МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР
УПРАВЛЕНИЕ ШАХТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ОРГАНИЗАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ ШАХТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
ВНИИОМШС

# ВРЕМЕННОЕ РУКОВОДСТВО ПО ПРИГОТОВЛЕНИЮ НОВЫХ СОСТАВОВ ВЫСОКОПРОЧНЫХ БЕТОНОВ И ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ИЗ НИХ СБОРНЫХ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Харьков 1974

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

Всесоюзный научно-исследовательский институт
организации и механизации шахтного строительства

ВНИИОМШС

УТВЕРЖДЕНО

Первым заместителем Министра
угольной промышленности СССР

В.В. БЕЛЫМ

30 м а я 1974 г.

# ВРЕМЕННОЕ РУКОВОДСТВО
# ПО ПРИГОТОВЛЕНИЮ НОВЫХ СОСТАВОВ ВЫСОКОПРОЧНЫХ БЕТОНОВ И ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗ НИХ СБОРНЫХ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Харьков 1974

В работе приведены составы высокопрочных бетонов М 600 и М 800 и основные технологические данные изготовления сборных бетонных и железобетонных элементов шахтной крепи.

Разработали Временное руководство ст.научный сотрудник А.М.Данилов (руководитель работы), канд.техн.наук С.А.Бернштейн, ст.научный сотрудник Б.В.Шунтаков, мл.научный сотрудник Ю.А.Попов.

Ответственный за выпуск - ст.научный сотрудник А.М.ДАНИЛОВ
Редактор - Г.Д. КОЧЕТОВА

Заказ № 228/74 от 3 июля 1974 г. Печ.л.1,7
Формат 20х30/2. Тираж 200 экз. Цена 50 коп.

Ротапринт ВНИИОМШСа, г.Харьков,ГСП, ул.Отакара Яроша,18

# О Г Л А В Л Е Н И Е


| | Стр. |
|---|---|
| I. Общая часть . . . . . | 5 |
| 2. Требования к высокопрочным бетонам, применяемым в шахтном строительстве . . . | 6 |
| 3. Материалы для приготовления высокопрочного бетона . . . . . | 6 |
| 4. Технология изготовления железобетонных элементов шахтной крепи из высокопрочных бетонов . . . . . | 9 |
| 5. Контроль качества . . . . . | I4 |
| 6. Техника безопасности . . . . . | I5 |
| Приложения . . . . . | I6 |

## I. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

I.I. По своим деформативным свойствам разработанные составы высокопрочных бетонов марки 600-800 отвечают требованиям эксплуатации сборных крепей с большой несущей способностью (блочных бетонных, тюбинговых, блочных и панельных железобетонных).

Высокопрочные бетоны могут быть также использованы для производства конструкций при строительстве зданий и сооружений на поверхности шахт.

I.2. Высокопрочные бетоны марки 600-800 предназначены для изготовления элементов крепи, применяемых в капитальных горизонтальных горных выработках глубоких шахт арочного и кольцевого очертания, проводимых в сложных горно-геологических условиях вне зоны влияния очистных работ.

I.3. Расчетные значения нагрузок для проектируемых крепей, указанных в пункте I.2, институт ВНИМИ рекомендует следующие:

а) в песчаниках и песчанистых сланцах

($\sigma_{сж}$ = 600-900 кгс/см$^2$)

при сечении 6,0-I2,0 м$^2$ - 20-30 тс/м$^2$;
при сечении I2,0-I8,0 м$^2$ - 30-40 тс/м$^2$;
при сечении свыше I8 м$^2$ - 60-80 тс/м$^2$;

б) в песчанистых и глинистых сланцах

($\sigma_{сж}$ < 600 кгс/см$^2$)

при сечении 6,0-I2,0 м$^2$ - 30-40 тс/м$^2$;
при сечении I2,0-I8,0 м$^2$ - 40-60 тс/м$^2$;
при сечении свыше I8 м$^2$ - 80-I50 тс/м$^2$.

I.4. Применение высокопрочных бетонов марки 600-800 дает возможность разработать новые экономичные конструкции крепи, позволяющие при сохранении принятой несущей способности облегчить элементы на 20-35% и снизить стоимость крепления на I0-25%. Это справедливо в первую очередь для многошарнирных крепей, имеющих небольшую длину элементов и, следовательно, малые изгибающие моменты, но значительные нормальные силы. В этих крепях максимально используется высокая прочность бетона на сжатие.

Эффективность применения высокопрочного бетона М 800 в разработанной институтом ВНИИОМШС сборной железобетонной блочной крепи, состоящей из 10 элементов в кольце, для условий шахты "Шахтерская-Глубокая" приведена в приложении 1.

