Министерство угольной промышленности СССР

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ОРГАНИЗАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ ШАХТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
В Н И И О М Ш С

ИНСТРУКЦИЯ

ПО ПРИГОТОВЛЕНИЮ И ПРИМЕНЕНИЮ БЕТОНОВ И РАСТВОРОВ ДЛЯ ГОРНЫХ РАБОТ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Харьков 1987

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

Всесоюзный научно-исследовательский институт
организации и механизации шахтного строительства

В Н И И О М Ш С

УТВЕРЖДЕНО

Первый заместитель
министра

13 июля 1987 г.

И Н С Т Р У К Ц И Я

ПО ПРИГОТОВЛЕНИЮ И ПРИМЕНЕНИЮ БЕТОНОВ И РАСТВОРОВ ДЛЯ ГОРНЫХ РАБОТ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

РД 12.13.055-87

Харьков 1987

УДК 622.28:622.257.I22:693.5

Инструкция содержит основные требования к материалам для бетонных (растворных) работ, методы расчета и подбора составов бетонов, ориентировочные составы эффективных видов бетонов и растворов, указания по организации приготовления, транспортирования и укладки бетонной смеси в обычных условиях , а также в вечномерзлых и замороженных породах.

Работа основывается на действующих нормативных и инструктивных материалах. При составлении "Инструкции..." использованы научные разработки и труды ВНИИОМШСа, Криворожского филиала ВНИИОМШСа, НИИЖБ, ВНИИжелезобетона, МакИСИ, Проектной конторы треста Шахтспецстроя, треста Спецшахтобурения, КузНИИшахтостроя и других организаций.

В разработке "Инструкции..." принимали участие доктор техн. наук И.Г.Косков, кандидаты техн.наук С.А.Бернштейн(руководитель работы), Ф.И.Ягоцкин, В.А.Прагер,В.П.Друцко, инженеры Т.А.Крупченко (ответственный исполнитель), Л.С.Крестошевский, И.И. Харитонов, Б.В. Алферов, А.В.Будник, Е.И.Ишина, Б. Я.Зинченко, Н.Ф.Чекаловец - ВНИИОМШС; кандидаты техн.наук В.И.Тарасьев, Г.В.Свистун - УКС Минуглепрома СССР; канд.техн.наук Э.В.Казакевич, инженеры И.В.Жукова, Д.И.Пономаренко - Криворожский филиал ВНИИОМШС;инж. А.В.Быков - РО Укршахтострой; канд. техн.наук А.А.Макаров, инженеры Н.С.Бурего, Е.Б.Новик, Е.М.Маргулис - комбинат Донецкшахтострой; инж. И. И.Бурма - комбинат Ворошиловградшахтострой; инж. Б.И.Петрушенко - комбинат Днепрошахтострой; доктор техн.наук, профессор Ю.З.Заславский, канд.техн.наук Е.Б.Дружко, инженеры Е.П.Пирогов, И.Я.Чересло, Л.Г.Шарабарин - МакИСИ; доктора техн. наук, профессора В.Н.Москвин, Ф.М. Иванов, кандидаты техн.наук А.В.Лагойда, Б.А.Саввина - НИИЖБ; инженеры И.Ф.Лось, Л.Б. Кирина - Проектная контора треста Шахтспецстрой; инженеры А.К.Агарков, З.Л.Гордон, В.А.Турчин - трест Спецшахтобурение.

Все замечания и предложения по содержанию настоящей "Инструкции... просим направлять во ВНИИОМШС (3I0092, г.Харьков, ул.Отакара Яроша,I8).

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящая "Инструкция..." предназначена для использования при проектировании крепи стволов, сопряжений стволов с околоствольными выработками, наклонных и горизонтальных горных выработок, заполнения затюбингового пространства на строящихся, реконструируемых и эксплуатационных шахтах отрасли.

I.2. "Инструкция..." определяет основные положения интенсификации технологических процессов на стадиях приготовления, транспортирования и укладки бетонных (растворных) смесей, применительно к специфическим условиям проведения горных выработок с учетом работы крепи в условиях знако-переменных напряжений, постоянной влажности и температуры окружающей среды, ударных воздействий, наличия притоков напорных и безнапорных агрессивных шахтных вод, проходки выработок в обычных, вечномерзлых и замороженных породах.

I.3. "Инструкция..." определяет основные требования по улучшению качества производства бетонных работ при возведении крепи, повышения ее прочности, водонепроницаемости, коррозионной стойкости, долговечности, применения прогрессивных составов бетонов (растворов) для традиционных и облегченных видов крепи, способствующих увеличению темпов проходки, повышения производительности труда, увеличению межремонтного срока службы крепи.

I.4. В "Инструкции..." представлены основные положения химизации бетона (раствора), применения химических добавок, в том числе и суперпластификаторов, а также минеральных добавок, позволяющих повысить качество бетонной крепи, снизить расходы цемента и других материальных и трудовых ресурсов. Приведены технологические схемы и перечень унифицированного оборудования для хранения, приготовления, транспортирования и дозирования водных растворов химических добавок.

I.5. В "Инструкции..." показатель бетонов по прочности на сжатие приведен в марках. Методика перевода марки бетона в класс (в соответствии со СНиП 2.03.0I - 84) приведена в приложении.

2. ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ

2.I. Материалы для приготовления бетона должны отвечать требованиям, изложенным в соответствующих действующих государственных и отраслевых стандартах.

2.2. Цемент. Вид и марка цемента при отсутствии притоков в горные выработки агрессивных шахтных вод должны отвечать требованиям ГОСТ I0I78-85; при наличии агрессивных вод - требованиям ГОСТ 22266-76

Вид цемента следует назначать в соответствии с нормами агрессивности воды - среды для бетона шахтной крепи, расположенной в безнапорных (табл.I) и напорных водах (табл.2).

2.3. Рациональные марки цементов для разных видов и марок бетонов приведены в табл.3.

2.4. Мелкий заполнитель. Песок для бетона должен отвечать требованиям ГОСТ I0268-80, ГОСТ 8736-77.

При наличии агрессивных шахтных вод содержание отмучиваемых частиц в песке для бетона должно быть не более I% по массе.

При загрязненности песка выше допустимой стандартом его необходимо промывать.

2.5. Модули крупности и полные остатки на сите № 063 для разных групп песков приведены в табл.4.

Для возведения крепи горных выработок следует применять пески с модулем крупности I,5 - 2,5. При отсутствии песков с указанными модулями допускается после соответствующих испытаний, технико-экономических обоснований и согласования с вышестоящей организацией применять более мелкие пески, отсев каменной мелочи, получаемый от дробления породы на щебень, золошлаковую смесь из отвалов тепловых электростанций.

Таблица I

Характеристика бетона		Показатели воды-среды								
Марка по водонепроницаемости	Максимальное водоцементное отношение	Водородный показатель pH	Бикарбонатная щелочность, мг. экв/л или град.	Содержание свободной углекислоты, мг/л	Содержание магнезиальных солей, мг/л	Содержание сульфатов в мг/л в пересчете на ионы SO_4^{2-} при содержании ионов Cl^-				
						⩾ 1000 мг/л при применении		< 1000 мг/л при применении		
						портландцемента	сульфатостойкого портландцемента	портландцемента	сульфатостойкого портландцемента	
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Для слабофильтрующих грунтов (Кф < 0,1 м/сутки)										
W 4	0,60	5,0	не нормируется	I50	2000	(I50+0,I5 Cl^-) I000	> 3000	>300	>I200	
W 6	0,55	5,0	-"-	не нормируется	2500	(350+0,I5 Cl^-) I400	> 5000	>500	>I400	
W 8	0,45	3,9	-"-	-"-	3000	(450+0,I5 Cl^-) I700	> 6000	>600	>I700	
WI2	0,40	3,0	-"-	-"-	3500	(650+0,I5 Cl^-) 2300	>7500	> 800	>2000	
Для сильнофильтрующих грунтов (Кф ⩾ 0,1 м/сутки)										
W4	0,6	⩽ 6,5	I,4(4^0)	I00	I000	(I50+0,I5 Cl^-) ⩾ I000	> 3000	> 300	>I000	
W6	0,55	⩽ 5,9	0,7(2^0)	I50	I500	(250+0,I5 Cl^-) ⩾ I200	>4000	>400	>I200	

Продолжение табл. I

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
W 8	0,45	≤5,4	0,7(2^0)	не нормируется	2000	(350+0,I5ℓ)≥I400	>5000	>500	>I400
W I2	0,40	≤5,0	не нормируется	-"-	3000	(450+0,I5ℓ)≥I700	>7000	>800	>I700

Примечания: I. В графах 3-I0 приведены предельные значения показателей, выше или ниже которых вода - среда является агрессивной для бетона с указанной в графе I маркой по водонепроницаемости.

2. Марку бетона по водонепроницаемости определяют в возрасте 28 суток, руководствуясь ГОСТ I27305-84.

3. При применении чугунных тюбингов нормы агрессивности воды-среды назначают такими же, как и при напоре до I0 м.

4. При напоре 300 м и более (при отсутствии чугунных тюбингов) нормы агрессивности воды-среды устанавливаются экспериментально.

Таблица 2

Характеристика бетона		Показатели воды – среды							
Марка по водонепроницаемости	Максимальное водоцементное отношение	Водородный показатель pH	Бикарбонатная щелочность, мг.экв/л или град.	Содержание свободной угле-кислоты, мг/л	Содержание магнезиальных солей, мг/л	Содержание сульфатов в мг/л в пересчете на ионы SO_4^{2-} при содержании ионов Cl^-			
						≥1000мг/л при применении		<1000 мг/л при применении	
						портландцемента	сульфатостойкого портландцемента	портландцемента	сульфатостойкого портландцемента
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
				При напоре до I0 м					
W 4	0,60	6,5	I,07(3°)	50	I000	(I50–0,I5Cl^-) ≥I000	>3000	>250	>I000
W 6	0,55	5,9	I,07(3°)	I00	I500	(250–0,I5Cl^-) ≥I200	>4000	>400	>I200
W 8	0,45	5,4	не нормируется	I50	2000	(350–0,I5Cl^-) >I400	>5000	>500	>I400
W I2	0,40	5,0	–"–	200	3000	(450–0,I5Cl^-) ≥I700	>7000	>800	>I700
				При напоре от I0 до I00м					
W 6	0,55	≤ 6,0	≥I,07(3°)	> 50	>I000	> 250	> 3000	>250	>I000
W 8	0,45	≤ 5,9	≥I,07(3°)	>I00	>I500	>400	>4000	>400	>I500
W I2	0,40	≤ 5,4	не нормируется	>I50	>2000	>500	>5000	>500	>I400
				При напоре от I00 до 300 м					
W I2	0,40	≤ 6,0	≥I,07(3°)	>50	>I000	>250	>3000	>250	>I000

Примечание: Смотреть примечания к табл.I

Таблица 3

Вид бетона	Проектная марка бетона	Марки цементов	
		рекомендуемые	допускаемые
Тяжелый	I50	300	400
	200	400	300,500
	250	400	300,500
	300	400	500
	350	400	500
	400	500	550,600
	450	550	500,600
	500	600	550,600
	600	600	550
Мелкозернистый	I50	400	500
	200	400	500
	250	500	400
	300	500	400
	350	500	400
	400	500	-

Таблица 4

Группа песка	Модуль крупности	Полный остаток на сите № 063, % массы
крупный	Св. 2,5	Св.45
средний	2,0- 2,5	30-45
мелкий	I,5- 2,0	I0-30
очень мелкий	I,0- I,5	до I0

При испытании бетонов с перечисленными материалами необходимо учитывать специфические условия эксплуатации бетонной крепи в горных выработках.

2.6. Крупный заполнитель.

Крупные заполнители для тяжелого бетона должны отвечать требованиям ГОСТ 8267-82, ГОСТ 8268-82 и ГОСТ 10268-80.

2.7. Для бетонной крепи, работающей в условиях притока агрессивных шахтных вод, должен применяться щебень, отвечающий требованиям СНиП II-28-79. Содержание пылевидных, илистых и глинистых частиц в щебне из невыветрившихся изверженных пород должно быть не более 0,5%.

2.8. Не допускается применять щебень из осадочных пород с примесью аморфного кремнезема, природную гравийно-песчаную смесь без ее рассева на песок и гравий, а также гравий, содержащий в своем составе зерна глинистого сланца.

2.9. Максимальная допустимая крупность фракций щебня устанавливается в соответствии с указаниями СНиП III-15-76.

Щебень должен применяться, как правило, в виде фракций с различной крупностью зерен, раздельно дозируемых при приготовлении бетонной смеси.

2.10. Вода. Содержание в воде растворимых солей, ионов SO_4^{-2}, Cl^{-1} не должно превышать в соответствии с ГОСТ 23732-79 следующих величин: 5000,2700 и 1200 мг/л.

Водородный показатель pH должен быть не менее 4 и не более 12,5.

2.11. Добавки. С целью повышения прочностных показателей бетона и регулирования его основных строительно-технических свойств в состав бетонной смеси должны вводиться химические добавки на неорганической и органической основе. При выборе добавок следует руководствоваться ГОСТ 24211-80,ГОСТ 25818-83 и классификацией,приведенной в табл.5.

Таблица 5

Основные направления использования химических добавок	Наименование химической добавки/химическая формула/	Сокращенное обозначение	Рекомендуемое количество вводимой добавки (мас. %) в пересчете на сухое вещество	Нормативная техническая документация на добавки
I	2	3	4	5
Ускорение схватывания и процессов твердения бетонной смеси	Хлорид кальция $CaCl_2$	ХК	I,0-3,0	ГОСТ 450-77 "Кальций хлористый. Технические условия".
	Сульфат натрия Na_2SO_4	СН	не более 3,0	ГОСТ 6318-77 "Натрий сернокислый техн. Технические условия ТУ 38-10742-78.
	Нитрат кальция $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	НК	I,5-3,0	ГОСТ 4142-77 "Кальций азотнокислый 4-х водный. Технические условия"; МРТУ 6-03-367-79 Минхимпрома СССР.
Добавки пластифицирующие	Сульфитно-дрожжевая бражка	СДБ	0,I5-0,25	ОСТ 81-79-74 "Концентрат сульфитно-дрожжевой бражки"; ТУ 81-04-225-73 Минбумпрома. ОСТ-I8-I26-73.
	Мелассная упаренная последрожжевая бражка	УПБ	0,I5-0,50	
Пластифицирующе-воздухововлекающие	ПАЩ-I	ПАЩ-I	0,I-0,2	ТУ 6-03-26-77 Минхимпрома СССР.
		ГКЖ-I0		ТУ 6-02-696-72.
		ГКЖ-II		ТУ 6-02-696-72.
Противоморозные	Хлорид натрия + хлорид кальция $NaCl + CaCl_2$	ХН+ХК		ГОСТ I3-830-68 "Соль поваренная. Технические условия"; ТУ 6-0I-540-70 Минхимпрома СССР; ГОСТ 450-77 "Кальций хлористый. Технические условия".
	Нитрит натрия $NaNO_2$	НН	2,0-3,0	ГОСТ I9906-74 "Нитрит натрия технический. Технические условия". ТУ 38-I0274-79 Минефтехимпром СССР.
	Нитрат кальция $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	НК	I,5-3,0	Приведено выше.

Продолжение табл.5

1	2	3	4	5
	Поташ K_2CO_3	П	5,0–15,0	ГОСТ 10690–73 "Калий углекислый технический (поташ). Технические условия".
Ингибиторы коррозии стали	Нитрит натрия $NaNO_2$	НН	2,0–3,0	Приведено выше.
	Нитрит нитрат кальция $Ca(NO_2)_2 \cdot Ca(NO_3)_2$	ННК	2,0–3,0	ТУ-6-03-704-74 Минхимпрома СССР "Нитрит нитрат кальция (нитрит-нитратные щелока)".
Гидрофобизирующие	Сульфат алюминия $Al_2(SO_4)_3 \cdot 7H_2O$	СА		ГОСТ 12966–75 "Алюминий сернокислый технический, очищенный. Технические условия".

Примечание: Добавки-суперпластификаторы и модифицированные лигносульфонаты приведены в разделе 7.6.

2.12. При использовании комплексной добавки нитрита натрия и хлористого натрия заполнители бетонной смеси должны быть проверены на содержание в них активных форм кремнезема.

2.13. Пластифицирующие добавки снижают скорость синтеза прочности на ранних стадиях твердения бетона и поэтому повышение их содержания в бетонной смеси сверх регламентируемого по табл.5 может быть только в случае повышенной температуры окружающей среды (более 20 °С).

2.14. Для повышения эффективности действия химических добавок выбор их оптимальных дозировок должен осуществляться экспериментальным путем с использованием конкретных для каждого шахтостроительного комбината материалов.

3. МЕТОДЫ ПОДБОРА СОСТАВОВ БЕТОНОВ

3.I. При подборе состава бетона следует исходить из заданной подвижности бетонной смеси, обеспечивающей хорошую ее удобоукладываемость, требований предусмотренных проектом к марке бетона по прочности и при необходимости (в зависимости от условий эксплуатации крепи) к его водонепроницаемости и коррозионной стойкости.

При подборе состава бетона для скоростных проходок устанавливаются также требования к времени, необходимом для достижения бетоном распалубочной прочности.

Подбор состава бетона должен производиться на материалах, поступающих на бетонорастворные узлы, при этом учитывается активность цемента и качество заполнителей.

3.2. Бетоны и растворы с добавками должны приготовляться при наличии агрессивных шахтных вод на сульфатостойком портландцементе, при отсутствии агрессивных вод-на портландцементе. Марка цемента должна быть не менее 400.

3.3. Подвижность (осадка конуса) бетонной смеси, перед спуском ее в ствол, должна составлять I0-I2 см при уплотнении ее вибраторами и I5-I7 см, когда смесь растекается по периметру опалубки самотеком без применения вибрации.

3.4. Соотношение составляющих бетон материалов должно обеспечить заданные свойства бетонной смеси и затвердевшего бетона при наименьшем расходе цемента.

3.5. Подбор состава бетона должен производиться на основе исходных данных для расчета одним из трех методов:

расчетно-экспериментальным, когда имеются данные об активности цемента и качестве заполнителей;

ускоренным, когда отсутствуют данные об активности цемента и качестве заполнителей;

по таблицам, графикам и номограммам, когда имеются подробные данные по качеству составляющих бетон материалов.

3.6. Вид цемента для приготовления бетонной смеси следует назначать исходя из норм агрессивности воды-среды, приведенных в табл.I и 2.

3.7. Наибольшая крупность фракций щебня при транспортировании бетонной смеси в горных выработках по трубопроводам должна быть не более I/3 их диаметра.

3.8. Для приготовления бетонной смеси при подаче ее на глубину до 300 м следует применять щебень (гравий) с максимальной крупностью зерен до 40 мм, свыше 300 м - до 20 мм.

3.9. Ориентировочное соотношение фракций крупного заполнителя в смеси приведено в табл.6.

Таблица 6

Максимальная крупность щебня, мм	Соотношение между фракциями, % по размер фракций, мм		
	5-I0	I0-20	20-40
20	35	65	-
40		45-60	40-55

3.I0. Зависимость между водоцементным отношением и плотностью бетона приведена в табл.7.

Таблица 7

Характеристика плотности	Марка по водонепроницаемости	Предельное В/Ц
нормальная плотность	W 2 ; W4	0,7 ; 0,6
повышенная плотность	W 6 ; W8	0,55; 0,45
особоплотная	W I2 ;	0,4

3.II. В соответствии с расчетно-экспериментальным методом подбора состава бетона должно определяться цементно-водное отношение (Ц/В) в зависимости от требуемой прочности бетона по формуле

$$Ц/В = \frac{I + 0,I8 \; R_ц / R_б}{0,45 \; . \; R_ц / R_б} \quad , \qquad (I)$$

где $R_ц$ – марка или активность цемента, МПа;

$R_б$ – заданная марка бетона в возрасте 28 суток, МПа.

После определения величины Ц/В следует установить расход воды В, при котором цементное тесто обеспечит бетонной смеси заданную подвижность.

Ориентировочный расход воды приведен в табл.8

Таблица 8

Подвижность (осадка конуса), см	Расход воды, л/м³ при крупности щебня, мм		
	10	20	40
10-12	225	215	200
12-16	230	220	200
16-20	237	225	213

Примечания: 1. Расход воды приведен для смеси на портландцементе с нормальной густотой цементного теста, равной 26-28% и на среднезернистом песке.

2. Вода, содержащаяся в водных растворах химических добавок, должна учитываться при определении фактического водоцементного отношения.

3. При изменении нормальной густоты цементного теста на каждый процент в меньшую сторону расход воды уменьшается на 3-5 л, в большую – увеличивается на 3-5 л.

По количеству воды В и цементно-водному отношению устанавливается расход цемента Ц по формуле: $Ц = {}^{Ц}/_{В} \cdot В$.

Установив расход цемента и воды, определяют абсолютный объем (в литрах) цемента ($V^{абс}_{ц}$) и цементного теста ($V^{абс}_{цт}$) по формулам:

$$V^{абс}_{ц} = \frac{Ц}{\rho_ц}, \qquad (2)$$

где $\rho_ц$ – удельная плотность цемента, равная 3,15 кг/л.

$$V^{абс}_{цт} = V^{абс}_{ц} + В \quad . \qquad (3)$$

Абсолютный объем заполнителей (л/м^3) определяется как разность между объемом бетона и абсолютным объемом цементного теста по формуле:

$$(П + Щ)^{абс} = 1000 - (V_{ц}^{абс} + В) \qquad (4)$$

Доля песка (r) в смеси заполнителей в зависимости от Ц/В устанавливается по табл.9.

