

**ТЕХНИЧЕСКИЙ КОДЕКС УСТАНОВИВШЕЙСЯ ПРАКТИКИ**

---

**ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ РЕЧНЫЕ**

**Правила устройства**

**ГІДРАТЭХНІЧНЫЯ ЗБУДАВАННІ РАЧНЫЯ**

**Правілы устройства**

Hydraulic river structures

Installation rules

---

**Дата введения** \_\_\_\_\_

## **1 Область применения**

Настоящий технический кодекс установившейся практики (далее – технический кодекс) распространяется на производство работ по строительству новых и реконструкции действующих гидротехнических сооружений: плотин бетонных, железобетонных и из грунтовых материалов, гидроэлектростанций, насосных станций, подпорных стен, судоходных шлюзов, каналов, речных портов, рыбопропускных и рыбозащитных сооружений, а также сооружений по защите от наводнений.

---

**Проект, первая редакция**

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем техническом кодексе использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (далее – ТНПА)<sup>1)</sup>:

ТКП 45-5.04-41-2006 (02250) Стальные конструкции. Правила монтажа

ТКП 45-1.03-44-2006 (02250) Безопасность труда в строительстве. Строительное производство

ТКП 45-1.03-59-2008 (02250) Приемка законченных строительством объектов. Порядок проведения

ТКП 45-3.04-150-2009 (02250) Плотины из грунтовых материалов. Строительные нормы проектирования

ТКП 45-1.03-161-2009 (02250) Организация строительного производства

ТКП 45-3.05-166-2009 (02250) Технологическое оборудование. Правила монтажа и испытаний

ТКП 45-3.05-167-2009 (02250) Технологические трубопроводы. Правила монтажа и испытаний

ТКП 45-3.04-169-2009 (02250) Гидротехнические сооружения. Строительные нормы проектирования

СТБ (проект) Мелиоративное и водохозяйственное строительство. Термины и определения

ГОСТ 10180-90 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам

ГОСТ 17623-87 Бетоны. Радиоизотопный метод определения средней плотности

ГОСТ 17624-87 Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности

ГОСТ 18105-86 Бетоны. Правила контроля прочности

ГОСТ 19185-73 Гидротехника. Основные понятия. Термины и определения

ГОСТ 22690-88 Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля

СНБ 5.01.01-99 Основания и фундаменты зданий и сооружений

---

<sup>1)</sup> СНБ, СНиП, Пособия к СНиП и СНБ имеют статус технического нормативного правового акта на переходный период до их замены техническими нормативными правовыми актами, предусмотренными Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».

СНиП 2.02.02-85 Основания гидротехнических сооружений

СНиП 3.02.01-87 Земляные сооружения, основания и фундаменты

СНиП 3.03.01-87 Несущие и ограждающие конструкции

П12-2000 к СНБ 5.01.01-99 Контроль степени уплотнения грунтов при возведении земляных сооружений

П16-03 к СНБ 5.01.01-99 Земляные сооружения. Основания фундаментов. Производство работ

П2-2000 к СНиП 3.03.01-87 Производство бетонных работ на строительной площадке

Примечание — При пользовании настоящим техническим кодексом целесообразно проверить действие ТНПА по Перечню технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства, действующих на территории Республики Беларусь, и каталогу, составленным по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году.

Если ссылочные ТНПА заменены (изменены), то при пользовании настоящим техническим кодексом следует руководствоваться замененными (измененными) ТНПА. Если ссылочные ТНПА отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

### 3 Термины и определения

В настоящем техническом кодексе применяются термины, установленные в СТБ (проект) «Мелиоративное и водохозяйственное строительство. Термины и определения», ГОСТ 19185, а также следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1 банкет:** насыпь из камня, горной массы, бетонных кубов или тетраэдров, с помощью которой перекрывается русло реки.

**3.2 грунтовый карьер:** выемка, разрабатываемая с целью получения грунта для устройства насыпей и обратных засыпок.

**3.3 земляные работы:** комплекс строительных работ, включающий выемку (разработку), перемещение и укладку грунта в определенное место.

**3.4 зумпф:** колодец для сбора поверхностных и грунтовых вод, профильтровавшихся через откосы и дно котлована.

**3.5 качественная насыпь:** Насыпь, возводимая в соответствии с заданными размерами, с уплотнение грунта до заданной плотности, прочности и водонепроницаемости, способная выдерживать напор воды.

**3.6 котлован сооружения:** Выемка, разработанная под фундамент сооружения.

**3.7 нагорная канава:** Оградительная канава, предназначенная для защиты котлована от притока поверхностных вод с вышележащей территории

**3.8 перемычка:** Временное гидротехническое сооружение, предназначенное для ограждения места производства работ от воды.

**3.9 откос:** Боковая поверхность плотины, перемычки или котлована.

**3.10 проран:** Свободная часть русла реки, оставленная для пропуска воды при строительстве речных гидротехнических сооружений и закрываемая после завершения работ.

**3.11 строительное водопонижение:** Искусственное водопонижение уровней или напоров грунтовых вод с целью осушения дна и откосов котлована и защиты его на время строительства сооружений от подтопления.

**3.12 шпунтовая свая:** Отдельный элемент шпунтовой стенки.

**3.13 шпунтовая стенка:** Конструкция для сдерживания грунта и воды, состоящая из шпунтовых свай, погруженных в грунт.

**3.14 блок бетонирования:** Часть конструкции монолитного бетонного или железобетонного гидротехнического сооружения, возводимая без остановки процесса бетонирования.

**3.15 закладная часть:** Металлический элемент, устанавливаемый в бетонную или железобетонную конструкцию до бетонирования.

**3.16 завод-изготовитель:** Производственное предприятие, осуществляющее постановку оборудования для установки в гидротехническое сооружение.

**3.17 противофильтрационная завеса:** Преграда для фильтрационного водного потока, создаваемая путем нагнетания в грунт через буровые скважины цементного раствора.

## 4 Общие положения

**4.1** При выполнении работ по возведению речных гидротехнических сооружений кроме требований настоящего технического кодекса следует выполнять требования ТКП 45-1.03-44, ТКП 45-3.04-150, ТКП 45-1.03-161, ТКП 45-3.04-169, СНБ 5.01.01, СНиП 2.02.02, СНиП 3.02.01, П12 к СНБ 5.01.01, П16 к СНБ 5.01.01.

**4.2** Для строительства речных гидротехнических сооружений необходимо привлекать специализированные подрядные строительные и монтажные организации, располагающие необходимым специальным строительным оборудованием и оснасткой.

**4.3** При реконструкции или расширении действующих речных гидротехнических сооружений строительные работы следует выполнять методами, обеспечивающими сохранность существующих сооружений и подземных коммуникаций, находящихся в зоне строительства и не подлежащих сносу.