1.5. Настоящее руководство предусматривает технологию изготовления элементов крепи из высокопрочных бетонов марки 600-800 на заводах ЖБК, оборудованных бетоносмесителями принудительного действия.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫСОКОПРОЧНЫМ БЕТОНАМ, ПРИМЕНЯЕМЫМ В ШАХТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

2.1. Высокопрочные бетоны, предназначенные для изготовления сборной железобетонной шахтной крепи, по своим физико-механическим свойствам должны соответствовать показателям, приведенным в приложении 2.

## 3. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ВЫСОКОПРОЧНОГО БЕТОНА

3.1. Цемент. Для приготовления высокопрочного бетона можно применять пластифицированный, гидрофобный или обычный портландцемент, отвечающий требованиям ГОСТ 10178-62.

Рекомендуются цементы с нормальной густотой теста не более 25-26%.

Для приготовления бетона М 600 следует применять портландцемент марки 500-600; бетона М 800 - портландцемент М 700. При отсутствии цемента М 700 рекомендуется портландцемент марки 400-500 домалывать в вибрационной или шаровой мельнице до удельной поверхности 5000-5500 $см^2/г$.

3.2. Песок. В качестве мелкого заполнителя для приготовления высокопрочного бетона следует применять песок, отвечающий требованиям ГОСТ 8736-67. Рекомендуются пески чистые, крупнозернистые (Мкр=3) или среднезернистые (Мкр=1,5-2) природной гранулометрии (без фракционирования), если кривая просеивания находится в пределах области, рекомендуемой ГОСТ 10268-62.

В тех случаях, когда в качестве мелкого заполнителя применяются искусственно приготовленные смеси, для получения удобоукладывае-

мой бетонной смеси соотношение крупнозернистого и мелкозернистого песка должно быть соответственно 20-50 и 80-50%.

Если нормальная густота цементного теста более 26%, а В/Ц меньше 0,33, кривая просеивания должна находиться у верхней границы области, рекомендуемой ГОСТ 10268-62. Такой песок следует фракционировать, отделяя частицы менее 0,3 мм.

3.3. Щебень. В качестве крупного заполнителя для приготовления высокопрочного бетона следует применять щебень, полученный дроблением прочных плотных горных пород. Крупный заполнитель должен отвечать требованиям ГОСТ 8267-64.

Прочность щебня при сжатии в насыщенном водой состоянии, согласно ГОСТ, должна быть выше прочности бетона не менее, чем в 1,5 раза. Допускается применять щебень пониженной прочности, но не ниже прочности бетона. В этом случае его следует испытывать в бетоне и использовать после соответствующего технико-экономического обоснования.

Щебень необходимо применять чистым (не содержащим отмучиваемых частиц) и фракционированным. Наибольшая крупность щебня обычно выбирается в зависимости от размеров поперечного сечения крепи и особенностей армирования конструкций.

В связи с этим рекомендуется готовить следующие соотношения фракций щеоня (по весу) -

при максимальной крупности щебня 20 мм:

| | |
|---|---|
| 5-10 мм | 35% |
| 10-20 мм | 65% |

при максимальной крупности щебня 40 мм:

| | |
|---|---|
| 5-20 мм | 44% |
| 20-40 мм | 56 или |
| 5-10 мм | 18% |
| 10-20 мм | 26 % |
| 20-40 мм | 56% |

3.4. Вода. Для приготовления бетона могут быть использованы природные воды (в первую очередь питьевая), не содержащие солей кислот и органических примесей выше допустимых норм, а также не загрязненные сточными бытовыми и промышленными водами и маслами.

Вода считается непригодной для затворения бетонных смесей, в которой солей содержится больше 5000 мг/л или сульфатов (сернокислый кальций, натрий, магний) в расчете на ион $SO_4^{"}$ свыше 2700 мг/л при водородном показателе pH < 4.

3.5. Добавка. Сульфитно-дрожжевая бражка должна соответствовать требованиям МРТЦ I3-04-35-66 "Концентраты сульфитно-дрожжевой бражки". Применять с.д.б. следует в соответствии с "Указаниями по применению бетона с добавкой концентратов сульфитно-дрожжевой бражки" СН-406-70. Сульфитно-дрожжевую бражку поставляют в сухом виде или в виде жидкости, содержащей ~ 50% воды. Растворяют с.д.б. в воде до заданной концентрации.

Определение содержания сухого вещества с.д.б. в водном растворе различной концентрации производится по таблице приложения 3, данные которой позволяют определить количество сульфитно-дрожжевой бражки в рабочем растворе, необходимое для приготовления бетонной смеси.