Таблица 9

Ц/В	Доля песка в смеси при наибольшей крупности заполнителей, мм			
	щебень		гравий	
	20	40	20	40
1,43	0,45	0,42	0,42	0,40
2,00	0,40	0,38	0,38	0,36
2,80	0,36	0,35	0,35	0,34

Количество песка в кг на 1 м^3 бетона определяется по формуле:

$$П = (П + Щ)^{абс}\, r\, \gamma_{н} \quad , \qquad (5)$$

где $\gamma_{н}$ - удельная плотность песка, кг/л.

Количество щебня в 1 м^3 бетона в кг определяется по формуле:

$$Щ = (П + Щ)^{абс} \cdot (1 - \gamma_{щ}) \qquad (6)$$

где $\gamma_{щ}$ - удельная плотность щебня, кг/л .

В результате проведенного расчета, устанавливается состав бетонной смеси, который должен быть проверен опытным затворением на подвижность, а бетон - на прочность.

Если при проверке обнаружится недостаточная или излишняя подвижность бетонной смеси соответственно увеличивают или уменьшают расход воды, повторяют расчет и вновь производят проверку. Из смеси, подвижность которой окажется равной заданной, формуют кубы (с ребром 10 см), которые в требуемом возрасте испытывают на сжатие. При этом, если прочность окажется недостаточной, увеличивают Ц/В, повторяют вновь расчет и проверку.

3.II. При подборе состава следует вносить следующую поправку:

если песок или щебень (гравий) имеют влажность $\alpha_п$% и $\alpha_щ$%, то при дозировании расчетное количество воды (л/м^3) в соответствии с формулой (7) должно быть уменьшено на ту часть, которая содержится в песке и щебне.

$$В_ф = В_р - \frac{\alpha_п \cdot П}{100} - \frac{\alpha_щ \cdot Щ}{100}, \qquad (7)$$

где $В_ф$ - фактический расход воды, л/м^3;

$В_р$ - расчетный расход воды, л/м^3.

3.I2. При отсутствии данных по активности цемента следует применять ускоренный способ подбора состава бетона.

В этом случае формула (I) преобразуется и прочность бетона на сжатие $R_б$ (МПа) определится, как функция Ц/В

$$R_б = 0{,}045\ R_ц(Ц/В - 0{,}4)\ ; \qquad (8)$$

$R_б$ является линейной функцией цементно-водного фактора Ц/В. Для экспериментального построения такой прямой в координатной системе $R_б$ - Ц/В достаточно только две точки. Но для достоверности следует принять третью точку, через которую также должна пройти прямая $R_б = f(Ц/В)$.

Для этого нужно изготовить три серии бетонных кубиков из тех материалов, которые имеются на бетонорастворном узле. Каждая серия должна состоять из 6 образцов - кубиков с ребром I0 см. Серии друг от друга должны различаться принятым для бетона значением Ц/В.

В табл.I0 даны количества материалов на замес каждой серии.

Приведенные в табл.I0 количества материалов рассчитаны так, чтобы получить для каждой серии очень подвижную смесь. Если подвижность смеси окажется недостаточной, необходимо добавить цемент и воду в заданном соотношении до получения требуемой консистенции. При излишней подвижности необходимо уменьшить количество цемента и воды.

Таблица I0

Ц/В	В/Ц	Расход материалов на замес, кг				Масса сухих компонентов, кг	Масса замеса, кг
		песок	цемент	щебень	вода		
I,43	0,7	2,30	6,I0	9,20	I,6	I7,6	I9,2
2,0	0,5	3,40	5,30	8,80	I,7	I7,5	I9,2
2,80	0,36	5,05	4,50	7,85	I,8	I7,4	I9,2

Определяют плотность бетонной смеси γ_1 (кг/л), объем изготовленной смеси V (л), расходы цемента Ц, (кг/л), песка П, (кг/л), крупного заполнителя Щ, (кг/л) и воды В по формулам:

$$V = \frac{I9,2}{\gamma_1}, \qquad (9)$$

$$Ц_1 = \frac{I000 \cdot Ц}{V}, \qquad (I0)$$

$$П_1 = \frac{I000 \cdot П}{V}, \qquad (II)$$

$$Щ_1 = \frac{I000 \cdot Щ}{V}. \qquad (I2)$$

Значения П, Ц, Щ и В приведены в табл. I0.

Плотность γ_1, объем приготовленной смеси V и расход материалов на I м^3 бетона являются обязательными характеристиками, дающими представление о его составе.

3.I3. Испытание бетонных кубиков для построения функции $R_б = f$ (Ц/В) можно произвести в один из следующих сроков: через 3, 7, I4 и 28 суток.

Среднюю прочность испытанных образцов приводят к прочности куба с ребром I5 см и подсчитывают изменчивость C_v для результатов испытания серии (каждой в отдельности) по формуле:

$$C_v = \frac{R_{макс} - R_{мин.}}{R} \cdot K, \qquad (I3)$$

где R макс - наибольшая прочность бетона в серии, МПа;

R мин - то же, наименьшая, МПа;

R - то же, средняя, МПа;

К - коэффициент, принимаемый по табл.II.

Таблица II

Число образцов в серии	К	Число образцов в серии	К	Число образцов в серии	К
2	0,89	5	0,43	8	0,35
3	0,59	6	0,39	9	0,34
4	0,49	7	0,39	I0	0,34

Величина изменчивости C_v не должна превышать 6%.

Если $C_v > 6\%$, опыты должны быть повторены. Окончательный расход материалов на I м^3 бетона при производственной проверке необходимо уточнять.

4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВОК И ИХ РАСЧЕТ

4.I. Химические добавки следует вводить в состав бетонных смесей в виде водных растворов рабочей концентрации, которые приготовляют путем растворения и последующего разбавления твердых, пастообразных или жидких продуктов. Для повышения скорости растворения добавок необходимо подогревать воду до 40-70 °С и перемешивать растворы, а твердые продукты при необходимости - предварительно дробить.

4.2. После полного растворения добавок следует проверить ареометром плотность полученного раствора и довести ее до заданной концентрации добавлением продукта или воды.

Плотность водных растворов добавок следует определять при температуре раствора 20 ± 2 °С. Определяя плотность растворов при других температурах, необходимо учитывать ее изменение в зависимости от температуры раствора по формуле:

$$П_T = П_{20} - A\ (\ T - 20\ )\ , \qquad (I4)$$

где $П_t$ - замеряемая плотность раствора, г/см^3;

$П_{20}$ - плотность раствора при 20^0 С(см."Справочник по бетонам и растворам", Чехов А. П. и др.,Киев,1983);

А - температурный коэффициент плотности(см."Справочник по бетонам и растворам",Чехов А.П. и др.,Киев,1983);

Т - температура раствора в момент определения его плотности, ^{0}С.

4.3. При приготовлении растворов добавок рабочей концентрации из концентрированных растворов необходимое их количество (в л) для заправки одной приготовительной емкости следует определять по формуле:

$$P = \frac{Q \cdot Ц \cdot C}{100 \, ВД}, \qquad (15)$$

где Q - объем приготовленного раствора, л;

Ц - расход цемента на I м^3 бетона (раствора), кг;

В - расход воды на I м^3 бетона (раствора) за вычетом воды заполнителей, л;

С - дозировка добавки,% массы цемента;

Д - содержание безводного вещества добавки в I л концентрированного раствора, кг.

Необходимое количество воды (в л) для заправки приготовительной емкости определяют по формуле

$$Ф = Q - P, \qquad (16)$$

а плотность приготовляемого раствора (в г/см^3) по формуле

$$П = \frac{P\gamma + Ф}{Q}, \qquad (17)$$

где γ - плотность концентрированного раствора, г/см^3.

Расход раствора добавки рабочей концентрации в л на I м^3 бетона определяют по формуле:

$$A = \frac{100 \, В + ЦС}{100П} \qquad (18)$$

4.4. В процессе приготовления растворов, а также перед применением их необходимо тщательно перемешивать.

4.5. Рабочие растворы должны взвешиваться в отдельных дозаторах. Возможно введение добавок в воду затворения.

4.6. Приготовлять и хранить водные растворы добавок необходимо в металлических емкостях.

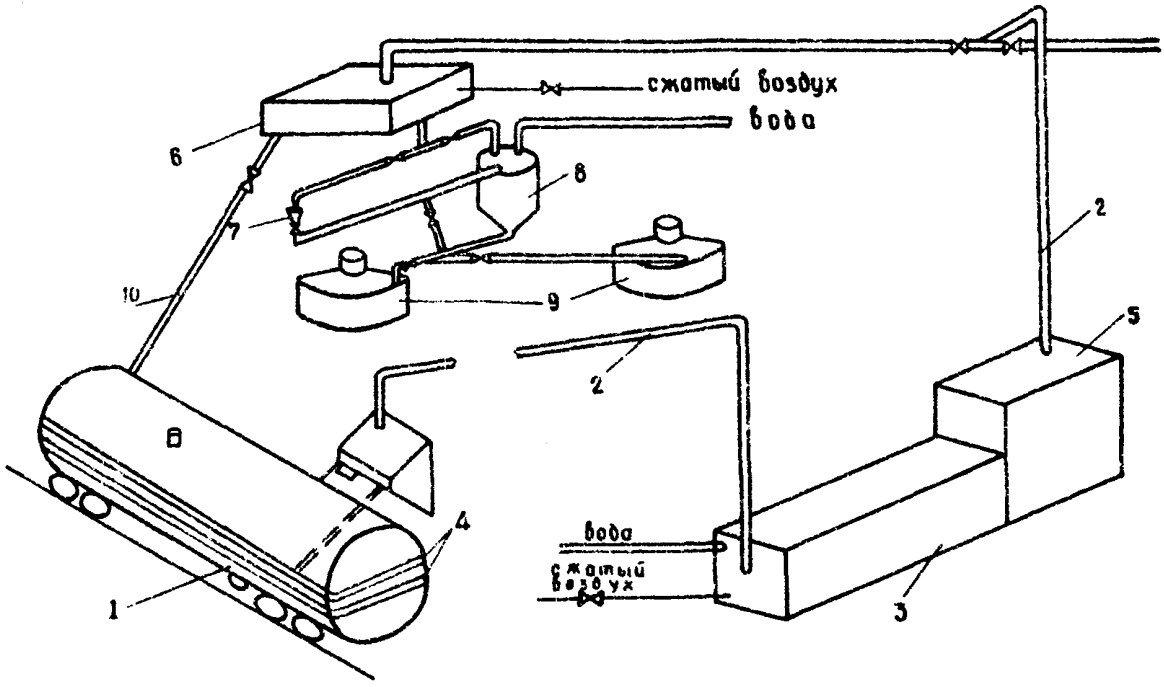
4.7. Для приготовления и дозирования добавок следует пользоваться разработанным КТБ Стройиндустрия унифицированным технологическим оборудованием. Оно включает: баки емкостью 0,63; I,25 и 2,5 $м^3$ для приготовления раствора добавки требуемой концентрации из твердого или жидкого исходного продукта; расходные баки емкостью I,25; 2,5 и 5 $м^3$ для накопления технологического запаса рабочего раствора химической добавки; буферные баки емкостью 0,4 $м^3$ для питания дозаторов водными растворами добавок; объемные порционные автоматические дозаторы с пределами дозирования 0,8–6; 6–25; I6–45 л. Для дозирования растворов химических добавок необходимо пользоваться весовыми дозаторами повышенной точности типа 6 – I45АД-30-2-ЕМ, разработанными Киевским ПО "Веда".

4.8. Технологическая схема хранения, приготовления и подачи в производство жидких химических добавок приведена на рис.I.

Данная схема предусматривает подачу раствора добавки в бетоносмеситель совместно с водой затворения через дозатор воды.

4.9. При изготовлении бетонных смесей в бетоносмесителе непрерывного действия следует пользоваться технологической схемой приготовления и подачи химических добавок,представленной на рис.2.

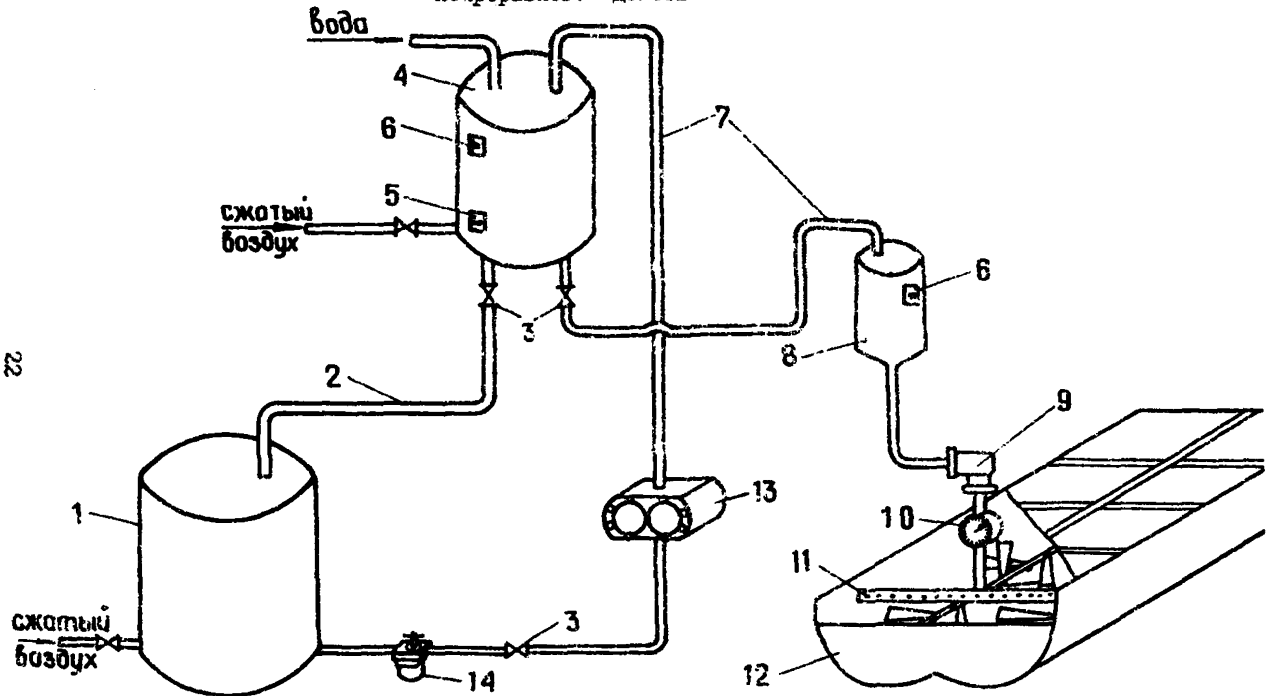
Технологическая схема хранения и подачи в производство жидких химических добавок



I - емкость для хранения добавок; 2 - трубопровод подачи добавок; 3 - приготовительная емкость; 4 - паропровод; 5 - насосная станция; 6 - расходная емкость; 7 - дозатор добавки; 8 - дозатор воды; 9 - бетоносмеситель; 10 - обратная линия

Рис. I

Технологическая схема подачи химических добавок в бетоносмеситель непрерывного действия



I - бак для хранения добавок; 2 - обратная линия; 3 - нормально закрытый клапан; 4 - п готовительная емкость; 5 - нижний указатель уровня; 6 - верхний указатель уровня; 7 -т бопровод; 8 - расходная емкость; 9 - нормально открытый клапан; I0 - датчик (расходом II - распылитель; I2 - бетоносмеситель непрерывного действия

5. ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ, ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ И УКЛАДКИ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

5.I. Технология приготовления бетонных смесей.

5.I.I. Технология приготовления бетонной смеси состоит из следующих операций: прием и складирование заполнителей и вяжущего, перемещение их, дозирование, перемешивание и выдача готовой бетонной смеси на транспортные средства.

Основой получения бетонов заданных свойств и экономного расходования является тщательное соблюдение пропорций состава бетонной смеси с учетом свойств и качества заполнителей, воды и вяжущих.

По технологическим требованиям бетонная смесь должна сохранять однородность при транспортировании, перегрузке и укладке в опалубку.

Однородность смеси обусловливается правильным подбором состава бетона, технологическими приемами дозирования и перемешивания составляющих, выполнения основных требований при транспортировании и укладке.

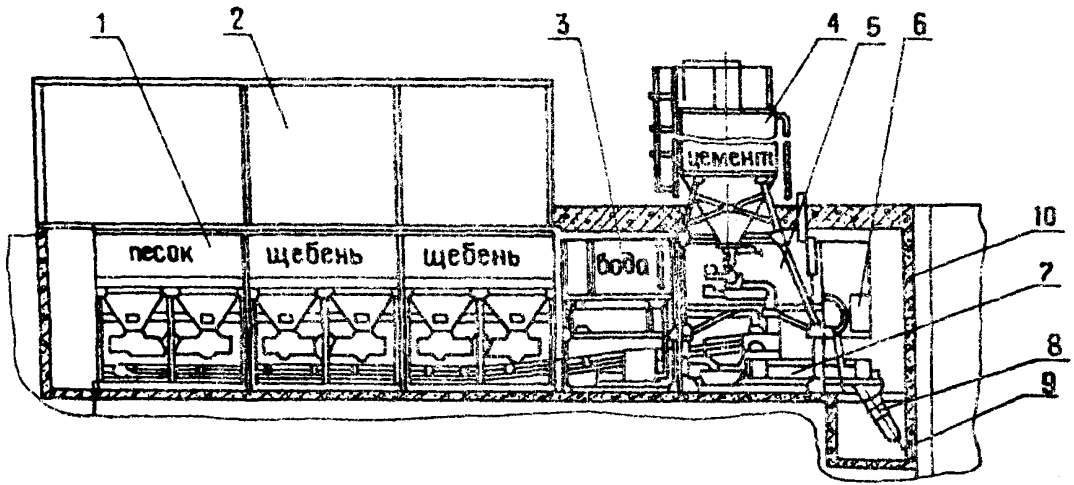
Для снижения трудовых затрат, а также расхода цемента применяют активированные смеси или вводят в бетонную смесь различного рода пластификаторы и добавки. В этом случае в технологическую схему производства включают специальные агрегаты для активации цементных и цементно-песчаных смесей (раздел 7.4) и для приготовления водных растворов добавок необходимой концентрации.

5.I.2. Приготовление бетонных смесей для возведения монолитной бетонной и железобетонной крепей горных выработок осуществляется:

на бетонных заводах или на центральных бетонорастворных узлах (БРУ);

на приобъектных (в стационарном или передвижном вариантах) или приствольных бетонорастворных узлах на поверхности вблизи ствола или непосредственно в устье ствола (рис.3).

Схема приствольной заглубленной бетоносмесительной установки



I - блок дозаторный; 2 - склады заполнителей;
3 - блок водопитания и добавок; 4 - бункер цемента;
5 - блок дозатора цемента; 6 - пульт управления;
7 - блок смесителя; 8 - распределитель бетона;
9 - бетонопровод; I0 - бетонная крепь

Рис. 3

в автобетоносмесителях, загружаемых на центральных узлах сухими смесями или жесткими бетонными смесями с последующим затворением их водой или растворами химических добавок у ствола;

на промежуточном горизонте при углубке слепых стволов и сооружении горных выработок в реконструируемых шахтах путем раздельной доставки сухой смеси заполнителей и цемента с последующим перемешиванием в бетоносмесителях у места укладки.

5.I.3. Бетонные заводы и БРУ должны быть оснащены складами силосного или бункерного типа для хранения цемента.

Для хранения цемента в мешках и заполнителей, следует применять штабельные склады, желательно закрытого типа,представляющие собой бетонную площадку с необходимыми разгрузочными и штабелирующими механизмами.

5.I.4. Для приготовления бетонной смеси сухие компоненты должны дозироваться по массе, вода и жидкие добавки - по массе или объему.

5.I.5. Для производства бетона используются три серии дозаторов: весовые с ручным управлением, полуавтоматические и автоматические. Дозаторы бывают цикличного и непрерывного действия. Для дозирования воды применяются также водомеры, устанавливаемые на трубопроводе, которые могут работать в цикличном и непрерывном режимах.

5.I.6. По режиму работы различают бетоносмесители цикличного и непрерывного действия.

По принципу смешивания различают бетоносмесители гравитационного действия и принудительного. При использовании бетонных смесей для возведения монолитных бетонных и железобетонных крепей следует применять бетоносмесители непрерывного (СБ- 75А)и гравитационного действия СБ-I0, СБ-30Б,СБ-I40 (предпочтительнее последние).

5.I.7. Для приготовления бетонной смеси в смесителях циклично-го действия загрузку исходных материалов необходимо производить в следующей последовательности: вначале загружается песок и щебень, перемешивается I,5-2 мин., заливается небольшое количество воды затворения, загружается цемент и затем остальное количество воды и раствор добавок рабочей концентрации.