**4.4** При производстве работ на судоходных реках необходимо обеспечивать безопасный, с необходимой интенсивностью пропуск судов и плавучих средств в период строительства. Судоходные участки акватории в местах производства строительномонтажных работ следует оборудовать знаками навигационного ограждения.

**4.5** При возведении речных гидротехнических сооружений необходимо обеспечивать защиту незавершенных и временных сооружений или их частей от повреждений в период паводков, ледохода, штормов и шквалов, волнового воздействия, навала и удара судов, плавучих средств и плавающих на воде предметов.

Схемы пропуска речных расходов воды и льда через недостроенные постоянные, а также через временных гидротехнические речные сооружения необходимо разрабатывать в проекте организации строительства (далее – ПОС) и уточнять в проекте производства работ (далее – ППР).

**4.6** До начала наполнения водохранилища в соответствии с проектом необходимо собрать и вывезти из его зоны редкие и исчезающие виды флоры и фауны и создать необходимые условия для их развития и воспроизводства, выполнить мероприятия по научному исследованию, инженерной защите или переносу исторических и культурных памятников.

**4.7** До перекрытия русла реки необходимо построить рыбопропускные сооружения, а до начала наполнения водохранилища – нерестово-выростные хозяйства и рыбпитомники.

**4.8** Карьеры грунтовых материалов для отсыпки земляных сооружений следует, как правило, размещать в зоне затопления.

**4.9** При производстве работ необходимо предусматривать и строго выполнять мероприятия, обеспечивающие соблюдение действующих законодательств в области охраны окружающей среды.

## **5 Пропуск расходов реки при строительстве гидротехнических сооружений**

### **5.1 Способы пропуска расходов реки во время строительства**

**5.1.1** Очередность и последовательность возведения сооружений гидроузла зависят от схемы пропуска расходов реки при строительстве (строительных расходов) и принятой компоновки бетонных сооружений.

**5.1.2** Схему пропуска строительных расходов необходимо выбирать в зависимости от:

- естественных природных условий и особенностей реки (гидрологических, геологических, топографических);
- использования реки для нужд других отраслей хозяйства;
- компоновки гидроузла и типов запроектированных сооружений, в особенности водосбросных;
- характеристик грунтов в русле и на пойме и степени их устойчивости к размыву;
- сроков строительства.

Схему пропуска строительных расходов допускается изменять на различных этапах строительства.

**5.1.3** В процессе перекрытия русла реки следует осуществлять постепенное переключение расходов из естественного русла на построенные сооружения.

**5.1.4** При береговой компоновке гидроузла, когда бетонные сооружения (водосброс, здание ГЭС) располагают на берегах или склонах долины, строительные расходы следует пропускать сначала по естественному руслу, а затем по трубам, уложенным вдоль одного из берегов.

**5.1.5** При русловой компоновке строительство бетонных сооружений гидроузла

ведут в котловане под защитой перемычек в одну или несколько очередей. Строительные расходы в это время пропускают по стесненному руслу реки. Стеснение русла реки перемычками (отношение площади живого сечения русла в сжатом состоянии к площади живого сечения в естественных условиях) допускается в пределах от 0,50 до 0,65. Если стеснение русла более указанных величин, то производят уширение русла.

**5.1.6** По окончании строительства бетонных сооружений первой очереди и последующей разборки перемычек перекрывают суженное русло реки (проран) и возводят верховую и низовую перемычки, примыкающие к противоположному берегу реки и раздельной стенке (удлиненному быку) между зданием ГЭС и бетонной плотиной. Строительные расходы в этот период следует пропускать через эксплуатационные отверстия водосливной плотины и здания ГЭС или недостроенные пролеты водосливной плотины.

**5.1.7** При пойменной компоновке бетонных сооружений, характерной для рек с пологими берегами и развитой поймой бетонные сооружения следует располагать на пойме, а котлован бетонных сооружений необходимо полностью ограждать грунтовым целиком или перемычками.

**5.1.8** Пропуск строительных расходов в этот период следует производить по руслу реки, как правило, без его стеснения.

**5.1.9** После разработки котлована, устройства в нем бетонных сооружений и всех затапливаемых элементов, засыпки пазух сооружений до отметок, превышающих уровни воды в реке, устройства отводящего и подводящего каналов к бетонным сооружениям и возведения береговых участков земляной плотины необходимо разобрать низовую перемычку, затем верховую, и затопить котлован.

**5.1.10** После затопления котлована русло реки следует перекрывать, а строительные расходы после перекрытия реки следует пропускать через эксплуатационные отверстия бетонных сооружений или методом «гребенки».

**5.1.11** При строительстве гидроузлов на малых реках возможно возведение бетонных сооружений в русле реки. В этом случае строительные расходы следует пропускать через трубы, уложенные на уровне дна реки в пойме под телом будущей грунтовой плотины, или через открытые каналы, проложенные аналогично донным трубам. Целесообразно донные трубы оборудовать башенным оголовком с затворами и использовать в качестве донного водоспуска.

**5.1.12** При наличии в створе гидроузла двух или более рукавов реки один из них следует перекрыть перемычками, под защитой которых ведется строительство бетонных сооружений. Затем перемычки разбирают, и производят последовательное пере-

крытие оставшихся рукавов реки.

**5.1.13** При возведении гидроузла пропуск льда, как правило, необходимо осуществлять через суженное перемычками русло реки так, чтобы лед проходил беспрепятственно и не создавал перед сужением заторов. Необходимо производить проверку степени сужения основного русла на возможность прохода льдин или разрабатывать мероприятия, обеспечивающие снижение толщины и прочности льда (задержка льда, зачернение и т. п.).

**5.1.14** В случае пропуска льда необходимо предусматривать устройство льдоотбойных оголовков и крепление напорных граней верховой и продольной перемычек.

**5.1.15** Допускается предусматривать пропуск льда через поверхностные отверстия бетонных сооружений. Для беспрепятственного пропуска льда минимальную глубину на пороге  $h_{min}$ , м, следует принимать

$$h_{min} \geq 1,15\delta + 0,15,$$

где  $\delta$  – толщина льдины, м;

0,15 – запас глубины, м.

**5.1.16** Для уточнения схемы и условий пропуска строительных расходов и льда следует проводить лабораторные исследования.

**5.1.17** Расчетный расход воды в реке в строительный период следует устанавливать в зависимости от класса временных гидротехнических сооружений этого периода (перемычек, водоотводящих каналов, строительных отверстий в основных сооружениях и др.) в соответствии с ТКП 45-3.04-169.