3.6. Приемка, хранение и испытание материалов. Приемка материалов для приготовления бетона, отбор проб для лабораторных испытаний, транспортирование, хранение цемента и заполнителей следует производить согласно действующим стандартам: ГОСТ I0178-62 "Портландцемент, шлакопортландцемент, пуццолановый портландцемент и их разновидности", ГОСТ I0268-70 "Заполнители для тяжелого бетона".

Приемка материалов и их испытание должны быть оформлены соответствующими актами. Цемент при перевозке и хранении должен быть защищен от увлажнения и загрязнения посторонними примесями, распыления и утечки.

Места разгрузки цемента должны быть защищены от атмосферных осадков и ветра. Быстротвердеющие и высокомарочные цементы заводского производства рекомендуется хранить в металлических и железобетонных силосах или бункерах. Продолжительность хранения таких цементов в других условиях не должна превышать I5 суток.

Активность цемента необходимо проверить, если цемент хранился свыше месяца или по каким-либо причинам, независимо от срока хранения, возникает сомнение в сохранности его активности, отвечающей данным заводского паспорта.

Способы доставки заполнителей, их хранение на складах и подача к бетоносмесительным установкам должны исключать возможность их загрязнения и смешивания различных фракций.

Раствор сульфитно-дрожжевой бражки должен храниться в зимнее время в отапливаемом помещении.

## 4. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ШАХТНОЙ КРЕПИ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНЫХ БЕТОНОВ

4.I. Основа технологии высокопрочных бетонов - получение бетонов с максимальным его насыщением прочным крупным заполнителем, образующим жесткий каркас.

Высокая прочность и плотность цементного камня обеспечиваются возможно малыми значениями водоцементного отношения (в пределах 0,25-0,35) и расходом цемента (от 550 до 650 кг/м$^3$).

Технология получения высокопрочного бетона должна предусматривать следующие положения, направленные на снижение расхода цемента:

- применение жестких и умеренно жестких бетонных смесей;
- применение фракционированного чистого крупного заполнителя (из 2-3 фракций) с минимальной межзерновой пустотностью (в пределах 36-38%);
- малое содержание песка в смеси заполнителей;
- применение портландцементов высоких марок;
- применение пластифицирующих поверхностно-активных добавок.

4.2. Рекомендуемые составы высокопрочных бетонов.

Состав бетона М 600 - I:0,6:2,24 (в в.ч.) с добавкой (от веса цемента) - 0,25% сульфитно-дрожжевой бражки (в расчете на твердое вещество); В/Ц=0,26.

Состав бетона М 800 тот же, В/Ц=0,30.

Жесткость бетонной смеси (М 600 и М 800) - 60-80 сек.

Расход материалов для приготовления I м$^3$ бетона М 600:

| | |
|---|---|
| портландцемент М 500, кг | 585 |
| песок, кг | 351 |
| щебень, кг | I3I0 |
| сульфитно-дрожжевая бражка, кг | I,46 |
| вода, л | I52 |

Расход материалов для приготовления I м$^3$ бетона М 800:

| | |
|---|---|
| портландцемент М 700, кг | 580 |
| песок, кг | 348 |
| щебень, кг | 1300 |
| сульфитно-дрожжевая бражка, кг | 1,45 |
| вода, л | 174 |

Состав бетона корректируется в зависимости от применяемых местных материалов.

Расчет состава бетонной смеси приведен в приложении 4.

4.3. Приготовление бетонной смеси. Основное в технологии приготовления смеси для высокопрочного бетона - равномерное распределение всех компонентов и получение однородной смеси.

ГОСТ 7473-61 предусмотрены допустимые отклонения при дозировании материалов на замес по весу не более ±1% для цемента, воды, добавок и ±2% - для заполнителей.

Дозирование компонентов бетона следует осуществлять с помощью весовых дозаторов, обеспечивающих необходимую точность.

Для приготовления жестких бетонных смесей рационально применять дозаторы периодического действия с автоматическим, полуавтоматическим или ручным управлением, так как бетонная смесь приготовляется в бетономешалках периодического действия.

Щебень двух фракций можно дозировать в одном дозаторе.

Дозирование раствора сульфитно-дрожжевой бражки следует производить вместе с водой затворения.

4.4. При перемешивании жесткой бетонной смеси необходимо обеспечить хорошее обволакивание цементным тестом поверхности зерен заполнителя и равномерное распределение раствора в массе крупного заполнителя.

Для качественного перемешивания жестких бетонных смесей следует применять бетономешалки принудительного действия, в которых перемещение материалов производится по сложным траекториям.

По принципу работы смесители принудительного действия можно разделить на 2 группы:

- противоточные с горизонтальной чашей, вращающейся в направлении противоположном вращению смешивающих устройств, размещенных в горизонтальной плоскости и насаженных на приводном вертикальном валу;

- роторные турбинного типа с горизонтальной неподвижной чашей и вращающимся в центре ротором, на котором неподвижно насажены смешивающие устройства, размещенные в горизонтальной плоскости.