5.I.8. Продолжительность перемешивания должна определяться в каждом конкретном случае экспериментально. При этом следует руководствоваться данными, приведенными в табл. I2:

Таблица I2

Объем готового замеса бетонной смеси, л	Продолжительность перемешивания в гравитационных смесителях (с) при подвижности бетонной смеси 8 и более см
500 и менее	60
I200	90
2000	I20

5.2. Транспортирование и укладка бетонных смесей

5.2.I. При транспортировании бетонной смеси к месту укладки (в опалубку) она должна сохранить свои свойства: однородность, показатели подвижности.

Расслоившуюся бетонную смесь запрещается укладывать в опалубку и перед укладкой необходимо вновь ее перемешивать до однородной консистенции.

5.2.2. Наиболее эффективным средством транспортирования являются автобетоносмесители, которые загружаются на заводе сухими компонентами, а в пути следования или непосредственно у шахты приготовляются бетонные смеси с заданной подвижностью.

5.2.3. Бетонные смеси следует приготавливать на центральных БРУ или бетонных заводах в случае расположения стволов шахт на расстоянии не более I0-I5 км. Транспортирование бетонных смесей на большие рас-

стояния должно обосновываться технико-экономическими расчетами.

5.2.4. При транспортировании бетонных смесей в течение времени, превышающего 30–40 мин., загрузка автобетоносмесителя производится сухой смесью.

5.2.5. При транспортировании бетонных смесей, особенно литой подвижности, в автосамосвалах необходимо тщательно герметизировать кузова и наращивать их борта не менее, чем на 40 см; следует также укрывать смесь от атмосферных осадков и термоизолировать кузов при температурах наружного воздуха от -I5 до -5°С. Для облегчения выгрузки бетонной смеси из кузовов автосамосвалов следует закреплять на бортах вибропобудители.

2.5.6. Транспортирование смеси в специальных автосамосвалах-бетоновозах исключает недостатки транспортирования ее в автосамосвалах общего назначения. В автосамосвалах-бетоновозах кузов имеет корытообразную форму и снабжен вибропо_будителем. Для защиты от воздействия атмосферных осадков, охлаждения, кузов снабжен крышкой с двойной обшивкой, заполненной термоизоляционным материалом; промышленностью выпускаются автобетоновоз СБ -I24, вместимостью 4 м^3, и СБ-II3, вместимостью I,6 м^3.

5.2.7. Комплект оборудования для подачи бетонной смеси в ствол должен состоять, как правило, из лотка (приемного бункера), снабженного вибратором, приемной воронки, из одного или двух ставов стальных бесшовных труб с внутренним диаметром I50 мм и толщиной стенок 8–I2 мм, гасителя скорости, хобота или телескопического желоба для распределения бетонной смеси по периметру ствола.

5.2.8. Для возведения монолитной бетонной крепи шахтных стволов, как правило, следует использовать металлические секционные самоотрывающиеся опалубки:

ОСД - 8,I высотой 4,2 м для стволов Дсв - 4,5 - 6,0 м

ОСД - 8,2 высотой 4,2 м для стволов Дсв - 6,5 - 8,5 м

секций стволовой опалубки не должна допускать просачивания цементного молока и раствора в ствол.

Для надежного перекрытия зазора между поддоном и породной стенкой ствола необходимо производить подсыпку породой нижней части опалубки в подвешенном состоянии, которая обеспечит при укладке бетонной смеси минимальную потерю цементного молока.

5.2.9. Перед спуском металлической опалубки на очередную заходку должна быть проведена тщательная оборка породных стенок ствола во избежание попадания кусков породы за опалубку при бетонировании.

5.2.10. Для предотвращения попадания воды в бетонную смесь при укладке ее за опалубку, с целью повышения качества крепи, необходимо предусматривать устройство водоулавливающих колец с отводом воды в трубы.

5.2.11. Подача бетонной смеси за опалубку должна производиться непрерывно и равномерно по всему периметру ствола, без длительных перерывов.

После окончания бетонирования заходки на высоту опалубки или при длительном непредвиденном перерыве в бетонировании необходимо производить промывку става смесью воды со щебнем.

5.2.12. Отрыв стволовой опалубки следует производить при достижении бетоном прочности на сжатие не менее 0,8 МПа с помощью только принудительных средств стяжных секций и без применения ручного труда.

5.2.13. Для монолитной бетонной крепи в горизонтальных выработках следует использовать в качестве транспортных средств вагонетки типа УВГ-5; ВГ-2,5; ВД-3,3.

Бетонная смесь для возведения монолитных бетонных, железобетонных и металлобетонных видов крепи горизонтальных и наклонных горных выработок должна подаваться к месту укладки, как правило, бетоноукладчиками типа БУК-IМ и БУК-2, а также пневмонасосами ПБ-IМ. При потребностях бетонной смеси до I5-20 $м^3/ч$ сухие составляющие - песок со щебнем и отдельно цемент-допускается подавать в вагонетках с соответствующей маркировкой к месту укладки и затворять водой в специальных шахтных бетоносмесителях.

6. ПРОИЗВОДСТВО БЕТОННЫХ РАБОТ В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ

6.I. Способы приготовления и транспортирования бетонной смеси в зимних условиях должны обеспечивать получение бетона с заданными в проектной документации свойствами: прочностью (при необходимости - распалубочной), водонепроницаемостью, коррозионной стойкостью.

6.2. Температура бетонной смеси (^0C) при выходе из бетоносмесителя должна определяться по формуле:

$$t_{см} = \frac{t_{б.м.} - t_{н.в.} \cdot \Sigma \Delta t_{тр}}{I - \Sigma \Delta t_{тр}} , \qquad (I9)$$

где $t_{б.м.}$ - начальная температура бетона после укладки в опалубку, ^0C ;

$t_{н.в.}$ - температура наружного воздуха, ^0C;

$\Sigma \Delta t_{тр}$ - суммарное снижение температуры бетонной смеси при всех операциях от приемки из бетоносмесителя до укладки в опалубку, ^0C ;

$\Delta t_{тр}$ - относительное снижение температуры бетонной смеси на каждой операции, ^0C .

6.3. Заполнители для бетонов перед загрузкой в смеситель не должны содержать смерзшихся комьев, кусков льда, наледи на зернах и снега.

6.4. Максимально допустимая температура (ориентировочная)

бетонной смеси и ее составляющих приведена в табл.I3.

Таблица I3

Вид цемента	Наибольшая допустимая температура, °С		
	составляющих при загрузке в смеситель		бетонной смеси при выходе из смесителя
	воды	заполнителей	
Портландцемент марки 300 и шлакопортландцемент марок 300 и 400	90	60	45
Портландцемент марки 400 и сульфатостойкий портландцемент марок 400 и 500	80	50	40
Портландцемент марки 500	60	40	35

Температура бетонной смеси при выходе из бетоносмесителя должна быть не менее 15°С.

6.5. Для снижения температуры замерзания бетонной смеси и ускорения процесса твердения бетона в состав смеси должны вводиться противоморозные химические добавки, перечень которых приведен в разделе 2.

6.6. Содержание добавки устанавливается опытным путем в зависимости от требований, предъявляемых к бетонной смеси и бетону.

6.7. Количество противоморозных добавок в зависимости от расчетной температуры твердения бетона следует назначать по табл.I4.

Таблица I4

Расчетная температура бетона, °С		Количество безводных добавок,% массы цемента		
от	до	$NaNO_2$	$NaCl + CaCl_2$	K_2CO_3
0	-5	4-6	0+3 - 2+3	5 - 6
-6	-I0	6-8	3+3 - 2,5+4	6 - 8
-II	-I5	8-I0	4+3 - 5+3,5	8 - I0
-I6	-20	-	6+2,5- 7+3	I0 - I2
-2I	-25	-	-	I2 - I5

Примечания: I. Оптимальное количество добавок при данной температуре твердения бетона и при использовании холодных материалов назначается в зависимости от водоцементного отношения, а при использовании подогретых материалов - от вида цемента и его минералогического состава;

а) при работе на холодных материалах в бетоны с В/Ц < 0,5 следует назначить меньшее из указанных пределов количество добавок, а с В/Ц ⩾ 0,5 - большее;

б) при работе на подогретых заполнителях меньшее количество $NaCl+CaCl_2$ и K_2CO_3 следует вводить в бетоны на портландцементах, содержащих 6% и более трехкальциевого алюмината C_3A, меньшее количество $NaNO_2$ и $NaCl+CaCl_2$ следует вводить при изготовлении бетона на портландцементах с содержанием C_3A до 6%.

2. Концентрация раствора затворения (с учетом влажности заполнителей) не должна превышать 30% для K_2CO_3, 26% для $NaCl+CaCl_2$, 20% для $NaNO_2$.

3. При температурах бетона выше - 5°С вместо $NaCl$ возможно применение $CaCl_2$ в количестве до 3% массы цемента (2% для железобетона).

6.8. Продолжительность перемешивания бетонной смеси в смесителях следует увеличивать по сравнению с летним временем в I,5 раза.

6.9. При транспортировке бетонной смеси к месту укладки с центральных бетонорастворных узлов следует предусмотреть мероприятия по предупреждению ее от переохлаждения. При перевозке смеси в автосамосвалах и автобетоновозах следует использовать отходящие газы для обогрева кузова, укрывать перевозимую смесь деревянными щитами, брезентом.

7. ЭФФЕКТИВНЫЕ ВИДЫ БЕТОНОВ ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ МОНОЛИТНЫХ И СБОРНЫХ ВИДОВ КРЕПЕЙ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

7.I. Быстротвердеющие бетоны марок М350 - М400

7.I.I. Быстротвердеющие бетоны должны применяться для возведения крепи вертикальных стволов, проходимых скоростными темпами, как в обычных, так и сложных гидрогеологических условиях.

7.I.2. Подбор составов быстротвердеющих бетонов должен производиться с учетом получения в заданные сроки прочности (0,8 МПа), достаточной для распалубки бетона.

Заданное время распалубки устанавливается проектом производства работ в зависимости от темпов проходки.

7.I.3. Ориентировочные составы и свойства быстротвердеющих бетонов приведены в табл.I5.

7.I.4. Без контрольной проверки составов быстротвердеющих бетонов, выдавать на производство расходы материалов, приведенные в таблице, категорически запрещается.

7.I.5. Технология приготовления быстротвердеющих бетонов не отличается от технологии приготовления обычных бетонных смесей.

Приготовление бетонных смесей с введением добавок следует производить на приствольных и заглубленных бетонорастворных узлах, а также на центральном БРУ без введения добавки. При доставке смеси к стволу шахты в автобетоносмесителях добавка вводится непосредственно перед спуском бетонной смеси в ствол.

7.2. Бетоны с добавкой золы-унос

7.2.I. Зола-унос образуется в виде пылевидных отходов при сжигании топлива на тепловых электростанциях(ТЭС), расположенных в различных районах угольных бассейнов отрасли.

7.2.2. Бетоны с добавкой золы-унос следует применять при возведении монолитной и сборной бетонной и железобетонной крепей горных выработок.

Таблица I5

Характеристика бетона						Расход материалов на 1 м³ бетона, кг				Количество добавок в расчете на сухое вещество, % массы цемента		
Подвижность, см	Время достижения бетоном распалубочной прочности, час.мин	Прочность на сжатие бетона в возрасте 3 суток, МПа	Марка по прочности на сжатие	Марка по водонепроницаемости	В/Ц	цемента	песка	щебня	воды	$Ca(NO_3)_2$	$CaCl_2$	$CaCl_2 + NaNO_2$
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3
I0-I2	2,5	2I,0	400	W I2	0,40	550	620	I000	220	3	2	I,5 + I,5
	3,0	I9,0	350	W 8	0,44	485	645	I035	230	3	2	I,5 + I,5
	4,0	I4,0	300	W 6	0,52	4I5	680	I080	2I5	2	I,5	I + I
	4,5	I3,0	250	W 4	0,54	400	685	I090	2I6	I,5	I	I + I
	5,0	I0,0	I50	W 4	0,60	320	725	III5	I92	I,5	I	I + I
I5-I7	2,5	20,0	400	W 8	0,40	580	650	930	232	3	2	I,5 + I,5
	3,0	I7,5	350	W 6	0,44	590	675	965	230	3	2	I,5 + I,5
	4,0	I3,5	300	W 4	0,52	445	705	I000	230	2	I,5	I + I
	4,5	I2,0	250	W 2	0,54	430	7I5	I025	230	I,5	I	I + I
	5,0	9,0	I50	W 2	0,60	350	750	I080	2I0	I,5	I	I + I

Примечания: I. В состав бетонной смеси вводят одну из добавок или композицию добавок, приведенных в таблице. Вид добавки или композиция добавок назначаются в зависимости от результатов предварительно проведенных лабораторных испытаний.

2. Марка бетона по водонепроницаемости дана в возрасте 28 суток по согласованию с заказчиком. Марка бетона может устанавливаться в возрасте 90 и I80 суток.

3. Для составов бетонов с маркой по водонепроницаемости W I2 и W8 песок должен быть промытым и иметь модуль крупности не менее 2,5.

Содержание глинистых и пылевидных фракций в песке не должно превышать I%, в щебне - 0,5%.

Использование золы-унос, как правило, целесообразно также в том случае, если для приготовления бетона применяется допускаемая СНиП 5.01.23-83 повышенная марка бетона.

7.2.3. Зола-унос, введенная в состав бетонной смеси, способствует повышению ее удобоукладываемости, снижению расхода цемента на 10-15%, повышению плотности и долговечности бетона.

В случае, если водопотребность золы-унос близка к нормальной густоте теста портландцемента (24-30%), то процент вводимой добавки назначается пропорционально требуемому проценту снижения излишней активности цемента.

7.2.4. Зола-унос должна отвечать требованиям ГОСТ 25818-83; остальные составляющие бетона - требованиям ГОСТ, приведенным в разделе 2. Диапазон изменения химического состава золы-унос в отдельных угольных бассейнах приведен в табл.16.

Таблица 16

Наименование угольного бассейна / п.п.п.*	Химический состав золы-унос,%									
	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	SO_3
Донецкий	0,8-17,9	50,8-54,3	0,4-1,9	21,5-27,3	9,3-15,2	2,6-0	2,0-5,2	0,5-2,0	2,5-4,7	0,4-1,3	0,6-1,0
Кузнецкий	4,8-18,4	58,8-63,2	0,6-1,0	20,0-26,1	5,8-7,4	0	2,2-4,0	0,4-1,5	1,7-2,3	1,0-1,4	0,3-0,5
Карагандинский	8,2-9,2	59,8-60,6	0,9-1,0	25,1-25,9	5,7-6,0	0	3,5-3,8	0,9-1,2	1,7-1,6	1,0	0,8
Подмосковный	1,8-0,6	48,2-56,2	0,8-1,2	25,2-36,2	7,0-10,3	5,8 0	2,2-4,6	0,2-0,9	0,4-0,7	0,1-0,4	0,2-0,4

* п.п.п. - потери при прокаливании

7.2.5. Выбор соответствующего вида транспортирования золы-уноса к бетонорастворному узлу должен быть обоснован технико-экономическим расчетом.

7.2.6. Хранение золы-уноса производится в складах и силосах, подобно цементу.

7.2.7. Ориентировочные составы бетонов с золой приведены в табл. 17.

Таблица I7

Марка бетона	Марка цемента	Подвижность, см	Расход материалов на $1м^3$ бетона, кг					Экономия цемента, %
			цемент	зола-унос	песок	щебень	вода	
I50	300	I0-I2	342	34	508	I347	2I5	I0
200	400	-"-	350	35	575	II30	205	I0
300	400	-"-	4I5	4I	5I0	I2I0	205	I0

7.2.8. Без контрольной проверки выдавать на БРУ расходы материалов для приготовления бетонных смесей, приведенных в табл.I7, категорически запрещается.

7.2.9. Золу-унос, как правило, вводят в бетонную смесь в сухом состоянии; допускается ввод ее в смесь в виде водной или водно-цементной суспензии.

7.2.I0. При применении для приготовления бетонной смеси гравитационных бетоносмесителей цикличного действия дозирование цемента и золы-унос производится одним дозатором типа АВДД, в который вначале загружается цемент, затем доставляется зола-унос.

При наличии бетоносмесителя непрерывного действия дозирование золы-унос может осуществляться дополнительно установленным дозатором.

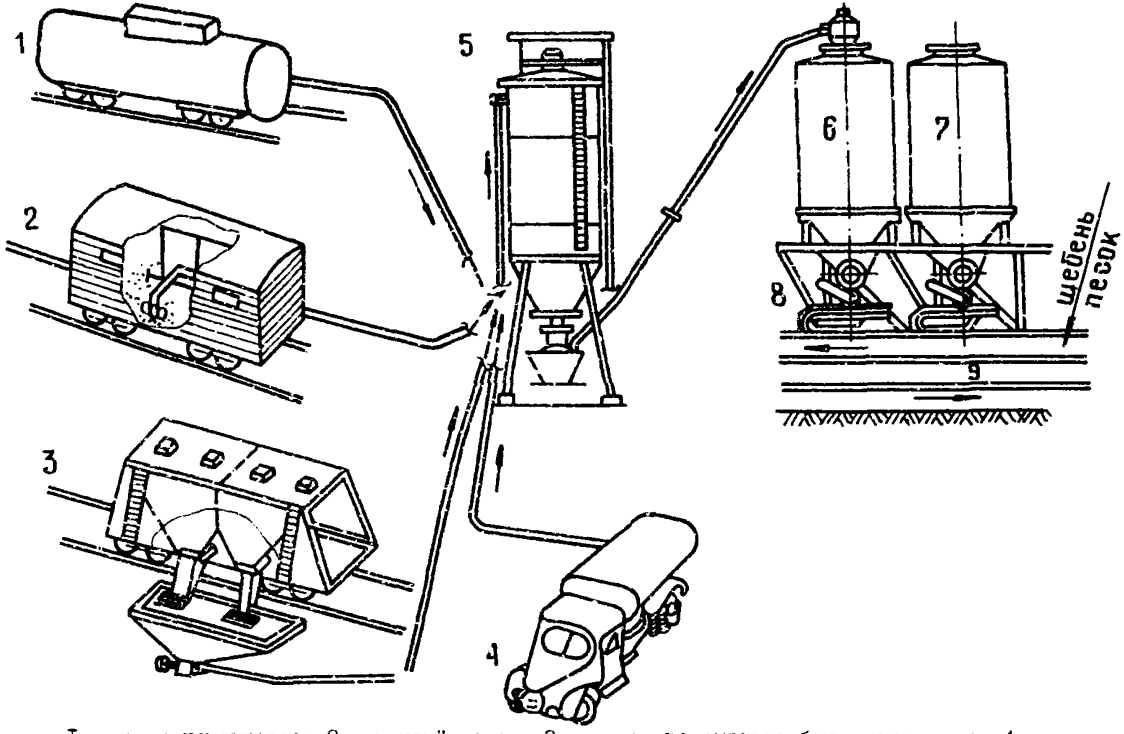
7.2.II. Технологические схемы транспортирования, хранения и дозирования золы-унос приведены на рис.4. В каждом конкретном случае схемы должны быть увязаны с имеющимся на БРУ оборудованием.

7.2.I2. При приготовлении бетонов с добавкой золы-унос следует пользоваться "Инструкцией по применению золы-унос на заводах сборного железобетона и бетонорастворных узлах", утвержденной Минуглепромом СССР (ВНИИОМТС, I975).

7.3. Бетоны мелкозернистые

7.3.I. Мелкозернистые бетоны, в которых отсутствует крупный заполнитель, имеют меньшую, чем обычный бетон, объемную массу I800-2200 $кг/м^3$ при равной прочности на осевое сжатие и растяжение

Технологическая схема транспортирования, хранения и дозирования золы-унос



I - вагон-цементовоз; 2 - крытый вагон; 3 - вагон-цементовоз бункерного типа; 4 - автоцементовоз с пневморазгрузкой; 5 - цементный склад силосного типа; 6 - бункер для золы-уноса; 7 - бункер для цемента; 8 - дозатор; 9 - ленточный транспортер для подачи материала в смеситель

Рис. 4

(группа А), высокую однородность структуры, обеспечивающую увеличенную адгезию бетона со стальными стержнями периодического профиля.

Применение мелкозернистых бетонов позволяет широко использовать механизированную укладку бетонной смеси и способствует повышению производительности труда проходчиков.

7.3.2. Мелкозернистые бетоны следует использовать для крепи горизонтальных горных выработок, в особенности для облегченных видов крепи.

7.3.3. Основными составляющими мелкозернистых бетонов являются цемент, песок или пески дробленые и дробленые обогащенные от отсевов гранитного щебня, вода и химические добавки, которые должны отвечать требованиям ГОСТ и ТУ, приведенными в разделе 2.

Отсутствие в мелкозернистых бетонах крупного заполнителя особенно целесообразно для районов, где ощущается недостаток в естественных каменистых материалах.

7.3.4. Модули крупности применяемых песков должны колебаться в пределах 2,8 - 3,2; возможно применение песков разного гранулометрического состава, например с модулями крупности 3,2 и I,I, при этом их содержание в смеси заполнителя должно быть соответственно 60-70% и 30-40%.

Зерновой состав заполнителя должен соответствовать кривой просеивания, приведенной в ГОСТ I0268-80.

7.3.5. С целью уменьшения расхода цемента в состав бетонной смеси должны вводиться пластифицирующие добавки. При необходимости ускорения процесса твердения бетона в состав смеси следует вводить хлорид кальция в количестве 2-3% массы цемента.