**5.1.18** Схему пропуска расходов воды в период строительства следует выбирать на основании технико-экономического сравнения вариантов.

## **5.2 Перемычки**

**5.2.1** Возведение перемычек следует производить в межпаводковый период, приурочивая работы по их строительству к срокам прохождения минимальных расходов реки.

При возведении перемычек в зимнее время со льда необходимо обеспечить достаточную несущую способность ледяного покрова для движения автотранспорта. До начала работ по возведению перемычек майну следует полностью очистить от льда.

**5.2.2** При подготовке основания всех типов перемычек выше уреза воды следует выполнять требования СНиП 3.02.01.

Основание в русле реки под перемычки из грунтовых материалов необходимо обследовать и, как правило, подготовка основания не требуется. В случае залегания в основании каменных осыпей и валунов последние необходимо удалить.

Основание в русле реки под ряжевые и ячеистые перемычки необходимо подготавливать путем удаления отдельных крупных камней и валунов и при необходимости выравнивать подсыпкой щебеночными или гравийно-песчаными материалами.

**5.2.3** При пойменной компоновке бетонных сооружений гидроузла перемычкой может служить неразработанный естественный грунт — целик, отделяющий котлован от русла реки.

**5.2.4** Перемычки могут входить в состав постоянных сооружений, разбираться или оставляться, если разборка их не является необходимой по техническим или нецелесообразна по экономическим соображениям.

**5.2.5** Выбор типа перемычек, их конструкции и материала необходимо производить на основании данных изысканий. При этом необходимо тщательное исследование свойств грунта и характера его залегания для назначения минимально возможных размеров целика или принятия мер по его укреплению.

**5.2.6** Перемычки подразделяют по следующим признакам:

- по отношению к водотоку – продольные и поперечные (верховые и низовые);
- по условию пропуска паводка (высоте) – затопляемые и незатопляемые;
- по условию возведения – возводимые насухо и в стоячей или текущей воде;
- по конструкции и материалу – грунтово-земляные, каменно-земляные (однородные или неоднородные – с экраном, ядром, диафрагмой), шпунтовые – одно- или двухрядные из деревянного, пластмассового или металлического шпунта, шпунтовые ячеистые, ряжевые бетонные, ряжевые деревянные;
- по периоду строительства – первой, второй или последующих очередей строительства.

**5.2.7** Тип перемычки следует выбирать на основании технико-экономического сравнения вариантов.

Перемычки, входящие в состав основных сооружений, должны выполняться из материалов и по техническим условиям согласно требованиям проекта этих сооружений.

**5.2.8** Отдавать предпочтение следует незатопляемым перемычкам, которые при больших затратах материалов и средств на возведение позволяют вести работу в котловане круглый год без перерыва, не требуют вывоза техники из котлована, не допускают загрязнения котлована, не требуют откачивания большого объема воды после прохождения паводка, как при затопляемых перемычках.

**5.2.9** При выборе типа перемычек следует руководствоваться следующими ре-

комендациями:

- земляные перемычки устраивают при наличии в котловане или вблизи сооружений пригодных грунтов (песок, супесь, суглинок, песчано-гравийные);
- каменно-земляные и каменно-набросные применяют при наличии камня в полезных выемках вблизи сооружений и необходимости отсыпки материала перемычки в текущую воду;
- деревянные шпунтовые двухрядные устраивают при стесненных условиях, высоте перемычек до 6 м и основании, допускающем забивку шпунта;
- деревянные ряжевые устраивают при стесненных условиях из двухкантного бруса;
- металлические шпунтовые перемычки – при стесненных условиях, высоте перемычек до 10 м и основаниях, допускающих забивку шпунта;
- ячеистые перемычки из шпунта (цилиндрические, сегментные и др.) возводят при любых основаниях и любой высоты.

**5.2.10** Ряжевые перемычки при высоте ряжей до 6 м допускается изготавливать из лесоматериалов любых пород, при высоте более 6 м следует применять лесоматериалы только хвойных пород. Соединения в ряжевых перемычках следует выполнять на металлических нагелях.

**5.2.11** Сборку ряжей следует производить на берегу на стапелях по заданным размерам. Готовые ряжи спускают на воду, буксируют к месту установки и якорят в створе перемычки, после чего производят их загрузку камнем или грунтом и установку на дно.

В зимнее время допускается производить сборку ряжей на льду при достаточной несущей способности льда.

**5.2.12** Перед устройством перемычки ячеистой конструкции из металлического шпунта для выявления условий забивки следует выполнить пробную забивку шпунта на проектную глубину с последующим его выдергиванием. Заполнение цилиндрических ячеек перемычки необходимо производить на всю высоту, а заполнение сегментных ячеек осуществлять равномерно, не допуская превышения уровня в соседних ячейках более чем на 2 м.

**5.2.13** Земляные перемычки допускается применять на равнинных реках во всех случаях за исключением случая, когда в основании залегают грунты, содержащие легкорастворимые примеси (гипс, каменная соль и др.).

Каменно-набросные перемычки следует применять при необходимости возведения их путем отсыпки в текущую воду (перекрытие русла реки) и при скоростях течения, не допускающих отсыпки грунтов с мелкими фракциями. Такие перемычки целесообразно возводить в том случае, когда не понадобится их разборка.

**5.2.14** Расположение перемычек в плане необходимо увязывать с очертанием котлована постоянных сооружений и строительной площадки, условиями производства работ в котловане и принятой схемой пропуска строительных расходов, судов и льда. Расстояние от бровки котлована до перемычек следует принимать не менее 4 м, а от конструктивных элементов фундамента – не менее 10 м, с целью размещения там необходимого строительного оборудования, материалов и беспрепятственного проезда строительных машин.

**5.2.15** Работы по возведению и разборке перемычек следует максимально механизировать.

**5.2.16** Поперечный профиль перемычек следует выбирать исходя из условий устойчивости их откосов, а также из производственных требований (обеспечение движения транспорта по гребню, установка строительного оборудования, примыкание к береговым путям и др.).

**5.2.17** Для возведения перемычек не допускается использовать грунты с включениями большого количества органических примесей, легко вымываемых или выщелачиваемых частиц.

**5.2.18** При возведении перемычек из несвязных грунтов (песчано-гравийных и гравийных) на верховом откосе следует устраивать экран из маловодопроницаемых грунтов, толщина которого поверху должна быть не менее 0,8 м, а понизу – исходя из допустимого градиента фильтрационного потока, значения которого следует принимать в пределах от 4 до 10. Возвышение верха экрана над расчетным уровнем воды следует принимать с учетом высоты наката расчетной волны и ветрового нагона, но не менее 0,5 м.

