ВЕДОМСТВЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ

ПРИМЕНЕНИЕ БЕТОНОВ НА ПРИРОДНЫХ ПОРИСТЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЯХ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ

ВСН 212—91

Издание официальное

МОСКВА 1992

gost.e-ecolog.ru

ВЕДОМСТВЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ

ПРИМЕНЕНИЕ БЕТОНОВ НА ПРИРОДНЫХ ПОРИСТЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЯХ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ

ВСН 212—91

Издание официальное

МОСКВА 1992

УДК 624 191.22(083.74)

Редактор Г. П. СМИРНОВА

© Проектно-технлоогический институт транспортного строительства, 1992

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий ВСН разработан в развитие глав СНиП II-44—78 «Тоннели железнодорожные и автодорожные. Нормы проектирования», СНиП II-40—80 «Метрополитены. Нормы проектирования» и СНиП III-44—77 «Тоннели железнодорожные, автодорожные и гидротехнические. Метрополитены. Правила производства и приемки работ» и содержат требования, предъявляемые к легкому бетону на природных пористых заполнителях, предназначенному для строительства транспортных тоннелей, и к материалам для его приготовления, основные расчетные характеристики бетонов, правила проектирования составов бетона и способы приготовления бетонной смеси, технологические требования к изготовлению и возведению конструкций, контролю производства работ и качества бетона, а также основные положения правил техники безопасности при производстве работ.

ВСН предназначен для проектных и строительных организаций, осуществляющих проектирование и строительство транспортных тоннелей с применением бетонов на природных пористых заполнителях.

ВСН разработан ЦНИИС Минтрансстроя СССР (кандидаты техн. наук Кац К. М., Смолянский В. М., Хубова Н. Г., доктора техн. наук Меркин В. Е., Щербаков Е. Н., инженеры Арутюнов В. С., Головщикова И. И.) при участии НИИЖБ Госстроя СССР (кандидат техн. наук Житкевич Р. К.), АрмНИИСа (кандидат техн. наук Евсеева С. Н.), Грузинского технического университета (доктор техн. наук Джинчарадзе Д. И.), МИИТ МПС СССР (доктор техн. наук Шейкин А. Е), ЛИИЖТ МПС СССР (доктор техн. наук Голицинский Д. М.), ТО-41 (инженер Арутюнов Л. А.), Армгипротрансом (кандидат техн. наук Курисько А. С.), СКТБ Главтоннельметростроя (кандидат техн. наук Крылов В. В.).

Государственная корпорация «Трансстрой»	Ведомственные строительные нормы	ВСН 212—91
	Применение бетонов на природных пористых заполнителях для строительства транспортных тоннелей	Государственная корпорация «Трансстрой»

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие нормы регламентируют применение легких бетонов на природных пористых заполнителях при строительстве транспортных тоннелей (железнодорожных, автодорожных, пешеходных, а также тоннелей и подземных станций метрополитена). Нормы являются обязательными для всех проектных и строительных организаций, осуществляющих проектирование и строительство транспортных тоннелей с применением бетонов на природных пористых заполнителях.

1.2. Настоящие нормы являются дополнением к требованиям строительных норм и правил (СНиП), предъявляемым к проектированию и возведению транспортных тоннелей (главы СНиП II-44—78. «Тоннели железнодорожные и автодорожные. Нормы проектирования»; СНиП II-40—80. «Метрополитены. Нормы проектирования»; СНиП III-44—77. «Тоннели железнодорожные, автодорожные и гидротехнические. Метрополитены. Правила производства и приемки работ»).

1.3. Для тоннельных конструкций транспортных сооружений следует применять конструкционные легкие бетоны плотной структуры на цементном вяжущем, пористом крупном заполнителе, а также на пористом или плотном мелком заполнителе или смеси пористого и плотного мелкого заполнителя.

Внесены:	Утверждены:	Срок введения
ВНИИ транспортного строительства Минтрансстроя СССР АрмНИИС Госстроя Арм. ССР Грузинским техническим университетом Министерства народного образования ГССР Армтоннельстроем Минтрансстроя СССР Армгипротрансом Минтрансстроя СССР НИИЖБ Госстроя СССР МИИТ МПС СССР ЛИИЖТ МПС СССР	Государственной корпорацией «Трансстрой» 11.12.91 г № МО-08	в действие 1 сентября 1992 г.

1.4. Бетоны, приготовленные в соответствии с настоящим ВСН, могут применяться при строительстве транспортных тоннелей в виде монолитного бетона и железобетона, сборных бетонных и железобетонных конструкций и предварительно напряженных конструкций для сооружения временных и постоянных обделок тоннелей и штолен, изготовления блоков обделки, подрельсовых оснований, водоотводных лотков, порталов и конструкций подземных станций метрополитена (фундаментов, колонн, элементов перекрытия, станционных платформ).

1.5. Легкие бетоны на природных пористых заполнителях следует применять в следующих случаях:

при наличии пористого заполнителя как местного материала и возможности его использования вместо привозных или более дорогих плотных заполнителей;

при соответствии жесткости тоннельной обделки физико-механическим свойствам вмещающего массива для наилучшей их совместной работы;

при необходимости снижения собственной массы монолитной конструкции подземного сооружения или в случае сборной—укрупнения при той же массе ее монтажной единицы.

2. ТРЕБОВАНИЯ К БЕТОНУ ТОННЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

2.1. Проектирование тоннельных конструкций из легких бетонов на природных пористых заполнителях осуществляется в соответствии с положениями и указаниями глав СНиП II-44—78 «Тоннели железнодорожные и автодорожные. Нормы проектирования», СНиП II-40—80 «Метрополитены. Нормы проектирования», СНиП 2.03.01—84 «Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования», СНиП 2.03.11—85 «Защита строительных конструкций от коррозии. Нормы проектирования», «Руководство по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из бетонов на пористых заполнителях» (1978 г.), РСТ АрмССР 1089—89 «Бетон на природных пористых заполнителях для строительства транспортных тоннелей», «Рекомендаций по применению бетонов на природных пористых заполнителях для строительства транспортных тоннелей» (1980 г.), «Рекомендаций по изготовлению конструкций и изделий из бетонов на природных пористых заполнителях» (1984 г.) и настоящих норм.

2.2. Бетоны на природных пористых заполнителях должны удовлетворять требованиям ГОСТ 25820—83.

2.3. В соответствии с требованиями СТ СЭВ 1406—78 и СНиП 2.03.01—84 за показатель прочности бетона на сжатие принимают класс бетона по прочности на сжатие.

2.4. Для конструкционных легких бетонов на природных пористых заполнителях, применяемых в тоннелестроении, установлены следующие классы бетона по прочности на сжатие: В7,5; В10; В12,5; В15; В20; В22,5; В25; В27,5; В30.

2.5. Проектные классы легких бетонов на природных пористых заполнителях по прочности на сжатие для транспортных тоннелей должны применяться по табл. 1.

Таблица 1

№ пп	Вид конструкции	Класс бетона по прочности на сжатие
1	Блоки и тюбинги сборных обделок кругового очертания перегонных тоннелей метрополитенов закрытого способа работ	В20—В30
2	Блоки сборных обделок станционных тоннелей закрытого способа работ	В20—В30
3	Блоки стеновые сборных обделок перегонных и станционных комплексов открытого способа работ	В20—В30
4	Плиты и прогоны перекрытий сборных тоннельных обделок перегонных и станционных комплексов открытого способа работ	В22,5—В30
5	Колонны сборных тоннельных обделок открытого способа работ	В22,5—В30
6	Блоки (плиты лотковые) днищ и фундаменты стаканного типа под колонны для тоннельных обделок открытого способа работ	В20—В30
7	Блоки (ЦСО) сборных обделок перегонных и пешеходных тоннелей открытого способа работ	В20—В30
8	Панели-элементы внутренних конструкций подземных сооружений	В12,5—В22,5
9	Монолитные конструкции станционных тоннелей	В12,5—В22,5
10	Внутренние железобетонные конструкции монолитные	В12,5—В22,5
11	Бетонный слой верхнего строения пути	В10—В12,5
12	Бетонное основание пути, заполнение лотков, основание под полы	В7,5

Примечание. Соотношение между классами и марками бетона по прочности на сжатие—см. табл. 2.

Таблица 2

Соотношение между классами и марками бетона по прочности на сжатие

Класс бетона по прочности	Средняя прочность бетона данного класса R, кгс/см² (МПа)	Ближайшая марка бетона по прочности	Отклонение ближайшей марки бетона от средней прочности класса, $\frac{\overline{R}-M}{\overline{R}} \cdot 100\%$
В7,5	98,23 (9,64)	М100	—1,8
В10	130,97 (12,85)	М150	—14,5
В12,5	163,71 (16,07)	М150	+8,4
В15	196,45 (19,28)	М200	—1,8
В20	261,93 (25,71)	М250	+4,5
В25	327,42 (32,13)	М350	—6,9
В30	392,90 (38,56)	М400	—1,8

Среднюю прочность бетона каждого класса определяют при нормативном коэффициенте вариации, равном $V=13{,}5\%$ для конструкционных бетонов по формуле

$$\overline{R}=\frac{\text{В}}{0{,}0980665(1-0{,}0164\cdot V)},$$

где В—значение класса бетона, МПа; 0,0980665—переходный коэффициент от МПа к кгс/см².

2.6. Проектные марки бетонов на природных пористых заполнителях по водонепроницаемости в возрасте 28 суток принимаются по табл. 3.

Таблица 3

Давление воды на тоннельную конструкцию, кгс/см², до	2	4	6	8	10	12
Марка бетона по водонепроницаемости, не ниже	*W*2	*W*4	*W*6	*W*8	*W*10	*W*12

2.7. Проектные марки бетона на пористых заполнителях по морозостойкости устанавливаются в зависимости от климатологических условий по табл. 4.

Таблица 4

Расчетная зимняя температура наружного воздуха, °С	—5 и выше	от —5 до —20 (включительно	От —20 до —40 (включительно)	Ниже —40
Марка бетона по морозостойкости	*F*100	*F*150	*F*200	*F*300

2.8. Распалубочная прочность бетона несущих конструкций обделок транспортных тоннелей должна соответствовать проектной прочности, а в крепких устойчивых грунтах быть не ниже 75% проектной прочности.

Более низкие значения распалубочной прочности бетона допускаются при наличии соответствующего обоснования и согласования с проектной организацией.

2.9. Основные расчетные характеристики при проектировании бетонных и железобетонных конструкций из бетонов на природных пористых заполнителях, а также дополнительные характеристики при проектировании предварительно-напряженных конструкций принимаются в соответствии со СНиП 2.03.01—84 (таблицы 5, 6, 7, 8, 9, 10).

2.10. Значения расчетных сопротивлений бетона для предельных состояний первой группы R_b и R_{bt} в зависимости от класса бетона по прочности на сжатие приведены в табл. 5.

2.11. Характеристики бетона R_b и R_{bt} вводятся в расчет с коэффициентом условий работы бетона γ_{bi}, который принимается по таблицам 6 и 7.

2.12. Значения нормативных R_{bn} и R_{btn} и расчетных $R_{b,ser}$ и $R_{bt,ser}$ сопротивлений бетона для предельных состояний второй группы в зависимости от класса бетона по прочности на сжатие приведены в табл. 8.

2.13. Нормативное сопротивление бетона растяжению по второй группе предельных состояний в случаях, когда:

прочность на растяжение не контролируется, принимается по табл. 8;

Таблица 5

Расчетные сопротивления бетона для предельных состояний первой группы	Вид мелкого заполнителя	Значения R_b и R_{bt} при классе бетона по прочности на сжатие, МПа / кгс/см²								
		В7,5	В10	В12,5	В15	В20	В22,5	В25	В27,5	В30
При осевом сжатии R_b	Плотный или пористый	4,5 / 45,9	6,0 / 61,2	7,5 / 76,5	8,5 / 86,7	11,5 / 117,0	13,0 / 133,0	14,5 / 148,0	15,7 / 160,0	17,0 / 173,0
При осевом растяжении R_{bt}	Плотный	0,48 / 4,89	0,57 / 5,81	0,66 / 6,73	0,75 / 7,65	0,90 / 9,18	0,97 / 9,63	1,05 / 10,7	1,12 / 11,5	1,20 / 12,2
	Пористый	0,48 / 4,89	0,57 / 5,81	0,66 / 6,73	0,75 / 7,65	0,80 / 8,16	0,85 / 8,65	0,90 / 9,18	0,95 / 9,69	1,00 / 10,2

Таблица 6

Факторы, обуславливающие введение коэффициента условий работы бетона	Коэффициент условий работы бетона γ_{bi}	
	условное обозначение	величина
1 Многократно повторяющаяся нагрузка	γ_{b1}	По табл 7
2 Длительность действия нагрузки:		
а) при учете постоянных, длительных и кратковременнных нагрузок:	γ_{b2}	
в условиях эксплуатации конструкций, благоприятных для нарастания прочности бетона		1,0
в остальных случаях		0,90
б) при учете особых нагрузок		1,10
3 Бетонирование в вертикальном положении (высота слоя бетонирования выше 1,5 м)	γ_{b3}	0,85
4. Попеременное замораживание и оттаивание в водонасыщенном состоянии при расчетной зимней температуре наружного воздуха:		
от —40°С до —20°С	γ_{b6}	0,90
от —20°С до —5°С и выше		1,00
в условиях эпизодического водонасыщения при любой температуре		1,00
5. Стадия предварительного обжатия:		
с проволочной арматурой	γ_{b8}	1,25
со стержневой арматурой		1,35
6 Бетонные конструкции	γ_{b9}	0,90

Примечания: 1. Коэффициенты γ_{bi} по позициям 1; 2; 4; 6 должны учитываться при определении R_b и R_{bt}, по позициям, 3; 5—при R_b, ..