Техническая характеристика смесителей принудительного действия представлена в приложении 5.

Противоточные бетономешалки имеют ряд существенных недостатков, в частности, часто заклиниваются крупные куски заполнителя между жестко насаженными приводными лопастями и поддоном смесительной чаши. В этих смесителях не следует применять заполнитель крупностью > 30 мм.

Более совершенными являются роторные смесители турбинного типа, в которых зазоры между днищем чаши и смешивающими лопастями регулируются поднятием и опусканием держателей.

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

При транспортировании бетонной смеси из бетоносмесительного цеха в цех формовки должны быть приняты меры по предотвращению расслаивания смеси. За время транспортирования бетонная смесь не должна снижать свою удобоукладываемость.

4.5. Формование железобетонных элементов крепи. Процесс формования состоит из следующих операций:

- сборка и смазка форм;
- установка и фиксирование в требуемом положении арматуры в формах;
- укладка и уплотнение бетонной смеси в формах;
- распалубка готовых элементов крепи после тепловлажностной обработки и очистка форм для следующего цикла формования.

В зависимости от размеров элементов крепи формы бывают одиночные и пакетные (групповые). Допуски на размеры форм назначаются только с минусовыми значениями, так как в процессе эксплуатации крепления форм ослабевают и внутренние их размеры несколько увеличиваются.

Формы должны обладать достаточной жесткостью и прочностью, что особенно важно при применении жестких бетонных смесей и пригруза.

Формы после каждого цикла формования и тепловой обработки изделий необходимо чистить и смазывать. Для очистки форм и поддонов рекомендуется применять специальные машины, рабочими органами которых являются цилиндрические щетки из стальной проволоки, абразивные круги и инерционная фреза - из металлических колец.

4.6. Смазка для форм должна удовлетворять следующим требованиям:

- иметь консистенцию, позволяющую наносить ее распылителем или кистью сплошным и тонким слоем на холодные или нагретые до 40-50$^{0}$ металлические поверхности;
- обладать хорошим сцеплением с металлом формы и устойчивостью в процессе формования;
- не оказывать вредного влияния на твердеющий бетон;
- не вызывать коррозию рабочей поверхности форм.

Наиболее стойкими и экономичными являются водно-масляные эмульсионные смазки, например, приготовленные на базе кислого синтетического эмульсола ЭКС, представляющего собой темно-коричневую жидкость; полученную из смеси веретенного масла (35%) и высокомолекулярных синтетических кислот (5%).

Из эмульсола ЭКС можно приготовить прямую эмульсию ("масло в воде") и обратную ("вода в масле"), которая более водостойка. Эмульсию готовят в эмульгаторах.

Состав эмульсионной смазки с прямой эмульсией:

| | |
|---|---|
| вода мягкая, конденсатная, л | 90 |
| эмульсол ЭКС, л | I0 |
| сода кальцинированная, г | 700 |

Состав смазки с обратной эмульсией:

| | |
|---|---|
| водный раствор извести (Iг извести в Iл воды), л | 53 |
| вода, л | 27 |
| эмульсол ЭКС, л | 20 |

Рекомендуются также смазки, приготовленные из нефтепродуктов. Смазку приготовляют путем смешивания вначале солидола с соляровым маслом при $60^{0}$, затем с добавлением порошкообразного компонента.

Состав смазки:

| | |
|---|---|
| соляровое масло, кг | I0 |
| солидол, кг | 5 |
| зола ТЭЦ или известь-пушонка, кг | I0 |

4.7. Изготовленные арматурные каркасы должны удовлетворять требованиям соответствующих ГОСТ и ТУ.

Установленная в формы арматура должна строго соответствовать рабочему чертежу элемента крепи и быть надежно закреплена (в предварительно смазанной форме) в проектном положении при помощи фиксаторов, при этом должна обеспечиваться необходимая толщина защитного слоя бетона.

4.8. Уплотнение загруженной в формы бетонной смеси производится на виброплощадке с применением пригруза (желательно пневмопригруза). Для бетонной смеси жесткостью 60-80 сек оптимальная величина удельного давления пригруза должна быть 70-85 г/см$^2$. Пригруз не должен снижать величину амплитуды вынужденных колебаний виброплощадки.

Оптимальный режим работы виброплощадки для уплотнения бетонной смеси жесткостью 60-80 сек рекомендуется следующий: амплитуда колебаний - 0,6-0,7 мм; частота колебаний - 3000 в минуту; время вибрирования - в среднем 2 мин., т.е. вдвое больше показателя жесткости.

Лучшее уплотнение смеси достигается направленными вертикальными колебаниями, которые получаются при помощи двухвальных виброблоков и вращения валов с одинаковой скоростью в противоположных направлениях.