**5.2.19** Дренажное устройство перемычек следует выполнять в виде призмы из каменной наброски, щебня или гравия, либо в виде наклонного дренажа. Верх дренажа следует располагать выше места выхода депрессионной кривой на низовой откос. Ширину призмы поверху следует принимать минимальной по условиям производства работ, но не менее 1,5 м.

**5.2.20** Верховые откосы земляных перемычек следует укреплять каменной или гравийной наброской, толщину которой необходимо устанавливать в зависимости от скорости течения, наличия волн и условий производства работ.

**5.2.21** Возведение земляных перемычек средствами гидромеханизации или отсыпкой в воду допускается при скоростях течения потока менее 0,7 м/с. При больших скоростях течения необходимо предварительно создавать тиховодье путем отсыпки опережающего каменного банкета.

**5.2.22** При пойменной компоновке сооружений гидроузла работы по возведению перемычек следует начинать с поперечных перемычек.

**5.2.23** Отметку гребня перемычек необходимо определять из условия незатопляемости огражденного пространства при пропуске расчетного максимального расхода заданной обеспеченности в соответствии с ТКП 46-3.04-169 с учетом ветрового нагона и наката волны. Для перемычек V класса допускается не учитывать волновые воздействия.

**5.2.24** Ширину гребня перемычек необходимо определять в зависимости от способа производства работ по их возведения и условий эксплуатации (использование гребня для проезда транспорта) и принимать не менее 3 м.

**5.2.25** До начала откачки котлована перемычки необходимо освидетельствовать заказчиком, проектировщиком, подрядчиком и составить акт о готовности перемычек к восприятию напора.

**5.2.26** За состоянием перемычек необходимо установить постоянное наблюдение. Для своевременного ремонта и восстановления нарушенных частей перемычек в период откачки котлована и половодий следует заготовить в необходимом количестве аварийный запас материалов.

**5.2.27** Понижение уровня воды при откачке котлована не должно превышать 0,5 м в сутки. В случае обнаружения выноса грунта необходимо произвести укрепительные работы на участке выноса.

### **5.3 Перекрытие русел рек**

**5.3.1** Схему перекрытия русла реки следует разрабатывать в ПОС с учетом гидрологических и геологических условий, перепада на банкете, расхода и скорости течения воды, пропускной способности водоотводящего тракта, крупности материала для перекрытия, транспортных условий, грузоподъемности транспортных и погрузочных средств.

**5.3.2** Порядок работ и сроки перекрытия русла на судоходных реках необходимо согласовывать с организациями речного флота. Кроме того, при наличии в верхнем бьефе регулирующих водохранилищ следует также согласовать порядок работ по перекрытию со службой эксплуатации этих водохранилищ.

**5.3.3** Перекрытие русла реки следует выполнять в межпаводковый период с ми-

нимальными расходами воды в реке, а на судоходных реках – в конце навигации или в несудоходный период.

**5.3.4** Параметры перекрытия русла (перепад на банкете, скорости течения в проране, крупность и объем материала для перекрытия) на стадии проекта следует рассчитывать на максимальный расход воды в реке в месяц перекрытия с вероятностью превышения 20 %.

При наличии на реке выше створа перекрытия регулирующего водохранилища за расчетный расход воды при перекрытии следует принимать согласованный со службой эксплуатации водохранилища специальный пониженный сбросной расход.

Непосредственно перед перекрытием русла параметры перекрытия следует уточнить с учетом фактических расходов воды в реке, принимаемых на основании краткосрочного прогноза на период перекрытия.

**5.3.5** До начала работ по перекрытию русла реки следует выполнить следующие подготовительные работы, предусматриваемые ПОС:

- создать склады материалов, необходимых для перекрытия русла, расположив их возможно ближе к месту перекрытия на незатопляемых отметках и организовать подъезды к ним;
- подготовить водосбросной тракт для переключения на него расходов реки;
- до затопления котлована бетонных сооружений, на которые переключаются расходы, произвести предварительную разборку ограждающих перемычек до минимально возможных размеров по условиям пропуска расходов до перекрытия русла;
- выполнить предварительное стеснение русла реки до минимальных размеров с учетом условий судоходства.

**5.3.6** Перекрытие русла реки состоит из двух этапов:

- предварительное стеснение русла пионерным способом с оставлением прорана;
- закрытие прорана.

**5.3.7** Процесс перекрытия русла следует начинать с постепенного обжатия потока пионерным способом до размеров, позволяющих пропускать расчетный расход реки со скоростью, не превышающей величины, при которой выносятся материалы отсыпки за пределы банкета. Процесс перекрытия русла необходимо совмещать с процессом перевода потока в новое русло (водоотводящий тракт) по мере образования подпора при сжатии потока и последующего перекрытия прорана.

**5.3.8** Работы по предварительному стеснению русла необходимо выполнять с

помощью автотранспорта путем отсыпки камня пионерным способом с одного или обоих берегов либо с частичным использованием водного транспорта.

**5.3.9** Для закрытия прорана используют следующие методы:

- фронтальное перекрытие (отсыпка банкета из камня различной крупности, бетонных кубов и тетраэдров одновременно по всей ширине прорана с моста, наведенного через проран);
- пионерное перекрытие (отсыпка банкета с одной или двух сторон прорана без устройства моста);
- намыв грунта средствами гидромеханизации (безбанкетное перекрытие, когда в проран с помощью земснарядов подается такое количество песка и песчано-гравийного грунта, которое превышает транспортирующую способность потока, и часть грунта остается в проране и перекрывает русло);
- погружение плетневых тюфяков, фашин и др.;
- опрокидывание крупных бетонных массивов;
- затопление плавающих конструкций;
- установку ряжей;
- забивку шпунтовых рядов.

**5.3.10** Основными следует считать фронтальный и пионерный способы перекрытия.

**5.3.11** Фронтальное перекрытие следует применять на реках с размываемым руслом (при перекрытии прорана не создается сосредоточенного потока с большими скоростями). Русло реки перекрывается равномерно по всей ширине потока со стационарных (на ряжевых или свайных опорах) или наплавных мостов.

**5.3.12** Пионерное перекрытие следует применять при наличии в русле реки плотных неразмываемых грунтов, а также на песчаных руслах с предварительным его креплением. Максимальный перепад на банкете в этом случае допускается не более 0,5 м.

**5.3.13** Преимущество пионерного способа перекрытия перед фронтальным заключается в том, что не требуется устройство моста и связанных с ним береговых устоев и, следовательно, уменьшается стоимость и сроки строительства.

Недостатком пионерного способа перекрытия являются значительные размывы русла и большая ширина по верху банкета для передвижения транспорта и, следовательно, увеличивается объем банкета и время перекрытия русла.