7.3.6. Ориентировочные составы бетонов при использовании смеси крупнозернистых и мелкозернистых песков приведены в табл.I8.

7.3.7. Без контрольной проверки выдавать на БРУ составы бетонов, приведенных в табл.I8, категорически запрещается.

Таблица I8

Подвижность смеси, см	Марка бетона	Соотношение составляющих в м.ч. цемент: мелкий заполнитель	Расход материалов на I м^3 бетона, кг			
			сульфатостойкий портландцемент М400	Пески крупнозернистый (Мк-3,2) 70%	Пески мелкозернистый (Мк-I,I) 30%	вода
I0-I2	I50	I : 3,9 (В/Ц=0,60)	390	960	4I0	235
I0-I2	200	I : 3,0 (В/Ц=0,54)	430	930	400	230

7.3.8. Технология приготовления, транспортирования и укладки мелкозернистых бетонных смесей приведена в разделе 5.

7.4. Бетоны и активированные растворы для возведения крепи стволов, проходимых способом замораживания и в условиях вечной мерзлоты

7.4.I. Бетоны и активированные растворы предназначены для возведения крепи стволов и их сопряжений с околоствольными выработками.

7.4.2. Для ускорения процесса твердения при отрицательных температурах и снижения температуры замерзания в состав бетонных и растворных смесей следует вводить одну из следующих композиций химических добавок.

При температуре пород не ниже - 5°С:

$CaCl_2$ (хлорид кальция);

$Ca(NO_3)_2$ (нитрат кальция);

$CaCl_2 + NaNO_2$ (хлорид кальция + нитрит натрия).

При температуре пород до - I5°С:

$CaCl_2 + NaCl$ (хлорид кальция + хлорид натрия);

$CaCl_2 + NaNO_2$ (хлорид кальция + нитрит натрия).

Одновременно с указанными добавками в бетоны, укладываемые в затюбинговое пространство, рекомендуется вводить сульфитно-дрожжевую бражку для уменьшения расхода цемента.

7.4.3. Не допускается введение добавки $CaCl_2 + NaCl$ и добавки $CaCl_2$ в количестве более 2% массы цемента в бетоны, предназначенные для укладки в армированные участки крепи или на участках, имеющих закладные металлические части, а также в бетоны, укладываемые в затюбинговое пространство.

7.4.4. С целью ускорения процесса твердения раствора, повышения его прочности, водонепроницаемости и коррозионной стойкости, рекомендуется также осуществлять механическую активацию растворных смесей в специальных смесителях (активаторах) цикличного действия или бадьевых конструкции ВНИИОМШС.

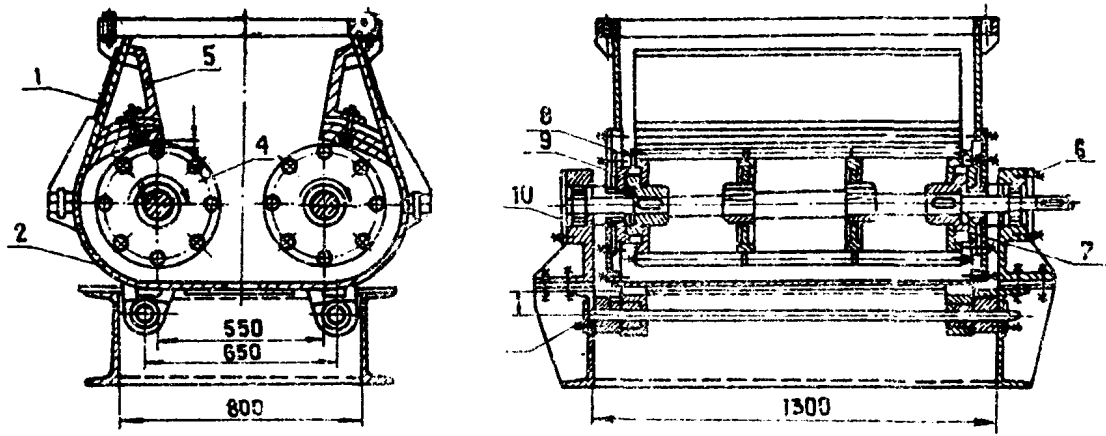
7.4.5. Смеситель цикличного действия (рис.5) представляет собой двухвальную машину с автономными электроприводами. Каждый из валов смесителя несет на себе стержневой ротор в виде "беличьего колеса", вращающийся внутри спирального цилиндрического отражателя так, что между периферией ротора и отражателем образуется постепенно сужающаяся щель. Для обеспечения рабочего зазора в щели (3 мм для обработки цементного раствора и 5 мм для цементно-песчаного) положение отражателя можно регулировать.

Роторы вращаются навстречу друг другу, обеспечивая интенсивное перемешивание растворной смеси и ее активацию.

Характеристика смесителя цикличного действия

Производительность, $м^3/ч$	8
Объем готового замеса, л	270
Число циклов в час	30
Габариты; мм	
длина	2615
ширина	1200
высота	1320
Масса, кг	3330

Смеситель-активатор растворных смесей цикличного действия конструкции ВНИИОМТС



I - верхний корпус; 2 - нижний корпус; 3 - ось; 4 - ротор; 5 - клин; 6 - пружина; 7 - уплотнение (войлок); 8 - диафрагма; 9 - корпус сальника; IO - роликовый подшипник

Рис. 5

Внутри емкости соосно рабочему перемешивающему органу смонтирован на подвесках, прикрепленных к раме, спиральный конический кожух, охватывающий стержни с постепенным уменьшением расстояния между последними и внутренней стороной кожуха.

Привод закреплен на раме, а его вал соединен с валом перемешивающего органа с помощью муфты. При вращении рабочего перемешивающего органа стержни образуют с внутренней поверхностью спирального конического кожуха постепенно сужающуюся щель, регулируемую в месте выхода до заданной величины.

Емкость имеет выпускной патрубок с запорным приспособлением.

Характеристика смесителя бадьевого типа

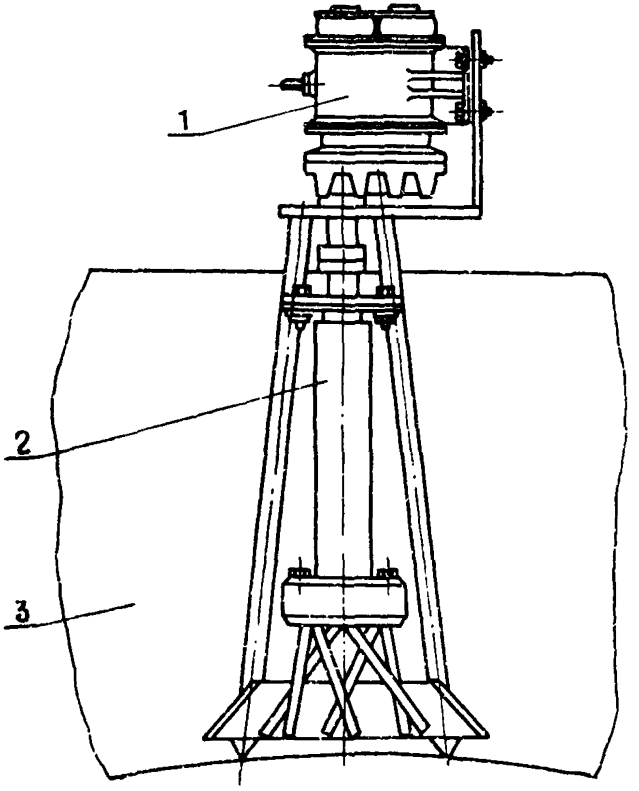
Производительность, $м^3/ч$	8
Емкость бадьи, $м^3$	2
Габариты, мм	
ширина	1490
высота	2150
диаметр бадьи	1460
Масса, кг	1136

Загрузку материалов в смесители - активаторы следует производить в следующей последовательности: вначале подают часть воды или водного раствора добавок (до получения смеси с В/Ц = 0,33 - 0,36) и цемент, после активации в течение 1 мин в смеситель загружают песок и остальное количество воды, водного раствора добавок. Общая продолжительность активации 2 мин.

7.4.6. Цементы, мелкий и крупный заполнители, а также добавки и вода должны отвечать требованиям ГОСТ и ТУ, приведенным в разделе 2.

7.4.7. Состав бетона следует подбирать таким образом, чтобы подвижность бетонной смеси перед спуском ее в ствол составляла 10-12 см

Смеситель-активатор растворной смеси
бадьевого типа конструкции
ВНИИОМТС



I- двигатель; 2- рабочий орган; 3- емкость

Рис. 6

при уплотнении вибратором и 15-17 см, когда смесь растекается по периметру опалубки самотеком без применения вибраторов.

7.4.8. Ориентировочные составы бетонов для возведения крепи горных выработок приведены в табл.19.

7.4.9. При введении в состав бетона добавки СДБ 0,15-0,25% массы портландцемента и 0,1 - 0,2% массы сульфатостойкого портландцемента расход цемента может быть снижен до 7-8%.

7.4.10. Без контрольной проверки выдавать на производство расходы материалов по указанной таблице категорически запрещается.

7.4.11. Состав активированного раствора, укладываемого в затюбинговое пространство, следует назначать по табл.20 в зависимости от температурных условий твердения и требований, предъявляемых к раствору по прочности и водонепроницаемости.

Подвижность растворной смеси перед укладкой в затюбинговое пространство должна составлять 12-14 см расплыва по конусу Аз НИИ.

7.4.12. Соответствие показателей растворов, приведенных в табл.20, требованиям проекта необходимо проверить контрольными замесами на имеющихся материалах.

Без контрольной проверки выдавать на производство расходы материалов по таблице категорически воспрещается.

7.4.13. Увеличение расхода цемента по сравнению с приведенными в табл.20 в случае несоответствия показателей назначенного состава раствора требованиям проекта (заниженная прочность и водонепроницаемость) допускается в следующих количествах:

при применении песков с модулем крупности от 1,8 до 1,5 на 5%;

при применении песков с модулем крупности менее 1,5 на 10%.

С целью избежания увеличения расхода цемента рекомендуется в состав растворной смеси вводить СДБ в количестве 0,15 - 0,25% массы цемента.

7.4.14. Активированные растворы следует применять для заполнения затюбингового пространства при навеске тюбингов сверху вниз.

Таблица I9

Характеристика бетона							Расход материалов на I м³ бетона, кг				Количество добавок в расчете на сухое вещество, % массы цемента		
подвижность бетонной смеси, см	время достижения бетоном в конструкции распалубочной прочности (0,8 МПа), ч	прочность бетона на сжатие в конструкции в возрасте 3 суток, МПа	Марка по прочности на сжатие: в стандартных условиях	Марка по прочности на сжатие: в конструкции	Марка по водонепроницаемости	В/Ц	портландцемент	песок	щебень	вода	$Ca(NO_3)_2$	$CaCl_2$	$CaCl_2 + NaNO_2$
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4
			Температура породных стенок до -5°С										
I0-I2	2,0	I8,0	400	500	W 20	0,38	580 534	520 540	I080 II20	220 203	3	2,5	I,5+I,5
	4,0	I7,5	400	400	W I2	0,40	550 500	620 640	I000 I060	220 200	3	2,5	I,5+I,0
	5,0	I5,0	350	350	W8	0,44	485 446	645 670	I035 I085	2I6 200	3	2,5	I,5+I
	6,0	I2,5	350	300	W 6	0,48	450 4I4	660 685	I055 I080	2I6 200	2,5	2	I,5+I
	6,5	II,5	350	300	W6	0,50	430 395	670 685	I075 II20	2I6 200	2,5	2	I,5+I
	7	I0,5	300	250	W 6	0,52	4I5 382	680 705	I080 III5	2I6 200	2,5	2	I,5+I
	7,5	I0,0	250	200	W4	0,54	400 368	685 7I0	I090 II20	2I6 200	2	I,5	I + I

Продолжение табл.I9

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4
	8	8,5	200	I50	W4	0,57	370 340	700 730	II20 II35	2II I95	2	I,5	I + I
	4	I6,0	400	400	W8	0,40	580 534	650 680	930 975	232 2I4	3	2,5	I,5 + I,5
	5	I3,5	350	350	W6	0,44	520 478	675 705	965 I0I0	230 2I2	3	2,5	I,5 + I,5
	6	II,0	350	300	W4	0,48	480 442	700 730	970 I020	230 2I2	2,5	2	I,5 + I,5
I5-I7	6,5	I0,0	350	300	W4	0,50	460 423	700 730	I000 I035	230 2I2	2,5	2	I,5 + I,5
	7	9,0	300	250	W4	0,52	445 409	705 734	I000 I040	230 2I2	2,5	2	I,5 + I,5
	7,5	8,5	250	200	W2	0,54	430 396	7I5 745	I025 I050	230 2I5	2,0	I,5	I,5 + I,5
	8	7,0	200	I50	W2	0,57	400 368	725 755	I040 I070	226 2I0	2,0	I,5	I + I

Продолжение табл.I9

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4
Температура породных стенок от -I0 до -I5°С													
	6	I4,0	400	350	W 8	0,40	580 534	650 680	930 975	232 2I4	-	-	3
	7	I2,5	350	300	W 6	0,42	545 502	660 680	970 I000	230 2I2	-	-	3
	6	II,5	350	300	W 4	0,44	520 478	675 705	965 I0I0	230 2I2	-	-	3
I5-I7	I0	9,5	350	250	W 4	0,48	480 442	700 730	970 I020	230 2I2	-	-	3
	II	8,5	350	250	W 4	0,50	460 423	700 730	I000 I035	230 2I2	-	-	3,5
	I2	7,5	300	200	W 4	0,52	445 409	705 734	I000 I040	230 2I2	-	-	3,5
	I3	6,5	250	I50	W 2	0,54	430 396	7I5 745	I000 I050	230 2I2	-	-	3,5
	6	I5,0	400	350	W I2	0,40	550 500	620 640	I000 I060	220 203	-	-	3
I0-I2	7	I3,5	350	300	W 8	0,42	5I0 469	630 655	I0I5 I080	2I8 I97	-	-	3

Продолжение табл.I9

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4
I0-I2	8	I2,5	350	300	W6	0,44	485 446	645 670	I035 I085	2I6 200	-	-	3
	I0	I0,5	350	250	W6	0,48	450 4I4	660 685	I055 I080	2I6 200	-	-	3
	II	9,5	350	250	W6	0,50	430 396	670 685	I075 II20	2I6 200	-	-	3,5
	I2	8,5	300	200	W6	0,52	4I5 382	680 705	I080 III5	2I6 200	-	-	3,5
	I3	7,5	250	I50	W4	0,54	400 368	685 7I0	I090 II20	2I6 200	-	-	3,5

Примечания. I. В состав бетонной смеси вводятодну из добавок или композицию добавок, приведенных в таблице.

2. В таблице приведены данные для бетона без добавки СДБ в числителе и с добавкой СДБ 0,I5% массы цемента - в знаменателе. Состав бетона с добавкой СДБ следует применять при отсутствии требования к распалубочной прочности бетона.

3. Марка бетона по водонепроницаемости дана в возрасте 28 суток.

4. Для состава бетона с маркой по водонепроницаемости W I2 и W8 песок должен быть промытым и иметь модуль крупности не менее 2,5.

Содержание глинистых и пылевидных фракций в песке не должно превышать I%, в щеб - не - 0,5%. В остальном материали для приготовления бетонов должны соответствовать требованиям ГОСТ.

5. При температуре породных стенок от - I0° до - I5°С можно применять вместо композиционной добавки $CaCl_2 + NaNO_2$ добавку $CaCl_2 + NaCl$ в таком же количестве.

Таблица 20

Температура в стволе, °С	Характеристика активированного раствора			В/Ц	Расход материалов на 1 м³ раствора, кг			Количество добавок в расчете на сухое вещество, % массы цемента		
	Марка по прочности на сжатие		Расплыв по конусу Аз НИИ, см		цемент	песок	вода	$Ca(NO_3)_2$	$CaCl_2$	$CaCl_2 + NaNO_2$
	В стандартных условиях	В конструкции								
От 20 до 5	250	250	I2-I4	0,5	840	840	420	2	I,5	-
от 4 до -5	250	250	I2-I4	0,5	840	840	420	3	2	-
от -6 до -I5	300	250	I2-I4	0,43	I090	545	470	-	-	3+3

Такие растворы характеризуются ускоренными сроками твердения и повышенной плотностью, долговечностью.

7.4.I5. Приготовлять активированные растворы следует в специальных смесителях (активаторах) бадьевого или цикличного действия конструкции ВНИИОМШС, характеристика которых приведена в п.7.4.5.

7.4.I6. Транспортировать цементно-песчаные растворы следует по трубопроводу диаметром не менее 50 мм. Допускается использование трубопроводов внутренним диаметром I50 мм, предназначенных для подачи бетонной смеси.

7.4.I7. Заполнять затюбинговое пространство цементно-песчаным раствором можно двумя способами: снизу вверх и сверху вниз.

При первом способе следует заполнять затюбинговое пространство через штуцеры, устанавливаемые в отверстия тюбингов, при помощи растворонасосов или за счет гидростатического давления.

При втором способе подавать растворную смесь допускается гибким шлангом, опущенным непосредственно в затюбинговое пространство.

7.4.I8. Заполнять затюбинговое пространство смесью следует непрерывно на всю высоту заходки.

7.4.I9. При применении бетонов и активированных растворов для возведения крепи стволов, проходимых способом замораживания и в условиях вечной мерзлоты, следует пользоваться "Руководством по приготовлению и применению бетонов и активированных растворов с химическими добавками при возведении крепи шахтных стволов", ЦБНТИ, I977.

7.5. Бетоны высокопрочные марок 600-800 для элементов сборной крепи

7.5.I. Высокопрочные бетоны марок 600-800 предназначены для изготовления элементов крепи арочного и кольцевого очертания, применяемых в капитальных горизонтальных горных выработках глубоких шахт, проводимых в сложных горногеологических условиях вне зоны влияния очистных работ.

Высокопрочные бетоны отвечают требованиям эксплуатации сборных видов крепи с большой несущей способностью (блочных бетонных, тюбинговых, блочных и панельных железобетонных).

7.5.2. Применение высокопрочных бетонов позволит облегчить элементы крепи на 20-35% и снизить стоимость крепления на 10-25%.

7.5.3. Для приготовления высокопрочного бетона, следует применять цемент и воду, отвечающие требованиям ГОСТ и ТУ, приведенным в разделе 2.

Для приготовления бетона М600 следует применять портландцемент марок 500-600, бетона М800 - портландцемент М700.

7.5.4. В качестве мелкого заполнителя следует применять пески, отвечающие требованиям, приведенным в разделе 2. Песок должен быть крупнозернистым или среднезернистым.

7.5.5. В качестве крупного заполнителя следует применять щебень, отвечающий требованиям, приведенным в разделе 2. Прочность щебня при сжатии должна быть выше прочности бетона не менее, чем в 1,5 раза. Щебень должен быть чистым и фракционированным.

Следует применять соотношения фракций щебня (по массе), приведенные в табл.21.

Таблица 21.

Максимальная крупность щебня, мм	Фракции щебня, %		
	5-10	10-20	20-40
20	35	65	-
40	45		55

7.5.6. В состав бетонной смеси следует вводить сульфитно-спиртовую барду или сульфитно-дрожжевую бражку в количестве 0,25% массы цемента.

7.5.7. Ориентировочные составы высокопрочных бетонов приведены в табл.22.

Таблица 22

Марка бетона	Жесткость смеси, с	Расход материалов на $1м^3$ бетона, кг			
		цемент	песок	щебень	вода
М 600	60-80	585	350	1310	152
М 800	60-80	580	345	1300	175

Приведенные в таблице составы бетонов подлежат в обязательном порядке корректировке с применением местных материалов.

7.5.8. Без контрольной проверки выдавать на завод составы бетонов категорически запрещается.

7.5.9. Приготовление жесткой бетонной смеси для получения высокопрочных бетонов следует производить в бетоносмесителях принудительного действия.

Подачу отдозированных материалов в бетоносмеситель следует производить в следующей последовательности: вначале подают 15-20% воды, требуемой на замес, затем загружают одновременно цемент и заполнители, продолжая заливать воду до заданного В/Ц. С водой затворения подается раствор сульфитно-дрожжевой бражки. Общая продолжительность перемешивания должна составить 5 минут.

7.5.10. Уплотнение загруженной в формы бетонной смеси производится на виброплощадке с применением пригруза (желательно пневмопригруза). Для бетонной смеси жесткостью 60-80 с оптимальная величина удельного давления пригруза должна быть 60-85 $г/см^2$.

Укладка бетонной смеси в формы производится при помощи бетоноукладчиков, которые в процессе подачи производят ее разравнивание.

7.5.11. Режим термовлажностной обработки: подъем температуры-

2 часа, изотермический прогрев при температуре 80°С - 6 часов, охлаждение - 2 часа.

7.5.12. При изготовлении элементов крепи из высокопрочных бетонов следует пользоваться "Временным руководством по приготовлению новых составов высокопрочных бетонов и технологии приготовления из них сборных бетонных и железобетонных элементов", (ВНИИОМШС, 1974г.), утвержденных Минуглепромом СССР.