Характеристика виброплощадок приведена в приложении 6.

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

4.9. Тепловлажностная обработка элементов крепи. Отформованные элементы крепи перед пропариванием выдерживаются в цехе при температуре $+20^0$ в течение 4-х часов для того, чтобы достичь критической прочности бетона 5-6 кгс/см$^2$.

Пропаривание изделий при атмосферном давлении осуществляют в наиболее распространенных камерах периодического действия ямного типа.

Пропаривание можно производить и в камерах непрерывного действия - горизонтальных туннельных или вертикальных. Пропаривание следует производить по следующему режиму: подъем температуры - 2 часа, изотермический прогрев при температуре $80^0$ - 6 часов, охлаждение - 2 часа.

Изотермический прогрев необходимо осуществлять при относительной влажности среды пропаривания 97-I00%. Температурный перепад к моменту извлечения изделия из камеры между его поверхностью и температурой наружного воздуха не должен превышать $40^0$С.

Когда предварительное выдерживание отформованных изделий технологически трудно осуществить, повышать температуру следует медленно, например, при критической прочности бетона I-2 кгс/см$^2$ подъем температуры не должен превышать $I0^0$С в час.

В этом случае для сокращения цикла тепловлажностной обработки рекомендуется применять ступенчатый режим, а именно: подъем температуры до $40^0$С - 0,5 часа; изотермический прогрев при $40^0$С - 2 часа; подъем температуры до $80^0$С - I час; изотермический прогрев при $80^0$С - 6 часов; охлаждение - 2 часа.

4.I0.После тепловлажностной обработки элементы крепи распалубливают, маркируют несмывающейся краской и отправляют на склад готовой продукции.

## 5. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

5.I. На предприятиях, где изготовляют элементы шахтной крепи (из высокопрочного бетона), необходимо осуществлять систематический контроль, который предусматривает:

- проверку наличия паспортов на исходные материалы и испытания прибывших вяжущих, заполнителей, арматуры и т.д. в соответствии с действующими стандартами и техническими условиями;

- соблюдение нормальных условий хранения материалов на складах. Особое внимание необходимо уделять чистоте заполнителей.

- проверку работы дозирующих устройств и точность дозирования;

- проверку жесткости бетонной смеси в соответствии с ГОСТ 10181-62, "Бетон тяжелый. Методы определения подвижности и жесткости бетонной смеси";

5.2. При формовании изделий следует регулярно следить за:

- качеством очистки и смазкой форм;

- правильностью положения арматуры в формах и обеспечением защитного слоя бетона.

5.3. При пропаривании изделий необходимо проверять заданный режим и относительную влажность в камере.

5.4. Контроль прочности бетона следует осуществлять в соответствии с ГОСТ 10180-67, "Бетон тяжелый. Методы определения прочности" и ГОСТ 18105-72 "Бетоны. Контроль и оценка однородности и прочности".

Время испытания образцов бетона рабочего состава - через 4 часа и 28 суток после тепловлажностной обработки.

5.5. Оценку прочности конструкции необходимо производить по действующим нормативным документам.

## 6. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

При соблюдении правил техники безопасности следует руководствоваться следующей литературой:

I. Прудовский М.Е. Защита от вибрации на заводах сборного железобетона. Госстройиздат, 1972.

2. Справочник по производству сборных железобетонных изделий, т.2, раздел I, глава П "Охрана труда, техника безопасности и производственная санитария". Госстройиздат, 1965.

3. Годзиев Н.С. Техника безопасности при производстве бетонных и железобетонных работ. Профиздат, 1957.

# П Р И Л О Ж Е Н И Я

Приложение I

## Сравнительный технико-экономический расчет

Исходные данные:

I. Горная выработка кольцевого очертания сечением в свету I3,3 $м^2$, закрепленная сборной железобетонной блочной крепью из бетона М 400;

2. Та же выработка, закрепленная тем же видом крепи из высокопрочного бетона М 800;

3. Величина расчетной нагрузки: вертикальная - I00 $тс/м^2$, горизонтальная - 80 $тс/м^2$.

Расчет произведен с учетом применения крепи в капитальной горизонтальной горной выработке шахты "Шахтерская-Глубокая" Донецкой области и основан на сравнении прямых нормируемых затрат на проведение и крепление горной выработки.

При расчете составлены калькуляции стоимости железобетонных блоков, выполненных из бетона различных марок, единичные расценки и сметы на проведение горной выработки.

Результаты расчетов сведены в таблице.