**5.3.14** При фронтальном способе перекрытия необходимо обеспечивать равно-

мерную отсыпку материала по ширине прорана, так как неравномерная отсыпка при значительных скоростях течения приводит к образованию местных размывов. На конечном этапе отсыпки банкета рекомендуется придавать ему наибольшую водопроницаемость, что достигается за счет применения однородного по крупности камня или специальных бетонных кубов и тетраэдров.

**5.3.15** При пионерном способе перекрытия на реках с размываемым руслом необходимо устраивать крепление дна реки в пределах расчетного прорана, что позволяет увеличить степень предварительного стеснения русла и сократить размеры прорана. Длину крепления необходимо определять расчетом и лабораторными исследованиями.

**5.3.16** Толщину слоя и крупность материала крепления следует выбирать в зависимости от максимальных скоростей потока и условий отсыпки.

**5.3.17** Для уменьшения удельной мощности потока на заключительном этапе перекрытия следует выбирать положение закрываемого прорана на самом мелком участке русла или искусственно уменьшить в этом месте глубину потока.

**5.3.18** При перекрытии русла реки крупность подаваемого материала необходимо выбирать соответственно изменению скоростей перекрываемого потока. Производить перекрытие следует двумя видами материала:

- камнем или горной массой – на первоначальном этапе;
- негабаритным крупным камнем, бетонными кубами или тетраэдрами – на заключительном этапе.

**5.3.19** При отсутствии на месте строительства крупного негабаритного камня при перекрытии необходимо использовать бетонные блоки или металлические сетки, загруженные более мелким камнем. Целесообразно применение упорных металлических или железобетонных свай для увеличения устойчивости сбрасываемых элементов, а также способа гирлянд.

**5.3.20** Для уменьшения объема материала и ускорения пионерного перекрытия допускается использовать связки (гирлянды) из нескольких (от трех до пяти) крупных камней или бетонных блоков от 3 до 8 т, связанных между собой катанкой диаметром от 6 до 10 мм и длиной от 10 до 15 м и отсыпаемых узким фронтом со стороны верхнего бьефа.

**5.3.21** Автосамосвалы, груженные блоками, следует разгружать около бровки верхового откоса в конце насыпи. Проволоку от гирлянд крепят к тросу, уложенному по верхнему откосу и надежно закрепленному за якоря в отсыпанной насыпи.

Когда гирлянда сформирована и ее масса составляет от 10 до 20 т, бульдозер

сталкивает ее в воду с верховой стороны банкета.

**5.3.22** В водоворотную зону за гирляндой допускается отсыпать материал меньшей крупности, что обеспечивает продвижение наброски вперед на расстояние от 1 до 1,5 м. После заполнения водоворотной зоны материалом с верховой стороны банкета готовят новую гирлянду, и процесс повторяется.

Целесообразно часть тяжелых бетонных массивов или камней укладывать в низовой клин банкета, чтобы создать упор для отсыпки из мелкого материала.

**5.3.23** Ширину банкета при пионерном способе следует принимать в пределах от 8 до 10 м, что обеспечивает разъезд автомобилей при движении их под разгрузку задним ходом. При значительном протяжении береговых участков банкета необходимо устраивать разворотные площадки на расстоянии от 60 до 80 м друг от друга.

**5.3.24** К моменту затопления котлована все работы по бетонным сооружениям, используемым для пропуска строительных расходов, необходимо полностью закончить. Отверстия, предназначенные для пропуска расходов в период перекрытия русла, необходимо открыть. Все остальные водопропускные сооружения гидроузла, не используемые для пропуска расхода в период перекрытия русла, следует открывать после окончания работ по размыву перемычек.

**5.3.25** Затопление котлована необходимо производить путем разборки низовой перемычки на небольшом участке по фронту с целью создания небольшой прорези для перелива по ней струи воды.

**5.3.26** Разборку низовой и верховой перемычек необходимо выполнять в спокойной воде, скорости течения потока через бетонные сооружения не должны превышать 1 м/с.

**5.3.27** В период предварительного сужения русла и его перекрытия следует проводить наблюдения за ходом отсыпки и состоянием банкета, состоянием отводящего тракта, изменением гидравлического режима реки, за ходом разборки перемычек и последующим их размывом. При фронтальном способе перекрытия необходимо вести наблюдения за формой отсыпаемого банкета, проверять и регулировать равномерность роста банкета по высоте.

**5.3.28** Наблюдения за очертанием отсыпаемого банкета необходимо проводить непрерывно с помощью эхолота и лота с дополнительным грузом. Результаты измерений необходимо сразу обрабатывать и сообщать производителям работ для корректировки очередности производственных операций.

## **5.4 Строительное водопонижение**

**5.4.1** Для ведения в котловане строительных работ насухо необходимо выпол-

нять отвод поверхностных вод и искусственное понижение уровней грунтовых вод (строительное водопонижение).

**5.4.2** При строительстве, рассчитанном на длительный срок и осуществляемом в сложных гидрогеологических условиях, следует составлять проект строительного водопонижения, включающий пояснительную записку и чертежи. При осушении небольших котлованов с помощью иглофильтров изложение всех указаний и пояснений допускается приводить на чертежах.

**5.4.3** При разработке котлована необходимо обеспечивать защиту его от поступления поверхностных вод, а также защиту откосов от размыва их местным поверхностным стоком. Поверхностные воды с окружающей территории необходимо перехватывать нагорными канавами или защитными земляными валами и отводить в водоток.

**5.4.4** Понижение УГВ следует выполнять способом открытого водоотлива (вода собирается в водосборные канавы и по ним отводится в водосборник (зумпф), из которого откачивается насосами в водоток или в водоотводящие трубы), а также способом грунтового водопонижения (иглофильтровым, скважинным и др.).

**5.4.5** При выборе способа водопонижения необходимо учитывать:

- природную обстановку (топографические, гидрогеологические и другие условия);
- размеры осушаемой территории;
- способы производства строительных работ в котловане и вблизи него, их продолжительность, опыт строительных организаций, возможность привлечения специализированных организаций;
- наличие оборудования.

В больших котлованах целесообразнее организовывать открытый водоотлив, а при продолжительных работах эффективнее глубокие скважины, лучевые водозаборы и др.

**5.4.6** Разработку крупных и глубоких котлованов при открытом водоотливе следует начинать с проходки, имеющей глубину несколько большую, чем соответствующий ярус котлована. Уклон проходки для стока воды следует выполнять противоположным направлению движения экскаватора, а в начале проходки следует устраивать зумпф.

**5.4.7** Насосы для откачки воды следует устанавливать на дне проходки, на берме или на поверхности грунта (при высоте яруса меньше высоты всасывания насоса и при большом притоке воды). При большой площади котлована в пределах одного яруса

разработки допускается устраивать несколько зумпфов и дополнительные насосные станции.

