрированных цементно-песчаных растворов на защищаемую скальную поверхность по металлической сетке осуществляется, как правило, тремя слоями (табл.3).

Таблица 3

№ слоя	Название слоя	Толщина слоя, мм	Состав смеси, вес. ед
I	Основание	I0 - 30	I:I,5
2	Ядро	30 - I00	I:2-I:2,5
3	Облицовочный	I0 - 20	I:I,5

Аэрированные цементно-песчаные растворы наносят на защищаемую скальную поверхность слоем толщиной 50 -I50 мм; причем этот слой необходимо наносить последовательно тонкими слоями по I0-30 мм.

При инъектировании трещин в откосах скальных и полускальных выемок применяется аэрированная цементно-песчаная смесь составов I:I и I:I,5.

4.5. Аэрированные цементно-песчаные растворы следует приготовлять непосредственно на месте производства работ не ранее чем за I5 мин до их укладки.

4.6. Дозировку компонентов раствора производят по весу или после пересчета - по объему.

4.7.Компоненты раствора загружают в растворосмеситель в следующей последовательности:заливают воду и вводят вспенивающую добавку. Полученную смесь перемешивают в течение I,5 мин (при оборотах вала смесителя 450-550 об/мин) до получения устойчивой пенной эмульсии. Затем засыпают треть нормы песка, после чего попеременно цемент-песок; при этом непрерывно перемешивают смесь при максимальных оборотах вала смесителя.

Время перемешивания смеси (после загрузки всех компонентов) зависит от числа оборотов вала смесителя. При числе оборотов вала смесителя 900-I200 об/мин время перемешивания смеси составляет 2 мин 30 сек, при 700-900 - 3 мин I0 сек, 500-700 - 4 мин 30 сек.

В случае применения ускорителей твердения в виде хлористого кальция, хлористого натрия, углекислого калия и серноватисто-кислого натрия, а также добавки МФ-I7 последние вводят в растворосмеситель после приготовления пенной эмульсии и дополнительно перемешивают с ней в течение Iмин.

У. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО НАНЕСЕНИЮ АЭРИРОВАННЫХ ЦЕМЕНТНО-ПЕСЧАНЫХ РАСТВОРОВ НА ЗАЩИЩАЕМЫЕ ПОВЕРХНОСТИ

А.Подготовительные работы

5.I. Нанесению аэрированных цементно-песчаных растворов на защищаемую поверхность должны предшествовать следующие подготовительные работы:

а) сооружение растворного узла, обеспеченного материалами, электроэнергией и водой;

б) монтирование магистрального воздуховода от компрессорной установки на весь фронт работ;

в) изготовление, монтаж и апробирование подмостей, люлек, габаритов, электролебедок или других приспособлений для работы на высоте;

г) расчистка обрабатываемых откосов скальных и полускальных выемок от неустойчивых скальных обломков с удалением выветрелой породы и промывкой поверхности откосов;

д) бурение шпуров с заделкой в них анкеров;

е) заделка крупных вывалов и углублений на обрабатываемых поверхностях;

ж) отвод напорных грунтовых вод.

5.2. На площадке растворного узла должны быть навес для хранения просеянного песка и закрытый склад для хранения цемента, а также подведена вода для технологических нужд.

5.3. Для уменьшения времени и затрат труда на перегрузку аэрированной смеси растворосмеситель устанавливают на эстакаду над растворонагнетательной (растворонасосной) установкой .

Перегрузка осуществляется под собственным весом смеси при открытии выпускного отверстия смесителя и ускоряется кратковременными поворотами вала.

5.4. Магистральный воздуховод монтируют из металлических труб или пневматических шлангов диаметром 25-50 мм.

Трубы и шланги соединяют между собой переходными штуцерами или овинчивающимися муфтами.

Подсоединяют нагнетательную установку и пистолет к магистральному воздуховоду переходными штуцерами с двумя отливами (сварной тройник).

Воздуховоды, расположенные в местах пересечения с дорогами, железнодорожными путями и проходами, следует заглублять или прочно перекрывать.

5.5. Обрабатываемые поверхности очищают от неустойчивых скальных обломков и выветрелой породы с помощью отбойных молотков типа "ОМ" или "ОМСП".

5.6. После сборки неустойчивой и выветрелой породы торкретируемую поверхность очищают от загрязнений (пыли, нагара, масла, копоти и др.).

Такую очистку производят водой, а при наличии устойчивых загрязнителей (нагара, масла, копоти) - водным раствором тензида, в частности, синтетического анионоактивного (алкилсульфаты, алкиларилсульфонаты, алкилсульфонаты) и синтетического неиногенного (алкилполигликолевый и алкилфенополигликолевый эфир).

Оптимальная концентрация раствора

Тензид	Активное вещество
Жидкий	Не менее 20%/-0,2-0,5% от объема воды
Упаренный	Не менее 30%/-0,1-0,4% от объема воды

Очистку одним из указанных растворов производят дву - кратной смывкой под давлением 2 атм, используя для этого пистолет и пневморастворонагнетатель.

При отрицательных температурах воздуха у поверхности обрабатываемые откосы следует промывать водой или водным раствором тензида с добавлением хлористых солей в количестве, исключающем замерзание воды на поверхности откосов.

5.7. Шпуры бурят диаметром 20-22 мм в шахматном порядке через I м наклонно к обрабатываемой поверхности откоса перфораторами типов "ПР" или "ПРС". Глубину шпура следует назначать, учитывая необходимость дальнейшей за - делки анкерных стержней в монолитную и прочную скальную породу не менее чем на I0 см.

5.8. На откосах с ломаным очертанием профиля для уменьшения срезочных и торкретных работ шпуры бурят в характерных местах перелома профиля.

5.9. Анкерные стержни изготовляют из арматурной стали периодического профиля любого класса и марки, удовлетворяющей требованиям ГОСТ 5781-61.

Заделывают анкеры в пробуренные шпуры цементным раствором. Анкерные стержни, заделанные в шпуры, должны выступать от поверхности откоса на 5-7 см, обеспечивающих возможность навешивания металлической сетки.

5.10. Армирующую сетку можно применять с ячейками от 10x10 до 20x20 см и диаметром проволоки от 3 до 6 мм. Площадь сечения арматуры не должна превышать 2% площади сечения аэрированного покрытия.

Металлическую сетку следует привязывать вязальной проволокой или приваривать электросваркой к анкерным стержням после нанесения первого слоя покрытия (см.п.4.4).

5.11. Для уменьшения объемов работ крупные вывалы и углубления, имеющиеся на подготовленном под покрытие откосе, следует заделывать бутобетонной или бетонной кладкой (бетоном марки 200).

5.12. Напорные грунтовые воды отводят от поверхности откоса металлическими трубками диаметром 10-25 мм или желобками.