Таблица

Достигаемые технико-экономические показатели

| Показатели | Единица измерения | Сборная железобетонная блочная крепь из бетона М 400 | Сборная железобетонная блочная крепь из бетона М 800 | Отклонения, % |
|---|---|---|---|---|
| Вес элемента | кг | 800 | 635 | 20,6 |
| Стоимость проведения Iм выработки (прямые нормируемые затраты) | руб. | 521,75 | 482,69 | 7,5 |
| в т.ч.стоимость крепления Iм выработки (прямые нормируемые затраты) | руб. | 342,94 | 307,08 | I0,6 |

Приложение 2

| Физико-механическая характеристика бетона | М 600 | М 800 |
|---|---|---|
| Кубиковая прочность ( R ),кгс/см$^2$ | 600 | 800 |
| Призменная прочность ( $R_{пр}$),кгс/см$^2$ | 500 | 680 |
| Прочность на осевое растяжение ( $R_р$ ), кгс/см$^2$ | 40 | 45 |
| Прочность на растяжение при изгибе ( $R_и$ ), кгс/см$^2$ | 80 | I00 |
| Начальный модуль упругости ($E_б$ ), кгс/см$^2$ | 400000 | 430000 |
| Деформация усадки ( $\varepsilon_у$ $I0^{-6}$),мм/мм | I88 | I85 |
| Мера ползучести ( $C \cdot I0^{-6}$), см$^2$/кг | 4,50 | 3,48 |
| Коэффициент выносливости ($K_б$) | 0,74 | 0,75 |

Приложение 3

Содержание сухого вещества в растворе сульфитно-дрожжевой бражки различной концентрации

| Удельный вес раствора при I5°С | Концентрация раствора, % | Содержание с.д.б., г | |
|---|---|---|---|
| | | в I кг раствора | в I л раствора |
| I,0I | 2,35 | 23,5 | 23,8 |
| I,02 | 4,65 | 46,5 | 47,4 |
| I,03 | 6,92 | 69,2 | 7I,2 |
| I,04 | 9,I4 | 9I,4 | 95,0 |
| I,05 | II,4 | II4,0 | II9,7 |
| I,06 | I3,4 | I34,2 | I42,3 |
| I,07 | I5,5 | I55,0 | I66,0 |
| I,08 | I7,6 | I76,0 | I90,0 |
| I,09 | I9,8 | I98,0 | 2I6,0 |
| I,I0 | 2I,6 | 2I6,0 | 238,0 |
| I,II | 23,5 | 235,0 | 26I,0 |
| I,I2 | 25,4 | 254,0 | 285,0 |
| I,I3 | 27,3 | 273,0 | 309,0 |
| I,I4 | 29,2 | 292,0 | 333,0 |
| I,I5 | 3I,0 | 3I0,0 | 356,0 |
| I,I6 | 32,8 | 328,0 | 380,0 |
| I,I7 | 34,5 | 345,0 | 404,0 |
| I,I8 | 36,2 | 362,0 | 428,0 |
| I,I9 | 37,9 | 379,0 | 45I,0 |
| I,20 | 39,6 | 396,0 | 475,0 |

Приложение 4

## Расчет состава бетонной смеси

I. Состав бетонной смеси должен устанавливаться предварительными расчетами и уточняться опытом, путем проверки консистенции бетонной смеси и прочности полученного из нее бетона.

2. Состав смеси высокопрочных бетонов может устанавливаться любым из известных приемов.

Рекомендуется следующий порядок провздения расчета:

а) По заданной марке бетона и активности портландцемента рассчитывают водоцементное отношение

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

где $R_ц$ – марка или активность цемента, испытанного по ГОСТ 3I0-60;

$R_б$ – марка бетона.

Формула (I) определяет В/Ц, когда после пропаривания при нормальном давлении получают не менее 70% проектной марки бетона.

б) Устанавливают расход воды на I м$^3$ бетонной смеси. Для этой цели можно использовать данные табл.I, либо определять расход воды опытным путем.

Таблица I

| Заполнитель | Крупность, мм | Расход воды (л) на I м$^3$ бетона при жесткости бетонной смеси (сек) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 30-50 | 60-80 | 90-I20 | I50-200 | 250-300 |
| Щебень | до 20 | I70 | I60 | I50 | I45 | I40 |

Примечания: I. При применении заполнителей с предельной крупностью до I0 мм расход воды увеличивают на I0-I5 л, а при наибольшей крупности до 40 мм – уменьшают на столько же.

2. При расходе цемента от 400 до 600 кг/м$^3$ расход воды следует увеличивать на каждые I00 кг цемента свыше 400 – I0 литров.