2 Коэффициенты γ_{bi} вводятся независимо друг от друга, но при этом их произведение должно быть не менее 0,45.

Таблица 7

Состояние бетона по влажности	Коэффициент условий работы бетона при многократно повторяющейся нагрузке γ_{b1} при коэффициенте асимметрии цикла ρ_b равном						
	0—0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
Естественной влажности	0,60	0,70	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
Водонасыщенный	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,00

Таблица 8

Нормативные R_{bn}, R_{btn} и расчетные $R_{b,ser}$, $R_{bt,ser}$ сопротивления бетона для предельных состояний второй группы	Вид мелкого заполнителя	Значения R_{bn}, R_{bt} и $R_{b,ser}$, $R_{bt,ser}$ при классе бетона по прочности на сжатие, МПа / кгс/см²								
		В7,5	В10	В12,5	В15	В20	В22,5	В25	В27,5	В30
При осевом сжатии R_{bn} и $R_{b,ser}$	Плотный или пористый	5,5 / 56,1	7,5 / 76,5	9,5 / 96,9	11,0 / 112,0	15,0 / 153,0	16,7 / 171,0	18,5 / 189,0	20,3 / 215,5	22,0 / 224,0
При осевом растяжении R_{btn} и $R_{bt,ser}$	Плотный	0,70 / 7,14	0,85 / 8,67	1,0 / 10,2	1,15 / 11,7	1,40 / 14,3	1,50 / 15,3	1,60 / 16,3	1,70 / 17,4	1,80 / 18,4
	Пористый	0,70 / 7,14	0,85 / 8,67	1,0 / 10,2	1,10 / 11,2	1,20 / 12,2	1,27 / 13,0	1,35 / 13,8	1,42 / 14,5	1,50 / 15,3

Таблица 9

Вид сопротивления	Значения R_{bt} при классе бетона по прочности на осевое растяжение, МПа / кгс/см²				
	B_t 0,8	B_t 1,2	B_t 1,6	B_t 2,0	B_t 2,4
Растяжение осевое	0,62 / 6,32	0,93 / 9,49	1,25 / 12,7	1,55 / 15,8	1,85 / 18,9

Примечание Значения R_{bt} не зависят от вида мелкого заполнителя.

прочность бетона на растяжение контролируется на производстве, принимается равным его гарантированной прочности (классу) на осевое растяжение.

2.14. Расчетные сопротивления бетона для предельных состояний второй группы $R_{b,ser}$ и $R_{bt,ser}$ вводятся в расчет с коэффициентом условий работы бетона $\gamma_{b1}=1,0$, кроме случаев, указанных в п. 2.15.

2.15. При действии многократно повторяющейся нагрузки $R_{b,ser}$ и $R_{bt,ser}$ в расчет по образованию трещин вводится с коэффициентом условий работы по табл. 7.

2.16. Значения расчетного сопротивления бетона для предельных состояний первой группы R_{bt} в зависимости от класса бетона по прочности на растяжение приведены в табл. 9.

2.17. Средняя плотность бетона на природных пористых заполнителях для монолитных и сборных бетонных и железобетонных конструкций тоннелей устанавливается проектом в соответствии с марками по средней плотности, но не должна быть ниже 1400 кг/м³ и выше 2200 кг/м³.

Фактическое значение средней плотности не должно превышать марку более чем на 3%.

2.18. Значения начального модуля упругости бетона при сжатии и растяжении в зависимости от проектного класса бетона на природных пористых заполнителях по прочности на осевое сжатие и марками по средней плотности принимаются по табл. 10.

Таблица 10

Марка бетона по средней плотности	Начальные модули упругости бетона при сжатии и растяжении $E_b \cdot 10^{-3}$ $\frac{\text{МПа}}{\text{кгс/см}^2}$ при классе бетона по прочности на сжатие							
	В7,5	В12,5	В15	В20	В22,5	В25	В27,5	В30
Д1400	10,0 102	11,7 119	12,5 127	13,5 138	14,0 142,5	14,5 148	15,0 153	15,5 158
Д1500	10,7 109,5	12,4 127	13,2 135	14,5 148	15,0 153	15,5 158	16,0 163	16,5 168
Д1600	11,5 117	13,2 135	14,0 143	15,5 158	16,0 163	16,5 168	17,0 173	17,5 178
Д1700	12,3 125	14,0 142,5	14,7 150	16,2 165,5	16,8 172	17,5 178,5	18,0 183,7	18,5 189
Д1800	13,0 133	14,7 150	15,5 158	17,0 173	17,7 181	18,5 189	19,0 193	19,5 199
Д1900	13,7 140,5	15,8 161,5	16,7 171	18,3 186	19,0 193,7	19,7 201,5	20,0 206,5	20,7 211,5
Д2000	14,5 148	17,0 173	18,0 184	19,5 199	20,2 206,5	21,0 214	21,5 219	22,0 224

Примечание При наличии факторов, влияющих на условия работы бетона, значение E_b следует умножать на коэффициент условий работы по СНиП 2.03 01—84

3. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ТОННЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Требования к материалам

3.1. Выбор компонентов для бетона следует производить в соответствии с требованиями существующих нормативных документов на каждый компонент с целью получения бетона в тоннельных конструкциях с прочностью и другими показателями качества, соответствующими проектным, и при минимальном расходе цементного вяжущего.

3.2. В качестве вяжущего для приготовления бетона на природных пористых заполнителях следует применять портландцемент, шлакопортландцемент и другие разновидности портландцемента, соответствующие требованиям ГОСТ 2544—76, ГОСТ 10178—85, ГОСТ 22266—76*, ГОСТ 23464—79, ГОСТ 969—77.

При выборе цемента предпочтение следует отдавать высокоактивным портландцементам с наименьшим показателем нормальной густоты и концом схватывания не позднее 6 часов.

При агрессивных воздействиях на бетонные конструкции в процессе эксплуатации портландцемент выбирают в соответствии со СНиП 2.03.11—86.

При повышенных требованиях по морозостойкости не рекомендуется применять пуццолановый портландцемент.

3.3. В зависимости от требуемого класса бетона по прочности на сжатие марку цемента следует назначать по табл. 11.

Таблица 11

Проектные классы бетона по прочности на сжатие	Марки цемента	
	рекомендуемые	допускаемые
В7,5	300	400
В12,5	400	300, 500
В15	400	300, 500, 600
В20	400	300, 500, 600
В22,5	500	400, 600
В25	500	400, 600
В27,5	500	400, 600
В30	600	500, 550

3.4. Для бетона следует применять крупные и мелкие природные пористые заполнители.

3.5. В качестве крупных заполнителей при приготовлении бетона для тоннельных конструкций следует применять щебень из пористых горных пород вулканического (пемз, шлаков, туфов, пористых базальтов, андезито-базальтов и андезитов) или осадочного происхождения (пористых известняков, известняков-ракушечников и других карбонатных пород, а также алевролитов, опоки и других кремнеземистых пород, удовлетворяющих требованиям ГОСТ 9757—83, ГОСТ 9758—86, ГОСТ 22263—76, ГОСТ 25820—83, а также данным таблиц 12 и 13 настоящих Норм.

3.6. В качестве мелкого заполнителя следует использовать пористые или плотные пески, а также их смеси.

Мелкие заполнители должны соответствовать требованиям ГОСТ 9757—83, ГОСТ 8736—85, ГОСТ 22263—76 и дополнительным требованиям настоящих Норм.

3.7. Крупные пористые заполнители должны применяться в виде фракций, раздельно дозируемых при приготовлении бетонной смеси, с размером зерен от 5 до 10 мм, свыше 10 до 20 мм.

3.8. Для бетона сборных ж.-б. конструкций наибольший размер зерен крупного пористого заполнителя должен быть не более $^3/_4$ расстояния между арматурными стержнями и $^1/_3$ толщины конструкции, но не должен превышать 20 мм.

3.9. Выбор фракции пористого заполнителя и их соотношения производится при подборе состава бетона с учетом требований ГОСТ 25820—83 к крупному заполнителю по насыпной плотности и прочности.

3.10. Выбор крупных пористых заполнителей по насыпной плотности производят в зависимости от вида конструкции, требований к прочности и плотности бетона, вида и свойств применяемого мелкого заполнителя, формы крупного заполнителя (щебень, гравий) и с учетом требований табл. 14.

3.11. Для получения экономичных составов бетонов и обеспечения проектных классов бетонов марки крупного пористого заполнителя по прочности в зависимости от прочности легкого бетона должны отвечать требованиям табл. 15.

3.12. Зерновой состав пористых песков должен отвечать требованиям ГОСТ 9757—83.

3.13. Марка пористого песка по насыпной плотности принимается равной: минимальная—400, максимальная—1200.

3.14. Влажность пористого щебня и песка для бетонов, к которым предъявляются повышенные требования по водонепроницаемости и морозостойкости, не должна быть более 6%—у щебня и 8%—у пористого песка по массе.

При приемке влажного песка следует производить пересчет его объема на объем в сухом состоянии, пользуясь переходным коэффициентом, определяемым по формуле:

$$K = \frac{\gamma_{сух}}{\gamma_{вл}}\left(1 + \frac{W}{100}\right),$$

где $\gamma_{сух}$—объемная масса песка в сухом состоянии; $\gamma_{вл}$—объемная масса песка во влажном состоянии; W—влажность песка в процентах по массе.

Данные по выбору природных пористых заполнителей для легких бетонов, применяемых в тоннелестроении

Таблица 12

Характеристики заполнителей (пределы колебаний)				Характеристики бетонов (пределы колебаний)	
Наименование и вид	Насыпная плотность, кг/м³		Прочность щебня при сдавливании в цилиндре, МПа	Средняя плотность в сухом состоянии, кг/м³	Классы по прочности на сжатие
	щебня	песка			
Заполнители вулканического происхождения					
Пемзы мелкопористые (типа литоидной пемзы)	700—1000	900—1200	1,6—3,5	1500—1800	В7,5—В30
Шлаки крупнопористые	400—800	600—1000	0,6—2,0	700—1650	В7,5 и В10
Шлаки среднепористые	600—900	800—1100	0,8—2,0	1200—1600	до В15
Шлаки мелкопористые	700—1100	900—1300	1,2—4,7	1600—1900	В7,5—В35
Туфы крупнопористые (артикского типа)	700—900	800—1100	1,0—2,0	1450—1650	до В15
Туфы мелкопористые с прочностью породы на сжатие ниже 15 МПа	800—1000	900—1200	1,1—3,0	1450—1800	до В22,5
Туфы мелкопористые с прочностью породы на сжатие 15 МПа и выше	800—1300	1000—1400	1,5—3,9	1650—2000	В7,5—В35
Базальты и андезиты пористые	900—1300	1100—1500	1,0—4,7	1750—2200	В7,5—В35
Заполнители осадочного происхождения					
Известняки-ракушечники с прочностью породы на сжатие ниже 15 МПа	750—900	900—1200	0,5—1,5	1400—1900	до В20
Известняки-ракушечники с прочностью породы на сжатие 15 МПа и выше	900—1200	1200—1500	1,5—3,8	1800—2200	В7,5—В30
Доломитизированный известняк, доломит	900—1200	1100—1400	2,0—4,5	1750—2100	до В20,5
Опоки и алевролиты	650—800	750—900	0,4—1,0	1200—1600	до В7,5
Спонголиты	750—900	850—100	0,5—1,5	1400—1800	до В7,5

Таблица 13

Данные о характеристиках природных пористых заполнителей различных месторождений и их исходной породы

№ пп	Происхождение и наименование пород и месторождений	Характеристика пород					Характеристика заполнителей	
		Средняя плотность, кг/м³	Истинная плотность, г/см³	Предел прочности при сжатии, МПа	Коэффициент размягчения	Водопоглощение, % по массе	Насыпная плотность, кг/м³	
							песка	щебня
	ВУЛКАНИЧЕСКОЕ							
	Пемзы мелкопористые							
	Армения							
1	Лусаванское	1410 1130—1780	2,40	17,0 5,0—34,0	0,87	13,9 5,4—15,9	1070 980—1190	840 750—920
2	Джраберское	1220 1080—1380	—	17,5 5,5—47,0	—	—	800 700—900	670 600—760
	Шлаки							
	Армения							
3	Аванское	— 850—1610	2,70	35,0 29,5—50,0	0,97	— 12,4—19,4	— 1070—1150	780 650—980
4	Артикское	— 870—1520	2,67	— 3,0—10,0	—	— 10,7—26,6	— 810—1270	— 520—900
5	Шаумянское	—	—	— 15,0	—	—	— 1000—1600	— 560—770
	Грузия							
6	Сагамо	— 1210—1900	2,75	—	0,63—0,9	— 7,2—14,8	1130 1080—1200	980 740—1060