Металлические трубки, желоба заделывают в водоносные трещины цементно-песчаным раствором состава 1:1. Раствор затворяется 5-7%-ным алюминатом натрия.

Работы по отводу напорных грунтовых вод от торкретируемых поверхностей следует осуществлять согласно "Инструкции по применению добавки алюмината натрия к растворам и бетонам при борьбе с фильтрацией в сооружениях" (И-196-56).

Б. Нанесение аэрированных цементно-песчаных растворов на защищаемую поверхность

5.13. Работы по нанесению аэрированных цементно-песчаных растворов на защищаемые поверхности с применением оборудования, указанного в пп. 3.1 - 3.4, производят в со-

ответствии со схемой, приведенной на рисунке.

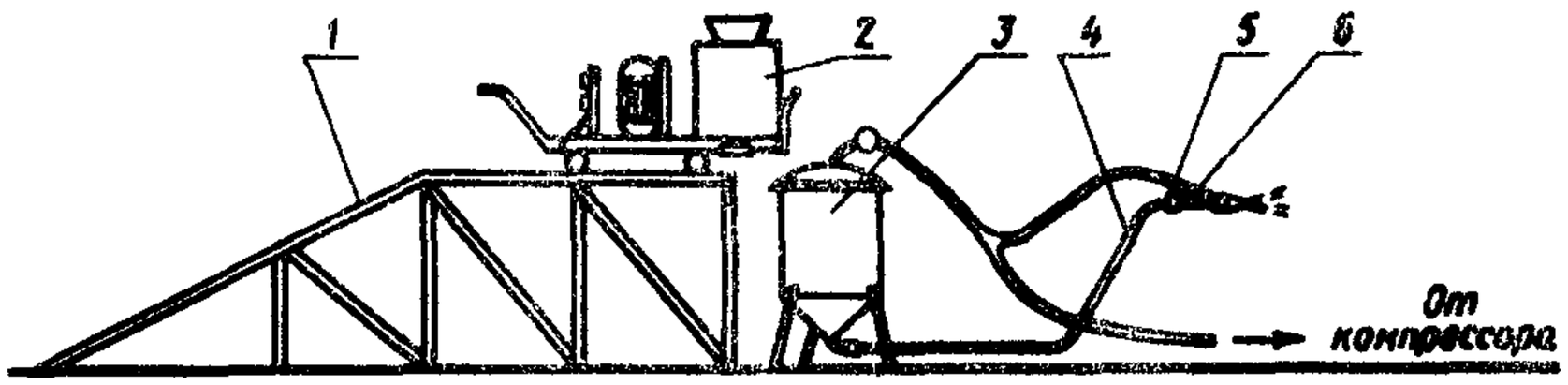


Схема производства работ:
I - эстакада; 2 - растворосмеситель; 3 - пневморастворонагнетатель; 4-растворовод; 5-пистолет; 6 - воздуховод

5.I4. При объеме покрытия более 500 м^3 комплект оборудования должен состоять из растворосмесителя емкостью I00л, двух пневморастворонагнетателей по I00 л каждый (или одного растворонасоса), пистолета для инъекции и двух пистолетов для торкретирования с гибкими резиновыми шлангами (материальными и воздушными).

5.I5. Перед нанесением аэрированных растворов защищаемая поверхность должна быть увлажнена водой или водным раствором тензида (п.5.6).

5.I6. Для бесперебойного и плавного транспортирования аэрированных цементно-песчаных смесей по растворопроводу к соплу пистолета необходимо в каждом случае определять величину оптимального давления в пневмонагнетательной (растворонасосной) установке.

Оптимальное давление следует рассчитывать согласно методике, разработанной Закавказской лабораторией ЦНИИСа (см.приложение 4).

5.I7. Величина давления сжатого воздуха в воздуховоде, подведенном к пистолету для распыления смеси при нанесении ее на обрабатываемую поверхность, должна быть не менее 2 атм при диаметрах материального растворовода I7-32 мм и не менее 3 атм - при диаметрах свыше 32 мм.

5.I8. Аэрированные растворы наносят на защищаемую

поверхность слоями толщиной 10-30 мм.

Поверхность уложенного слоя перед укладкой последующего следует увлажнять чистой водой, а при отрицательных температурах наружного воздуха (не ниже -5^{0}С) - водным раствором хлористых солей.

5.19. При торкретировании аэрированными цементно-песчаными растворами сопло пистолета необходимо располагать перпендикулярно обрабатываемой поверхности и перемещать по спирали. Расстояние между соплом и поверхностью должно быть 0,35-0,45 м.

5.20. Работы по нанесению аэрированных цементно-песчаных растворов нужно производить по возможности непрерывно.

В случае перерыва в работе до 10-15 мин аэрированная смесь, оставшаяся в растворопроводе, должна быть продвинута в сосуд пневмонагнетателя (воронку растворонасоса). Для этого зажимают сопло пистолета и открывают воздушный кран.

Перерывы более 20 мин не допускаются. В этом случае оборудование и шланги освобождают от раствора и промывают водой.

5.21. Работы по приготовлению и нанесению аэрированных цементно-песчаных растворов выполняются комплексной бригадой из пяти человек: моториста, обслуживающего механизмы, и четырех рабочих при технологических установках.

В период, когда торкретирование не производится, бригада переключается на подготовление работы (просеивание песка, расчистку откосов, бурение шпуров, установку анкеров, навешивание сетки и др.).

В. Уход за аэрированным цементно-песчаным защитным покрытием в период твердения раствора

5.22. Аэрированные цементно-песчаные покрытия в период схватывания и твердения раствора следует предохранять от высыхания, сотрясений и механических повреждений.

5.23. Периодическое увлажнение аэрированных покрытий водой производят в течение 10-15 дней с момента их нанесения в зависимости от температуры воздуха (табл.4).

Таблица 4

Температура воздуха днем в тени, °С	20	30	40	50
Наименьшее число увлажнений аэрированного покрытия в течение суток	2	4	6	8

Первые трое суток с момента нанесения аэрированных растворов, а также при нахождении покрытия на солнце число увлажнений следует увеличить в 1,5 раза.

УІ. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РАБОТ

6.1. Лаборатория строительной организации должна осуществлять тщательный контроль за качеством и правильным хранением материалов и приготовлением аэрированного цементно-песчаного раствора.

6.2. Перед укладкой аэрированных растворов, а также в период производства работ, не реже чем один раз в месяц, производят лабораторные испытания цемента (ГОСТ 310-60) и песка (ГОСТ 8735-65; ГОСТ 8736-67).

Испытание аэрированной цементно-песчаной смеси, а также порядок изготовления и испытания аэрированных конт-

рольных образцов должны выполняться согласно требованиям приложения 5.

6.3. Перед укладкой первого слоя аэрированного цементно-песчаного раствора руководитель работ проверяет качество подготовки обрабатываемой поверхности под покрытие.