7.6. Бетоны с добавками суперпластификаторов и модифицированных лигносульфонатов

7.6.1. К суперпластификаторам относятся химические вещества, введение которых в бетонную смесь вызывает резкое повышение ее подвижности без увеличения водосодержания или повышение прочности бетона при снижении водоцементного отношения до заданных величин.

Суперпластификаторы следует применять:

для снижения содержания воды (на 20-30%) в бетонной смеси с целью получения высокопрочных бетонов марок 600-800 на цементах марок 400-500, бетонов повышенной плотности (с W4 для контрольного состава до W12 с суперпластификатором) и коррозионной стойкости;

для разжижения бетонных смесей до высокоподвижной и литой консистенции (с О.К. = 2-4 см до О.К. - 20 см) и их применения при бетонировании монолитных бетонных и железобетонных конструкций, или густоармированных конструкций сложной конфигурации с частичным или полным отказом от виброуплотнения;

для повышения прочности бетона за счет частичного снижения водопотребности бетонной смеси при сохранении ее повышенной подвижности (с ОК. 10-12 см), что позволяет сокращать время вибрации в 4-5 раз и одновременно повышать прочность бетона или снижать расход цемента. Использование суперпластификаторов только для экономии цемента должно допускаться лишь после обоснования технико-экономическими

расчетами.

7.6.2. Основные отечественные суперпластификаторы приведены в табл.23.

Таблица 23

Химический класс соединений	Условное обозначение
Сульфированные меламинформальдегидные смолы	10-03, НИЛ-10, ВС (МФАС-Р-100П), АПС
Продукты конденсации нафталиносульфокислоты и формальдегида	С-3,30-0 3,С-4 ("Дофен")
Модифицированные лигносульфонаты	НИЛ-20, НИЛ-21,ТП-1,ТП-2, ХДСК-1,ЛСТМ-2
Продукты конденсации оксикарбоновых кислот	ПОЭ

7.6.3. Модифицированные лигносульфонаты относятся к сильнопластифицирующим добавкам, увеличивающим осадку конуса при оптимальной дозировке до 14-19 см. Модифицированные лигносульфонаты по пластифицирующему эффекту приближаются к сильнейшим разжижителям - суперпластификаторам.

7.6.4. Материалы, применяемые для изготовления бетонов с добавкой суперпластификаторов,должны отвечать требованиям,приведенным в разделе 2 настоящей "Инструкции..."

Не допускается применение суперпластификаторов в бетонных смесях на заводских пластифицированных цементах.

Эффективность применения суперпластификаторов на цементе конкретного завода должна быть проверена экспериментально.

7.6.5. При подборе состава бетона с добавкой суперпластификатора за основу следует принимать состав бетона, подобранный на конкретных материалах без добавки и удовлетворяющий требованиям проекта по подвижности смеси и маркам бетона по прочности и водонепроницаемости. Корректировка должна заключаться в регулировании количества воды для получения заданной подвижности,увеличении доли песка в сме-

си заполнителей при применении подвижных смесей, в возможном сокращении расхода цемента, если прочность в требуемом возрасте окажется завышенной.

7.6.6. Суперпластификаторы С-3,С-4 ("Дофен") и др. следует вводить в бетонные смеси в количествах от 0,2 до I,2% массы цемента.

Вводить суперпластификаторы в бетонную смесь необходимо в виде водного раствора. Концентрация рабочего раствора должна устанавливаться с учетом максимального объема имеющихся дозаторов.

7.6.7. Хранение,приготовление и подача суперпластификаторов должны осуществляться по схемам, приведенным на рис.I и рис.2 (раздел 4).

7.6.8. Суперпластификатор следует вводить в предварительно перемешанную (достаточно 2 мин.) бетонную смесь или порционно в процессе перемешивания, если продолжительность транспортировки ее не превышает 20 мин. При большем времени транспортировки суперпластификатор необходимо вводить в автобетоносмеситель перед спуском бетонной смеси в ствол. После введения суперпластификатора смеситель должен работать 2-3 мин.

Величина снижения подвижности бетонной смеси во времени на примере суперпластификатора С-3 представлена в табл.24.

Таблица 24

Вид и количество добавки	Подвижность смеси, см				
	сразу после затворения	после затворения через			
		I5 мин.	45 мин.	I час.	I,5 час
без добавки	3	2	I,5	I,2	I,0
С-3 - 0,5%	I9	I8	I7	I5	II

7.6.9. Централизованно изготовляемые суперпластификаторы являются в настоящее время дефицитной добавкой, в связи с этим следует использовать для тех же целей модифицированные лигносульфонаты, которые в отличие от суперпластификаторов получают не только централизованно , но и непосредственно на месте применения.

7.6.10. Модифицированный лигносульфонат ЛСТМ-2 изготовляется централизованно и поставляется в виде водного раствора 50%-ной концентрации. Добавка хорошо растворима в воде, не токсична, взрыво- и пожаробезопасна.

Вводить ЛСТМ-2 в бетонную смесь следует в количестве 0,15-0,20% массы цемента.

7.6.11. На рис.7 представлена схема приготовления и применения добавки НИЛ-21 и комплексе с сульфатом *Na* .

Предусмотрены два независимых пути подачи модифицированной добавки (НИЛ-21) и сульфата *Na* вплоть до их введения в воду затворения.

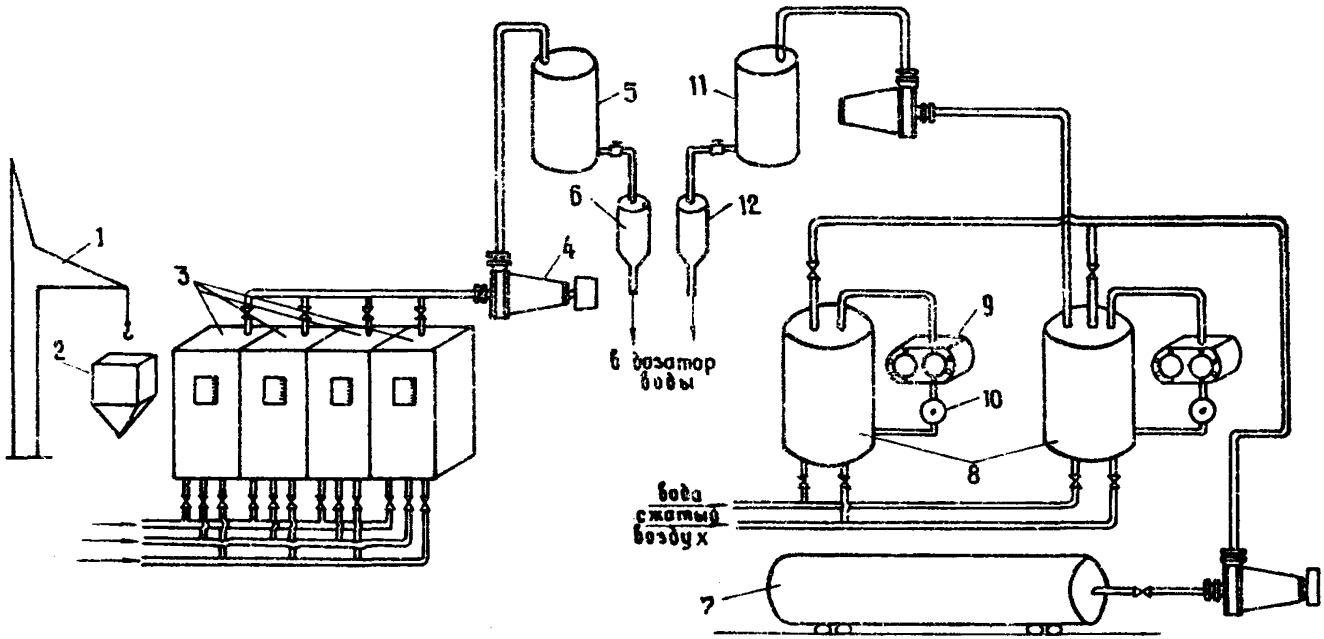
Установка включает: склады исходных компонентов, емкости для приготовления растворов рабочей концентрации и модифицирования СДБ, расходные емкости, устанавливаемые на бетоносмесительной установке, дозаторы добавок, а также систему трубопроводов и подачу порошкообразного сульфата натрия. Процесс модифицирования СДБ сводится к получению однородной эмульсии путем взаимодействия с пропиленом.

Пластификатор НИЛ-21 следует вводить в бетонную смесь в количестве 0,6%, сульфата натрия 1,0-1,5% массы цемента. При этом без увеличения расхода цемента повышается подвижность (с О.К.= 2-3 до О.К. = 14-18 см).

7.6.12. Модифицированный лигносульфонат ХДСК-1 получают путем перемешивания водного раствора СДБ с *NaOH* в соотношении 0,9: 1,1.

Полученный стабильный пластификатор следует вводить в бетонную

Технологическая схема приготовления и применения добавки НИЛ -2I
в комплексе с сульфатом натрия



I-тельфер 0,5т; 2-емкость для подачи порошкообразного сульфата натрия; 3- емкость для приготовления рабочих растворов сульфата натрия объемом $3м^3$ каждая; 4- центробежные насосы; 5- расходная емкость раствора сульфата натрия объемом $2м^3$; 6- дозатор сульфата натрия; 7- прирельсовый склад СДБ; 8- емкость для приготовления рабочих растворов и модификации СДБ объемом $4м^3$ каждая; 9- насосы шестереночного типа; I0- дозирующая воронка для введения модификатора; II- расходная емкость объемом $1м^3$; I2- дозатор добавки НИЛ-2I

Рис.7

смесь, в среднем, в количестве 0,4% массы цемента. Технологическая схема приготовления и дозирования водного раствора добавки ХДСК-I приведена на рис.8.

7.6.I3. При введении в состав бетонной смеси суперпластификаторов, модифицированных лигносульфонатов следует руководствоваться "Рекомендациями по применению суперпластификатора марки С-3 в бетоне", М.1979, ТУI4-6-I88-8I Минчермета УССР, ТУ6-06-I926-82 Минхимпрома СССР, ТУ38-4-0,258-82, ТУI3-04-6008I,ТУ-400-I-I02.I-83.

8. ЭФФЕКТИВНЫЕ ВИДЫ РАСТВОРОВ И БЕТОНОВ ДЛЯ ОБЛЕГЧЕННЫХ ВИДОВ КРЕПИ, ТАМПОНАЖА ЗАКРЕПНОГО ПРОСТРАНСТВА

8.I. Растворы цементные, цементно-песчаные, на основе доломитовой пыли и магнезиальных вяжущих

8.I.I. Физико-механические свойства растворов (прочность, адгезия к породам, деформативность тампонажного камня) должны соответствовать геомеханическим требованиям способа повышения устойчивости выработок упрочнением пород.

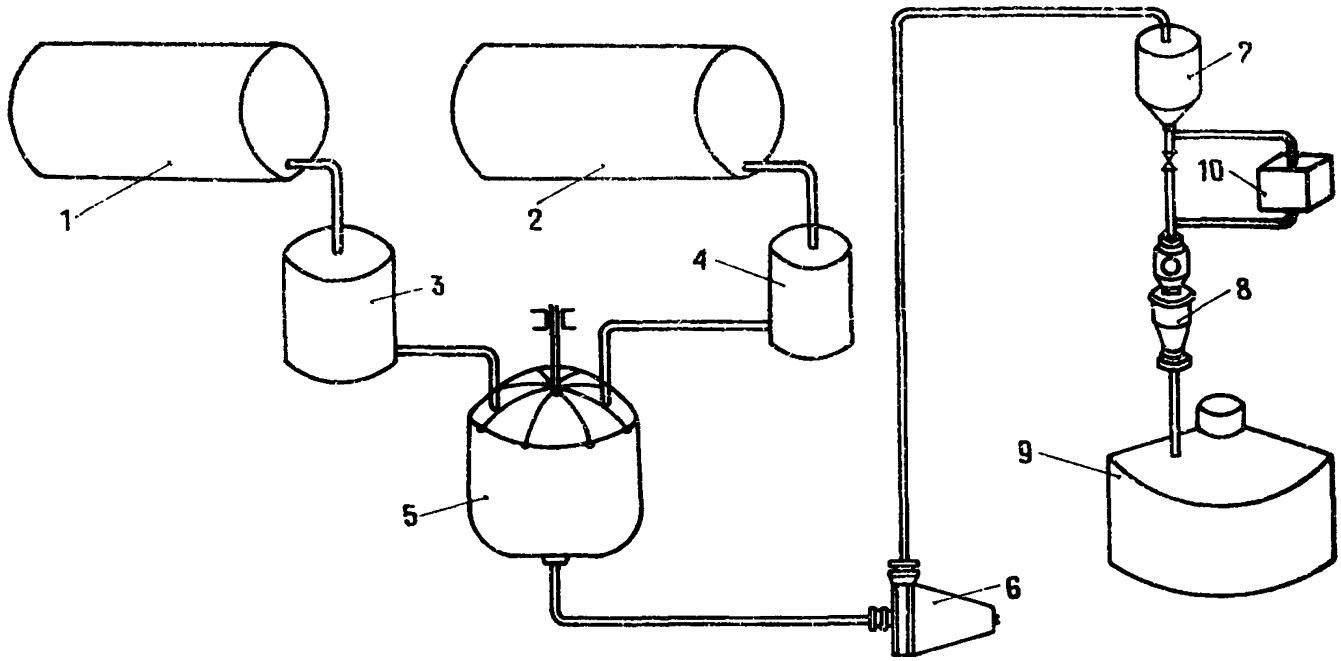
8.I.2. Растворы,предназначенные для упрочнения горных пород, должны обладать высокой проникающей способностью и седиментационной устойчивостью.

8.I.3. Материалы для приготовления растворов, должны быть дешевыми,не дефицитными и отвечать требованиям ГОСТ, приведенным в разделе 2.

8.I.4. Инъекционное упрочнение пород следует применять:
во вновь проводимых выработках вне зоны активного влияния очистных работ в условиях, где параметр $\frac{\gamma H}{R}$ находится в пределах 0,3 - 0,8;
в выработках, проводимых в зонах геологических нарушений;
в эксплуатирующихся выработках, крепь которых деформируется вследствие непрекращающихся сдвижений горного массива.

8.I.5. Цементные растворы должны применяться для упрочнения

Технолгическая схема приготовления, транспортирования и дозирования добавки ХДСК-I



I-2 - склад добавок МаОН и СДБ; 3-4 - емкости для предварительного растворения жидких компонентов; 5 - смеситель пропеллерный СМ-243Б; 6 - насос; 7 - расходная емкость; 8 - дозатор воды АВДЖ 425/I200; 9 - бетоносмеситель С-302; I0- растворный аппарат

Рис. 8

мелкотрещиноватых массивов; цементно-песчаные растворы- для упрочнения породного массива с достаточным раскрытием трещин и тампонажа закрепного пространства.

8.I.6. Ориентировочные составы и расходы материалов для приготовления I $м^3$ цементных и цементно-песчаных растворов приведены в табл.25.

Таблица 25

Состав раствора (цемент:песок: :вода), мас.ч.	Расход компонентов для приготовления I $м^3$ раствора, кг		
	цемент	песок	вода
I : 0 : I	760	-	760
I : 0 :2	430	-	840
I : 0 : 3	300	-	910
I : 3 : 2	237	662	574
I : 4 : 2	260	I038	519
I : 5 : 2	237	II84	474

Примечание: Подвижность растворной смеси (по конусу АзНИИ)- 25 и более см, вязкость - I3 - I5 с.

8.I.7. Для приготовления цементных и цементно-песчаных растворов следует применять растворосмесители типа СО-46А и СБ-43. При отсутствии серийно выпускаемого оборудования приготовление раствора осуществляется в обычной вагонетке, оборудованной лопастным или шнековым смесителем с приводом от пневмо-или электродвигателя.

8.I.8. Растворы на основе доломитовой пыли следует применять при тампонаже закрепного пространства и инъекционном упрочнении пород; по сравнению с цементно-песчаными растворами они обладают следующими преимуществами: низкой стоимостью, малым водопылевым отношением и повышенной прочностью.

Доломитовая пыль является отходом доломитового производства,

улавливаемым с помощью электрофильтров и батарейных циклонов при обжиге металлургического доломита, и представляет собой тонкодисперсный порошок с размерами частиц не превышающими 40 мкм.

8.I.9. Диапазон изменения химического состава доломитовой пыли, обладающей вяжущими свойствами, приведен в табл.26.

Таблица 26

Химический состав,%						
CaO	MgO	SiO_2	FeO	Al_2O_3	триоксид серы	прочие
38-42	25-27	6-8	2-6	2-4	8-I2	до I0

8.I.I0. Оптимальное водопылевое отношение (В : П) для приготовления раствора находится в пределах I : I,6 - I : 2,5.
При этом раствор представляет собой легко прокачиваемую стабильную суспензию с динамической вязкостью 0,25 - 0,35 Па.с.

Густые смеси с В : П равным I : 2,5 следует применять для заполнения пустот и вывалов закрепного пространства, а более подвижные с В : П, равным I : I,6 - для инъекционного упрочнения пород.

8.I.II. Ориентировочные составы и расходы материалов для приготовления I м^3 растворов на основе доломитовой пыли приведены в табл. 27.

Таблица 27

Водопылевое отношение (В : П)	Расход компонентов для приготовления I м^3 раствора, кг	
	вода	пыль
I : I,6	630	I050
I : 2,0	600	I200
I : 2,5	530	I300

8.I.I2. Для производства инъекционных и тампонажных работ растворами на основе доломитовой пыли следует применять тот же комплекс

технологического оборудования, что и для приготовления и нагнетания цементных и цементно-песчаных растворов.

8.I.I3. Растворы на основе магнезиальных вяжущих следует применять вместо цементных растворов при выполнении инъекционного упрочнения пород в ответственных выработках (камеры, сопряжения, околоствольные дворы и др.), расположенных в особо сложных горно-геологических условиях.

Растворы на магнезиальных вяжущих характеризуются высокими прочностными и адгезионными показателями, хорошей проникающей способностью, отсутствием отжима жидкой фазы при нагнетании.

По своим свойствам эти растворы близки к синтетическим смолам, однако значительно дешевле, менее дефицитны, не токсичны, не горючи, пригодны для упрочнения как сухих, так и обводненных пород.

8.I.I4. Для приготовления растворов с обычным сроком схватывания (40-60 мин.) следует применять порошок магнезитовый каустический марки ПМК-75, ПМК-83 (ГОСТ I2I6-75), водный раствор хлористого магния (ГОСТ 4209-77) плотностью I,24 - I,26 $I0^3$ кг/м^3, тонкодисперсные щелочные бентониты (ТУ-39-943-74).

8.I.I5. Ориентировочные составы и расходы материалов для приготовления I м^3 растворов на основе магнезиальных вяжущих приведены в табл.28.

Таблица 28

Наименование компонентов	Состав I		Состав II	
	Содержание компонентов, %	Расход компонентов на I м^3 раствора, кг	Содержание компонентов, %	Расход компонентов на I м^3 раствора, кг
Водный раствор хлористого магния плотностью I,24 . $I0^3$-I,26 . $I0^3$кг/м^3	40	667	42	66I
Порошок магнезитовый каустический марки ПМК-75	48	800	-	-
Порошок магнезитовый каустический марки ПМК-83	-	-	50	787
Глина бентонитовая	I2	200	8	I26

Примечание: С целью увеличения деформативности тампонажного камня в раствор вместо бентонитовой глины может быть добавлен латекс СКС-65 ГП (ГОСТ 10564-75) в количестве 3 - 7% массы магнезитового порошка.

8.I.I6. Техническая характеристика растворов для упрочнения на основе магнезиального вяжущего приведена в табл.29.

Таблица 29

Наименование показателя	Состав	
	I	II
Сроки схватывания при t = 25°С,с	60	50
Начальная динамическая вязкость при t = 25°С, Па.с	0,35	0,3
Предел прочности на сжатие, МПа	40-50	50-60
Сила сцепления (адгезия) с породой через 3 суток,МПа	5,0-6,0	6,0-7,0

8.I.I7. Комплекс технологического оборудования для приготовления и нагнетания магнезиальных растворов включает:

емкость для приготовления водного раствора хлористого магния на базе вагонетки ВГ-3,3, оборудованную съемными крышками для предотвращения расплескивания раствора и насосом для подачи последнего в смеситель;

емкость для транспортировки и хранения сыпучих компонентов (вагонетка с крышкой);

штукатурный агрегат типа СО-57 или СО-85;

насос типа НБЗ-I20/40;

высоконапорные рукава с внутренним диаметром 20 - 25 мм;

инъектор (герметизатор) многоразового использования конструкции МакИСИ.

Серийное оборудование требует следующих переделок:
электродвигатели установок следует заменить на взрывобезопасные или пневматические;

в насосах типа НБЗ-I20/40 должны быть установлены сбрасывающие вентили в тупиковых зонах гидроблока, а тарельчатые клапаны заменены на шаровые.

8.I.I8. Приготовление инъекционного раствора следует осуществлять следующим образом. В смеситель насосом подается 70 л хлористого магния плотностью I,22 - I,26 . $I0^3$ кг/ $м^3$. Включается мешалка и одновременно засыпается 2I кг бентонитовой глины. После перемешивания в течение 2 - 3 мин постепенно порциями добавляется II5 кг ПМК. Перемешивание длится 5-8 минут. При этом отмечается время начала приготовления и время готовности состава к нагнетанию. Готовый состав через вибросито переливается в приемный бункер, а в смесителе готовится новая порция, т.е. приготовление и нагнетание раствора может вестись непрерывно.