Продолжение табл. 13

№ пп	Происхождение и наименование пород и месторождений	Характеристика пород					Характеристика заполнителей	
		Средняя плотность, кг/м³	Истинная плотность, г/см³	Предел прочности при сжатии, МПа	Коэффициент размягчения	Водопоглощение, % по массе	Насыпная плотность, кг/м³	
							песка	щебня
	Камчатка							
7	Козельское	2100 1690—2300	2,78 2,71—2,96	6,0—7,4	0,60—0,90	17,7 10,3—22,2	1000—1200	700—900
8	Гора Шлаковая	1580 1490—1970	2,82 2,71—2,96	2,2—4,3	0,60—0,80	22,8 14,3—24,7	950—1000	700—850
	Туфы							
	Армения							
9	Артикское	1290 730—1870	2,55	10,3 1,7—32,5	0,88	27,3 7,7—51,3	780 720—1060	720 680—920
10	Ариндж ское	1660 1490—2060	2,47	21,6 7,0—32,0	0,99	13,6 5,1—19,4	1080 970—1340	920 820—1130
11	Аванское	1800 1360—2000	2,51	16,4 9,5—26,6	0,85	— 9,0—23,0	1220 890—1300	950 750—1070
12	Ахавнатунское	2020 1150—2810	2,53	37,3 2,2—89,8	0,96	5,1 1,2—18,0	1220 710—1450	1020 500—1300
13	Ахтанакское	1910 1310—2370	2,54	39,5 11,0—79,5	0,86	10,2 1,4—19,0	1240 960—1540	940 740—1300
14	Маисянское	1550 1230—1900	2,54	10,5 1,5—50,0	0,85	20,3 9,8—30,5	1000 800—1240	850 680—1050
15	Анийское	1400 1200—1700	2,54	16,9 12,0—27,5	0,84	22,4 13,2—28,0	910 780—1110	770 660—940
16	Макарашенское	1580 1490—1660	2,55	9,0 5,5—12,0	0,85	14,9 11,6—18,7	1030 970—1080	860 820—920

17	Бюраканское	1900 1680—2220	2,55	31,0 15,5—55,5	0,87	— 3,5—12,8	1230 1090—1450	1040 930—1220
18	Кармрашенское	1640 1280—2050	2,55	11,1 5,0—49,5	0,83	23,6 7,0—40,3	1060 830—1370	900 705—1130
	Украинская ССР, Закарпатье							
19	Ганичское	2100 1980—2210	2,55	102,0	0,83	4,8	1150	1030
20	Даниловское	2050 1980—2080	2,52	54,8	0,99	4,2	1130	960
21	Сокирницкое	1850 1820—1870	2,55	34,9	0,92	9,3	990	910
22	Мужеевское	1720 1440—2200	2,42	33,2	0,97	15,5	880	810
23	Добросельевское	1810 1760—1900	2,63	38,4	0,75	5,6	1080	910
24	Ольховицкое	2070 1780—2090	2,62	13,2	0,88	7,0	1120	910
25	Буковинское	1980 1820—1980	2,52	11,5	0,74	5,3	1070	960
	Кабардино-Балкарская АССР							
26	Каменское	1400—1900	2,41	4,0—39,0	0,74—0,90	8,0—25,0	970—1220	740—1050
27	Заюковское	1380—1750	2,4—2,49	8,5—31,0	0,80—1,00	8,0—19,0	980—1090	750—980
	Приморский край							
28	Борисовское	1430—1730	2,65—2,84	3,0—6,4 0,6—1,4	0,60—0,90	10,6—18,9	930—1200	650—750
29	Пушкинское	1400—1510	2,78—2,92	7,5—12,0 0,9—1,1	0,80—0,90	14,3—21,0	980—1200	700—800

Продолжение табл. 13

№ пп	Происхождение и наименование пород и месторождений	Характеристика пород					Характеристика заполнителей	
		Средняя плотность, кг/м³	Истинная плотность, г/см³	Предел прочности при сжатии, МПа	Коэффициент размягчения	Водопоглощение, % по массе	Насыпная плотность, кг/м³	
							песка	щебня
30	Барановское	1420—1600	2,68—2,90	9,0—8,0 / 2,5—4,2	0,70—0,90	12,0—25,0	1100—1300	800—1200
	Читинская обл.							
31	Ингамакитское	750—1800	2,70—3,0	8,5—36,5 / 2,2—3,0	0,70—0,80	2,0—29,5	1300—1370	770—930
	Дальний Восток							
32	Именское	1530	—	7,0—24,5	—	—	990	840
	ОСАДОЧНОЕ							
	Карбонатные породы							
	Молдавия							
33	Минчанское	1660	—	1,1	св 1	16,0	—	—
34	Мелешты	1590	—	1,5—2,4	св 1	19,3	—	—
35	Грушевское	1500	—	2,1—2,8	0,78	17,4	—	—
36	Криковское	1620	—	2,6—1,3	—	—	—	—
37	Бычковское	1700	—	3,3—3,9	—	—	—	—
	Украина							
38	Главаневское	1580	—	2,1—4,1	0,64	13,7	—	—
	Николаевская обл.							
39	Архангельское	1500	—	6,7—10,8	0,78	15,1	—	—
40	Снегиревское	1670	2,66	15,0	0,57	—	1280	1180

	Запорожская обл.							
41	«Маячок»	2260	2,67	25,5	0,67	—	1310	1050
42	Скельское	1550	—	2,2—3,8	0,64	21,8	—	—
43	Приморское	1720	—	2,4	—	11,1	—	—
44	Карачекракское	2000	2,68	9,3	0,98	—	1310	1100
	Тернопольская обл							
45	Добриводское (карьер № 1)	1670	—	6,0	0,62	20,0	—	—
46	Добриводское (карьер № 2)	1650	—	6,3	0,57	18,0	—	—
47	Добриводское (карьер № 3)	1670	—	4,1	0,92	21,0	—	—
	Хмельницкая обл.							
48	Выхватновецкое (карьер № 3)	1630	—	10,2	0,74	20,2	—	—
49	Приворотьевское	1630	—	4,3—7,6	0,80	10,8	—	—
50	Карачковское	1680	—	8,4	1,00	11,7	—	—
	Крымская обл							
51	Ленинское (Черепятовская скала)	1480	—	1,7—3,0	—	До 30	950	750
52	Дыринское (Южно-Кезинское)	1490	—	1,4—2,5	0,97	—	—	—
53	Дыринское (Кезинская каменоломня)	1480	—	2,0—3,9	0,90	—	—	—

Продолжение табл. 13

№ пп	Происхождение и наименование пород и месторождений	Характеристика пород					Характеристика заполнителей	
		Средняя плотность, кг/м³	Истинная плотность, г/см³	Предел прочности при сжатии, МПа	Коэффициент размягчения	Водопоглощение, % по массе	Насыпная плотность, кг/м³	
							песка	щебня
54	Дыринское (Большебобчинский овраг)	1490	—	1,4—2,1	св 1	—	—	—
55	Гурьевское	1430	—	1,8—3,6	—	—	—	—
56	Мамашайское	1470	—	2,0—2,6	0,77	17,9	—	—
57	Ливенское	1910	—	3,5	0,91	15,0	—	—
58	Инкерманское	1770	—	7,0	0,70	15,0	—	—
59	Цыганское	1800	—	7,3—8,8	0,47	15,0	—	—
60	Бодракское	1840	—	10,0	0,87	12,0	—	—
	РСФСР							
	Горьковская обл							
61	Анненковское	2000—2380	2,66	6,0—206,9	0,69	2,2—33,0	1090	1190
62	Гремячевское	1960—2320	2,68	11,0—192,0	0,70	4,6—23,9	1100	1210
63	Балахнинское	1600—2450	2,70	0,6—177,0	0,76	0,9—39,0	1140	1260
	Владимирская обл							
64	Ковровское	1900—2380	2,65	9,1—180,0	0,75	До 21	1200	1310

	Грозненская обл							
65	Первомайское 1	1840	—	5,5	—	—	—	—
66	Первомайское 2	1960	—	5,3—10,0	—	—	—	—
67	Джелийское	1930	—	5,4	—	—	—	—
	Ростовская обл.							
68	Пролетарское 1	1650	—	0,8—1,3	—	19,8	—	—
69	Ростовское 1	1670	—	1,0—2,8	—	14,5	—	—
70	Миусское	1580	—	5,2	—	—	—	—
71	Синявское	2360	2,65	—	0,85	3,0—18,0	—	1200
	Краснодарский край							
72	Веселинское	1700—1800	2,44—2,60	—	—	12,0—14,0	1380	920
73	Баканское	1490	—	2,8	—	12,3	—	—
	Ставропольский край							
74	Пелагиадское	1700—1800	—	1,5—10,0	0,73	3,0—5,9	1460	1120
75	Петровское	2150	—	7,1	—	4,3	—	—
	Калмыцкая АССР							
76	Чолун-Хомурское	1400—1900	—	1,0—2,7	—	—	—	—
77	Зунда Толгинское	1300—1900	—	0,6—1,8	—	—	—	—
	Дагестанская АССР							
78	Тарки-Тау	2360	2,73	3,8—4,0	—	6,0	1230	1200
79	Дербентское	1700—2200	2,65	3,0—20,0	—	8,0	1310	—

Продолжение табл 13

№ пп	Происхождение и наименование пород и месторождений	Характеристика пород					Характеристика заполнителей	
		Средняя плотность, кг/м³	Истинная плотность, г/см³	Предел прочности при сжатии, МПа	Коэффициент размягчения	Водопоглощение, % по массе	Насыпная плотность, кг/м³	
							песка	щебня
	Азербайджан							
80	Шувелянское	1710 1660—1760	2,62	2,5—5,5	0,69—0,94	7,3—12,5	1230—1280	770—870
81	Карадагское	1760 1570—1980	2,65	4,3—13,0	0,83—0,87	2,7—12,0	1330—1470	850—1100
82	Шахинбахское	1740 1600—1900	2,59—2,70	7,0—19,0	0,77—0,87	1,5—6,5	1300—1500	1000—1130
83	Кергезское	1850 1750—1900	2,84	4,5—15,0	0,84	6,0—10,0	1130—1150	900—1100
84	Гюздекское	1850 1740—2120	2,65—2,86	6,0—18,0	0,80—0,85	1,0—10,0	1130—1320	910—1070
	КРЕМНЕЗЕМИСТЫЕ ПОРОДЫ							
	Львовская обл.							
85	Рава-Русское	1470 1385—1500	2,59	16,4	0,88	25,9	1000	770
	Винницкая обл							
86	Приднестровское	1460 1320—1560	2,51	10,5	0,28	27,0	980	880

Примечания: 1. Коэффициенты размягчения, приведенные в таблице без пределов колебаний, соответствуют наименьшим из наблюдаемых.

2. В случаях, когда характеристики даются в виде дроби, над чертой указываются средние, под чертой—крайние значения.

3. Показатели прочности у известняков соответствуют их характеристикам, полученным испытанием соответственно перпендикулярно слоям и параллельно им.

Таблица 14

Насыпная плотность крупных пористых заполнителей

Класс бетона по прочности на сжатие	Марка бетона по средней плотности	Максимальная марка крупного заполнителя по насыпной плотности			
		Гравий		Щебень	
		песок плотный	песок пористый	песок плотный	песок пористый
В7,5	Д1400	600	—	600	—
	Д1500	—	—	700	—
	Д1600	—	—	800	—
	Д1700	—	—	900	—
В10—В20	Д1400	500	700	—	500
	Д1500	600	800	400	600
	Д1600	700	—	500	700
	Д1700	800	—	600	800
	Д1800	900	—	700	900
В22,5—В40	Д1400	—	600	—	—
	Д1500	—	700	—	—
	Д1600	600	800	—	—
	Д1700	700	—	—	700
	Д1800	800	—	600	800
	Д1900	900	—	700	900
	Д2000	—	—	800	1000

Таблица 15

Выбор марки крупного заполнителя в зависимости от класса бетона по прочности на сжатие

Проектные классы бетона по прочности на сжатие	Минимальная марка по прочности крупного заполнителя	Прочность крупного заполнителя при сдавливании в цилиндре, МПа	
		из туфов, крупнопористых базальтов, карбонатных и кремнеземистых пород	из пемз и шлаков
В7,5	П50	0,61—0,8	0,81—1,0
В12,5	П100	0,61—0,8	0,81—1,0
В15	П125	0,81—1,0	1,01—1,2
В20	П150	1,01—1,2	1,21—1,5
В22,5	П200	1,21—1,5	1,51—2,0
В25	П250	1,51—2,0	2,01—2,5
В30	П300	2,01—2,5	2,51—3,0

3.15. Пористые заполнители должны храниться и транспортироваться в условиях, исключающих их увлажнение, загрязнение и разрушение.

3.16. Вода для затворения бетонной смеси должна соответствовать требованиям ГОСТ 23732—79.

3.17. Арматурная сталь для армирования конструкций должна соответствовать требованиям СНиП 2.03.01—84, СНиП 2.03.11—85, ГОСТ 13015.0—83, ГОСТ 13015.1—81, ГОСТ 13015.2—81, ГОСТ 13015.3—81, ГОСТ 13015.4—84.