Для определения расхода воды опытным путем имеющиеся для приготовления высокопрочного бетона цемент, песок и щебень перемешивают в соотношении I:I:2 (6 кг цемента + 6 кг песка + I2 кг крупного заполнителя) и к смеси добавляют воду до получения требуемой консистенции. Определяют объемный вес бетонной смеси и подсчитывают расход воды (л) на I м$^3$ бетона

$$B = \frac{в}{ц+п+щ+в} \gamma_б \qquad (2)$$

где ц,п,щ,в, – соответственно расход цемента, песка и щебня (кг), воды (л) на пробный замес;

$\gamma_б$ – объемный вес бетона, определяемый опытным путем, кг/м$^3$.

в) Расход цемента (Ц) на I м$^3$ бетонной смеси определяют по известным В/Ц и расходу воды на I м$^3$ бетона (В)

$$Ц = В : В/Ц \qquad (3)$$

г) Подсчитывают абсолютный объем цементного теста (Тц):

$$Тц = \frac{Ц}{\gamma_ц} + В \qquad (4)$$

д) Расход песка (П) в бетонной смеси определяют по расходу цементного теста (Тц), удельному расходу песка (Уп) и удельному весу песка ( $\gamma_п$ )

$$П = Тц \cdot У_п \cdot \gamma_п \qquad (5)$$

Удельный расход песка, представляющий собой отношение абсолютного объема песка к абсолютному объему цементного теста, приведен в табл.2.

Таблица 2

| Крупность песка | Удельный расход песка (Уп) при водоцементном отношении | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0,25 | 0,30 | 0,35 | 0,40 | 0,45 |
| Мелкий | 0,3-0,35 | 0,4-0,45 | 0,45-0,5 | 0,56-0,6 | 0,6-0,65 |
| Средней крупности | 0,35-0,4 | 0,45-0,5 | 0,5-0,55 | 0,6-0,65 | 0,65-0,7 |
| Крупный | 0,4-0,45 | 0,5-0,55 | 0,55-0,60 | 0,65-0,7 | 0,7-0,75 |

е) Расход щебня (кг/м$^3$) устанавливают по разности объемного веса свежеуложенного бетона и остальных составляющих бетонной смеси

$$Щ = \gamma_б' - (Ц+П+В) \quad , \qquad (6)$$

где $\gamma_б'$ – объемный вес свежеуложенного бетона (2400-2450), кг/м$^3$;

Ц,П,В – соответственно расход цемента, песка (кг) и воды (л) на I м$^3$ бетона.

Пример расчета состава бетонной смеси для бетона М 800. Исходные данные – цемент М 700 по ГОСТ 310-60, песок средней крупности с удельным весом $\gamma_п$ = 2,6 г/см$^3$, гранитный щебень с наибольшей крупностью 20 мм. Требуемая жесткость бетона 60 сек.

I. Определяем водоцементное отношение по формуле (I)

$$В/Ц = \frac{0,45 \frac{R_ц}{R_б}}{I+0,I8 \frac{R_ц}{R_б}} = \frac{0,45 \frac{700}{800}}{I+0,I8 \frac{700}{800}} = 0,34$$

2. Определяем расход воды по табл.I. Для бетонной смеси жесткостью 60 сек с заданной крупностью щебня расход воды составляет I60 л/м$^3$.

3. Проверяем расход воды опытным путем на пробном замесе. Для получения требуемой жесткости на пробный замес указанного ниже состава I:1:2 израсходовано I,78 л воды.

Состав смеси: цемент 6 кг (ц); песок – 6 кг (п); щебень I2 кг (щ).

Объемный вес свежеуложенного бетона ( $\gamma_б'$ ) составил 24I0 кг/м$^3$. Расход воды на I м$^3$ бетонной смеси определяем по формуле (2)

$$В = \frac{В}{Ц+П+Щ+В} \gamma_б' = \frac{I,78}{6+6+I2+I,78} 24I0 = I68 \text{ л/м}^3$$

В расчет принимаем расход воды, полученный опытным путем.

4) Находим расход цемента по формуле (3):

$$Ц_I = I68 : 0,34 = 495 \text{ кг}$$

5. Определяем абсолютный объем цементного теста (Тц) по формуле (4), приняв удельный вес цемента $\gamma_ц = 3{,}1$ г/см$^3$

$$Тц = \frac{Ц}{\gamma_ц} + В = \frac{495}{3{,}1} + 168 = 328 \text{ л/м}^3$$

6. Определяем расход песка по формуле (5) $П_I = Тц_I \times У_{пI} \cdot \gamma_п$. Удельный вес песка для расчета можно принимать равным 2,6 г/см$^3$. Удельный расход песка для В/Ц=0,34 при песке средней крупности определяем по табл.2, принимая наибольшее его значение Уп=0,55. Тогда расход песка составляет:

$$П_I = 328\ 0{,}55\ 2{,}6 = 468 \text{ кг/м}^3$$

7. Расход щебня определяем по формуле (6)

$$Щ_I = \gamma_б - (Ц+П+В) = 2410 - (495+468+168) = 1280 \text{ кг/м}^3$$

Одновременно рассчитываем еще два состава бетонной смеси, где В/Ц отличается от основного значений на 0,05, т.е. В/Ц=0,29 и В/Ц=0,39.