6.4. Дозировка компонентов и приготовление аэрированных цементно-песчаных смесей контролируется согласно пп. 4.6, 4.7 настоящих Рекомендаций и проверяется производителем работ.

6.5. Толщину наносимого защитного покрытия контролируют по предварительно установленным маякам (из расчета один маяк на 5-6 $см^2$ поверхности).

Маяки изготовляют из проволоки диаметром 5-6 мм и закрепляют на обрабатываемой поверхности цементно-песчаным раствором.

6.6. Качество защитного аэрированного покрытия оценивают через 28 дней после нанесения последнего (облицовочного) слоя раствора:

а) наружным (визуальным) осмотром с остукиванием покрытия;

б) испытанием контрольных образцов согласно указаниям приложения 5;

в) определением прочности покрытия эталонным молотком (Шмидта, конструкции К.П.Кашкарова, ЦЭБ) согласно "Временным указаниям по определению прочности бетона и раствора в конструкциях эталонным молотком" (ВСН 13-61) или импульсным ультразвуковым методом ;

г) выпиливанием (или высверливанием) образцов с защитного покрытия и их испытанием.

6.7. Готовое защитное покрытие из аэрированных цементно-песчаных растворов должно отвечать следующим требованиям:

- соответствовать размерам, предусмотренным проектом;

- на поверхности покрытий не должно быть усадочных трещин, местных вздутий и отслаиваний;

- при простукивании покрытие не должно "бунить" (издавать глухой или дребезжащий звуки);

- результаты контрольных испытаний должны соответствовать требованиям, изложенным в п.I.7 настоящих Рекомендаций.

6.8.Приемка работ по выполнению защитных покрытий из аэрированных цементно-песчаных растворов производится приемочной комиссией с учетом требований СНиП Ш-А. I0-66 "Правил приемки в эксплуатацию законченных строительством новых линий, вторых путей, предприятий, зданий и сооружений железнодорожного транспорта" (ЦУКС/2056) и настоящих Рекомендаций.

6.9.Исполнительная документация, составляемая при производстве работ и предъявляемая при сдаче объекта, включает:

а) журнал работ по установленной форме;

б) карточки подбора составов аэрированных цементно-песчаных смесей с обязательным приложением копии сертификатов на вспенивающую добавку;

в) акты лабораторных испытаний материалов и контрольных образцов;

г) акты на скрытые работы (с указанием толщины удаленного слоя выветрившейся породы, глубины заделки анкерных стержней, способа крепления металлической торкрет-сетки и ее размеры).

6.I0. По результатам натурного осмотра защитного покрытия, проверки его качества и соответствия проектной и исполнительной документации приемочная комиссия устанавливает готовность объекта и составляет акт приемки установленной формы.

УП. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

7.I. При производстве работ по защите скальных выемок от выветривания и разрушения аэрированными цементно-

песчаными растворами надлежит соблюдать требования СНиП Ш-А.II-62 "Техники безопасности в строительстве", "Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением", "Правил технической эксплуатации и безопасности обслуживания электроустановок промышленных предприятий", "Правил по технике безопасности и производственной санитарии при производстве работ в путевом хозяйстве (ЦП-2083), "Правил по технике безопасности и производственной санитарии при работах по реконструкции и капитальному ремонту искусственных сооружений" и другие действующие инструкции, постановления, правила и приказы по мерам безопасности на железнодорожном транспорте.

7.2. Оборка неустойчивых в обвальном отношении скальных обломков с откосов или склонов с последующим удалением выветрившегося слоя должна производиться, как правило, сверху вниз; при этом разработка породы одновременно на нескольких ярусах запрещается.

7.3. Срезочные и оборочные работы на откосах или склонах высотой более 5 м следует выполнять с соблюдением правил безопасности, установленных для горно-обвальных бригад (приложение 6).

7.4. На эксплуатируемых железных дорогах оборудование, материалы и необходимый инвентарь следует располагать за пределами габарита приближения строений "С" (ГОСТ 92 38-59) в состоянии, исключающем возможность их опрокидывания или произвольные смещения.

7.5. Рубильники должны быть закрытого типа; их следует устанавливать непосредственно у агрегатов. Исправления электропроводки и электрокабелей, а также другие работы, связанные с ремонтом электроустановок и электроинструмента, должен выполнять моторист-электрик.

7.6. Растворонагнетатели, работающие под давлением сжатого воздуха, до начала работ должны быть испытаны. Давление в нагнетателе не должно превышать установленной паспортом величины рабочего давления.

7.7. Открывать крышку нагнетателя для загрузки его смесью, а также выпускной кран для очистки горловины разрешается только после выпуска через специальный кран оставшегося в резервуаре воздуха.

7.8. Вращающиеся части растворонасоса должны быть в местах возможного к ним случайного доступа, надежно и прочно ограждены или заключены в прочные и неподвижно укрепленные кожуха.

7.9. До начала работ по укладке раствора необходимо проверить исправность агрегатов, шлангов и надежность их соединений.

7.10. Для работы на высоте нужно устраивать прочные леса, настилы и подмости или применять подъемные устройства (подвесные подмости, люльки и др.) с прочными ограждениями и лестницами.

7.11. Производить работы по нанесению защитных покрытий с отдельно положенных досок, не скрепленных в щиты настила, а также с лестниц и неустойчивых подмостей запрещается.

7.12. Все работы на электрифицированных участках следует организовать таким образом, чтобы исключить возможность приближения рабочих и применяемых ими приспособлений, материалов и оборудования к находящимся под напряжением частям контактной сети на расстояние ближе 2 м.

7.13. При необходимости приближения по условиям производства работ к находящимся под напряжением частям контактной сети на расстоянии менее 2 м напряжение в контактной сети должно быть снято на весь период работ.

Приступать к этим работам на электрифицированных участках разрешается только после приказа энергодиспетчера

и после заземления контактной сети на месте работ.

7.I4. Рабочие, приготавливающие и наносящие аэрированные цементно-песчаные растворы, должны быть обеспечены спецодеждой, рукавицами и защитными очками.

7.I5. Бригада рабочих, занятая на защите откосов скальных выемок от выветривания и разрушения аэрированными цементно-песчаными растворами, должна пройти обязательный техминимум и специальный инструктаж по эксплуатации и уходу за оборудованием.

Приложение 1

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И УКЛАДКИ АЭРИРОВАННЫХ ЦЕМЕНТНО-ПЕСЧАНЫХ РАСТВОРОВ

Аэрированные цементно-песчаные растворы приготавливают в растворосмесительной установке.

Растворосмеситель представляет собой барабан, внутри которого расположен рабочий вал, снабженный пенообразующими и раствороперемешивающими лопастями.