Сварная арматура и закладные детали должны удовлетворять требованиям ГОСТ 10922—75 и ГОСТ 8478—81.

Транспортирование и хранение арматуры выполняют по ГОСТу 7566—81.

Проектирование состава бетона

3.18. Проектирование состава бетона на природных пористых заполнителях следует производить по ГОСТ 27006—86. При этом выполняют:

оценку качества имеющихся материалов для приготовления бетона и выбор наименее дефицитных и наиболее экономичных из них; при этом предпочтение (при прочих равных условиях) должно отдаваться местным материалам;

расчет состава бетона для опытных замесов, исходя из назначения бетона и технологических возможностей его транспортирования и обработки;

приготовление опытных замесов, испытание контрольных образцов, корректировку исходных данных, повторные испытания контрольных образцов, воспроизведение не менее 3 раз откорректированного состава и назначение рабочих составов бетона (приложение 1).

3.19. Проектировать состав бетона необходимо исходя из среднего уровня прочности и плотности бетона, значения которых принимают по ГОСТ 18105—86 и ГОСТ 25005—86 с учетом фактической однородности бетона.

При отсутствии данных о фактической однородности бетона средний уровень прочности принимают равным требуемой прочности по ГОСТ 18105—86 при коэффициенте вариации, равном 13,5%.

3.20. В процессе проектирования состава бетона следует учитывать:

требования к подвижности бетонной смеси и продолжительности ее сохранения;

требования к бетону по средней плотности;

требования к бетону по проектной и распалубочной прочностям;

требования к бетону по морозостойкости;

требования к бетону по водонепроницаемости;

возможность твердения бетона как при положительной, так и при отрицательной температурах;

требования к бетону по коррозионной стойкости в условиях агрессивного воздействия подземных грунтовых вод.

3.21. Марки бетонных смесей по удобоукладываемости (показатели подвижности и жесткости бетонной смеси) рекомендуется назначать на момент укладки исходя из технических возможностей бетоноукладочного оборудования в соответствии с табл. 16 (ГОСТ 7473—85).

3.22. Зависимость расслаиваемости бетонной смеси от марок по удобоукладываемости дана в табл. 17.

3.23. В качестве добавок, вводимых для улучшения свойств бетонов на природных пористых заполнителях, следует применять гидрофобизирующие, пластифицирующие, регулирующие пористость, а в случае необходимости и сроки схватывания и твердения, ингибиторы коррозии, а также их комплексы.

3.24. Определение водопоглощения пористых заполнителей из бетонной смеси и истинного водоцементного отношения в бетонной смеси рекомендуется определять по приложению 2.

Таблица 16

Вид конструкции	Марка бетонной смеси по удобоукладываемости	Норма удобоукладываемости бетонной смеси по показателю	
		жесткости, с	подвижности, см
Неармированные или слабоармированные (до 0,5%):			
монолитные	П1	1—4	4 и менее
	П2	—	5—9
сборные	Ж4	31 и более	—
Умеренно армированные (от 0,5 до 2%):			
монолитные	П3	—	10—15
сборные	Ж2, Ж3	11—30	—
Сильноармированные (2% и более):			
монолитные	П4	—	16—20
	П5	—	21—25
сборные	Ж1	5—10	—

Таблица 17

Марка по удобоукладываемости	Расслаивание, %	
	Водоотделение	Растворотделение
Ж1—Ж4	0—0,2	6
П1—П3	0—0,2	4
П4—П5	0—0,8	4

3.25. С целью наиболее эффективного и экономичного обеспечения проектных характеристик бетонной смеси и бетона для монолитных и сборных конструкций следует использовать одну из комплексных добавок: С-3+МК; С-89+ТПФН; кремнегель+ЛСТ; СНВ (СПД)+ЛСТ; при твердении бетона при отрицательных температурах—СНВ (СПД)+ЛСТ+$NaNO_2$.

3.26. Расчет необходимого количества комплексной добавки и отдельных ее компонентов следует производить в соответствии с п. 3.27, табл. 18 и приложением 3.

Таблица 18

Добавки	Условная марка	Нормативный документ	Кол-во, % от массы цемента*	Основной характер воздействия на бетонную смесь	Достигаемый эффект
Полиамидная смола № 89	С-89	ТУ 6-05-1224—76	0,5—2	Уплотнение	Повышение водонепроницаемости, морозо- и трещиностойкости
Триполифосфат натрия	ТПФН	ГОСТ 13493—77	0,2—0,4	Пластификация	Улучшение удобоукладываемости, снижение В/Ц и повышение прочности
Нитрит натрия	НН	ГОСТ 19906—74	1—4	Снижение температуры замерзания	Твердение при отрицательных температурах; защита арматуры оборудования и оснастки от коррозии
Лигносульфонат	ЛСТ	ОСТ 13-183—83	0,1—0,3	Пластификация	Улучшение удобоукладываемости, снижение В/Ц и повышение прочности
Смола нейтрализованная воздухововлекающая	СНВ СМВК КТП	ТУ 81-05-75—74 ОСТ 13-145—82	0,003—0,05	Воздухововлечение	Стабилизация бетонной смеси, повышение морозостойкости бетона, повышение удобоукладываемости
Синтетическая поверхностноактивная добавка	СПД-М	ТУ 38-30318—84	0,003—0,05	То же	То же
Суперпластификатор	С-3	ТУ 6-14-625—80	0,3—1,0	Пластификация	Улучшение удобоукладываемости, снижение расхода цемента, повышение прочности
Микрокремнезем	МК		8—30	Уплотнение	Повышение водонепроницаемости, прочности, снижение расхода цемента

* В пересчете на сухое вещество

Примечание. Полный перечень рекомендуемых добавок для легких бетонов приведен в приложении 5 ГОСТа 25820—83.

3.27. Необходимое количество (по массе) дозируемого раствора добавки $Р_{р.д}$, кг, определяется по формуле:

$$Р_{р.д} = \frac{Д \cdot Ц}{С},$$

где Д—дозировка добавки, % по массе цемента; Ц—расход цемента на 1 м³ бетона, кг; С—концентрация раствора добавки, %.

Если раствор дозируется по объему $V_{р.д}$, то

$$V_{р.д} = \frac{Р_{р.д}}{\gamma_{р.д}},$$

где $\gamma_{р.д}$—плотность раствора, г/см³.

3.28. При подборе состава бетона устанавливается оптимальное соотношение между компонентами (включая добавку), обеспечивающее необходимые требования к бетонной смеси и к затвердевшему бетону.

Приготовление и транспортирование бетонных смесей

3.29. Бетонную смесь с добавками приготавливают, транспортируют и укладывают в соответствии с ГОСТ 7473—85, СНиП 3.03.01—87 и настоящими Нормами.

3.30. Выбор способа и средств приготовления и транспортирования бетонной смеси производится с учетом условий производства бетонных работ: типа бетонируемой конструкции, вида заполнителей, подвижности бетонной смеси, темпов бетонирования, объемов укладываемой бетонной смеси, продолжительности транспортирования бетонной смеси.

3.31. Дозирование материалов при приготовлении легкого бетона должно производиться объемно-весовым способом: заполнителей—по объему, цемента—по массе, воды и водных растворов добавок—по массе или объему. Корректировка состава смеси производится на основе контроля насыпной плотности крупного пористого заполнителя в объемно-весовом дозаторе.

3.32. Пористые заполнители со склада к месту дозирования следует транспортировать средствами, исключающими их разрушение и загрязнение (ленточными транспортерами, элеваторами, скиповыми устройствами). Применение для этих целей бульдозеров и скреперов не допускается.

Заполнители в момент подачи должны иметь положительную температуру, но не выше 70°С.

3.33. Точность дозирования материалов должна быть: цемента ±2% по массе, заполнителей ±3% по объему, воды ±2% по массе или объему, водных растворов добавок ±2% по массе или объему, тонкомолотых добавок ±1% по массе.

3.34. Бетонную смесь следует приготавливать в смесителях принудительного перемешивания циклического действия типа СБ-35 (С-773), СБ-62 (С-951), СБ-93, а также в растворосмесителях С-209 и СМ-290. Приготовление горячих бетонных смесей, при необходимости, следует производить в смесителе СБ-112.

3.35. Бетонные смеси категории $П_2$ и более и средней плотностью более 1600 кг/м^3 допускается приготовлять в смесителях гравитационного перемешивания при условии, что контрольные образцы-кубы из одного замеса будут иметь коэффициент вариации по прочности на сжатие не более 10%.

3.36. Последовательность загрузки компонентов легкобетонной смеси должна быть следующая: крупный заполнитель (щебень), мелкий заполнитель (песок), 50% воды, потребной на замес, затем, после их перемешивания в течение 1 минуты, подаются цемент и остальная часть воды.

Раствор химических добавок должен подаваться с водой затворения.

3.37. Для получения необходимого количества добавки заранее приготавливаются водные растворы отдельных компонентов заданной 5—10%-ной концентрации, которые затем разбавляются до необходимого объема воды затворения.

Смолу № 89 предварительно в воде не растворяют, так как она поступает с завода-изготовителя в виде 30—45%-ного раствора.

3 38. При введении тонкомолотых добавок рекомендуется в смеситель загружать сухие материалы (заполнитель, а затем портландцемент и тонкомолотую добавку) и после их перемешивания в течение 1 минуты добавлять воду.

При наличии положительных опытных данных допускается изменение порядка загрузки смесителя.

3.39. Растворение твердых и пастообразных компонентов добавки ведется в отдельных емкостях. Для повышения скорости растворения емкости снабжаются устройством для подогрева воды до температуры 50—70°С: не выше 50°С для добавки СНВ и не выше 70°С—для СДО.

Для ускорения растворения твердой добавки ее следует вводить в измельченном виде (крупностью до 1,2 мм).

3.40. Раствор следует перемешивать механической мешалкой либо продувкой воздуха (барботаж). Скорость вращения вала мешалки не должна превышать 60 об/мин.

3.41. Содержание добавки в приготовленном растворе определяют по плотности раствора, измеренной ареометром при температуре 15—20°С (см. приложение 3).

Допускается производить дозировку добавки по массе и определять концентрацию добавки в растворе расчетным путем при условии исключения испарения воды.

По мере приготовления растворы добавок перекачивают в расходные емкости, а оттуда через дозаторы в бетоносмеситель после введения воды затворения.

Объем расходных баков устанавливается в зависимости от производительности бетоносмесителя из расчета получения раствора добавки в объеме средней потребности.

Емкости для приготовления добавок следует регулярно промывать водой.

3.42. Наименьшую продолжительность смешивания в цикличных смесителях (время от момента окончания загрузки всех материалов в работающий смеситель до начала выгрузки готовой бетонной смеси) рекомендуется назначать по табл. 19.

Таблица 19

Объем готового замеса бетонной смеси, л	Продолжительность смешивания, с			
	в гравитационных смесителях			в смесителях принудительного действия (для всех смесей)
	смеси марок по подвижности			
	$П_1$	$П_2$	$П_3$, $П_4$, $П_5$	
500 и менее	90	75	60	50
Более 500	150	120	90	50

3.43. При приготовлении бетонной смеси необходимо произвести контроль плотности бетона по ГОСТ 27005—86.

3.44. Высота падения бетонной смеси при перегрузках не должна превышать 1 м до верхней кромки приемного бункера.

3.45. Приготовленная и поданная к месту укладки легкобетонная смесь должна иметь:

требуемую среднюю плотность в уплотненном состоянии с отклонениями не более ±3%;

требуемую удобоукладываемость с отклонениями не более:

±5 с—для повышенно и особо жестких смесей,

±3 с—для умеренно жестких и жестких смесей,

±1 с—для малоподвижных и умеренно подвижных смесей,

±2 см—для подвижных смесей,

±3 см—для весьма подвижных и литых смесей;

иметь заданные показатели по времени потери подвижности с отклонением в пределах 5 мин;

объем межзерновых пустот в уплотненной бетонной смеси в соответствии с требованиями стандартов и технических условий на конкретные виды изделий и конструкций;

температуру в пределах 10—30°С, если принятой технологией не предусмотрена более высокая температура смеси;

требуемую объемную массу, прочность (распалубочную и марочную), водонепроницаемость, морозостойкость и другие характеристики затвердевшего бетона.

3.46. После окончания работы бетоносмесителя, а также перед каждым перерывом в работе продолжительностью более 30 мин барабан бетоносмесителя должен быть освобожден от остатков бетона и промыт водой с добавлением крупного заполнителя.

3.47. При бетонировании монолитных конструкций транспортирование бетонной смеси следует производить в автобетоносмесителях, перевозка в которых позволяет сохранять ее свойства. Оптимальным соотношением объемов автобетоносмесителя и бетоноукладчика является 1 : 1,25.

3.48. При изготовлении бетонных и железобетонных конструкций транспортирование бетонной смеси от раздаточного бункера бетоносмесителя до формовочного поста должно производиться бетоноукладчиками, самоходными бетонораздатчиками, кюбелями, самоходными тележками, исключающими расслаивание бетонной смеси и потери ее составляющих, с минимальным количеством перевалок смеси.

3.49. Продолжительность нахождения в пути бетонной смеси, считая с момента выгрузки из бетоносмесителя до укладки, должна быть не более 45 мин.