8. Приняв для дополнительных составов расход воды, равный определенному для основного состава, рассчитываем расход цемента, песка и щебня таким же образом, как и для основного состава.

Полученный расход материалов для дополнительных составов приводится ниже.

Расход цемента:

$$Ц_2 = 168 : 0{,}29 = 560 \text{ кг/м}^3;$$
$$Ц_3 = 168 : 0{,}39 = 430 \text{ кг/м}^3.$$

Количество цементного теста:

$$Тц_2 = \frac{560}{3{,}1} + 168 = 348 \text{ л/м}^3;$$

$$Тц_3 = \frac{430}{3{,}1} + 168 = 307 \text{ л/м}^3.$$

По табл.2 находим значение Уп

$$Уп_2 = 0{,}5; \quad Уп_3 = 0{,}65$$

Определяем расход песка:

$$П_2 = 348 \cdot 0{,}50 \cdot 2{,}6 = 452 \text{ кг/м}^3;$$

$$П_3 = 307 \cdot 0{,}65 \cdot 2{,}6 = 520 \text{ кг/м}^3.$$

Определяем расход щебня:

$$Щ_2 = 2410 - (560+452+168) = 1230 \text{ кг/м}^3;$$

$$Щ_3 = 2410 - (430+520+168) = 1292 \text{ кг/м}^3.$$

Полученные данные сводим в табл.3, которую затем дополняем данными о жесткости бетонной смеси и прочности бетона.

Таблица 3

| № состава | В/Ц | Жесткость, сек. | Расход материалов (кг) на 1 м³ бетона | | | | Предел прочности при сжатии $R_{28}$ кгс/см² |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | цемент | песок | щебень | вода | |
| 1 | 0,34 | | 495 | 468 | 1280 | 168 | - |
| 2 | 0,29 | | 560 | 452 | 1230 | 168 | - |
| 3 | 0,39 | | 430 | 520 | 1292 | 168 | - |

9. Из рассчитанных составов готовят бетонные смеси, проверяют их жесткость и изготовляют контрольные образцы бетона для проверки прочности.

После испытания контрольных образцов из рассчитанных смесей принимается состав бетона, прочность которого соответствует заданной марке.

Приложение 5

## Техническая характеристика смесителей принудительного действия

| Показатели | Смесители | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | противоточные | | роторные | | | |
| | | | турбинные | | | планетарные |
| | С-355 | С-356 | СБ-80 | С-945 | С-778 | С-951 |
| Емкость по загрузке, л | 500 | 1000 | 250 | 250 | 500 | 1200 |
| Объем готового замеса, л | 330 | 660 | 165 | 165 | 330 | 800 |
| Число оборотов чаши в минуту | 6-7 | 5-6 | - | - | - | - |
| Число оборотов смешивающих устройств в минуту | 31 | 25 | 60 | 60 | 50 | 50 |
| Установленная мощность электродвигателя, квт | 10 | 14 | 5,5 | 5,0 | 14 | 28 |
| Паспортная производительность, $м^3/ч$ | 7,5 | 15 | - | - | 12 | 25 |

Приложение 6

Техническая характеристика виброплощадок

| Показатели | Виброплощадки | | | |
|---|---|---|---|---|
| | СМ-865 | СМ-866 | СМ-868 | СМ-870 |
| Тип площадки | Однорядная | Одно- и двухрядная | Двухрядная | Трехрядная |
| Грузоподъемность, т | 2 | 4 | 8 | I6 | 24 |
| Количество виброблоков, шт. | 2 | 4 | 8 | I6 | 24 |
| Характер колебаний | Вертикально направленные | | | | |
| Амплитуда колебаний при максимальной грузоподъемности, мм | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| Частота колебаний в минуту | 3000 | 3000 | 3000 | 3000 | 3000 |
| Максимальный кинетический момент (общий), кгс/см | 2x40 | 4x50 | 8x60 | I6x50 | 24x50 |
| Мощность электродвигателей (общая), квт | 7 | I4 | 28 | 55 | 84 |
| Крепление форм к виброблокам | Пневматическое | | Электромагнитное | | |
| Максимальные размеры формуемого изделия, м | 3xI | 3x2,3 | 6,6x2,8 | I3,8x2,3 | I3,8x4,5 |
| Габаритные размеры виброплощадок, м | 3,9x0,7 | 3,9x2,5 | 7,5x2,5 | | I4,5x2,5 |

gost.e-ecolog.ru