8.I.I9. Для осуществления технологии безизоляционного нагнетания следует применять быстросхватывающийся состав, который получается соединением двух растворов, приготовленных в двух смесителях.

Состав первого раствора, мас.ч:

порошок магнезитовый каустический ПМК-83-I00, водный раствор хлористого магния плотностью I,24 . $I0^3$ кг/ $м^3$ - 8I,34,

глина бентонитовая - I3,33.

Состав второго раствора,мас.ч.:

портландцемент марки 500-42,68,латекс СКС-65ГП-3,40,

вода - 25,6I.

При нагнетании растворы подаются раздельно по высоконапорным рукавам и перемешиваются непосредственно в герметизаторе.

8.I.20. Для приготовления и нагнетания быстросхватывающегося раствора применяется то же оборудование, что и для обычных магнезиаль-

ных растворов. Дополнительной реконструкции подвергается насос НБЗ-120/40 путем установки перемычек на всасывающей и напорный коллектор для работы насоса по схеме: два плунжера подают один компонент состава, третий плунжер - второй компонент. Оборудование комплектуется высоконапорными рукавами с внетренним сечением 18-20 мм и герметизатором многоразового использования с обратными клапанами и статическим смесителем.

8.1.21. При производстве работ по упрочнению и тампонажу закрепного пространства следует руководствоваться "Указаниями по упрочнению пород с целью повышения устойчивости горных выработок",Макеевка,1978; "Руководством по применению крепей, использующих несущую способность упрочненного массива", Макеевка, 1984 ;"Технологическими схемами упрочнения массивов горных пород цементацией при проведении капитальных горных выработок в зонах геологических нарушений", Кемерово, 1980.

8.2. Растворы для тампонажа закрепного пространства при бурении вертикальных стволов малого диаметра и скважин большого диаметра.

8.2.1. Тампонаж закрепного пространства выполняется с целью:

предотвратить смещения колонны крепи;

создать вокруг крепи упругую среду;

обеспечить равномерную нагрузку на крепь от проявления горного давления;

разобщить водоносные горизонты.

8.2.2. Тампонажные растворы должны удовлетворять следующим требованиям:

обладать седиментационной устойчивостью;

обладать подвижностью не менее 18 см по конусу АзНИИ;

иметь оптимальные сроки начала и конца схватывания;

обладать определенной способностью по полному замещению

буровой жидкости, иметь плотность $1,4-2,2.10^3$ кг/м^3 при разности плотностей тампонажного раствора и буровой жидкости не менее $0,5.10^3$ кг/м^3; .

твердеть в буровой жидкости;

иметь высокий процент выхода камня,достаточную прочность и плотность;

быть устойчивым к агрессивному воздействию подземных вод;

обеспечивать равномерную передачу давления на крепь.

8.2.3. В качестве тампонажных растворов следует применять цементно-песчаные,цементно-глинистые и цементные растворы. При соответствующем обосновании могут использоваться цементно- песчано-глинистые, цементно-суглинистые и цементно-песчано-суглинистые растворы.

Цементно-песчаный раствор (Ц:П:В) должен иметь следующие отношения, мас.ч.:

цемент - I

песок от 0,5 до I

вода от 0,4 до 0,9

цементно-глинистый раствор (Ц:Г:В), мас,ч.:

цемент - I

глина от 0,25 до I

вода от 0, 5 до I

цементный раствор (Ц : В), мас.ч.:

цемент - I

вода от 0,4 до I

8.2.4. Для придания тампонажным растворам необходимых технологических параметров и свойств тампонажного камня в растворы следует вводить химические добавки - ускорители твердения, пластификаторы (табл.5) и для придания стабильности минеральные добавки (бентонит) в количестве 2-3% от объема раствора.

8.2.5. При наличии напорных вод допускается увеличение добавки хлорида кальция до 7% массы цемента.

Хлорид натрия может применяться в количестве до 5% массы цемента.

Жидкое стекло с плотностью (I,4 - I,6)·10^3 кг/$м^3$ следует добавлять в количестве 2-3% массы цемента. Допускается увеличение дозы жидкого стекла до I0% массы цемента, добавляя его в тампонажный раствор непосредственно перед закачкой в скважину. При этом, ввиду снижения текучести тампонажного раствора, необходимо также добавлять каустическую соду в количестве до 8% от объема жидкого стекла.

Полуводный гипс допускается применять в количестве I0-20% массы цемента. Следует применять совместную добавку гипса (200 кг на I т цемента) и жидкого стекла (50 л на I т цемента).Раствор имеет хорошую текучесть и быстро схватывается. Ввиду малых сроков схватывания раствор должен быстро изготовляться и закачиваться в закрепное пространство.

8.2.6. Тип и состав тампонажного раствора следует определять проектом и уточнять лабораторными испытаниями.

8.2.7. Для приготовления тампонажных растворов должны применяться следующие материалы:

в обычных гидрогеологических условиях-портландцемент марок 400-500;

при наличии агрессивных вод - сульфатостойкий портландцемент марок 400-500, отвечающий требованиям разд.2;

при наличии напорных вод - тампонажный портландцемент марок 400-500, отвечающий требованиям ГОСТ I58I-78;

песок и вода должны отвечать ГОСТ 8736-77 и требованиям раздела 2;

суглинки со следующим гранулометрическим составом:

песчаные частицы крупностью 0,05 мм - 10-35%;

пылеватые -"- крупностью 0,005 мм - 35-70%;

глинистые -"- крупностью <0,005 мм - 10-20%;

глины песчаные с содержанием глинистых частиц не более 35-40%. Тонкодисперсные глины для приготовления тампонажных растворов не пригодны.

8.2.8. Тампонажные растворы должны изготовляться на буровой площадке непосредственно в процессе производства работ по тампонированию.

8.2.9. Тампонажные растворы приготовляют в глиномешалках типа Г2П2-4, МГ2-4, Г2-10, цементосмесительных установках СМН-20, СМП-20 и цементировочных агрегатах ЦА-300 или ЦА-320. Для нагнетания растворов используют насосы У8-3, У8-4, 12ГР, ЗИФ-200/40, ПГР и др.

8.2.10. Для приготовления и нагнетания тампонажного раствора следует использовать оборудование, приведенное на рис.9.

8.2.11. Тампонирование закрепного пространства секционной крепи при первичном тампонаже должно осуществляться через ставы труб, опущенные в закрепное пространство. Число ставов труб устанавливается в зависимости от диаметра обсадных труб (табл.30).

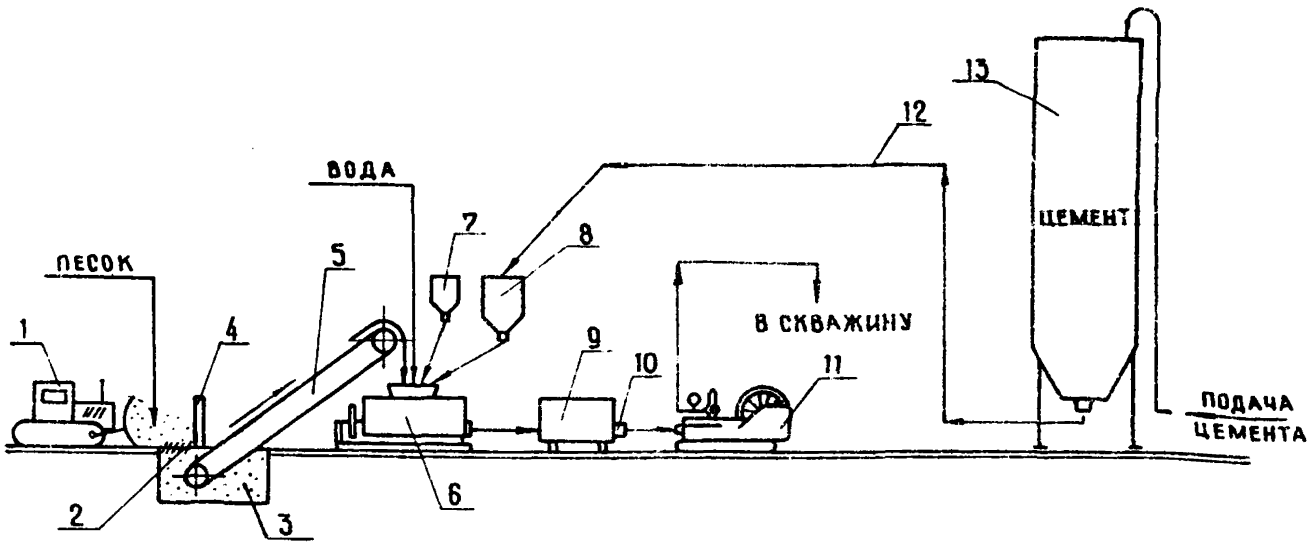
Таблица 30

Диаметр обсадных труб, м	Число ставов	Наружный диаметр труб ставов, мм
до 1,5	1	57-76
1,5-2,6	2	89-114
2,6-3,0	3	114-133
свыше 3	4	133-168

Примечание: Допускается закачка тампонажного раствора через центральный став (буровую колонну).

Технологическая схема приготовления цементно-песчаных растворов

для тампонажа закрепного пространства



I – бульдозер; 2 – металлическая решетка; 3 – питатель; 4 – упорная плита; 5 – скребковый транспортер для разгрузки песка производительностью не менее 6м^3/ч; 6 – смеситель производительностью не менее 10м^3/ч; 7 – емкость для химреактивов; 8 – дозатор цемента; 9 – накопительная емкость; I0 – фильтр; II – насос тампонажный производительностью не менее 20м^3/ч с рабочим давлением до I0 МПа; I2 – цементовод; I3 – емкость для цемента объемом не менее I00 т

Рис. 9

8.2.I2. Тампонирование закрепного пространства следует производить ступенями, высота которых определяется допустимой высотой разовой закачки ($h_з$).

8.2.I3. Максимальная высота разовой закачки (в м) тампонажного раствора для тонкостенных конструкций крепи (стальные трубы) определяется из условий устойчивости ее по формуле:

$$h_з < \frac{P_{кр} \cdot K}{\gamma_{тр} - \gamma_{бк}}, \qquad (20)$$

где $P_{кр}$ - критическое внешнее давление на крепь, при котором происходит потеря устойчивости, Па;

K - коэффициент запаса, принимается равным 0,7 - 0,9;

$\gamma_{тр}$ - плотность тампонажного раствора, Н/м^3;

$\gamma_{бк}$ - плотность буровой жидкости, Н/м^3.

8.2.I4. Во избежание смешивания тампонажного раствора с буровой жидкостью тампонирование следует производить непрерывно на полную высоту ступени. Сначала производится промывка закрепного пространства буровой жидкостью, затем через каждый став поочередно закачивается определенный объем раствора. После этого ставы поднимаются на высоту одного звена труб, верхнее звено удаляется и тампонирование продолжается пока не будет заполнено раствором закрепное пространство на всю высоту ступени.

8.2.I5. Тампонаж закрепного пространства производится после установки каждой секции крепи до уровня, расположенного на I5-20 см ниже верха секции. Промежуточные секции тампонируются после стыковки на весу при сниженной нагрузке на прицепном устройстве от вновь установленной секции на 25-30%.

8.2.I6. Нижняя (анкерная) секция вначале тампонируется таким образом, чтобы образовалось бетонное основание, препятствующее в дальнейшем поступлению тампонажного раствора внутрь секции. После его затвердевания производится тампонирование обычным способом.

8.2.I7. Ставы следует опускать сразу на всю глубину ствола, зак-

репленными к анкерной секции, с последующим подъемом их на высоту секции после тампонажа каждой опущенной секции. Допускается монтировать и демонтировать тампонажные трубы при спуске каждой секции.

В этом случае на верхней кромке секции должен устанавливаться специальный конус для направления концов ставов в закрепное пространство.

8.2.18. При погружной крепи тампонаж может производиться через центральный став, ставы труб, опущенные в закрепное пространство после погружения крепи, или комбинированным способом- нижнюю часть ствола- через центральный став, а верхнюю - по ставам труб, опущенным в закрепное пространство.

8.2.19. Нижние концы ставов труб во избежание их забивки закрываются конусом, а сбоку прорезаются отверстия для выхода раствора.

8.2.20. Перерыв между ступенями закачки тампонажного раствора определяется необходимой продолжительностью затвердевания тампонажного раствора, которая составляет 8-16 ч и устанавливается проектом организации работ.

8.2.21. При проведении тампонажных работ необходимо вести контроль за недопустимым вытеканием в ствол раствора через неплотные стыки секций.

8.2.22. Для заполнения пустот в закрепном пространстве, оставшихся после первичного тампонажа, и подавления имеющихся притоков воды, должен производиться контрольный тампонаж.

8.2.23. Контрольный тампонаж осуществляется одновременно с откачкой промывочной жидкости из ствола. Работы по тампонажу выполняются заходками высотой 10-15 м сверху вниз. В пределах заходки тампонаж производится снизу вверх.

8.2.24. Тампонажный раствор нагнетается за крепь насосами, устанавливаемыми на подвесном поясе или на поверхности со спуском

раствора по ставу труб. Нагнетание производится последовательно через каждое отверстие в рядах тампонажной заходки.

8.2.25. При производстве работ по тампонажу закрепного пространства следует руководствоваться "Общесоюзными нормами технологического проектирования шахтных стволов и скважин, сооружаемых способом реактивно-турбинного бурения (РТБ), ОНТП 3-80,М.,1980.

8.3. Бетоны и растворы на неорганических вяжущих для анкерной крепи

8.3.1. Анкерная крепь применяется как самостоятельный вид крепи и в сочетании с другими видами крепи- бетоном,набрызгбетоном, металлом и др., а также как средство упрочнения горных пород и борьбы с пучением почвы выработок, для подвески трубопроводов, оборудования, элементов армировки и других целей.

Крепь обладает высокой прочностью,долговечностью,имеет жесткую деформационную характеристику, хорошо сопротивляется статическим и динамическим нагрузкам,препятствует (особенно при полном заполнении шпуров) расслоению пород, не сложна в исполнении.

В подземном шахтном строительстве применяются два типа анкерной крепи с закреплением анкеров неорганическим вяжущим: анкерная крепь железобетонная и анкерная крепь с патронированным быстросхватывающимся безусадочным неорганическим вяжущим (далее АКПВ).

8.3.2. Конструкция железобетонного анкера крепи состоит из мелкозернистого бетона и металлического стержня.

8.3.3. В качестве вяжущего для бетона при отсутствии притока агрессивных вод следует применять портландцемент, шлакопортландцемент марок не ниже 400. При наличии агрессивных вод следует применять сульфатостойкий портландцемент.

Цемент, песок и вода должны отвечать требованиям соответствующим ГОСТ, приведенным в разделе 2. Для приготовления мелкозернистых смесей следует применять просеянный песок с крупностью зерен до 5 мм.

8.3.4. Состав мелкозернистой бетонной смеси (Ц : П) при марке цемента 400 следует принимать равным I : I, при марке цемента выше 400 - I : 2. Водоцементное отношение 0,4-0,5. Осадка конуса I5-I8 см.

8.3.5. Интенсификация процесса твердения бетона в начальный период времени достигается введением химических добавок: хлорида кальция - 2%, жидкого стекла - 2-6%, добавки ОЭС (глиноземистый спек) - 2 - 6% массы цемента.

Повышение подвижности бетонной смеси достигается применением пластифицирующей добавки - сульфитно-дрожжевой бражки -0,I5-0,35% массы цемента, отвечающей требованиям ОСТ и ТУ, приведенных в разделе 2.

8.3.6. Сроки схватывания смеси с ускорителелями твердения должны составлять I5-45 мин.

8.3.7. Оптимальная прочность бетона при сжатии в 28 суточном возрасте должна составлять 35-40 МПа.

8.3.8. Мелкозернистая смесь для анкерной крепи должна приготовляться небольшими порциями (на I0-I2 анкеров) в растворомешалке или вручную в деревянном или металлическом корыте. Смесь должна перемешиваться до получения однородной массы.

8.3.9. Для заполнения шпура бетонной смесью-применять пневмонагнетатели.

Заполнение шпуров бетонной смесью следует осуществлять следующим образом: бетонная смесь загружается в цилиндр пневмонагнетателя, закрывается крышка и подключается сжатый воздух, досылается нагнетательная трубка в шпур и в цилиндр подается сжатый воздух. Смесь под давлением сжатого воздуха заполняет шпур, выталкивая нагнетательную трубку. После заполнения шпура смесью, сжатый воздух перекрывается и снимается давление в цилиндре.

Шпуры должны полностью заполняться смесью. Это достигается за счет применения нагнетательной трубки, длина которой превышает длину устанавливаемых стержней и досылки ее до забоя шпура.

После заполнения партии шпуров бетонной смесью в них вводятся стержни с надетыми опорными элементами.

После окончания работ по установке анкеров применяемое оборудование необходимо промыть или обдуть сжатым воздухом.

8.3.10. Анкерная крепь с безусадочным быстросхватывающимся неорганическим вяжущим состоит из патронов и металлических стержней.

Патроны состоят из полиэтиленовой оболочки, сухой смеси и жидкого компонента в стеклянной ампуле.

Закрепление анкера происходит в результате разрыва в шпуре патронов с вяжущим и разрушения ампул с жидкой фазой при поступательно-вращательном движении стержня и образования при этом раствора.

Взаимодействие анкера с породой осуществляется сцеплением затвердевшего раствора со стержнем и породными стенками шпура.

8.3.11. Состав шлакосиликатного вяжущего,%:

тонкомолотый доменный гранулированный шлак (ГОСТ 7476-74) с удельной поверхностью - - 300 - 350 $м^2/кг$	50
портландцемент марки 400 (ГОСТ 10178-85)	25
жидкое натриевое стекло (ГОСТ 13078-81) с кремнеземистым модулем 2 и плотностью $1,33 . 10^3$ $кг/м^3$	25
пудра пигментная алюминиевая (ГОСТ 5494-71)	0,01 (массы сухих компонентов)

Для получения жидкого стекла с модулем 2, в концентрированный раствор добавляется едкий натр (ГОСТ 2263-79, ТУ 10-78-78).

Начало схватывания вяжущего- 40-60с, конец - не более чем через 120 с.

8.3.I2. В качестве вяжущего для закрепления растрелов в стволе следует применять напрягающий (расширяющийся) цемент марки НЦ-20 (ТУ2I-20-43-80), в качестве заполнителя является песок с модулем крупности I,0 - 2,0.

Состав цементно-песчаной смеси-I : I в мас.ч.

При необходимости удлинения сроков схватывания смеси в состав раствора следует вводить пластификатор - сульфитно-дрожжевую бражку в количестве - 0,30% массы цемента, В/Ц-0,37.

Начало схватывания смеси на напрягающем цементе - I8-20 мин., конец- не более, чем через 30 мин.

Для получения более ранних сроков схватывания вяжущего, в состав смеси дополнительно вводятся химические добавки - ускорители твердения.

8.3.I3. Анкерную крепь с патронированным вяжущим следует применять с полным или частичным заполнением шпура патронами. Количество патронов в шпуре определяется расчетом по аналогии с железобетонной анкерной крепью.

8.3.I4. В шпур вводятся патроны с вяжущим по одному до упора с помощью деревянного забойника. Установка стержня анкера производится с помощью электрических или пневматических ручных сверл со скоростью вращения не менее 300 об/мин. В процессе поступательно-вращательного движения стержень при помощи резака разрывает патроны и перемешивает составные компоненты смеси. После того, как стержень достигнет забоя шпура, сверло отключается и отсоединяется от анкера. При этом стержень фиксируется до окончания схватывания смеси.

8.4. Составы бетонных смесей для набрызгбетонной крепи на основе цементов и шлакощелочных вяжущих

8.4.I. Набрызгбетонные крепи наиболее эффективно применять в выработках, проходимых буровзрывным способом с использованием контурного взрывания, а также с помощью комбайнов.

Набрызгбетон, как правило, отличается меньшей пористостью, водопроницаемостью, более высокими прочностными характеристиками по срав-

нению с обычным монолитным бетоном.

8.4.2. Материалы для набрызгбетонной смеси должны удовлетворять требованиям ГОСТ и ТУ, приведенным в разделе 2. При креплении выработок вслед за забоем, проводимых в неустойчивых, слабых или водоносных породах, следует применять быстросхватывающиеся и быстротвердеющие цементы, отвечающие требованиям соответствующих ГОСТ и ТУ. Влажность песка должна быть не выше 2-3%.

8.4.3. Максимальная крупность фракций щебня 15-20 мм. Возможно также применение гранулированного доменного шлака и гранитного отсева с фракцией до 10 мм, а также гравийно-песчаной смеси, которую при необходимости следует промыть и обогатить для получения заданной фракции. Количество крупного заполнителя не должно превышать содержания в сухой смеси песка (35 - 40%).

8.4.4. Для создания набрызгбетонного покрытия толщиной свыше 0,05 м и при использовании обычных цементов в состав смеси следует вводить химические добавки - ускорители схватывания и твердения.

В зависимости от заданных сроков схватывания ориентировочное количество добавок, вводимых в набрызгбетонные смеси, приведено в табл.31.