В длинных тоннелях оборудование для приготовления бетона необходимо располагать внутри тоннеля с периодическим его перемещением к месту производства бетоноукладочных работ.

3.50. Тепловые расчеты режимов транспортирования выполняются в соответствии с «Рекомендациями по составу и методам укладки бетона для тоннельных обделок БАМа».

Возведение монолитных тоннельных конструкций

3.51. В состав основного подземного оборудования для возведения монолитных бетонных обделок транспортных тоннелей входят опалубка, бетоноукладочное оборудование и оборудование для транспортирования бетонной смеси.

3.52. Оборудование для приготовления бетонной смеси располагается, как правило, вне пределов тоннеля или внутри его

на допустимом от места укладки расстоянии с учетом продолжительности транспортирования и комплектуется из машин и механизмов для бетонных работ общего назначения.

3.53. Тоннельная опалубка предназначена для обеспечения заданных проектных размеров, форм и качества постоянных конструкций тоннеля, сооружаемого из монолитного бетона или железобетона.

3.54. Выбор типа опалубки осуществляется по ГОСТ 23478—79 и определяется сечением и протяженностью тоннеля, конструкцией обделки, способом производства работ по проходке тоннеля, типом временного крепления, внутритоннельным транспортом, последовательностью ведения проходческих и бетонных работ, организацией и производством работ по бетонированию, типом бетоноукладочного оборудования.

Предпочтение следует отдавать механизированным передвижным опалубкам.

3.55. Конструкция механизированных тоннельных опалубок должна удовлетворять требованиям по прочности, несущей способности, пространственной жесткости, неизменяемости геометрических размеров и формы, технологичности.

3.56. Опалубка должна быть рассчитана на воздействие временной нагрузки от бетонной смеси с коэффициентом перегрузки 1,2; постоянной нагрузки от собственной массы.

3.57. Деформации опалубки должны быть в пределах упругой стадии работы конструкции. Наибольшие относительные деформации опалубки по ее высоте и ширине не должны превышать 0,002. Прогибы элементов опалубки не должны превышать $f : L = 1 : 200$, где f—прогиб; L—пролет.

3.58. Отклонения в габаритных размерах опалубки не должны превышать 0,2%. Отклонения размеров элементов опалубки на длине 1 м не должны превышать 1 мм. Ступенчатость в стыках смежных сегментов или секций и местные неровности на поверхности опалубки (бугристость, впадины) не должны быть более 2 мм.

3.59. Срок службы опалубки должен составлять не менее 4 лет. Технический ресурс до первого капитального ремонта— не менее 5000 рабочих часов или 2000 м забетонированной тоннельной обделки. Коэффициент готовности 0,8.

3.60. Опалубка должна обеспечивать производительность (в комплекте с другим оборудованием):

для однопутных железнодорожных тоннелей при бетонировании обделки на полное сечение—не менее 100 м/месяц, при

бетонировании сводовой части обделки при проходке уступом—не менее 150 м/месяц;

для двухпутных железнодорожных тоннелей при бетонировании обделки на полное сечение—не менее 75 м/месяц, при бетонировании сводовой части обделки—не менее 100 м/месяц.

3.61. Опалубка должна обеспечивать механизированное выполнение операций отрыва от бетона, перевода в транспортное положение, перемещения и установки в рабочее положение на очередном месте бетонирования. Укладка бетонной смеси производится равномерными порциями с двух сторон опалубки с возможностью вибрирования смеси погружными вибраторами. Подачу смеси производят как в шелыгу свода опалубки, так и в ее бока.

Конструкция опалбуки должна позволять осуществлять механизированную очистку наружной поверхности и нанесение антиадгезионной смазки. Опалубка должна быть снабжена грузоподъемными устройствами для снятия арок временной крепи (при возможности) и установки арматурных каркасов. Трудоемкость операций при эксплуатации опалубки должна быть минимальной.

Опалубка должна обеспечивать:

возможность совмещения процессов бетонирования обделки и проходки тоннеля;

беспрепятственный пропуск средств тоннельного транспорта и подземных коммуникаций (водопровода, воздухопровода, вентиляционной трубы, кабелей энергоснабжения, освещения и связи).

3.62. Бетоноукладочное оборудование, предназначенное для механизированной укладки бетонной смеси за опалубку, должно обеспечивать перекачивание без расслоения по трубам внутренним диаметром 150 мм бетонной смеси с осадкой стандартного конуса для бетононасосов 3—8 см, для пневмобетононагнетателей 8—12 см с заполнителем наибольшей крупностью не более 20 мм на расстояние по горизонтали не менее 150 м и по вертикали не менее 15 м, а также эксплуатационную производительность по укладке бетонной смеси не менее: 10 м^3/ч для пневмобетононагнетателей, 20 м^3/ч для бетононасосов.

3.63. В качестве бетоноукладочного оборудования для возведения монолитной обделки тоннелей следует применять передвижные пневмобетононагнетатели, например, ПБН3 с объемом цистерны по загрузке бетоном 3 м^3 и приспособленным для работы в условиях подземных выработок, или автобетононасосы.

Изготовление сборных бетонных и железобетонных тоннельных конструкций

3.64. Сборные элементы тоннельных конструкций следует изготавливать по стендовой или поточно-агрегатной технологии на заводе или полигоне железобетонных конструкций.

Выбор технологических методов формования конструкций должен производиться в зависимости от вида и назначения и обосновываться технико-экономическим расчетом.

3.65. Для формования элементов тоннельных конструкций применяются инвентарные стальные формы, отвечающие требованиям ГОСТ 25781—83. Допускается применение форм из других материалов, проверенных в производственных условиях.

Перед формованием поддоны и бортоснастка должны быть тщательно очищены и смазаны. В зимнее время формы должны иметь положительную температуру, но не более 70°С.

3.66. Перед установкой арматуры формы должны быть собраны с учетом возможности получения тоннельных конструкций требуемых размеров с минимальными допусками.

3.67. Установка в формах арматуры и закладных деталей должна производиться в соответствии с требованиями проекта. Для предупреждения смещений и обеспечения требуемой толщины защитного слоя бетона арматуру и закладные детали следует фиксировать специальными приспособлениями.

3.68. При укладке бетонной смеси в формы необходимо соблюдать следующие требования:

время от момента выгрузки бетонной смеси из смесителя до ее укладки должно быть не более 45 мин;

при укладке смесей следует применять специальные бетоноукладчики и другие устройства с рабочими органами, обеспечивающими равномерное распределение смеси по всей площади формуемого изделия;

укладку бетонной смеси следует производить без перерывов; допускается перерыв до 20 мин при укладке отдельных слоев.

3.69. При уплотнении бетонной смеси необходимо:

добиваться равномерной укладки бетонной смеси с соблюдением горизонтальности уложенных слоев;

обеспечивать предельное уплотнение смеси по всему объему конструкции;

не допускать расслоения бетонной смеси в верхнем слое и оседания растворной части в нижнем слое конструкции;

не допускать вытекания растворной части бетонной смеси из формы;

тщательно уплотнять смесь у бортов формы и закладных деталей.

3.70. Уплотнение бетонной смеси на виброплощадках производится с учетом следующих требований:

формы следует жестко закреплять на виброплощадке;

амплитуда вертикально направленных колебаний виброплощадки под нагрузкой при частоте колебаний 3000±200 в 1 мин должна быть не менее 0,5 мм;

распределение амплитуд колебаний должно быть равномерным, при этом отклонения величины амплитуд в отдельных точках от среднего значения должно быть не более 20%;

допускается применение виброплощадок с другими режимами при условии качественного уплотнения бетонной смеси;

толщина уплотняемого слоя бетонной смеси должна быть не более 500 мм;

продолжительность вибрации (в сек) должна быть:

при повышенно и особо жестких смесях—60—150;

при умеренно жестких и жестких—40—120;

при малоподвижных и умеренно подвижных—30—50;

при подвижных и литых—10—30;

для смесей с жесткостью 30 с и более при формировании следует применять вибропригруз из расчета 0,003—0,005 МПа.

3.71. При уплотнении вибронасадками бетонная смесь с жесткостью 10—20 с должна уплотняться при амплитуде колебаний 0,35—0,5 мм и частоте 3000±200 в 1 мин со скоростью движения вибронасадки от 2 до 3 м в 1 мин.

3.72. Уплотнение бетонной смеси переносными глубинными вибраторами следует производить участками с учетом его эффективного радиуса действия при толщине слоя бетонной смеси не более длины рабочей части вибратора при подвижности бетонной смеси не более 2 см и жесткости не более 10 с. Продолжительность вибрирования на одном месте должна быть в пределах 30—20 с.

3.73. Тоннельные конструкции криволинейного очертания следует формовать выпуклой стороной кверху. Для придания криволинейности верхней поверхности изделия при формовании на виброплощадке следует применять пригруз до 50 гс/см^2.

3.74. Твердение бетона на природных пористых заполнителях в отформованных конструкциях и изделиях должно протекать в условиях, обеспечивающих достижение бетоном распалубочной, передаточной, отпускной и проектной прочности в наиболее короткие сроки при одновременном соблюдении требований по экономии цемента и качеству готовых конструкций.

3.75. Режим тепловой обработки следует назначать путем установления оптимальной длительности отдельных его периодов.

Общая продолжительность тепловой обработки с момента окончания формования для тоннельных конструкций должна быть не более 16 часов.

3.76. Тепловая обработка конструкций осуществляется при атмосферном давлении в пропарочных камерах периодического или непрерывного действия. В качестве теплоносителя при непосредственном его контакте с бетоном может применяться насыщенный водяной пар или паровоздушная смесь, обеспечивающие относительную влажность среды на стадии изотермического прогрева 90—100°С. Температура среды при изотермическом прогреве не должна быть более 85°С—при использовании портландцемента и 95°С при использовании шлакопортландцемента.

3.77. Общий цикл режима тепловой обработки включает в себя следующие периоды:

предварительное выдерживание от момента окончания формования конструкций до начала повышения температуры;

подъем температуры среды от начальной температуры до максимальной;

изотермическую выдержку при максимальной температуре;

охлаждение конструкций.

Длительность предварительного выдерживания бетона до тепловой обработки должна быть не менее 3 ч, подъем температуры среды в пропарочных камерах назначается в пределах 10—15°С в ч, изотермическое выдерживание изделий при температуре не более 80°С—в течение времени, обеспечивающего получение бетоном распалубочной прочности, равной 70% от марочной.

3.78. При тепловой обработке изделий, к бетону которых предъявляются повышенные требования по водонепроницаемости и морозостойкости, рекомендуется создавать механическое обжатие бетона в процессе тепловой обработки давлением 0,005—0,008 МПа.

3.79. Скорость подъема температуры среды в камере должна назначаться в зависимости от размера начальной прочности бетона в соответствии с данными табл. 20.

3.80. Для изделий, к бетону которых предъявляются повышенные требования по водонепроницаемости и морозостойкости, длительность предварительного выдерживания должна быть не менее 4 ч, а скорость подъема температуры—не более 25 град/ч.

Таблица 20

Начальная прочность бетона при сжатии, МПа	Скорость подъема температуры среды камеры, град/ч
До 0,1	10—15
0,1—0,2	15—25
0,2—0,4	25—35
0,4—0,5	35—45
Более 0,5	45—60

Примечание Начальная прочность бетона, достигаемая за период предварительной выдержки изделий, определяется на образцах-кубах с ребром не менее 10 см при испытании их на прессах мощностью не более 25 кН.

3.81. Скорость остывания после изотермического прогрева не должна быть более 40 град/ч.

Остывание изделий из бетонов, к которым предъявляются повышенные требования по водонепроницаемости и морозостойкости, следует производить со скоростью не более 20 град/ч.

3.82. При извлечении из форм и передаче конструкций на склад перепад температуры между поверхностью и окружающей средой не должен превышать 40°С.

3.83. Распалубку конструкций производят после достижения легким бетоном распалубочной прочности при сжатии.

После распалубки сборные железобетонные конструкции необходимо выдерживать не менее 12 ч при температуре воздуха не ниже плюс 10°С.

3.84. Твердение изделий на стендах в естественных условиях следует производить при среднесуточной температуре не ниже +10°С; при этом необходимо в течение первых трех суток предохранять бетон от увлажнения дождевой водой, а в жаркую погоду—от действия солнечных лучей.

В сухом жарком климате открытые поверхности конструкций рекомендуется 3—4 ч выдерживать под влажным укрытием (мешковина, брезент, пленка), затем залить сверху слоем воды в 2—3 см и в таком виде поддерживать до распалубки.

Для предохранения от высушивания на открытые поверхности допускается наносить пленкообразующие материалы (лак, этиноль, полистирольную смолу и др.).

3.85. Окончательную доводку изделий (мелкий ремонт поверхности и ребер, очистка закладных деталей, очистка кро-

мок от наплывов бетона и т. д.) следует производить на специализированных отделочных постах или конвейерных линиях с применением механизированного инструмента.

3.86. Готовые конструкции и изделия, принятые ОТК, следует хранить и транспортировать в соответствии с требованиями ГОСТ 13015—75, а также стандартов и технических условий на конкретные виды конструкций и изделий.