**5.4.8** По окончании разработки котлована по его контуру необходимо устраивать водосборные канавы с уклоном от 0,002 до 0,005 в сторону зумпфов и шириной по дну не менее 0,3 м. Скорости течения воды в них не должны превышать допустимые значения на размыв. Канавы разрабатывают экскаватором в направлении от зумпфа к водораздельным точкам и располагают за пределами основания сооружения так, чтобы не создавать помех для въезда и работы землеройного и другого строительного оборудования и транспорта.

**5.4.9** В устойчивых, хорошо проницаемых грунтах, а также в глинистых грунтах, обладающих внутренним сцеплением, канавы следует выполнять трапецеидального поперечного сечения, без крепления, глубиной до 1 м и шириной по дну до 0,5 м (в зависимости от ширины ковша экскаватора). В неустойчивых грунтах откосы целесообразно выполнять вертикальными, с креплением досками или пластинами, с засыпкой за них фильтрующего материала.

**5.4.10** Зумпфы следует располагать в наиболее пониженных местах на расстоянии не менее двойной глубины зумпфа от внешнего контура фундамента сооружения либо в пределах конструктивных элементов сооружений (понура и рисбермы).

**5.4.11** Плановые размеры зумпфа следует принимать из условия удобства очистки (не менее 1,5×1,5 м), а глубину — из условия погружения в воду сетки водоприемного шланга насоса при наибольшем понижении УГВ в котловане. Сетку водоприемного шланга насоса необходимо размещать так, чтобы над ней и под ней был слой воды толщиной более 0,5 м. Для ликвидации воронкообразования и обеспечения устойчивой работы насоса в колодце допускается размещать плавающий щит, закрепленный на цепях.

**5.4.12** В устойчивых грунтах зумпфы по периметру необходимо крепить досками, опирающимися на сваи, или срубом с засыпкой за них фильтрующего материала, а в оплывающих грунтах — шпунтовыми стенками с засыпкой за них фильтрующего материала. На дне зумпфа следует устраивать обратный фильтр.

**5.4.13** Емкость зумпфа следует определять притоком воды за период от 5 до 20 мин или условием обеспечения пятиминутной работы насоса в автоматическом режиме.

Количество резервных насосов для откачки воды необходимо принимать в количестве 50 % от числа работающих, но не менее одного.

**5.4.14** Для исключения суффозионных и оползневых деформаций грунта при от-

качке воды из затопленных котлованов не допускается резкое понижение в нем уровня. Скорость снижения уровня воды в котловане от 0,15 до 0,50 м/сут следует выбирать в зависимости от коэффициента фильтрации грунта и глубины котлована (большие значения — для неглубоких котлованов).

**5.4.15** При грунтовом водопонижении легкие иглофильтровые установки (ЛИУ) следует применять в неслоистых грунтах с коэффициентом фильтрации от 1 до 50 м/сут при понижении уровня грунтовых вод одной ступенью на глубину до 5 м от оси насоса (при большей глубине водопонижения иглофильтры необходимо устанавливать в нескольких уровнях).

В грунтах с коэффициентом фильтрации от 0,05 до 2 м/сут следует применять:

- установки вакуумного водопонижения (УВВ) и иглофильтры с обсыпкой при глубине понижения УГВ до 7 м;
- эжекторные иглофильтры с обсыпкой при глубине понижения УГВ до 12 м;
- эжекторные вакуумные водопонижительные установки типа ЭВВУ при понижении УГВ до 22 м в переслаивающихся водоносных и водоупорных грунтах.

Электроосмотический способ понижения УГВ целесообразен в слабопроницаемых грунтах с коэффициентом фильтрации менее 0,05 м/сут.

Скважины-колодцы следует применять в грунтах с коэффициентом фильтрации более 2 м/сут в котлованах значительной площади осушения.

Самоизливающиеся скважины различного наклона следует использовать для снятия избыточного давления в напорных водоносных горизонтах и в местах сосредоточенных выходов грунтовых вод;

**5.4.16** Иглофильтры допускается погружать гидравлическим способом или опускать в заранее пробуренные скважины в трудноразмываемых грунтах.

**5.4.17** Иглофильтры следует устанавливать по периметру выемки на расстоянии 1,5 м от бровки котлована, а по длине всасывающего коллектора – на расстоянии, кратном расстоянию между штуцерами коллектора (0,75 м), которое определяют в зависимости от расчетной производительности иглофильтра и разности уровней воды в нем и в центре осушаемой выемки.

**5.4.18** Во избежание прорыва атмосферного воздуха в вакуумные скважины иглофильтр следует заглублять минимально на 3 м. Пространство в скважине между иглофильтром и грунтом целесообразно заполнять песчано-гравийной обсыпкой, а верхнюю часть скважины тампонировать глиной. Фильтровое звено следует располагать ниже расчетного уровня воды на величину от 0,5 до 1 м.

**5.4.19** При погружении и извлечении иглофильтров гидравлическим способом

целесообразно применять иглофильтры с обсыпкой.

**5.4.20** При откачке воды из котлована необходимо проводить систематические наблюдения за состоянием дна и откосов котлована. Наблюдения следует проводить визуально, обращая внимание на:

- появление трещин, их длину по фронту откоса и скорость раскрытия;
- высоту высачивания воды;
- явления суффозии;
- конусы выноса грунта, оплывы и обрушения;
- участки сосредоточенной фильтрации.

**5.4.21** Все особенности в характере происходящих изменений дна и откосов котлована необходимо фиксировать в журнале наблюдений, а по результатам наблюдений – принимать меры для обеспечения устойчивости откосов (уменьшение скорости понижения уровня воды в котловане; укладка дренажных пригрузок на участках суффозии; включение дополнительных водопонизительных установок и другие).

**5.4.22** При эксплуатации водопонизительных систем в зимнее время следует предусматривать меры по утеплению насосного оборудования и коммуникаций, а также по опорожнению установок от воды на случай их остановки.

## **6 Земляные работы**

**6.1** При устройстве котлованов под гидротехнические сооружения следует применять способы производства земляных работ, не допускающие ухудшения природных свойств грунтов и качества подготовленного основания из-за замачивания, размыва грунтовыми и поверхностными водами, повреждения механизмами и транспортными средствами и др.

**6.2** Перерыв между окончанием разработки котлована и устройством фундамента, как правило, не допускается. При вынужденных перерывах следует принимать меры по сохранению природных свойств грунта, а зачистку дна котлована необходимо производить непосредственно перед устройством фундамента.