В нижней боковой части смесительного барабана имеется разгрузочное окно. Рабочий вал приводится во вращение от электродвигателя.

Техническая характеристика растворосмесителя

Емкость барабана	115 л
Объем замеса	100 л
Максимальная производительность	1,5 $м^3$/ч
Мощность двигателя	Не более 3,5 квт
Количество пенообразующих лопастей	3 шт
Количество раствороперемешивающих лопастей	3 шт
Габариты:	
длина	2040 мм
ширина	1100 мм
высота	1200 мм

Приготовленная в смесителе аэрированная цементно-песчаная смесь транспортируется по растворопроводу к соплу пистолета пневмонагнетательной или растворонасосной установкой.

Пневмонагнетатель состоит из резервуара, изготовленного из двух частей: цилиндрической и конической, крышка, специальных зажимов-струбцин, выходной горловины, сферического диска с резиновым ободом и рамы с колесами.

На крышке нагнетателя имеются отверстия для установки редуктора, предохранительного клапана, манометра и крана для выпуска воздуха. К горловине присоединяется растворовод.

Герметичность соединения крышки с резервуаром достигается с помощью резиновой прокладки, устанавливаемой внутри крышки или в пазу нижнего фланца насадки, применяемой для увеличения объема нагнетателя.

Техническая характеристика пневмонагнетателя

Объем загрузочного
резервуара.....56/II4 [x] л
Максимальное давление..... 5 атм
Производительность..... До I,5 м^3
Высота установки.....900/I400 мм
Вес ..... I20/I80 кг

---

[x] Числитель без насадки, знаменатель - с насадкой.

Указанные растворосмеситель и пневмонагнетатель изготовлены опытным заводом путевых машин и механизмов ЦНИИ МПС по проекту НТКБ ЦП МПС.

При укладке аэрированных растворов применяются обычные растворонасосы для транспортирования цементно-песчаных смесей.

Техническая характеристика некоторых употребляемых для этой цели растворонасосов приведена в таблице.

Показатели	Единицы измерения	С-251	С-263	Комплект ПТКБ ЦП	НКН-1[x]
Производительность	$м^3/ч$	1,0	3,0	3,5	4,0
Максимальное рабочее давление	атм	10	15	15	15
Мощность двигателя	квт	1,7	2,8	3,5	3,2
Количество оборотов двигателя	об/мин	930	1420	1460	960
Габариты:					
длина	мм	1160	1160	2360	1480
ширина	мм	450	470	1240	1050
высота	мм	760	760	520	680

[x] Растворонасос НКН-1 (механического завода Ленметростроя) используется только для инъекции трещин.

Приложение 2

ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И НАНЕСЕНИЯ АЭРИРОВАННЫХ ЦЕМЕНТНО-ПЕСЧАНЫХ РАСТВОРОВ

I. Механизмы для приготовления и нанесения аэрированных цементно-песчаных растворов следует размещать таким образом, чтобы в процессе производства работ требовалось их минимальное перемещение.

2. Для обеспечения нормальной работы оборудования, снижения расхода сжатого воздуха материальные шланги должны быть уложены и закреплены без перегибов с минимальным количеством поворотов максимально возможного радиуса.

3.В процессе работы по укладке аэрированных растворов необходимо предотвращать возможность появления в шланге и сопле пробок. Для этого следует:

а) тщательно просеивать песок и цемент, не допуская их дальнейшего загрязнения;

б) строго соблюдать дозировку материалов и выполнять технологию приготовления смеси;

в) правильно назначать и обеспечивать постоянство давления в установках при транспортировании аэрированной смеси;

г) при необходимости прекращения подачи раствора к пистолету следует перекрывать кран у выходной горловины растворонагнетателя или магистральный - у растворонасоса;

д) имеющийся на пистолете кран дополнительной подачи воздуха для распыления смеси держать постоянно открытым;

е) не загружать в нагнетательные установки аэрированные смеси подвижностью менее 9 см по погружению конуса СтройЦНИИЛа;

ж) ежедневно после окончания смены тщательно промывать смеситель, растворонагнетатель, растворонасос, шланги, пистолеты.

4. В случае прекращения подачи раствора при загруженном растворонагнетателе или бункере растворонасоса необходимо выполнить последовательно (до ликвидации "пробки") следующие операции:

а) повысить давление в пневмонагнетательной (растворонасосной) установке ступенями по 0,5 атм. После ликвидации "пробки" давление вновь снижается до расчетного;

б) подать поступающий к пистолету сжатый воздух в шланг.

Для этого необходимо следующее:

- перекрыть редукционный клапан для прекращения подачи воздуха в нагнетатель;

- открыть спускной кран и удалить воздух из нагнетателя;

- остановить двигатель у растворонасоса и открыть кран циркулярного растворовода;

- закрыть выходное отверстие пистолета рукавицей или специальным наконечником. Операцию повторяют два-три раза, в результате чего раствор, находящийся в растворово де, перемещается в нагнетатель или бункер растворонасоса. После такой прочистки продолжают укладку раствора;

в) перекрыть подачу сжатого воздуха в пневмонагнетатель или открыть кран циркулярного растворовода у растворонасоса; перекрыть кран у горловины нагнетателя, после чего разъединить шланг и очистить его продуванием сжатого воздуха.

Отверстия и каналы пистолета, а также горловину нагнетательной установки прочищают после съема давления в резервуаре стальной проволокой.

5. Уход за оборудованием осуществляется согласно инструкции завода-изготовителя.

6. Двигатель смесителя запускают после заливки в барабан воды и вспенивающей добавки.

Пену приготавливают при низких оборотах вала смесителя (не более 550 об/мин). При отсутствии такой возможности (односкоростной электродвигатель с большим числом

оборотов ротора) периодически отключают рубильник.

7. Не менее одного раза в декаду следует разбирать и промывать вал смесителя с лопастями.

8. Во избежание разбрызгивания раствора в процессе его приготовления загрузочное отверстие барабана растворосмесителя должно быть закрыто конусной крышкой.

9. Перед запуском растворонасоса необходимо залить в его бункер небольшое количество воды для смазки ротора и статора; при этом ротор нужно несколько раз повернуть.

I0. При работе растворонасоса в бункере всегда должен быть запас раствора, чтобы предотвратить засасывание воздуха.

II. Перед загрузкой пневмонагнетательной установки кран выпуска раствора должен быть закрыт. Загрузка производится на 5 см ниже края резервуара. После установки сферического диска и закрытия крышки регулируют давление и открывают выпускной кран. В момент открывания выпускного крана растворный кран пистолета должен быть открытым.

I2. В процессе транспортирования аэрированной смеси по растворопроводу нельзя допускать резкого повышения давления в нагнетательных установках.