4. КОНТРОЛЬ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ И КАЧЕСТВА БЕТОНА

4.1. Инженерно-технические работники тоннельных отрядов осуществляют контроль:

качества материалов, применяемых при изготовлении бетонной смеси, предназначенной для сооружения обделки;

состояния оборудования для дозирования и перемешивания компонентов бетонной смеси;

состояния ранее уложенного бетона;

подготовки арматуры и опалубки;

качества правильности приготовления бетонной смеси (удобоукладываемость, расслаиваемость и т. д.) и ее транспортирования;

правильности дозирования рабочих растворов добавок и очередность их введения (если добавка комплексная);

соответствия подвижности бетонной смеси требуемым значениям;

температурных условий при приготовлении бетонной смеси;

укладки бетонной смеси и режима ее твердения;

ведения исполнительной технической документации.

4.2. В состав исполнительной технической документации по производству бетонных работ входят:

паспорта, сертификаты, заключения о пригодности местных природных пористых заполнителей и цемента для приготовления бетонной смеси, акты на испытания материалов;

акты на приемку опалубки, приемку арматурного каркаса, приемку подготовки поверхностей ранее уложенного бетона;

карточка подбора состава бетонной смеси;

акты на изготовление и испытание контрольных образцов бетона;

акт приемки бетона после снятия опалубки.

4.3. Материалы для бетонных работ допускается применять только после их всестороннего исследования и установленного соответствия требованиям ГОСТа или ТУ на эти ма-

териалы. Контроль за их соответствием требованиям ГОСТа или ТУ производится строительной лабораторией.

4.4. Объем партии материалов, от которой необходимо отбирать пробы для проведения контрольного испытания, устанавливается на основании указаний ГОСТа или ТУ на этот материал.

Поступающий на строительство цемент должен испытываться в соответствии с ГОСТ 310.1—81—ГОСТ 310.4—81.

Если срок хранения цемента превышает 3 месяца, необходимо проводить контрольные испытания.

4.5. Влажность и объемную массу заполнителей для корректирования номинального (проектного) состава бетонной смеси определяют ежесменно.

4.6. На бетонном узле вывешивается табличка с указанием числа, месяца, номинального состава бетонной смеси, расхода материалов на замес, количества вводимых добавок, показателя подвижности бетонной смеси на выходе из бетоносмесителя.

4.7. Не реже одного раза в месяц должна проверяться правильность работы дозаторов цемента, заполнителей, воды и добавок по ГОСТ 7473—85. Каждая проверка оформляется соответствующим актом.

4.8. Правильность установки дозаторов на один замес проверяют два раза в смену.

4.9. На узле приготовления водных растворов добавок вывешивается табличка с указанием числа, месяца, наименования добавки и плотности ее водного раствора. При составлении комплексной добавки указывается расход отдельных компонентов.

4.10. Контроль за качеством водных растворов добавок состоит в проверке ее плотности. Не допускается использование растворов добавок, концентрация которых отличается от заданной. Растворы добавок необходимо периодически перемешивать.

4.11. Два раза в смену проверяется продолжительность и качество перемешивания бетонной смеси, а также ее подвижность на выходе из смесителя и после доставки бетонной смеси к месту бетонирования.

4.12. Один раз в смену контролируется воздухосодержание бетонной смеси на выходе из бетоновода.

Подвижность и воздухосодержание дополнительно определяются при переходе на приготовление смеси из новой партии составляющих бетонную смесь материалов.

4.13. Прочность бетона на сжатие определяется на образцах, изготовленных из бетонной смеси, перекачанной по бетоноводу. Образцы должны твердеть в тоннеле в зоне бетонируемого участка. Количество контрольных образцов устанавливается на основе указаний ГОСТ 18105—86.

4.14. Для изготовления контрольных образцов должны применяться формы, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 22685—77.

4.15. Фактические марки бетона по морозостойкости и водонепроницаемости определяют при подборе составов бетона, и в дальнейшем контролируют не реже одного раза в квартал. Испытания на морозостойкость и водонепроницаемость проводятся также при изменении любого элемента технологии.

4.16. Прочность, морозостойкость и водонепроницаемость бетона рекомендуется также определять на кернах, высверленных из обделки.

4.17. Контроль за режимом твердения бетона непосредственно в обделке осуществляется путем измерения температуры бетона и воздуха в тоннельных выработках в течение 28 суток (до набора марочной прочности).

4.18. Прочность бетона на сжатие определяется по ГОСТ 10180—78, контроль и оценка однородности и прочности осуществляется по ГОСТ 18105—86.

4.19. Средняя плотность бетона определяется по ГОСТ 27005—86.

4.20. Контроль морозостойкости бетона следует производить по ГОСТ 10060—87.

4.21. Контроль водонепроницаемости бетона и определение его коэффициента фильтрации следует осуществлять в соответствии с ГОСТ 12730—84.

4.22. Качество уплотнения бетонной смеси в сборных элементах контролируется измерением ее объемной массы, в уплотненных образцах отклонение допускается в пределах $\pm 1\%$ от установленной при подборе состава смеси.

4.23. Режим тепловой обработки сборных конструкций (температура и влажность среды в камере тепловой обработки) контролируется с помощью приборов с автоматической записью.

4.24. Для контролирования бетонирования рекомендуется вести специальные рабочие журналы при приготовлении бетонной смеси с химическими добавками, при производстве бетонных работ и при уходе за бетоном.

5. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНА ТРУДА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БЕТОННЫХ РАБОТ

5.1. При производстве бетонных работ необходимо соблюдать правила техники безопасности согласно СНиП III-4—80, ГОСТ 12.4.001—80, ГОСТ 12.1.004—85; ГОСТ 12.0.004—79.

5.2. Рабочие, руководители, специалисты и служащие должны быть обеспечены спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты, соответствующими ГОСТ 12.4.011—87.

5.3. Перед допуском к работе весь обслуживающий персонал должен пройти обучение по производству работ и инструктаж по технике безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.0.004—79.

5.4. На рабочих местах должны быть вывешены плакаты и инструкции по технике безопасности.

5.5. В зоне работы машин и в месте укладки бетонной смеси запрещается находиться посторонним лицам.

5.6. Работы, связанные с обслуживанием типовых машин, механизмов и приспособлений, должны выполняться в соответствии с требованиями инструкций и указаний по технике безопасности для данного оборудования.

5.7. Территория бетоносмесительного узла должна быть освещена в ночное время в соответствии с ГОСТ 12.1.089—86.

5.8. Все места работы, а также лестницы и проходы должны иметь освещение. В местах укладки бетона источники света должны быть расположены так, чтобы на рабочие поверхности не падали тени от работающего инструмента или элементов оборудования.

5.9. Для подъема обслуживающего персонала к механизмам смесительных установок устраиваются прочные, надежно закрепленные лестницы с врезными ступенями и перилами высотой 1 м.

5.10. Вентиляционные устройства должны содержаться в состоянии полной исправности, систематически подвергаться осмотру и чистке, а в случае повреждения—немедленно ремонтироваться. Без разрешения лица, ответственного за состояние вентиляционных установок, проводить ремонт или вносить какие-либо изменения в систему не разрешается.

5.11. В помещениях, где в воздух выделяется пыль, должно проводиться систематическое исследование воздушной среды в сроки, согласованные с органами санитарно-эпидемиологической службы.

5.12. Запрещается допускать к работе людей, не знакомых с условными обозначениями сигналов. Пользоваться криком, как разновидностью сигнала, не разрешается.

5.13. В помещении или непосредственно у рабочего места моториста, обслуживающего бетоносмесители, должны быть вывешены инструкции о порядке пуска и остановки двигателей и значении сигналов. Включатели сигнализации следует располагать непосредственно у рабочего места моториста.

5.14. При подаче бетонной смеси пневмоукладчиками необходимо до начала работы испытать бетоновод при гидравлическом давлении, в 1,5 раза превышающем рабочее.

5.15. При уплотнении бетонной смеси электровибраторами следует соблюдать следующие правила:

не прижимать руками поверхностные вибраторы;

перемещение вибраторов во время виброуплотнения производить при помощи гибких тяг;

во избежание отрыва провода и поражения вибраторщиков током, не перетаскивать вибратор за шланговый провод и кабель;

не обмывать вибратор водой;

через каждые 30—35 мин вибратор выключать на 5—7 мин для охлаждения;

при появлении каких-либо неисправностей в вибраторе работа должна быть прекращена.

5.16. При приготовлении смесей с химическими добавками необходимо выполнение следующих требований:

помещения, где готовятся и хранятся растворы химических добавок, оборудовать приточно-вытяжной вентиляцией;

запрещается принимать пищу в этих помещениях;

должна быть исключена возможность попадания добавок в питьевую воду;

остерегаться попадания добавок на кожу;

к работе с добавками могут допускаться лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское обследование и инструктаж по технике безопасности при работе с добавками;

рабочие, занятые приготовлением растворов, добавок, должны пройти обучение и специальный инструктаж;

все рабочие, занятые на работах с химическими добавками, должны быть обеспечены спецодеждой, спецобувью и защитными очками;

мерные сосуды для приготовления растворов добавок должны быть герметичными и окрашены в яркие цвета.

Вблизи места, где производятся работы с добавками, должны находиться бак с чистой водой и специальные нейтрализующие растворы для оказания первой помощи.

Части тела, на которые попали добавки, тщательно промываются чистой водой, а затем нейтрализующим 2%-ным раствором уксусной кислоты.

5.17. Напорные емкости (бак для воды, ресивер и т. п.) должны быть снабжены паспортами, инструкциями по обслуживанию и зарегистрированы в Госгортехнадзоре.

5.18. Запрещается пользоваться установками и аппаратами, работающими под давлением при отсутствии или неисправности манометров. Исправность манометров необходимо проверять ежедневно перед началом смены.

5.19. Запрещается работать без заземления электросетей и электроустановок.

5.20. Устранение неисправностей, чистка и смазка оборудования или отдельных его узлов, подтягивание соединений в трубопроводах, а также ликвидация пробок в шлангах и трубопроводах должны производиться после снятия давления воздуха и отключения электропитания.

5.21. Перед началом работы материальные трубопроводы и шланги должны быть продуты сжатым воздухом. Запрещается перегибать материальные шланги, а также устранять пробки путем подачи воздуха под давлением, превышающим рабочее.

5.22. Во время продувки материального шланга в начале и в конце работы или после устранения пробки, запрещается держать в руках сопло или свободный конец материального шланга. Они должны быть отведены в сторону от места нахождения или постоянного движения людей и закреплены.

5.23. При закреплении поверхности выработки в тоннеле на высоте более 2 м работы должны вестись со специальных подмостей или технологической тележки.

5.24. Передвижение технологической тележки или перемещение подмостей на очередной участок бетонирования можно осуществлять только с разрешения лица, ответственного за ведение работ по закреплению, после осмотра закрепленного участка и соответствующей записи в журнале.

5.25. Все площадки на тележке на высоте более 1,5 м должны быть оборудованы ограждающими перилами высотой не менее 1 м и сплошным настилом с бортовой доской высотой не менее 15 см.

Приложение 1

Рекомендуемое

НАЗНАЧЕНИЕ И ПОДБОР СОСТАВА БЕТОНА НА ПРИРОДНЫХ ПОРИСТЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЯХ

I. Общие положения

1. Состав бетона должен обеспечивать получение заданной (требуемой) подвижности (или жесткости) бетонной смеси и заданных свойств затвердевшего бетона (марок, объемной массы и т. д.) при минимальном расходе цемента.

2. Рабочий состав бетона назначается расчетно-экспериментальным способом после проведения пробных замесов.

3. Назначение рабочего состава бетона только по таблицам или расчетам без экспериментальной проверки запрещается.

4. В качестве исходных характеристик для подбора состава бетона должны быть заданы:

4.1. Проектные классы бетона по прочности, марки по морозостойкости и водонепроницаемости и т. д.

4 2. Вид и марка цемента, вид и марка заполнителей по прочности и объемной массе

4.3. Средняя плотность бетона в сухом состоянии.

4 4. Жесткость или подвижность бетонной смеси.

5. Характеристики заполнителей устанавливаются экспериментально (межзерновая пустотность, водопоглощение в воде, предельная крупность и т. д.).

6. Водопоглощение пористых заполнителей из бетонной смеси, истинное водоцементное отношение определяются по приложению 2

II. Порядок расчета состава бетона

1 По табл. 1 настоящего приложения назначаем расход цемента

2. При назначении составов бетонов, к которым предъявляются особые требования по морозостойкости и водонепроницаемости, расход цемента назначается по табл. 2.

3 Суммарный расход (З) крупного (К) и мелкого заполнителя (М) в кг/м^3 определяется по формуле (1)

$$З = К + М = \gamma_б - 1{,}15Ц, \qquad (1)$$

где $\gamma_б$—заданная объемная масса бетона в сухом состоянии, кг/м^3, Ц—принятый расход цемента, кг/м^3.

4 По табл. 3 назначаем ориентировочное содержание песка в объеме мелкого и крупного заполнителя

5 Расход песка по массе (П) в кг/м³ по найденному суммарному расходу крупных и мелких заполнителей (З) при принятом значении (ч) определяется по формуле (2):

$$П = \frac{З \cdot ч\gamma_{ом}}{ч\gamma_{ом} + (1+ч)\gamma_{ок}}, \quad (2)$$

где ч—доля песка от суммарного объема крупного и мелкого заполнителей; $\gamma_{ом}$ —объемная насыпная масса песка (кг/м³) по ГОСТ 22263—76, $\gamma_{ок}$ —то же крупного заполнителя (кг/м³) по ГОСТ 22263—76.