Таблица 31

Добавки	Физическое состояние	Количество массы цемента,%	Продолжительность схватывания,мин.
ОЭС	порошок	3 - 4	1 - 5
Фтористый натрий	порошок	3 - 4	2 - 4
Хлористый кальций	порошок или жидкость	3 - 5	10 - 12
Стекло натриевое жидкое	жидкость	3 - 10	1 - 15
Алюминат натрия	жидкость	2 - 5	7 - 15
Хлористое железо	водный раствор	2 - 6	3 - 5

8.4.5. Подбор состава сухой бетонной смеси может производиться по методикам, разработанным Пермским политехническим институтом, ЦНИИподземмашем и др.

8.4.6. Срок хранения сухой смеси с влажностью заполнителей 2-5%, приготовленной централизованно, не должен превышать 4-х часов.

8.4.7. При нанесении набрызгбетона на слабые или размокаемые породы водоцементное отношение не должно превышать – 0,4, для обычных пород - 0,4 - 0,5.

8.4.8. Ориентировочные расходы материалов для разных марок набрызгбетона и цементов приведены в табл.32.

8.4.9. Выдавать на производство составы набрызгбетонных смесей без контрольной проверки и корректировки на местных материалах категорически запрещается.

8.4.10. В состав работ по набрызгбетонированию входят следующие операции:

подготовка поверхности выработки;

транспортировка составляющих компонентов к месту работ;

приготовление сухой смеси;

загрузка машины;

набрызгбетонирование;

уход за набрызгбетоном и профилактическое обслуживание машин;

контроль качества набрызгбетона.

8.4.11. Возведение набрызгбетонной крепи можно осуществлять "сухим" и "мокрым" способами. Последний способ при существующих средствах механизации, следует применять при омоноличивании затяжек с целью последующего тампонажа, а также при возведении изолирующих покрытий в условиях крепких устойчивых пород.

8.4.12. Возведение набрызгбетонной крепи следует производить с помощью оборудования, обеспечивающего механизированное транспортирование, приготовление и нанесение смеси.

Таблица 32

Заполнители	Марка набрызг-бетона	Марка цемента	Содержание исходных компонентов в 1м³						Соотношение компонентов в %					
			Масса, кг			объем, л			по массе			по объему		
			Ц	П	Щ	Ц	П	Щ	Ц	П	Щ	Ц	П	Щ
Песок средней крупности, щебень	300	400	428	875	289	356	547	207	I	2,04	0,68	I	I,54	0,58
	300	500	342	865	397	285	541	284	I	2,52	I,I6	I	I,89	0,99
	300	400	535	I064	-	445	665	-	I	I,98		I	I,49	
	300	500	428	I206	-	356	754	-	I	2,8I		I	2,II	
отходы камне-дробления (отсев) средн. крупн.	300	400	535	II97	-	445	665	-	I	2,24		I	I,49	
	300	500	428	I357	-	356	754	-	I	3,I7		I	2,II	

Примечание: При расчете составов бетонных смесей для набрызгбетонных крепей принята плотность цементов I200 кг/м³, песка I600 кг/м³, щебня I400 кг/м³ и отходов камнедробления (отсева) I800 кг/м³

Оборудование следует комплектовать в зависимости от конкретных условий предприятия.

8.4.13. Для набрызгбетонирования, как правило, следует применять машины ПБМ конструкции филиала ВНИИОМШС многофункционального назначения и машину СБ-67 конструкции ЦНИИподземмаш . ПБМ рассчитаны на раздельную загрузку вяжущего и заполнителей в два отдельных отсека емкостной камеры, но могут работать и на готовой сухой смеси.

Крепление выработки набрызгбетоном с помощью ПБМ можно осуществлять вслед за подвиганием забоя или с любым необходимым отставанием, последовательно или параллельно с основными проходческими операциями.

8.4.14. Загрузку машины вяжущим и заполнителем на поверхности следует производить с помощью загрузочных устройств бункерного, контейнерного типов, а также с помощью эстакад.

8.4.15. Для набрызгбетона могут быть использованы шлакощелочные вяжущие (ШЩВ), получаемые путем измельчения гранулированного доменного шлака (удельная поверхность не ниже 300 $м^2/кг$), с последующим затворением водными растворами щелочных металлов натрия и калия. Шлакощелочные вяжущие обладают высокой водопроницаемостью,корразионной стойкостью и способностью твердеть в условиях отрицательных температур. Их следует применять для конструкций монолитной бетонной и железобетонной крепей и для изготовления сборных элементов крепи.

8.4.16. При использовании для набрызгбетонирования шлакощелочных вяжущих в качестве щелочного компонента для шлакощелочного вяжущего следует применять низкомодульные (I-I,5) растворы жидкого стекла с плотностью 1200-1250 $кг/м^3$, метасиликат натрия (попутный продукт производства оксида титана), соду или солещелочный плав. Последние два компонента следует использовать в виде 15%-х растворов

плотностью II40-II60 кг/м^3.

8.4.I7. Марка вяжущего на основных шлаках (наиболее предпочтительных), в частности, характерных для металлургических заводов Украины, определяется пределом прочности при сжатии и изгибе образцов, изготовленных в соответствии с РСТ УССР 5024-83, п.6. Приняты марки ШЩВ от 300 до I200.

8.4.I8. Шлакощелочные вяжущие используются преимущественно в мелкозернистых бетонах. Для набрызгбетона следует использовать быстросхватывающиеся быстротвердеющие шлакощелочные вяжущие (РСТ УССР 5024-83).

8.4.I9. Тонкомолотый шлак для шлакощелочного вяжущего выпускается цементными заводами или должен изготавливаться на приобъектных мельницах в соответствии с техническими условиями НИИЦемента ТУ-2I-20-6I-85 "Шлак молотый для производства шлакощелочного вяжущего", введенными в действие с I апреля I985г.

8.4.20. Материалы, применяемые при производстве шлакощелочного вяжущего, должны удовлетворять требованиям, предусмотренным соответствующими ГОСТ и ТУ. Содержание щелочного компонента в вяжущем должно быть при пересчете на Na_2O не менее 2,5 и не более 6,5% массы шлака.

8.4.2I. Консистенция набрызгбетонной смеси должна соответствовать осадке конуса I-3 см. Отношение массы раствора щелочного компонента к массе тонкомолотого шлака (растворошлаковое отношение р/ш) должно находиться в пределах 0,4-0,5.

8.4.22. Набрызгбетон шлакощелочной должен соответствовать требованиям ТУ I2 УССР 7-044-84 (ВНИИОМШС), введенным в действие с 20 июня I984 г.

По пределу прочности при сжатии шлакощелочной набрызгбетон подразделяется на марки 500, 400 и 300.

8.4.23. Расчет составов шлакощелочного набрызгбетона, технические правила изготовления его и нанесения должны производиться согласно "Указаниям по производству и применению шлакощелочного набрызгбетона", ВНИИОМТС (1985 г.).

8.4.24. Расход компонентов на I м^3 шлакощелочного набрызгбетона в деле для бетонов марок 400 и 500 может быть определен по данным табл.33.

Таблица 33

Проектная марка	Плотность жидкого стекла, кг/м^3	Прочность вяжущего, МПа	Р/Ш	Расход компонентов на I м^3 набрызгбетона в деле						Предел прочности при сжатии в 28 суточном возрасте, МПа
				Тонкомолотый шлак, кг	Гранитный отсев, кг	Щебень, кг	Песок, кг	Раствор жидкого стекла, л	Вода, л	
400	II80	54	0,487	462	I309	-	-	I9I	-	42,4
500	I230	6I	0,527	5I0	-	885	722	2I8	-	53,9

8.4.25. Предприятие-изготовитель шлакощелочного набрызгбетона может готовить как сухую набрызгбетонную смесь, так и расфасовывать исходные материалы (тонкомолотый шлак и заполнители) в отдельные отсеки емкостей набрызгмашины типа ПБМ, с помощью которых на месте производства работ производится перемешивание и нанесение готовой смеси на бетонируемую поверхность. Щелочной компонент доставляется отдельно и вводится с водой затворения в виде водного раствора на месте производства работ через сопло-смеситель.

9. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВА БЕТОННЫХ И РАСТВОРНЫХ РАБОТ

9.I. Постоянно действующий контроль должен:

обеспечить соответствие качества производства бетонных работ нор-

мативным документам и проектным материалам;

своевременно выявлять причины дефектов в технологических процессах и принимать меры по их ликвидации;

повышать ответственность исполнителей за качество выполняемых операций на каждом этапе производства бетонных работ.

9.2. Организация контроля за производством бетонных работ должна осуществляться в соответствии с "Картами операционного контроля качества при производстве строительных материалов" (КОКК),Харьков, ВНИИОМТС,1979.

9.3. Для обеспечения высокого качества бетонных (растворных) работ необходимо осуществлять следующие виды контроля: входной, операционный и приемочный.

Контроль за бетонными работами следует осуществлять в соответствии с СНиП Ш-15-76 строительными лабораториями и лицами ответственными за эти работы.

9.4. Входной контроль

Определение физико-механических свойств цементов следует осуществлять в соответствии с ГОСТ 310.1-310.3-76, ГОСТ 310.4-81. Активность цемента следует проверять при хранении его на складе более 3-х месяцев или при необходимости проверки активности вяжущего, указанной в паспорте.

Качественные характеристики мелкого и крупного заполнителей следует определять по ГОСТ 8735-75, ГОСТ 8269-76, ГОСТ 10268-80. Чистоту и влажность заполнителей следует проверять один раз в смену.

9.5. Операционный контроль

9.5.1. Следует контролировать погрешность в дозировании исходных компонентов бетонной смеси, которая для цемента и водных растворов добавок должна быть в пределах ±2%, заполнителей - ±2,5%.

Дозировочные устройства смесительных установок должны отвечать требованиям ГОСТ 24619-81 и ГОСТ 14169-79. Метрологическая поверка дозировочных устройств должна производиться органами Госстандарта

один раз в год, ведомственными организациями - ежемесячно.

9.5.2. При приготовлении бетонной смеси следует контролировать продолжительность перемешивания компонентов бетонной смеси.

9.5.3. Качество перемешивания бетонной смеси следует проверять не реже одного раза в месяц путем сравнения содержания крупного заполнителя в пробах, отобранных в начале, середине и конце выгружаемого замеса. Разница в содержании крупного заполнителя в указанных пробах не должна превышать 5%.

9.5.4. Для качественного транспортирования бетонной смеси должны быть приняты меры по предотвращению расслоения и нарушения заданной подвижности ее, а также должен осуществляться систематический визуальный контроль за смесью.

9.5.5. Перед началом бетонирования необходимо произвести проверку состояния бетонопровода в вертикальных стволах и опалубки, в особенности гибкой части бетонопровода; при возведении крепи горизонтальных выработок следует проверить всю технологическую линию от загрузки бетонной смеси на поверхности до подачи ее к месту укладки.

9.5.6. Методы испытания бетонных смесей должны отвечать требованиям ГОСТ 10181.0-81.

Пробы бетонной смеси для определения подвижности (осадка конуса) следует отбирать на бетонорастворном узле не реже 2-х раз в смену при постоянной влажности заполнителей и через каждые 2 часа - при резком ее изменении, а также при переходе на применение материалов из поступающих на БРУ новых партий.

Подвижность бетонных смесей следует также определять на месте выгрузки из транспортных средств у ствола и на месте укладки не менее 2-х раз в сутки.

9.5.7. Пробы бетонной смеси для приготовления контрольных образцов и испытания их на сжатие следует отбирать на бетонорастворных

узлах и на месте укладки в горной выработке в соответствии с требованиями ГОСТ 18105.2-80. На БРУ следует отбирать ежесуточно не менее одной пробы бетонной смеси от каждого состава бетона. На месте укладки бетонной смеси следует отбирать пробы от каждой партии бетонной смеси объемом не более 50 $м^3$ (не менее двух проб с заходки).

9.5.8. Образцы следует изготавливать в соответствии с требованиями ГОСТ 10180-78.

Из каждой отобранной пробы следует изготавливать 2 серии контрольных образцов для определения прочности бетона в возрасте 3-х и 28 суток.

При скоростных проходках, кроме основных сроков испытания, должны изготавливаться дополнительные серии образцов для испытания в сроки (часы), предусмотренные проектом проходки.

Как правило, серия состоит из трех образцов. Если средний внутрисерийный коэффициент вариации для 50 последовательных серий менее 5%, серия может состоять из двух образцов (ГОСТ 10180-78).

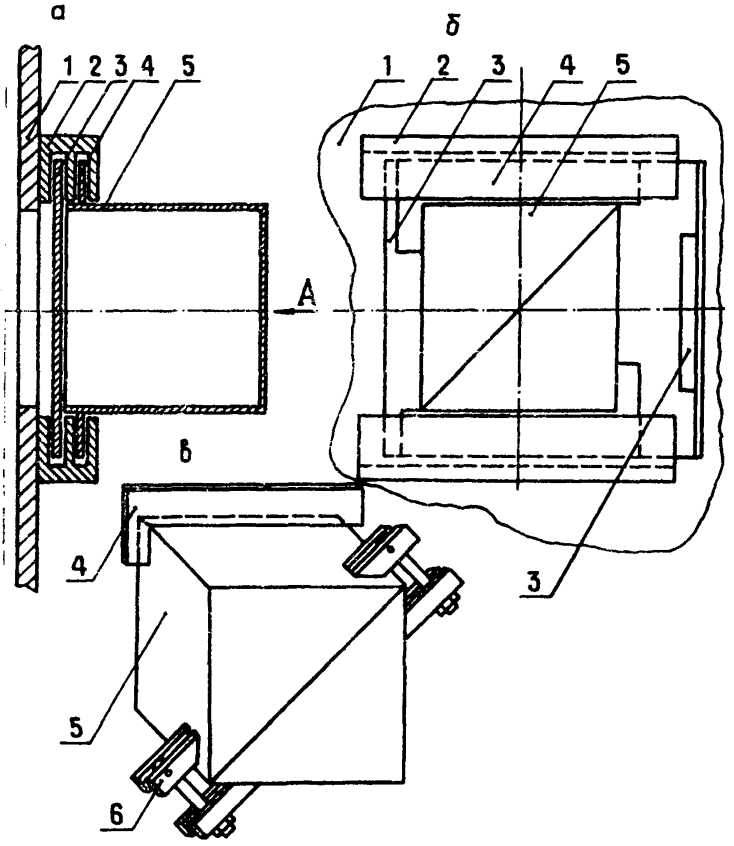
9.5.9. Для получения систематической информации о качестве бетона в месте его укладки следует брать пробы бетонной смеси из-за опалубки, используя заводные короба (рис.10), устанавливаемые на формующей оболочке опалубки.

Такие короба устанавливаются на каждой третьей заходке.

Количество коробов на периметре опалубки не должно быть менее 4-х. Короба располагаются в горизонтальной плоскости, которая должна быть выше поддона на 20 см. Они устанавливаются до начала подачи бетона за опалубку и снимаются после заполнения бетоном опалубки на половину ее высоты. Перед удалением коробов, задвижки перекрывают окна в оболочке. После выдачи коробов с бетоном на поверхность они направляются на испытания.

9.5.10. Отбор проб бетонной смеси для испытания бетона на водонепроницаемость должен производиться на бетонорастворном узле; изго-

Конструкция заводного короба



а – вертикальный разрез; б – вид по стрелке А;
в – конструкция разборного короба; 1 – стальная формующая оболочка с окном; 2 – пластина с пазами; 3 – защелка; 4 – лист; 5 – короб; 6 – зажимы короба

Рис. 10

товление образцов необходимо производить не реже одного раза в квартал или при изменении составляющих бетонной смеси два раза в сутки и в эти же сроки- на месте укладки при возведении крепи.

9.6. Приемочный контроль

9.6.I. Испытания контрольных образцов с целью определения предела прочности бетона при сжатии и обработку получаемых результатов следует производить в соответствии с ГОСТ I0I80-78.

9.6.2. Для определения водонепроницаемости следует пользоваться ГОСТ I2730.5-78.

9.6.3. Определение прочности бетона при сжатии непосредственно в крепи должно производиться механическими неразрушающими методами в соответствии с требованиями ГОСТ 22690.0-77, ГОСТ 22690.I-77, ГОСТ 22690.2-77,ГОСТ 2I243-75.

9.6.4. Расположение контролируемых участков при неразрушающем контроле должно быть указано проектной организацией в рабочих чертежах конструкции крепи или установлено шахтостроительным управлением совместно с проектной или научно-исследовательской организацией в зависимости от гидрогеологических условий залегания пород, геометрических размеров, назначения, технологии возведения крепи и результатов обследования её.

9.6.5. Контроль прочности бетона на сжатие следует осуществлять в соответствии с требованиями ГОСТ I8I05.0-80,I8I05.2-80.

Приемка бетона по прочности должна осуществляться в соответствии с ГОСТ I8I05.2-80.

9.7. Контроль качества набрызгбетона

9.7.I. Качество набрызгбетона (прочность на сжатие и растяжение, модуль упругости,сцепление,морозостойкость,водонепроницаемость,плотность и т.д.) в возрасте 28 и I80 суток следует определять в соответствии с действующим ГОСТ путем испытания образцов размером I0xI0xI0 см или I0xI0x40 см специально изготовленных

или выпиленных из плит. Из конструкции крепи выбуриваются не менее 3-х образцов на каждые 50 м закрепленной выработки, а также при изменении исходных материалов или условий производства работ.

9.7.2. В ранние сроки прочность набрызгбетона следует определять неразрушающими методами контроля.

9.7.3. Набрызгбетон неудовлетворительного качества (оплывы, отслоения, выкрашивания, мелкие отдельные трещины и т.п.) необходимо удалять сразу же после обнаружения дефектных мест, очистить и промыть водой, а затем отремонтировать методом набрызга.

9.7.4. В процессе набрызгбетонирования следует наблюдать за давлением набрызгбетонной струи, которое зависит в основном от расстояния сопла до бетонируемой поверхности и давления сжатого воздуха, подаваемого к машине.

9.8. Контроль качества производства работ при возведении анкерной крепи.

9.8.1. Контроль качества установки анкеров должен осуществляться лицами надзора путем проверки соответствия расположения анкеров паспорту крепления, дозировки составляющих бетонной смеси, ее подвижности, а также полноты заполнения шпуров этой смесью.

9.8.2. Контроль прочности бетона, используемого для установки железобетонных анкеров, производится путем испытания на сжатие серий образцов-кубов с ребром 7,0 х 7,0 х 7,0 см в возрасте 28 суток.

Изготавливать серию образцов необходимо на каждый закрепляемый объект.

9.8.3. Контроль прочности затвердевшего раствора патронированного вяжущего следует определять путем испытаний образцов-кубов с ребром 3,0х3,0х3,0 см в возрасте 1 час и 28 суток, изготовленных из той же смеси, что и партия патронов. До испытания образцы хранятся в естественно-влажностных условиях.

9.8.4. Контроль прочности закрепления штанг при неполном заполнении шпура раствором или бетоном должен осуществляться путем выдергивания штанг через I и 28 суток после их установки. В каждый срок следует проводить не менее 3 испытаний.

9.8.5. Испытание на прочность закрепления штанг путем выдергивания при полном заполнении шпура бетоном (раствором) не производить.

Контроль прочности закрепления штанг при полном заполнении шпура в ненарушенном массиве должен осуществляться по результатам испытания контрольных образцов путем определения удельного сцепления штанги с бетоном (МПа) по формуле

$$\tau = C \cdot K \cdot \sqrt{R} \quad , \qquad (21)$$

где С - коэффициент равный для штанг из гладкой круглой стали I,0-I,25; для штанг со стержнем из стали периодического профиля- 2,5-3,3;

К - коэффициент,учитывающий неравномерность распределения касательных напряжений по длине арматуры (для стали периодического профиля К = I; для гладкой - К = 0,6 - 3,3).

R -прочность бетона на сжатие, МПа.

9.8.6. Если при установке анкеров допущено вытекание бетонной смеси из шпура,или контрольные образцы при испытании показали марку бетона (раствора) менее заданной,то эти участки крепи следует браковать и перекреплять.

9.9. Формы журналов по производству бетонных работ и контролю качества бетонной смеси и бетона приведены в разработанных ЦНИИОМТС "Формах технической и учетно-контрольной документации служб шахтостроительных организаций и предприятий стройиндустрии" (том II), Москва, 1976, имеющиеся в комбинате.

I0. ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ РАСХОДА ЦЕМЕНТА

I0.I. Осуществить мероприятия по оснащению предприятий, выпускающих бетонные и железобетонные изделия, товарный бетон и раствор, автоматизированными складами, машинами и оборудованием для приемки, разгрузки и перевозки цемента, автоматическими системами дозирования компонентов и регулирования технологических процессов, средствами контроля качества продукции.

I0.2. К числу значительных потерь цемента относятся потери, связанные с неудовлетворительной организацией транспортных и складских работ.

Потери цемента при транспортировании в цементовозах, включая потери при погрузочно-разгрузочных работах, в среднем примерно в I0 раз меньше, чем при транспортировании в крытых вагонах и в 40 раз меньше, чем в открытом подвижном составе.