Приложение 3

ПОДБОР СОСТАВА АЭРИРОВАННЫХ ЦЕМЕНТНО-ПЕСЧАНЫХ РАСТВОРОВ ДЛЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ

Наименование тензида	Промышленное название	Состав раствора Ц/П	В/Ц	Марка цемента	Средний расход цемента на 1 м³ аэрированной смеси, кг	Количество вспенивающей добавки от веса цемента, %	Средняя прочность раствора на 28 дней, кГ/см²
Алкилсульфат	Типол "Прогресс"	I:I	0,4	400	510	0,25	150
		I:I,5	0,45	400	420	0,25	110
		I:2	0,55	400	320	0,30	110
		I:2,5	0,60	400	270	0,45	90
		I:3	0,70	400	250	0,60	70
Алкилсульфонат	Сульфанолы упаренные (СПС, НП, ДС-РАС и др).	I:I	0,4	400	510	0,20	230
		I:I,5	0,45	400	420	0,25	220
		I:2	0,55	400	320	0,30	190
		I,2,5	0,60	400	270	0,34	170
		I:3	0,70	400	250	0,40	90

Наименование тензида	Промышленное название	Состав раствора Ц/П	В/Ц	Марка цемента	Средний расход цемента на $1м^3$ аэрированной смеси, кг	Количество вспенивающей добавки от веса цемента, %	Средняя прочность раствора на 28 дней, $кГ/см^2$
	Сульфанол жидкий (СЖС, "Экстра")	I:I	0,4	400	5I0	0,I5	200
		I:I,5	0,45	400	420	0,20	I80
		I:2	0,55	400	320	0,30	I20
		I:2,5	0,60	400	270	0,40	I00
		I:3	0,70	400	250	0,45	80
Алкилфенол-полигликолевый эфир	Оксиэтилированный алкилфенол ОП-7, ОП-I0	I:I	0,4	400	5I0	0,25	220
		I:I,5	0,45	400	420	0,30	2I0
		I:2	0,55	400	320	0,35	200
		I:2,5	0,6	400	270	0,40	I80
		I:3	0,70	400	250	0,45	90

Примечания. I. Количество вспенивающей добавки, вводимой в растворную смесь приведено для добавок с расчетным содержанием активного вещества. Расчетное содержание активного вещества вспенивающих добавок принимается по табл.I п. 2.6 настоящих Рекомендаций.

2. Для улучшения показателей по водонепроницаемости, количество вспенивающей добавки следует увеличивать на 5-I0%.

Приложение 4

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ОПТИМАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ В ПНЕВМОНАГНЕТАТЕЛЬНОЙ (РАСТВОРОНАСОСНОЙ) УСТАНОВКЕ

При торкретировании аэрированными цементно-песчаными растворами необходимо правильно определять величину оптимального давления в пневмонагнетательной (растворонасосной) установке, зависящей от производительности установки (скорости транспортирования смеси), диаметра и расположения (в плане) растворовода, дальности и высоты подачи, характера движения смеси, а также ее свойств и конструктивных (фасонных) частей в сети растворовода.

При правильном подборе величины оптимального давления в установках по нанесению аэрированных растворов под любым углом нанесений "отскок " материала, т.е. его потеря, практически отсутствует, тогда как при других видах торкретирования (торкрет-бетон, набрызг-бетон) объем "отскока" достигает 30 и даже 40%.

При неправильном выборе величины оптимального давления транспортирование смеси по раствороводу может происходить толчками с частыми забивками и разрывами шлангов. В таких случаях смесь выбрасывается из сопла пистолета выстрелообразно, и покрытия получаются некачественными (низкая прочность и плотность), с большим "отскоком" раствора при нанесении.

Пневмонагнетательная установка осуществляет равномерное (установившееся) продвижение аэрированной смеси по раствороводу, растворонасосная установка- неравномерное (неустановившееся).

Величину оптимального давления в установках по нанесению аэрированных растворов можно определить по формуле

$$P_{опт} = P_2 = \Sigma L_2 + P_н \Sigma L_н + 0,5 \text{ атм}, \qquad (I)$$

где $P_г$ – величина сопротивления I пог.м горизонтально расположенного растворовода, атм.;

$\Sigma L_г$ – дальность горизонтального транспортирования смеси с учетом эквивалентных длин изгибов растворовода и конструктивных вставок, м;

$P_н$ – величина сопротивления I пог.м наклонно расположенного, атм;

$\Sigma L_н$ – дальность наклонного транспортирования смеси, м.

Величины сопротивления $P_г$ могут быть определены различными способами.

1. При равномерном движении аэрированных цементно-песчаных смесей состава 1:I, I:2 и I:3 по горизонтальному раствороводу (резиновые шланги) диаметром I7, 30 и 38 мм $P_г$ определяют из графиков, показанных на рис.1.

При пользовании растворонасосом эти величины умножают на коэффициент перехода к неравномерному движению, равный I,3.

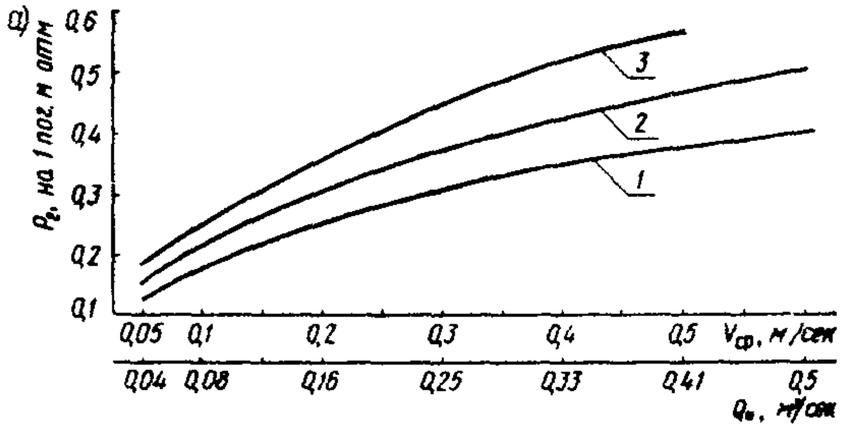
2. При различных производительностях установки, диаметров шлангов и режимах смеси $P_г$ определяют по формуле