6. Находим расход крупного заполнителя (кг/м³) по формуле (3).

$$К = З - П. \quad (3)$$

7. По табл. 4 назначаем ориентировочный расход воды в л/м³

8. Рабочий состав бетонной смеси и расход материалов на 1 м³ бетона окончательно устанавливаем после проведения опытных замесов и испытания контрольных кубов

ТАБЛИЦЫ ДЛЯ НАЗНАЧЕНИЯ СОСТАВА БЕТОНА

Таблица 1

Ориентировочные расходы цемента марки «400» для бетона на заполнителях с наибольшей крупностью зерен до 20 мм

Вид заполнителей	Прочность породы на сжатие, кгс/см² (МПа)	Классы бетонов				
		В7,5	В12,5	В15	В22,5	В30
Крупнопористые пемзы	От 0 до 50 (5)	340/370	—	—	—	—
Крупнопористые туфы	50—100 (5—10)	280/305	370/410	—	—	—
Вулканические шлаки	100—150 (10—15)	250/280	320/350	390/420	—	—
Мелкопористые пемзы	Ниже 150 (ниже 15)	190/225	290/320	375/410	—	—
Мелкопористые туфы	150 и выше (15 и выше)	180/215	280/310	330/365	400/450	520/570
Литоидная пемза	До 200 (до 20)	200	300	380	500	600

Примечания. 1. В числителе указаны расходы цемента для смесей жесткостью свыше 30 с; в знаменателе—для пластичных (осадка конуса свыше 1 см).

2. При использовании цементов других марок (кроме «400») принятые величины расходов цемента следует умножать на поправочные коэффициенты СНиП 5.01.23—83.

3. При замене мелкого пористого заполнителя (песка) кварцевым в бетонах классов В10 и выше расход цемента в них снижается на 10—15%, а объемная масса повышается на 10—15%.

Таблица 2

Минимальные расходы цемента для бетонов с особыми требованиями

Требования к бетону	Минимальный расход цемента, кг/м³	
	для бетона	для железобетона
При марке по морозостойкости		
*F*100—150	300	350
*F*200 и более	350	400
По водонепроницаемости		
W 2	250	300
W 4	300	350
W 6	350	400

Таблица 3

Ориентировочный расход мелкого заполнителя на 1 м³ бетона

Наибольшая крупность зерен крупного заполнителя, мм	Содержание песка в объеме мелкого и крупного заполнителей (в долях объема) при применении	
	пористого гравия	пористого щебня
10	0,5—0,6	0,55—0,65
20	0,4—0,5	0,45—0,55

Таблица 4

Ориентировочный расход воды для приготовления смесей на пористых заполнителях с наибольшей крупностью (20 мм)

Показатели удобоукладываемости смеси, л/м³		Расход воды л/м³ при прочности породы на сжатие кгс/см² (МПа)	
осадка конуса, см	жесткость, с	более 100	100 и менее
5—10	—	290—330	330—380
1—5	10—20	270—350	320—370
	20—30	250—280	310—350
	30—60	230—260	300—330

Примечания 1. При предельной крупности зерен заполнителя 10 и 40 мм расход воды соответственно увеличивается или уменьшается на 10—20 л/м³.

2. При замене пористого песка плотным расход воды соответственно понижается на 30—50 л/м³.

Пример расчета

I. Задание на подбор состава бетона

Требуется подобрать состав конструкционного бетона на пористых заполнителях для монолитной обделки тоннеля с объемной массой 1800 кг/м³ со следующими проектными марками и классами:

В15—по прочности;

*W*4—по водонепроницаемости;

*F*150—по морозостойкости.

Материалы:

Портландцемент марки 400;

Вид заполнителя—ахавнатунский туф;

а) крупный заполнитель—фракции 10—20 мм с насыпной объемной массой 920 кг/м³ (марка по средней плотности *D*1000); прочность на сжатие (в цилиндре) 23,3 (марка крупного заполнителя по прочности «п»—200); водопоглощение в воде по массе—8,6%;

б) мелкий заполнитель—дробленный туфовый песок с насыпной объемной массой 1220 кг/м³

Показатель удобоукладываемости—осадка конуса—6 см.

II. Расчет

1. По табл. 1 принимаем расход цемента для туфов 380 кг/м³ с учетом заданных марок бетона и прочности заполнителя и удобоукладываемости смеси

2. По табл. 2 проверяем соответствие принятого и минимального расхода цемента заданным маркой по морозостойкости и водонепроницаемости для бетона. Принятый расход 380 кг/м³ превышает минимально допустимый 350 кг/м³.

3. Находим суммарный расход «З» крупного «К» и мелкого «М» заполнителей (по массе) по формуле (1)

$$З = К + М = \gamma_б - 1{,}15Ц = 1800 - 1{,}15 \cdot 380 = 1360 \text{ кг/м}^3.$$

4. По табл. 3 назначаем ориентировочное содержание (долю) песка м. ч.=0,5 в объеме мелкого и крупного заполнителя.

5. Расход песка по массе «П» кг/м³ по найденному суммарному расходу крупных и мелких заполнителей З при принятой м. ч. по формуле (2)

$$П = \frac{З \cdot ч\gamma_{ом}}{ч\gamma_{ом} + (1 - ч)\gamma_{ом}} = \frac{1360 \cdot 0{,}5 \cdot 1220}{0{,}5 \cdot 1220 + (1 - 0{,}5)920} = 777 \text{ кг/м}^3.$$

6. Находим расход крупного заполнителя по формуле (3)

$$К = З - П = 1360 - 777 = 583 \text{ кг/м}^3.$$

7. По табл 4 назначаем ориентировочный расход воды с учетом применения пористого песка

$$330 + 40 = 370 \text{ л}.$$

8 Получаем В/Ц отношение в бетонной смеси

$$\frac{В}{Ц} = \frac{370}{380} = 0{,}98 \approx 1{,}0$$

9 Назначенный состав обязательно проверяется на пробных замесах для установления рабочего состава.

10. Расчет водопоглощения крупных пористых заполнителей по вышеприведенным данным и принятом В/Ц отношении (см. приложение 2).

Приложение 2

Рекомендуемое

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДОПОГЛОЩЕНИЯ ПОРИСТЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ ИЗ БЕТОННОЙ СМЕСИ И ИСТИННОГО ВОДОЦЕМЕНТНОГО ОТНОШЕНИЯ

Определение водопоглощения пористых заполнителей из бетонной смеси может производиться экспериментально или теоретически.

Методика экспериментального определения водопоглощения крупных пористых заполнителей

I. Назначение

Методика предназначена для экспериментального определения количества воды, поглощаемого заполнителем в поры в производственных составах бетонной смеси с учетом условий формования и технологических факторов. состава бетона, расхода цемента, песка, водоцементного отношения, коэффициента избытка раствора, вибрации. Она может быть применена для корректировки расхода воды в замесах и определения В/Ц истинного при времени выдерживания от 30 до 60 мин.

II. Аппаратура

Весы технические (с точностью взвешивания до 0,01 г).
Сушильный шкаф
Мерный цилиндр, емкостью 0,5 л.
Сферическая чашка для укладки и перемешивания смеси.
Мастерок для перемешивания смеси.
Лабораторная виброплощадка.
Бюкса или фарфоровая чашка для взвешивания проб.

III. Подготовка пробы

От массы заполнителя, идущего в замес, отбираются 15—20 гранул заполнителя без заметных повреждений, высушиваются до постоянной массы в сушильном шкафу и взвешиваются $К_с$.

Подготавливается раствор по составу, соответствующий растворной части бетона в объеме 0,3 литра.

IV. Порядок определения

Отобранные гранулы одновременно погружаются в приготовленный раствор, смесь тщательно перемешивается до полного обволакивания гранул раствором (не менее 0,5 мин);

гранулы заполнителя выдерживаются в растворе в течение времени от приготовления до укладки смеси принятого на производстве, но не менее 30 мин и не более 60 мин;

смесь выкладывается в металлическую форму размером 10×10×10 см и уплотняется на лабораторном вибростоле;

полученная проба расформовывается и разрыхляется и все гранулы извлекаются из смеси, очищаются от налипшего раствора, так чтобы их масса (вместе с налипшим раствором) составляла не более 1,2—1,4 массы сухих заполнителей), и взвешиваются, $К_н$;

взвешенная проба помещается в сушильный шкаф при температуре 105—110°С и после высушивания до постоянной массы опять взвешиваются, $К_в$;

подсчет водопоглощения крупного заполнителя из бетонной смеси в долях от массы заполнителя $W_к^{б.с}$ производится по формуле

$$W_к^{б.с} = \frac{(К_н - К_с) \cdot (Ц+П) - (К_б - К_с) \cdot (Ц+П+В \cdot К)}{К_с[m(Ц+П) - (К_в - К_с)]}, \quad (1)$$

где $W_к^{б.с}$—водопоглощение пористого заполнителя из растворной части легкобетонной смеси (в долях от массы сухого заполнителя), $К_с$, $К_н$, $К_в$—соответственно масса заполнителя. до испытания, после его насыщения и извлечения из смеси (с налипшим раствором, после высушивания до постоянной массы (г); В, Ц, П—соответственно массы воды, цемента и песка в замесе (г); $m = 1 + \frac{0{,}03}{n+1} = 1 + \frac{0{,}03}{n+1}$—коэффициент, учитывающий количество воды химически связываемой цементом, находящимся в растворе при сушке проб до постоянной массы; n—отношение массы песка к массе цемента; К—коэффициент, учитывающий количество воды по массе (от ее первоначального содержания в замесе), испарившейся из замеса за время выдерживания смеси (до ее укладки) (г); его значения К=0,99 при 10 мин; К=0,98 при 30 мин; К=0,96 при 60 мин

V. При неизвестном составе производственного замеса или при отборе пробы непосредственно из производственного замеса (бетоносмесителя) и, следовательно, при ее неизвестном составе водопоглощение крупного заполнителя в долях от его сухой массы рассчитывается по формуле (2)

$$W_к^{б.с} = \frac{m(К_н - К_с) - (К_в - К_с) \cdot (W_р^э + m)}{1{,}05 \cdot m \cdot К_с}, \quad (2)$$

где $W_р^э$—влажность раствора, отобранного с гранул заполнителя (в долях от его сухой массы), определяемая экспериментально весовым способом на технических весах (г) и рассчитываемая по формуле (3)

$$W_р^э = \frac{М_{вл}^п - М_с^р}{М_с^п}, \quad (3)$$

где $М_{вл}^р$—масса пластичного жидкого раствора, снятого с гранул (г); $М_с^р$—масса того же раствора, высушенного до постоянной массы (г); $К_с$—масса сухого крупного заполнителя (неизвестная заранее), определяемая путем его отмыва и последующего высушивания до постоянной массы (г) Остальные обозначения те же, что и в формуле (1)

Теоретический расчет водопоглощения пористых заполнителей из бетонной смеси

I Назначение

Расчет по теоретической формуле (4) позволяет теоретически рассчитать количество воды, отсасываемой заполнителем в поры через водопоглощение в воде по ГОСТ по заданным характеристикам заполнителей, составу бетона, условиям формования, технологическим факторам. Он может применяться для уточнения при назначении исходного расхода воды и определении В/Ц истинного при времени выдерживания от 30 до 60 мин.

II. Теоретический расчет водопоглощения заполнителей из бетонной смеси в % по массе производится по формуле (4)

$$W_{б.с}^к = W_{вп}^{60} \cdot В/Ц \cdot Θ \cdot К_t \cdot К_1 \cdot К_2, \quad (4)$$

где В/Ц—принятое водоцементное отношение в бетонной смеси; $К_t$—коэффициент, учитывающий влияние времени, $К_t = 1{,}1$ при $t = 30$ мин, $К_t = 1{,}25$

при t=60 мин; промежуточные значения коэффициентов берутся интерполяцией; Θ—переводной коэффициент, учитывающий долю воды, оставшуюся в замесе, за вычетом воды, расходуемой на смачивание (кварцевый) или на смачивание и водопоглощение (пористый) песок (табл. 1); K_1—коэффициент, учитывающий влияние вибрации (табл. 2) после принятого времени выдерживания смеси; K_2—коэффициент, учитывающий поправку на коэффициент избытка раствора (табл. 3); $W_{вп}^{60}$—водопоглощение заполнителя в воде (в долях от его массы) в поры через 60 мин, определяется через водопоглощение через 60 мин по ГОСТ 9758—77 $W_{вг}^{60}$ по формуле (5); (6)

$$W_{вп}=0{,}92W_{вг}^{60}-0{,}3 \quad \text{(для гравиеподобных заполнителей)} \qquad (5)$$

$$W_{вп}^{60}=0{,}8W_{вг}^{60}-3{,}3 \quad \text{(для щебнеподобных заполнителей (пемза)} \qquad (6)$$

Ниже приводятся усредненные, ориентировочные значения коэффициентов Θ, K_1, K_2 (таблицы 1, 2, 3).