**6.3** Сохранение природной структуры грунтов в основании при вынужденных перерывах в работе следует обеспечивать:

- защитой котлована от попадания поверхностных вод;

- ограждением котлована водонепроницаемой стенкой (шпунтовой, бетонной, глиняной и др.) с погружением ее на 1 м в слой маловодопроницаемого грунта;
- снятием гидростатического давления путем глубинного водоотлива из подстилающих слоев с напорными грунтовыми водами;
- предупреждением притока грунтовых вод путем понижения их уровня при помощи иглофильтровых установок или водопонижающих скважин.

**6.4** При производстве земляных работ по устройству оснований гидротехнические сооружения следует учитывать требования ТКП 45-1.03-44, ТКП 45-3.04-150, ТКП 45-1.03-161, СНиП 2.02.02, СНиП 3.02.01, П16 к СНБ 5.01.01.

**6.5** Размеры котлована в плане следует назначать в зависимости от:

- размеров фундаментов бетонных сооружений, глубины их заложения;
- схем движения кранов и транспорта при бетонировании и монтаже конструкций;
- типа опалубки;
- способа водопонижения;
- места складирования материалов для монтажа и грунта для обратной засыпки.

**6.6** Для предохранения оснований сооружений при разработке котлованов от разрушения землеройными и транспортными машинами, а также от воздействия атмосферных осадков следует оставлять недобор грунта (защитный слой). Недобор грунта необходимо разрабатывать непосредственно перед началом возведения фундамента, как правило, механизированными способами (бульдозером, экскаватором со специальным зачистным ковшем или другими планировочными машинами), а последние 5-7 см в местах устройства фундаментов – бульдозером при движении задним ходом и опущенным отвалом или вручную с сохранением природного сложения грунтов оснований.

**6.7** При устройстве котлованов не допускаются переборы грунта ниже проектной отметки основания сооружения. Отдельные локальные переборы следует заполнять грунтом основания и уплотнять до естественной плотности грунта.

Грунты в основании, не соответствующие проектной плотности, после согласования с проектной организацией следует доуплотнять катками, трамбовками или другими способами.

Способ восстановления оснований, нарушенных в результате промерзания, за-

топления и при переборе более 50 см следует согласовывать с проектной организацией.

Котлованы, разрабатываемые в обводненных глинистых грунтах, следует заглублять ниже проектных отметок на величину до 40 см и выполнять втрамбовку и сплошную подсыпку щебня и гравия.

**6.8** Для ввода в забой экскаватора, въезда и выезда транспорта из глубоких выемок следует устраивать въездные траншеи с уклоном от 1:8 до 1:15 и шириной по низу при одностороннем движении транспорта грузоподъемностью до 12 т – 3,5 м, при двухстороннем движении – 7 м. Заложения боковых откосов въездной траншеи следует выбирать такими же, как и для откоса котлована, в который устраивается въезд.

Количество въездных траншей зависит от размеров котлована и схемы движения транспорта. Для удобства ведения работ, необходимо устраивать не менее двух траншей, которые рекомендуется располагать на расстоянии от 50 до 100 м друг от друга по периметру котлована.

**6.9** При строительстве сооружений на макропористых грунтах (лессовидные суглинки) основание необходимо предварительно замачивать для исключения в дальнейшем его осадки.

**6.10** При разработке выемки в зимнее время следует принимать следующие меры по предварительной защите грунта от чрезмерного промерзания:

- осушение грунта будущих выемок;
- рыхление грунта путем вспахивания с последующим боронованием;
- снегозадержание;
- утепление опавшей листвой, опилками, торфом, шлаком и др.

Не допускается применение солей.

Разработка мерзлого грунта одноковшовыми экскаваторами с вместимостью ковша до 0,65 м<sup>3</sup> допускается при толщине мерзлого слоя до 0,25 м, с вместимостью ковша более 1 м<sup>3</sup> – при толщине слоя до 0,40 м. При разработке роторными и траншейными экскаваторами допустимую толщину мерзлого слоя следует определять в зависимости от конструкции рабочих органов и мощности экскаватора.

При толщине слоя мерзлого грунта более 40 см следует выполнять его рыхление механическим дроблением (шар-, клин- и дизель-молотами, виброрыхлителями, отбойными молотками) и резанием (ножом на рукояти экскаватора с обратной лопатой, баровой машиной).

В исключительных случаях для оттаивания мерзлых грунтов допускается исполь-

зовать огневой способ, отражательные печи, паровые, водяные и электроиглы и электродный способ.

**6.11** Для повышения прочности, устойчивости и водонепроницаемости грунтов основания необходимо производить закрепление их способами цементации, глинизации, битумизации, силикатизации, смолизации и другими. Выбор способа закрепления грунта следует производить на основе технико-экономического сравнения вариантов с учетом следующих рекомендаций:

- цементация, глинизация и битумизация целесообразна в песчаных и крупнообломочных грунтах с коэффициентом фильтрации от 80 до 500 м/сут;
- смолизация – в песчаных грунтах с коэффициентом фильтрации от 0,5 до 50 м/сут;
- силикатизация одно- и двухрастворная – в песчаных грунтах с коэффициентом фильтрации от 0,5 до 80 м/сут.

**6.12** Для разработки котлованов в обводненных грунтах и подводных забоях следует применять гидромеханизацию — гидромониторный или землесосный способы разработки грунта.

Надводные забои следует разрабатывать преимущественно гидромониторным, а подводные забои — как правило, землесосным способом.

При разработке выемок землесосными снарядами необходимо следить, чтобы не было переборов грунта ниже проектной отметки фундамента. С этой целью следует оставлять защитный слой, толщина которого принимается от 0,5 до 1,5 м в зависимости от производительности земснаряда, вида грунта и глубины разработки. Этот слой следует удалять после осушения котлована. Перебор грунта необходимо устранять в соответствии с 6.7.

**6.13** При выполнении земляных работ допускается проверять соответствие природных свойств разрабатываемых грунтов предусмотренным в проекте визуально. В сомнительных случаях следует производить отбор образцов для испытаний. После проведения испытаний, в случае значительных отклонений от проектных данных необходимо вносить изменения в проект оснований и фундаментов и в проект производства работ.

В процессе разработки котлована и возведении подземных частей сооружения необходимо вести постоянный надзор за состоянием грунта, ограждений, креплений откосов, фильтрацией и соблюдением правил техники безопасности.

**6.14** Пазухи сооружений следует засыпать сразу после приемки фундаментов. Не

допускается засыпать пазухи при наличии в них воды. Засыпку пазух грунтом и его уплотнение следует выполнять с обеспечением сохранности гидроизоляции фундаментов и стен в соответствии с требованиями СНБ 5.01.01.