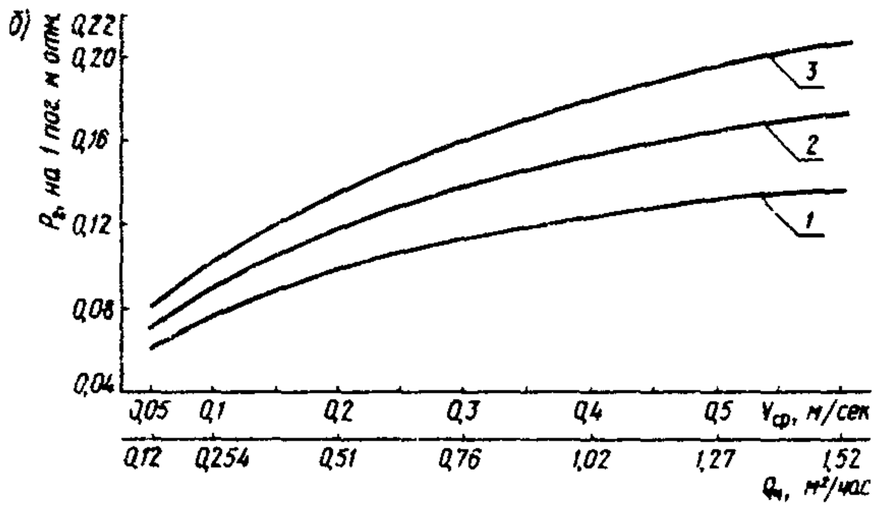
$$P_г = P'_г \, K_Q \, K_\alpha \, K_{н.д} , \qquad (2)$$

где $P'_г$ – величина сопротивления при равномерном движении аэрированной смеси подвижностью I0 см по горизонтально расположенному раствороводу диаметром I7 мм и производительностью пневмонагнетательной установки $Q_2 = 0,08$ м^3. Величины $P'_г$ для смесей составов I:I, I:2, I:3 приведены в таблице;

K_Q – коэффициент изменения величин сопротивления в зависимости от производительности установки (рис.2). Зависимость средней скорости транспортирования от производительности установки определяется по формуле

$$V_{ср} = \frac{LQ}{\pi \alpha^2} ; \qquad (3)$$





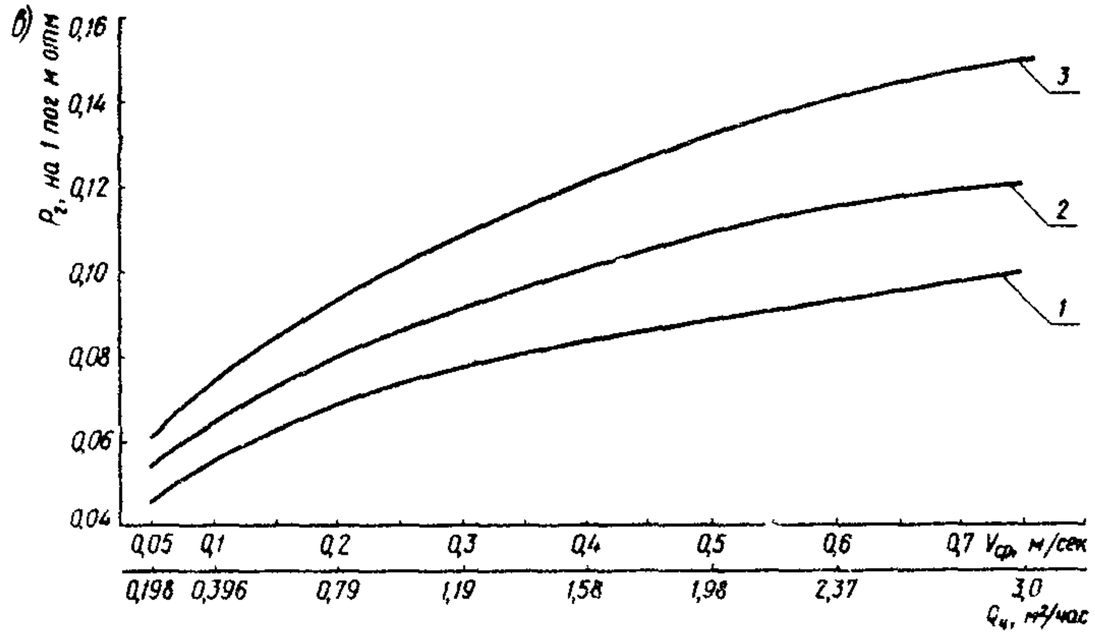


Рис.I. Величины сопротивлений при установившемся движении аэрированных цементно-песчаных растворов состава I:I (I), I:2 (2) и I:3 (3) подвижностью I0 см по резиновым шлангам: а - d = I7 мм, б - d = 30 мм, в - d = 38 мм

K_{α} – коэффициент изменения величин сопротивлений в зависимости от диаметра растворовода (рис.3);

$K_{н.э}$ – коэффициент перехода от равномерного (установившегося) к неравномерному (неустановившемуся) движению.