Таблица 1

Значения переводных коэффициентов Θ

Вид песка	Ц . П по абсолютному объему	
	1 2	1 : 4
Плотный	0,93	0,63
Пористый*:		
гравиеподобный	0,59	0,52
щебнеподобный	0,72	0,55

* При использовании дробленых песков коэффициенты Θ снижаются на 15%.

Таблица 2

Значения коэффициентов K_1

Время выдерживания, мин	Значение K_1 в смесях на песках	
	плотном	пористом
30	1,0	1,05
60	0,8	1,1

Таблица 3

Значения коэффициентов K_2

Время выдерживания (мин)	Коэффициенты избытка	Значение K_2	
		без вибрации	с вибрацией
От 30 до 60	1,0	0,90	0,77
От 30 до 60	1,5	0,95	0,87
От 30 до 60	2,0	1,0	0,95
От 30 до 60	3,0	1,0	1,0

Примечание Все промежуточные значения коэффициентов берутся интерполяцией (по таблицам 1—3).

После определения водопоглощения крупных пористых заполнителей из бетонной смеси экспериментально по формулам (1), (2) или теоретически по формуле (4) производят расчет:

1. Воды, поглощенной крупным и мелким заполнителем по формуле (7)

$$В_{погл} = В_{общ}(1 - Θ) + KW^{к}_{б.с}, \quad (7)$$

где $В_{общ}$—общий расход воды в замесе (л); К—расход крупных заполнителей (кг). Остальные обозначения те же.

2. Эта поглощенная вода, входящая в общий расход воды, должна быть исключена при подсчете истинного В/Ц (так как она не участвует в структурообразовании цементного камня) по формуле (8)

$$\left(\frac{В}{Ц}\right)_{ист} = \frac{В_{общ}Θ - KW^{к}_{б.с}}{Ц} \quad (8)$$

Пример расчета водопоглощения и истинного водоцементного отношения

Задано: Водопоглощение туфа ахавнатунского в воде по ГОСТ через 1 ч $W^{60}_{вг} = 8{,}6\%$, В/Ц=1,0, время выдерживания смеси 30 мин. Расход цемента Ц=380 кг/м³, В=380 л, крупного заполнителя К=583 кг/м³, замес приготавливается на щебнеподобном дробленом ахавнатунском туфе состава 1 : 2; при коэффициенте избытка 1,5.

I. Расчет водопоглощения крупного заполнителя в бетонной смеси по формуле (4)

1 Определяем водопоглощение в поры через водопоглощение по ГОСТ 9758/77 по формуле (6) в % для щебнеподобных заполнителей

$$W_{вп} = 0{,}8W^{60}_{вг} - 3{,}3 = 0{,}8 \cdot 8{,}6 - 3{,}3 = 3{,}6\%.$$

2 Определяем коэффициенты формулы (4): $К_t = 1{,}1$ при 30 мин; $Θ = 0{,}72$ (табл. 1); $К_1 = 1{,}05$ (табл. 2); $К_2 = 0{,}95$ (табл. 3).

3. $W_{б.с} = W_{вп}$ В/Ц $\cdot Θ \cdot К_t \cdot К_1 \cdot К_2 = 3{,}6 \cdot 1 \cdot 0{,}72 \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}05 \cdot 0{,}95 = 2{,}8\%$.

Водопоглощение в бетонной смеси составляет 2,8%.

II. Расчет истинного водоцементного отношения по формуле (8):

$$В/Ц_{ист} = \frac{В_{общ}Θ - KW}{Ц} = \frac{380 \cdot 0{,}72 - 583\,\frac{2{,}8}{380}}{380} = \frac{259}{380} = 0{,}68.$$

Приложение 3

Справочное

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВОК

Нитрит натрия $NaNO_2$—ГОСТ 19906—74—кристаллы белого цвета с желтоватым оттенком. Добавка поставляется в деревянных бочках или ящиках, фанерных барабанах или бумажных мешках. Продукт следует хранить в условиях, исключающих его управление. Стоимость добавки 100—150 руб. за 1 т в расчете на сухое вещество.

Водорастворимая полиамидная смола № 89 ТУ 6-05-1224—76 Минхимпрома СССР—темная однородная жидкость с зеленоватым оттенком—синтезируется на основе эпихлоргидрида и метафенилдиамина в виде раствора 30—45%-ной концентрации. Устойчивость раствора к разведению водой 1 : 100. Содержание связанного хлористого водорода 15,5 — 18,5.

Триполифосфат натрия $Na_5P_3O_{10}$ (ГОСТ 13493—77—высокомолекулярное полимерное неорганическое соединение, имеющее цепное строение; является диспергирующим агентом и эмульгатором). ТПФН поставляется с заводов-изготовителей в бумажных мешках массой 25—30 кг.

Смола нейтрализованная воздухововлекающая СНВ—ТУ 81-05-75—74 Министерства целлюлозно-бумажной промышленности СССР «Смола нейтрализованная воздухововлекающая (СНВ)»—абиетиновая смола, омыленная каустической содой. Изготавливается Тихвинским лесохимическим заводом в виде твердого продукта и поставляется в деревянных бочках. Стоимость добавки 1600 руб. за 1 т. Хранить ее следует в закрытых помещениях, исключающих увлажнение продукта.

Синтетическая поверхностно-активная добавка СПД-М ТУ 38-30318—84 Миннефтехимпрома СССР—водный раствор смеси натриевых солей высших жирных и алкилнафтеновых кислот, водорастворимых кислот и неомыляемых веществ с содержанием сухих веществ не менее 40%. Добавка изготавливается Ангарским нефтеперерабатывающим комбинатом, поставляется в железнодорожных цистернах и должна храниться в емкостях, защищенных от попадания осадков, при температуре не ниже точки замерзания продукта; гарантийный срок хранения два года. Стоимость 220 руб на 1 т в расчете на сухое вещество

Лигносульфонаты технические ЛСТ—ОСТ В-183—83 Министерства целлюлозно-бумажной промышленности СССР «Концентраты сульфитно-дрожжевой бражки»—продукт переработки сульфитно-дрожжевой бражки ССБ, изготовляющийся в виде жидких (КБЖ) и твердых (КБТ) концентраторов бражка с содержанием сухих веществ соответственно не менее 50 и 76%, КБЖ поставляется в железнодорожных цистернах и должен храниться в условиях, исключающих увлажнение; КБТ поставляется в бумажных мешках, которые следует хранить в закрытых проветриваемых помещениях Стоимость добавки 45—65 руб за 1 т в расчете на сухое вещество.

Кремнегель—отход суперфосфатных производств. Стоимость 3 руб. за 1 т в расчете на сухое вещество. Плотность раствора и содержание сухого вещества добавки в растворе в зависимости от его концентрации приведены в табл. 1—4.

Таблица 1

Концентрация раствора, %	Плотность раствора при 20°С, г/см³	Содержание безводного нитрита натрия, кг	
		в 1 л раствора	в 1 кг раствора
1	1,005	0,010	0,01
2	1,011	0,020	0,02
3	1,017	0,030	0,03
4	1,024	0,041	0,04
5	1,031	0,051	0,05
6	1,038	0,062	0,06
7	1,045	0,073	0,07
8	1,052	0,084	0,08
9	1,058	0,096	0,09
10	1,065	0,106	0,10
15	1,099	0,164	0,15
20	1,137	0,227	0,20
25	1,176	0,293	0,25
30	1,214	0,364	0,30

Таблица 2

Концентрация раствора, %	Плотность раствора при 20°С, г/см³	Содержание смолы № 89, кг	
		в 1 л раствора	в 1 кг раствора
1	1,001	0,010	0,01
2	1,004	0,020	0,02
3	1,008	0,030	0,03
4	1,011	0,040	0,04
5	1,014	0,051	0,05
6	1,017	0,061	0,06
7	1,020	0,071	0,07
8	1,028	0,082	0,08
9	1,026	0,092	0,09
10	1,029	0,103	0,10
15	1,045	0,157	0,15
20	1,060	0,212	0,20
25	1,076	0,269	0,25
30	1,091	0,327	0,30

Таблица 3

Концентрация раствора, %	Плотность раствора при 20°С, г/см³	Содержание безводного триполифосфата натрия, кг	
		в 1 л раствора	в 1 кг раствора
1	1,006	0,010	0,01
2	1,012	0,020	0,02
3	1,021	0,030	0,03
4	1,028	0,041	0,04
5	1,036	0,052	0,05
6	1,045	0,063	0,06
7	1,052	0,074	0,07
8	1,062	0,085	0,08
9	1,070	0,096	0,09
10	1,075	0,107	0,10
15	1,116	0,168	0,15
20	1,158	0,258	0,20
25	1,200	0,300	0,25

Таблица 4

Концентрация раствора, %	Плотность раствора при 20°С, г/см³	Содержание СНВ, кг	
		в 1 л раствора	в 1 кг раствора
1	1,003	0,010	0,01
2	1,005	0,020	0,02
3	1,009	0,031	0,03
4	1,012	0,041	0,04
5	1,015	0,051	0,05
6	1,018	0,061	0,06
7	1,021	0,072	0,07
8	1,024	0,082	0,08
9	1,027	0,093	0,09
10	1,030	0,103	0,10
15	1,045	0,152	0,15
20	1,060	0,212	0,20
25	1,075	0,269	0,25
30	1,089	0,327	0,30

Приложение 4

Справочное

ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ, ТРЕБОВАНИЯ КОТОРЫХ УЧТЕНЫ В НАСТОЯЩЕМ ВСН

1. СНиП II-44—78. Тоннели железнодорожные и автодорожные. Нормы проектирования.
2. СНиП II-40—80. Метрополитены. Нормы проектирования.
3. СНиП III-44—77. Тоннели железнодорожные, автодорожные и гидротехнические Метрополитены. Правила производства и приемки работ.
4. СНиП 2 03 01—84. Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования.
5 СНиП 2 03.11—85. Защита строительных конструкций от коррозии. Нормы проектирования
6. СНиП 3 03 01—87. Несущие и ограждающие конструкции.
7. ГОСТ 969—77. Цемент глиноземистый. Технические условия.
8. ГОСТ 7473—85. Смеси бетонные. Технические условия
9. ГОСТ 8736—85. Песок для строительных работ. Технические условия
10 ГОСТ 9757—83. Заполнители пористые неорганические для легких бетонов. Общие технические условия.
11. ГОСТ 9758—86. Заполнители пористые неорганические для строительных работ Методы испытаний.

12. ГОСТ 10060—87. Бетоны. Методы определения морозостойкости.
13. ГОСТ 10178—85. Портландцемент, шлакопортландцемент. Технические условия.
14. ГОСТ 10922—75. Арматурные изделия и закладные детали сварные для железобетонных конструкций Технические условия и методы испытаний.
15. ГОСТ 12730.5—84. Бетоны. Методы определения водонепроницаемости.
16. ГОСТ 13015.0—83 Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные. Общие технические требования.
17. ГОСТ 18105—86. Бетоны. Правила контроля прочности.
18. ГОСТ 22263—76. Щебень и песок из пористых горных пород. Технические условия
19. ГОСТ 22266—76. Цементы сульфатостойкие. Технические условия.
20. ГОСТ 22685—77. Формы для изготовления контрольных образцов бетона Технические условия.
21 ГОСТ 23464—79. Цементы. Классификация.
22 ГОСТ 23478—79. Опалубка для возведения монолитных бетонных и железобетонных конструкций. Классификация и общие технические требования.
23 ГОСТ 23732—79. Вода для затворения бетонной смеси.
24 ГОСТ 25192—82. Бетоны. Классификация и общие требования.
25. ГОСТ 25820—83. Бетоны легкие. Технические условия
26 ГОСТ 27005—86. Бетоны легкие и ячеистые. Правила контроля средней плотности.
27. ГОСТ 27006—86. Бетоны. Правила подбора состава.
28. Руководство по производству монолитных железобетонных работ с применением смесей на пористых заполнителях. М.: Стройиздат, 1978.
29. Руководство по изготовлению изделий и конструкций из высокопрочных легких бетонов на пористых заполнителях. М.: НИИЖБ, 1979.
30. РСТ Арм ССР 1089—79. Бетоны на природных пористых заполнителях для строительства транспортных тоннелей. Ереван, 1979.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 3
1. Общие положения 4
2. Требования к бетону тоннельных конструкций . . . 5
3. Изготовление тоннельных конструкций 12
4. Контроль производства работ и качества бетона . . 38
5. Техника безопасности и охрана труда при производстве бетонных работ 41

Приложения:

1. Назначение и подбор состава бетона на природных пористых заполнителях 44
2. Определение водопоглощения пористых заполнителей из бетонной смеси и истинного водоцементного отношения 48
3. Краткая характеристика химических добавок . . 51
4. Перечень основных нормативных документов, требования которых учтены в настоящем ВСН . 54

Техн. редактор *В. С. Синицына*

Сдано в набор 24.03.92. Подп. в печать 15.05.92 Формат 60×84 1/16. Бумага типогр Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 3,25. Усл. кр.-отт. 3,25. Уч.-изд. 3,58. Тир 260. Изд. № 1. Зак 5674.

Проектно-технологический институт транспортного строительства, 119819, Москва, 2-й Зачатьевский пер., д. 2, корп 7
Малое предприятие «Вельти», 165100, г. Вельск Архангельской области

gost.e-ecolog.ru