I0.3. Отсутствие достаточного количества силосов у потребителя и нарушение ритмичности поставки цементов приводит к смешению цементов разных поставщиков, видов и марок и нерациональное их использование вследствие вынужденного использования его по наименьшей активности. Перерасход цемента при этом составляет I2-I4%.

I0.4. Предприятия должны получать и использовать в требуемом объеме рекомендуемые марки цемента, так как использование цемента на марку ниже рекомендуемой увеличивает его расход на I0-I4%, а использование высокопрочных цементов в бетонах низких марок не позволяет полностью использовать их активность.

I0.5. Не следует применять портландцементы и сульфатостойкие портландцементы с минеральными добавками, так как это приводит к значительному увеличению расхода цемента за счет повышенной водопотребности бетонной смеси.

10.6. Проектным организациям в проектах сооружения шахт следует учитывать промежуточные марки тяжелого бетона (250,350 и 450), так как это позволяет экономить в среднем около 55 кг цемента на I $м^3$ конструкции.

10.7. Предусматривать предприятиям, выпускающим нерудные материалы, в годовых планах увеличенный объем производства обогащенного песка с модулем крупности I,5 и выше.

10.8. Введение укрупняющих добавок при использовании мелкозернистых песков и минеральных тонкодисперсных добавок дает возможность значительно сократить расход цемента (табл.34).

Таблица 34

Вид укрупняющей добавки	Среднее снижение расхода цемента,% при обогащении природного песка с модулем крупности	
	I,5 - 2	I - I,2
Песок природный средний	5	5
То же крупный	I5	I2
Каменный отсев классифицированный	20	I5
Отходы горно-обогатительных комбинатов:		
классифицированные	5	5
шлаки ТЭС	5	5
гранулированные шлаки с $\rho_o \geqslant$ I т/$м^3$	5	5

Особое значение следует придать широкому применению в производство отходов и вторичных продуктов промышленности, прежде всего золошлаковым отходам, золам-уноса, шлакам.

Применение золы-уноса в бетонах взамен части цемента позволяет снизить расход цемента на I0-I5%.

10.9. Для приготовления бетонной смеси следует применять чистый крупный заполнитель. Каждый процент загрязненности щебня равнозначен

дополнительному расходу примерно I% цемента.

Низкое качество заполнителей приводит к перерасходу цемента в среднем до I0%.

I0.I0. Весомость отдельных источников потерь (при общем объеме потерь и неэкономного использования цемента) можно приближенно оценить в % по табл.35.

Таблица 35

Потери	Процент
Нерациональное использование цементов разных видов и марок из-за распределения и потребления их без учета конкретных условий производства, использования их не по назначению и смешения	5-I0
Использование цементов горячих и с признаками ложного схватывания	3-5
Применение цементов с повышенной нормальной густотой, с активностью ниже марочной	5-7
Использование крупных заполнителей недостаточной прочности	I2-I5
Применение заполнителей с повышенным содержанием пылевидных частиц	I0-I2
Применение заполнителей неоптимального зернового состава	8-I2
Потери из-за несовершенства оборудования при: разгрузке транспортных средств из-за неполного их опорожнения и несовершенства конструкции приемных устройств	4-6
хранении и внутризаводском транспортировании цемента	I-3
дозировании цемента, приготовлении бетонной смеси и ее транспортировании	2-5
Несовершенство оборудования и методов контроля технологических операций, свойств материалов, бетонной смеси и прочности бетона	6-I0

10.11. Особенно мощным средством снижения расхода цемента являются комплексные добавки и суперпластификаторы. Применение пластифицирующих добавок дает возможность снизить расход цемента до 20 кг на I $м^3$ бетона. Обеспечить производство бетонов и растворов с применением пластифицирующих добавок не менее 60 процентов.

10.12. Привязка и внедрение на бетонорастворных узлах технологических линий для хранения, приготовления, транспортирования и дозирования рабочих растворов химических добавок.

10.13. Применение приствольных или приствольных заглубленных бетонорастворных узлов, обеспечивающих возможность применения для возведения крепи вертикальных стволов бетонных смесей с осадкой конуса 10-12 см.

10.14. Транспортирование (при возможности) бетонных смесей по стволу в специальных контейнерах - бадьях, что позволит применять смеси с осадкой конуса менее 10 см.

10.15. Применение вибраторов при укладке бетонной смеси за опалубку.

10.16. Сравнительные испытания бетона следует производить при формовании кубиков в высококачественных формах, удовлетворяющих требованиям ГОСТ 22685-77. При этом прочность бетона выше на 10-15%, чем при испытаниях кубиков, отформованных в обычно используемых на предприятиях некачественных формах; это обусловливает завышенный расход цемента в среднем на 20-30 кг/$м^3$ бетона.

10.17. При обработке результатов испытания образцов масштабный фактор для перехода от кубиков 10 х 10 х 10 см к кубикам 15х15х15см повышен в соответствии с директивным письмом Госстроя СССР до 0,95, что позволяет снизить нормативный расход цемента на 3-3,5%.

10.18. Важнейшим резервом экономии расхода цемента методами технического нормирования является повышение однородности бетона.

Если статистическим анализом результатов испытания бетона установлена его повышенная однородность (ГОСТ 18105 -80), то требуемая прочность может быть снижена по отношению к номируемой на 10-17%, что позволяет уменьшить производственную норму расхода цемента на 6-7%.

При раздаченной технологии, вследствие низкой однородности бетона, возможен перерасход цемента до 8-10%.

Производственные нормы должны учитывать конкретные условия производства бетонных (растворных) работ на каждом предприятии и шахте и устанавливать расход цемента с учетом специфических особенностей данного производства.

10.19. Статистический метод оценки прочности бетона позволяет снизить расход цемента на 3,5% за счет правильного учета и повышения однородности бетона.

10.20. Внедрение неразрушающих методов контроля прочности бетона обеспечивает сокращение расхода цемента до 5% за счет выявления сверхнормативной прочности бетона.

II. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

11.1. При производстве бетонных работ следует строго соблюдать правила техники безопасности, приведенные в СНиП III-4-80 "Техника безопасности в строительстве".

11.2. Установка опалубки, транспортирование бетонной смеси, укладка и уплотнение при возведении крепи горных выработок должны производиться с соблюдением "Правил техники безопасности в угольных и сланцевых шахтах", утвержденных Минуглепромом СССР (глава I. Общие правила, глава II. Ведение горных работ, п.2. Проведение и крепление горизонтальных и наклонных горных выработок. Проходка, крепление и армирование вертикальных выработок).

II.3. Территория бетонорастворного узла должна содержаться в чистоте. Проезды и проходы в ночное время должны быть освещены в соответствии с "Указаниями по проектированию электрического освещения строительных площадок" (СН-81-80).

Проходы и проезды должны иметь твердое покрытие, обеспеченный водоотвод и ограждение, отделяющее проезжую часть от проходов.

II.4. Паропроводы, краны, вентили при использовании острого пара для подогрева материалов должны иметь теплоизоляцию.

Ремонтные работы в бункерах и закромах при обогреве материалов паром производятся после полного их охлаждения и при отсутствии в них заполнителей.

II.5. Площадки и подмости для обслуживания бетоносмесительных установок или бетоносмесителей, рабочие лестницы к приямкам ограждаются перилами высотой 1,0 м.

Лестницы, ведущие к механизмам, должны быть с прямыми ступенями и ограждены перилами.

II.6. Эстакады должны иметь проход не менее 0,8 м шириной, свободный от оборудования и коммуникаций.

Ремонт и очистка эстакад производится после прекращения движения транспорта.

II.7. Светильники для производственных помещений, переносные лампы должны иметь напряжение от 12 до 36 В.

II.8. Помещения, в которых производятся работы с пылевидными и химическими веществами (цемент, зола-унос, добавки), должны обеспечиваться вентиляцией или специальными устройствами в соответствии с требованиями "Норм проектирования промышленных предприятий".

Вентиляционные устройства должны содержаться в полной исправности, систематически осматриваться и подвергаться очистке. Контроль за состоянием вентиляции должен осуществляться только лица-

ми, подготовленными в этой области. Журнал эксплуатации вентиляционных устройств должен храниться у главного механика завода или механика БРУ.

II.9. Запыленные помещения не реже раза в месяц должны осматриваться сотрудниками санитарно-эпидемиологической службы.

II.IO. Рабочие, занятые приготовлением бетонной смеси, должны пройти специальный инструктаж по технике безопасности и промышленной санитарии.

При приготовлении бетонной смеси во время работы механизмов запрещается очистка барабанов и корыт смесительных устройств. Помогать выгрузке бетонной смеси из барабанов во время работы смесителя с помощью каких-либо ручных средств (лопатами) не разрешается.

Очистка приямков под загрузочными ковшами смесителей допускается только после закрепления ковша в поднятом положении.

II.II. Весь персонал бетонорастворного узла должен быть ознакомлен с условными обозначениями звуковых сигналов для пуска или остановки механизмов.

У рабочего места или в смесительном отделении должна быть вывешена инструкция о порядке пуска и остановки двигателя и значении сигналов.

II.I2. При паропрогреве материалов, коммуникации паропрогрева, вентили и краны тщательно изолируются с целью предупреждения ожогов.

Ремонт паропроводов производить только при снятии давления и отключения его от магистрали.

II.I3. Приготовление бетонной смеси с химическими добавками производится с соблюдением мер против ожогов, повреждений, раздражений слизистой оболочки, отравления. Химические добавки вводятся в состав бетонной смеси в виде растворов рабочей концентрации. Персонал, занятый приготовлением концентрированных растворов химических

добавок,должен быть обеспечен резиновыми сапогами и рукавицами, защитными комбинезонами и очками,противогазом или респиратором.

При производстве работ с применением суперпластификатора необходимо соблюдать правила безопасности согласно требованиям СНиП III-4-80 "Техника безопасности в строительстве".

Помещения, где происходят работы,должны быть обеспечены вентиляцией. Суперпластификатор не имеет запаха,не выделяет при хранении вредных газов и паров, малотоксичен.

Приготовление раствора химических добавок должно производиться под наблюдением технического персонала бетонорастворного узла,лицами не моложе I8 лет, прошедшими медицинское освидетельствование и ознакомленными с правилами техники безопасности.

К работам по приготовлению водных растворов добавки нельзя допускать лиц,имеющих повреждения кожи рук. В случае попадания раствора добавки на кожу,ее надо смыть теплой водой. Запрещается принимать пищу в помещении, где хранятся и приготовляются растворы добавок.

II.I4. Химические добавки должны храниться в специально выделенном закрытом помещении. Емкости для хранения добавок должны быть снабжены надписями с указанием наименования добавки, ее химической формулы, плотности раствора. Емкости с раствором нитрита натрия или нитрата натрия с хлористым кальцием должны иметь надпись "ЯД".

II.I5. Автосамосвалы должны иметь страхующую упорную штангу. Без ее установки запрещается работать под поднятым кузовом.

При загрузке самосвала бетонной смесью не допускается присутствие людей в кузове.

Разгрузка самосвала на ходу и движение с поднятым кузовом не разрешается.

При разгрузке бетонной смеси с бровки котлована транспортные

средства не должны находиться ближе I м от бровки котлована.

II.I6. Перед укладкой бетонной смеси за опалубку в вертикальных стволах проверяется надежность крепления гибких (гор-шковых) труб к карманам металлической опалубки.

При транспортировании бетонной смеси в вагонетках рельсовые пути систематически следует очищать от бетона и грязи.

При укладке бетонной смеси с добавкой, придающей ей высокую электропроводность, должен быть обеспечен систематический контроль за состоянием электроинструментов и электропроводки в соответствии с требованиями СНиП III-4-80 "Техника безопасности в строительстве".

II.I7. При работе с пневматическими вибраторами,уплотняющими бетонную смесь за опалубкой,работающий персонал должен быть защищен очками,одет в резиновые сапоги и снабжен резиновыми перчатками.

II.I8. При возведении бетонной крепи вертикальных стволов снятие (отрыв) призабойной металлической опалубки на всю высоту и уборку породы под опалубкой следует производить только по достижении бетоном распалубочной прочности, установленной проектом и с разрешения ГСЛ и лиц, ответственных за проведение бетонных работ на участке крепления. Отрыв опалубки должен производиться только с помощью средств стяжных секций и без применения ручного труда; использование динамического воздействия на опалубку для отрыва ее запрещается.

II.I9. Рабочие и ИТР, выполняющие работы по установке анкеров и нанесению набрызгбетона,должны быть ознакомлены с принципами работы этих видов крепи и паспортом крепления под расписку.

II.20. Производить обборку кровли и стен выработки перед установкой крепи, а также проверять состояние возведенной крепи надлежит производить только под руководством лица технического надзора.

II.21. Запрещается пользоваться установками,работающими под давлением,при отсутствии и неисправности манометров и предохранительных клапанов.

II.22. Смазка оборудования или отдельных его узлов,подтягивание соединений в трубопроводах,а также ликвидация "пробок" в шлангах должны производиться после снятия давления воздуха и отключения от электросети.

II.23. В местах нанесения покрытий источники света должны быть расположены так, чтобы на рабочие поверхности не падали тени от работающего оборудования.

Все осветительные приборы,расположенные в зоне работы сопловщика,должны иметь защитные колпаки из небьющегося стекла.

II.24. При работе с добавками (ускорителями схватывания) следует соблюдать правила работы с едкими веществами. Вблизи мест,где производятся работы,должен находиться бак с чистой водой и специальные нейтрализующие растворы для оказания первой помощи.

II.25. К работе на машине ПБМ следует допускать лиц,изучавших "Инструкцию по эксплуатации машины ПБМ для механизации крепления горных выработок набрызгбетоном", Кривой Рог, 1974 и прошедших соответствующий инструктаж.

Рабочие,обслуживающие машину,должны быть снабжены касками,защитными щитками для лица и спецодеждой, при производстве работ должны пользоваться респираторами.

З а п р е щ а е т с я :

производить любые работы, связанные с включением машины,при отсутствии сопловщика или машиниста;

производить ремонт машины в процессе ее работы;

эксплуатировать машину при давлении в сосуде свыше 28,0 МПа (по показанию манометра);

работать на машине без сигнализации между сопловщиком и машинистом.

II.26. При образовании "пробок" в смесепроводе следует прекратить транспортирование смеси, закрыть вентиль подачи сжатого воздуха, простучать смесепровод на участке предполагаемого засорения, после чего произвести продувку.

II.27. К работам по применению шлакощелочного набрызгбетона могут быть допущены только те рабочие, которые прошли соответствующее обучение по правилам пользования ШЩНБ и сдавшие техминимум.

II.28. Лица, непосредственно связанные с приготовлением набрызгбетонной смеси,должны работать в брезентовых костюмах,защитных очках и респираторах,так как шлакощелочной набрызгбетон содержит в своем составе щелочной компонент, раздражающе действующий на дыхательные пути и кожный покров.

II.29. Необходимо соблюдать требования безопасности и производственной санитарии,установленные ГОСТ 22-63-79,ГОСТ I0690-73 на щелочные компоненты,требования ТУ-I2 УССР 7-044-84, а также нормы и правила,установленные "Правилами техники безопасности и производственной санитарии в промышленности строительных материалов", раздел I, часть II,утвержденных в I979г. МПСМ СССР и ЦК профсоюзов рабочих строительства и промышленности строительных материалов.

II.30. При работе с раствором жидкого стекла следует не допускать попадания его в глаза,на слизистые оболочки и кожу; на месте производства работ должен быть в наличии запас чистой питьевой воды и специального нейтрализующего раствора (0,5-I% раствор уксусной кислоты), с помощью которых при попадании на тело жидкого стекла следует сразу же его смыть.

ПРИЛОЖЕНИЕ

М Е Т О Д И К А
перевода марки бетона по прочности на сжатие в класс.

Класс бетона по прочности на сжатие (В) определяется гарантированным сопротивлением сжатию (МПа) эталонного образца куба, испытанного согласно требованиям государственных стандартов, с обеспеченностью 0,95. Класс бетона по прочности на сжатие является основной характеристикой бетона и должен указываться в проектах во всех случаях. До самого последнего времени в качестве такой характеристики использовали марку по прочности на сжатие, которую также определяли сопротивлением сжатию образца.

Разница между классом и маркой состоит в обеспеченности принятой величины сопротивления: для марки эта обеспеченность составляла 0,5 (т.е. принималась непосредственно среднестатическая величина) . Переход от марки бетона к его классу осуществляется путем замены кгс/см^2 на МПа и умножением средней прочности бетона на сжатие из серии образцов (в кгс/см^2) на коэффициент (I-I,64 V), где V - номинальное значение коэффициента вариации прочности бетона, для тяжелого (обычного) и мелкозернистого бетонов. V = 0,I35.

Пример: B = I30,97 [0,0980665 (I - I,64 • 0, I35)] = I0 т.е. бетонов класса В I0, где I30,97 кгс/см^2- среднее значение прочности бетонов на сжатие, взятое из нижеприведенной таблицы; среднее значение прочности бетона на сжатие может быть получено и при испытании образцов, но для определения класса используется тот же коэффициент вариации для всех видов бетонов, кроме ячеистого (независимо от количества испытуемых кубов).

В соответствии СНиП 2.03. 0I-84 предусмотрены по прочности на осевое сжатие следующие классы тяжелого(обычного) бетона - В 3,5; В 5; В7,5; В10; В12,5; В15; В20; В22,5; В25; В30; В35; В40; В45; В50; В55; В60.

Определение понятий "классбетона" и "марка бетона" содержится в ГОСТ 25 I92-82. Соотношение марок и классов бетона по прочности на сжатие приведено в таблице.

Марка бетона по прочности на сжатие	Класс бетона по прочности на сжатие	Условная марка бетона[x], соответствующая классу бетона по прочности на сжатие	
		бетон всех видов, кроме ячеистого	отличие от марки бетона, %
M15	B1	-	-
M25	B1,5	-	-
M25	B2	-	-
M35	B2,5	32,74	-6,5
M50	B3,5	45,84	-8,1
M75	B5	65,48	-12,7
M100	B7,5	98,23	-1,8
M150	B10	130,97	-12,7
M150	B12,5	163,71	+9,1
M200	B15	196,45	-1,8
M250	B20	261,93	+4,8
M300	B22,5	294,68	-1,8
M300	B25	327,42	+9,1
M350	B25	327,42	-6,45
M350	B27,5	360,16	+2,9
M400	B30	392,90	-1,8
M450	B35	458,39	+1,9
M500	B40	523,87	+4,8
M600	B45	589,35	-1,8
M700	B50	654,84	-6,45
M700	B55	720,32	+2,9
M800	B60	785,81	-1,8

[x]Условная марка бетона - среднее значение прочности бетона в серии образцов (кгс/см^2), приведенной к прочности образца базового размера - куба с ребром 15 см в соответствии с ГОСТ 10180-78, при номинальном значении коэффициента вариации прочности бетона

Условная марка бетона (У) определяется по формуле

$$У = В/[0,980665\ (1-1,64\upsilon)],$$

где В - численное значение класса бетона, МПа; 0,0980665 - переходный коэффициент от МПа к кгс/см^2; υ - номинальное значение коэффициента вариации прочности бетона, принятое для бетона всех видов (кроме ячеистого бетона), равным 0,135.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Стр.

I. Общие положения 3

2. Требования к материалам 4

3. Методы подбора составов бетонов I2

4. Технология приготовления водных растворов химических добавок и их расчет I8

5. Технология приготовления, транспортирования и укладки бетонных смесей 23

5.I. Технология приготовления бетонных смесей 23

5.2. Транспортирование и укладка бетонных смесей 26

6. Производство бетонных работ в зимнее время 29

7. Эффективные виды бетонов для возведения монолитных и сборных видов крепей горных выработок 32

7.I. Быстротвердеющие бетоны марок М350-М400 32

7.2. Бетоны с добавкой золы-унос 32

7.3. Бетоны мелкозернистые 36

7.4. Бетоны и активированные растворы для возведения крепи стволов, проходимых способом замораживания и в условиях вечной мерзлоты 39

7.5. Бетоны высокопрочные марок 600-800 для элементов сборной крепи 5I

7.6. Бетоны с добавками суперпластификаторов и модифицированных лигносульфонатов 54

8. Эффективные виды растворов и бетонов для облегченных видов крепи, тампонажа закрепного пространства 59

8.I. Растворы цементные, цементно-песчаные, на основе доломитовой пыли и магнезиальных вяжущих 59

8.2. Растворы для тампонажа закрепного пространства при бурении вертикальных стволов малого диаметра и скважин большого диаметра 66

8.3. Бетоны и растворы на неорганических вяжущих для анкерной крепи.....

8.4. Составы бетонных смесей для набрызгбетонной крепи на основе цементов и шлакощелочных вяжущих.....

9. Контроль качества производства бетонных и растворных работ.....

IO. Организационно-технические мероприятия по снижению расхода цемента.....

II. Техника безопасности.....

Приложение. Методика перевода марки бетона по прочности на сжатие в класс.....

Ответственный за выпуск С.А.Бернштейн

Подписано к печати 25.08.87г. Формат 60х90 I/I6
Офсетная печать. Бумага офсетная. Уч.-изд.л. 4,I
Усл.печ.л. 4,5. Заказ №83. Тираж 400экз. Цена 50 коп.

ВНИИОМШС, 3I0092, г.Харьков, ул.Отакара Яроша, I8

gost.e-ecolog.ru