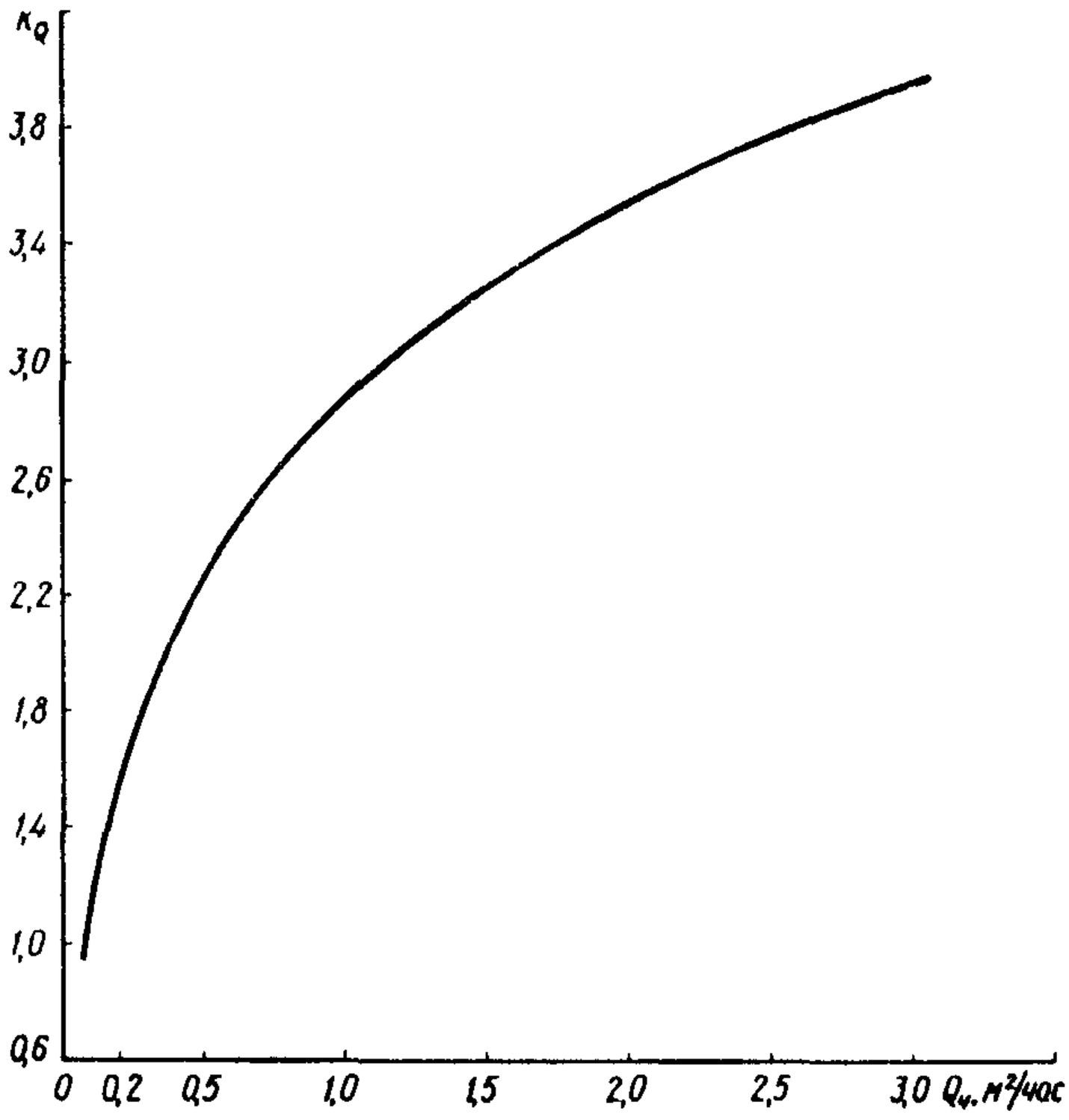


Рис.2. График значений коэффициента K_Q

3. Величины сопротивления $P_г$ можно определять по видоизмененной формуле Шведова-Бингама для структурных жидкостей

$$P_г = \frac{K_{теор}\, K_{н.э}}{10000}\left(\frac{32\eta V_{ср}}{\alpha^2} + \frac{16\tau_0}{3\alpha}\right), \qquad (4)$$

где $K_{теор}$ – экспериментально выведенный коэффициент, зависящий от скорости транспортирования аэрированной смеси.

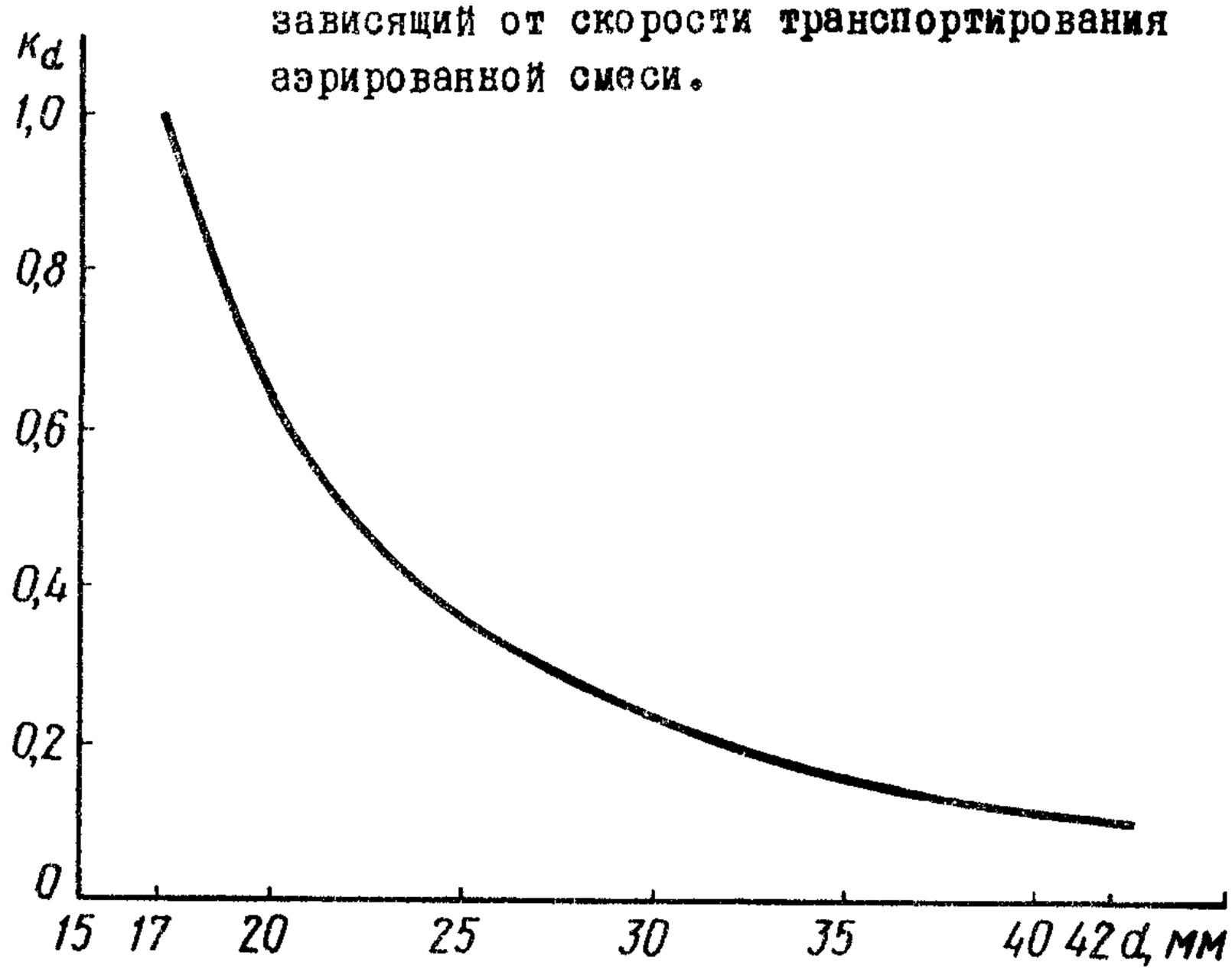


Рис.3. График значений коэффициента K_Q

При средней скорости транспортирования аэрированной смеси

$$V_{ср} \leq 0{,}06 \text{ м/сек} - K_{теор} = 1\,. \qquad (5)$$

$$\text{При } V_{ср} > 0{,}06 \text{ м/сек } K_{теор} = \frac{1}{1{,}5V + 0{,}9};$$

$K_{н.д}$ = I – для пневмонагнетательной установки;

$K_{н.д}$ = I,3 – для растворонасосной установки;

η – величина вязкости аэрированной смеси, измеряемая ротационными вискозиметрами системы Воларовича, кГ•сек/м^2;

τ_0 – предельное напряжение сдвига, определяемое тем же прибором, кГ/см^2;

d – диаметр растворовода, м.

Величины η и τ_0 для аэрированных смесей составов I:I,I:2 и I:3, подвижностью I0 см можно принимать по таб-

лице настоящего приложения.

Величина сопротивления 1 пог.м наклонно расположенного растворовода $P_н$ определяется по формуле

$$P_н = P_г + P_в \sin \alpha , \qquad (6)$$

где α - угол наклона растворовода к горизонту;

$P_в$ - вес I пог.м вертикального столба смеси

$$P_в = \gamma h ,$$

где γ - объемный вес смеси, кг/см^3 (см.таблицу);

h - высота столба, см.

Состав аэрированной смеси	$P_г'$ атм	τ_0 кГ/см^2	η кГ.сек/м^2	γ кг/см^3
I:I	0,I8	2,2	0,I00	I,75
I:2	0,22	2,8	0,I25	I,69
I:3	0,26	2,9	0,I55	I,6I

Сопротивление движению аэрированной смеси в поворотных участках (изгибах) растворовода, а также в конструктивных вставках (переходных коленах, штуцерах и конусах) определяют по эквивалентным длинам горизонтальных прямолинейных участков растворовода, на котором потери давления на трение равны потерям, вызываемым данным местным сопротивлением.

Имеющиеся в сети растворовода конструктивные вставки заменяют эквивалентными длинами прямых участков.

Наименование элемента	Эквивалентные длины прямых участков,м
Поворот растворовода под углом 90°	4,0
Поворот растворовода под углом 60°.....	I,5

Наименование элемента	Эквивалентные длины прямых участков, м
Колено, изогнутое под углом 90°.....	6,0
Колено, изогнутое под углом 45°.....	3,0
Переходный штуцер с α = 38 мм на α = 30 мм.....	2,0
Переходный штуцер с α = 30 мм на α = 17 мм.....	1,5
Переходный конус с α = 38 мм на α = 30 мм.....	1,5
Переходный конус с α = 30 мм на α = 17 мм.....	1,0
Переходный конус с α = 38 мм на α = 17 мм ..... (при длине конуса 1 м).....	2,5

Приложение 5

МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЯ АЭРИРОВАННЫХ ЦЕМЕНТНО-ПЕСЧАНЫХ СМЕСЕЙ И КОНТРОЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ

Пластичность (подвижность) аэрированных цементно-песчаных смесей определяются в см погружения конуса СтройЦНИИЛа по ГОСТ 5802-66.

Расслаиваемость аэрированной смеси находят по ГОСТ 5802-66 со следующими изменениями: цилиндрический сосуд, состоящий из трех частей, заполняют раствором через сопло пистолета, а не вибрированием. Объем погружения конуса СтройЦНИИЛа (в $см^3$) измеряется через 30 мин после заполнения сосуда.

Воздухововлекаемость определяют по ГОСТ 5802-66, а объемный вес и водопоглощение аэрированных растворов - по ГОСТ 5802-66.

Водонепроницаемость аэрированных растворов принимают по ГОСТ 4800-69 со следующими отступлениями: выдержка каждой ступени давлением воды составляет 4 ч. Величина первой ступени давления 0,5 атм.

Предел прочности на сжатие определяют по ГОСТ 5802-66; морозостойкость раствора - по ГОСТ 5802-66.

Сцепление (адгезия) аэрированных растворов с породой определяют на разрывной машине в формах "восьмерок". Из обломков скальной породы вырезают на камнерезном станке две половинки "восмерок" (размер формы принимают по паспорту разрывной машины) толщина аэрированного шва 50 мм (раствор наносится пистолетом). Адгезию аэрированного раствора находят по формуле

$$A_{ад} = \frac{N_{отр}}{F_к},$$

где $N_{отр}$ - отрывающее усилие, необходимое для преодоления сил сцепления $A_{ад}$;

$F_к$ – суммарная площадь всех контактирующих поверхностей (аэрированный раствор – порода).

Сцепление (адгезию) аэрированных растворов с породой можно определять также по ГОСТ 5802-66.

Для испытания прочности, морозостойкости, водопоглощения и объемного веса изготавливают контрольные образцы в форме кубов размером 7,07 х 7,07 х 7,07 см.

На водонепроницаемость следует испытывать образцы в форме дисков диаметром 15 и высотой 4 см.

Образцы изготавливают путем нанесения аэрированного раствора пистолетом в формы.

Хранение контрольных образцов атмосферное.

Образцы изготавливают и испытывают при следующей периодичности:

а) е ж е с м е н н о: три образца для испытания на прочность;

б) н а к а ж д ы е 500 м^2 покрытия: три образца для испытания на водонепроницаемость, три образца на водопоглощение и шесть образцов – на морозостойкость;

в) н а к а ж д ы е 1000 м^2 покрытия: три образца для испытания на сцепление с породой (адгезию).

Приложение 6

УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ ГОРНО-ОБВАЛЬНЫХ БРИГАД

1. К работе в горно-обвальных бригадах могут быть допущены мужчины в возрасте от 18 до 55 лет, овладевшие альпинисткой техникой восхождения к труднодоступным местам горных склонов, освоившие приемы страховки и самостра - ховки, сдавшие испытания в знании правил и инструкций по кругу своих обязанностей и признанные медицинской комиссией годными для выполнения верхолазных работ.

§ 2. Все проводимые горно-верхолазные работы следует производить под постоянным надзором производителя работ.

§ 3. При работе все верхолазы должны надевать предохранительные каски и, находясь при канате, закрепляться к нему предохранительным поясом. Верхолазы должны быть обеспечены специальными горными ботинками и предохранительными очками, сделанными из небьющегося стекла.

§ 4. Предохранительные пояса и канаты должны иметь паспорта и бирки; при отсутствии таковых пояса и канаты должны быть испытаны в соответствии с ГОСТ 483-55 (канаты пеньковые") или ГОСТ 10293-67 ("Канаты капроновые").

§ 5. При привязывании каната рабочий должен постоянно находиться у места закрепления во избежание ослабления закрепления или отвязывания каната посторонними лицами.

§ 6. При съемке отдельных камней верхолаз обязан находиться в безопасном месте. Каждый верхолаз должен быть привязан двумя канатами - рабочим и запасным (на случай перерезывания каната).

§ 7. Рабочие и сигналисты, находящиеся в выемке, должны находиться в безопасном месте. Хождение по откосам или склонам запрещено на весь период производства этих работ.

§ 8. Производство работ способом подкопа запрещается.

Перед началом работ бригадир горно-обвальной бригады должен разъяснить рабочим бригады их обязанности, правила личной безопасности; приступать к работе следует только после того, как он убедится в исправности канатов, полсов и знаний рабочими правил личной безопасности.

§ 10. При производстве работ ответственность за соблюдение правил личной безопасности несет бригадир горно-обвальной бригады.

Редактор Г.А.Мишина
Корректор М.Ф.Шувалова

Подп.к печ. 6/IУ-72 г. Л5I656.
Заказ 54.Объем 2,8 п.л.Тираж 200 экз
Ротапринт ЦНИИСа