**6.15** В зимних условиях обратную засыпку следует производить при среднесуточной температуре воздуха не ниже минус 20 °С при условии непрерывной и интенсивной работы, не допуская смерзания грунта до его уплотнения. Не следует допускать образования мерзлой корки на поверхности слоя отсыпки. При использовании автосамосвалов для доставки грунта необходимо предусматривать обогрев кузова выхлопными газами и укрытие грунта.

Если влажность грунта ниже оптимальной, то для уплотнения до проектной плотности необходимо уменьшить толщину уплотняемого слоя, увеличить число проходов катка по одному следу, увеличить высоту сбрасывания и число ударов трамбовки.

**6.16** Контроль качества и приемку работ по устройству основания сооружения необходимо вести систематически техническим персоналом строительной организации, представителями авторского надзора и заказчика.

Результаты контроля необходимо фиксировать в журнале производства работ, в актах промежуточной проверки, в актах приемки скрытых работ и в актах приемки основания.

## **7 Возведение качественных насыпей из грунтовых материалов насухо**

**7.1** При возведении насыпей из грунтовых материалов насухо кроме правил настоящего раздела надлежит выполнять требования СНиП 3.02.01.

**7.2** Возведение насыпи, подготовка основания и сопряжений с берегами следует выполнять по техническим условиям проектной организации, включающим требования по геотехконтролю.

Непосредственно перед укладкой первого слоя из связных грунтов поверхность уплотненного основания, а также поверхность уплотненного, ранее уложенного слоя перед укладкой последующего необходимо разрыхлять на глубину не менее 3 см или смачивать. Количество воды для смачивания поверхности необходимо определять опытным путем.

**7.3** Для создания надежного контакта тела плотины с основанием необходимо

тщательно очищать поверхность основания, удалять растительный грунт, и не допускать скопления комьев и крупных фракций отсыпаемого на контакте грунта.

**7.4** Во избежание опасной контактной фильтрации противофильтрационные устройства тела плотины (ядро, экран) необходимо заглублять в грунт основания в виде зуба на глубину до 1 м.

**7.5** При устройстве в грунте основания противофильтрационных элементов (диафрагмы, шпунтового ряда и др.) их необходимо сопрягать с противофильтрационными устройствами тела плотины.

**7.6** Для плотин, возводимых из грунта неоднородного состава, содержащего в виде включений крупнообломочный материал, в ППР следует устанавливать допустимый размер этих фракций, который не должен превышать половины толщины отсыпаемого слоя грунта в уплотненном состоянии. Фракции крупнее допускаемых необходимо удалять. Обломочный материал в теле насыпи следует располагать равномерно, без образования скоплений в виде гнезд и цепочек.

**7.7** Толщину уплотняемых слоев, установленную в ППР, необходимо уточнять по результатам опытных укаток в производственных условиях.

**7.8** При возведении плотин и дамб укладку грунта следует начинать с более низких мест. Грунт при отсыпке необходимо разравнивать слоями заданной толщины с уклоном 0,01 в сторону нижнего бьефа для обеспечения стока атмосферных осадков. При отсыпке дренирующих грунтов слои необходимо укладывать горизонтально.

**7.9** Рабочую площадь возводимого сооружения или его части (верхового клина, ядра, переходной зоны, экрана и т.п.) следует разделять на горизонтальные карты, на которых последовательно производить прием грунта, разравнивание и уплотнение укладываемого слоя грунта в соответствии с ППР.

Размеры карт при отсыпке противофильтрационных элементов плотин следует назначать в зависимости от интенсивности отсыпки грунта и температуры наружного воздуха. Отдельные карты необходимо сопрягать между собой по откосу не круче 1:2.

**7.10** При возведении плотин и дамб, состоящих из нескольких зон, послойно отсыпаемых из различных грунтов, необходимо принимать меры к недопущению попадания грунта из одной зоны в другую.

**7.11** Понур допускается возводить независимо от времени укладки тела плотины. При наличии экрана понур необходимо возводить до устройства экрана или его части, примыкающей к понуру.

**7.12** В плотинах с грунтовым экраном упорные призмы следует возводить с опе-

режением настолько, чтобы укладка грунта в экран не прерывалась до окончания его возведения.

**7.13** Экраны, возводимые из глины или суглинка, необходимо укладывать горизонтальными слоями с уплотнением до требуемой плотности. Пригрузку возведенной части экрана следует осуществлять с отставанием от отсыпки экрана не более чем на 2 м по высоте.

**7.14** Возведение элементов плотин из комковатых непереувлажненных глин необходимо выполнять по техническим условиям проектной организации.

**7.15** При возведении плотин с центральным ядром, имеющим крутые откосы (до 10:1), укладку грунтов переходных зон следует осуществлять, сохраняя угол естественного откоса грунта переходных зон и последовательно смещая слои один относительно другого (укладка "елочкой").

**7.16** Укладку материала в переходные зоны (фильтры) следует производить слоями толщиной до 1 м (в рыхлом состоянии) с уплотнением грунтоуплотняющими машинами до требуемой проектом плотности.

**7.17** При возведении плотин с грунтовыми экранами и ядрами укладку переходных зон, во избежание засорения фильтрового материала грунтами противofильтрационных устройств, необходимо производить с опережением, величину которого в каждом конкретном случае следует устанавливать ППР.

**7.18** Отсыпку крупнообломочного материала в теле каменно-земляных плотин методом послойной укатки следует выполнять слоями до 3 м, если иначе не обосновано в проекте. Принятую толщину слоев следует выбирать в соответствии с техническими возможностями уплотняющих машин и механизмов.

**7.19** При отсыпке камня в текущую воду крупность и порядок отсыпки необходимо выбирать в соответствии с ПОС.

**7.20** Технические условия на возведение насыпей в зимний период года необходимо дополнять требованиями к заготовке, хранению, транспортированию, укладке и уплотнению грунта.

**7.21** Отсыпку грунтов в противofильтрационные элементы плотин (понур, ядро, экран, зуб) допускается производить при температуре воздуха до минус 20 °С при условии недопущения смерзания грунта на карте до его уплотнения. Наличие мерзлых комьев допускается не более 15 % объема отсыпаемого грунта.

Перед укладкой грунта на замерзший слой поверхность этого слоя необходимо прогревать или обрабатывать растворами хлористых солей. Глубина оттаивания должна быть не менее 3 см.

**7.22** Для обеспечения проектной плотности грунта откосы гидротехнических насыпей, подлежащих жесткому креплению, следует отсыпать с уширением от 20 до 40 см по нормали к откосу (в зависимости от средств, применяемых для уплотнения грунта). Неуплотненный грунт с откосов следует снимать и укладывать в сооружение в процессе его возведения.

При креплении откосов посевом трав, каменной наброской, отсыпкой гравия и т.п. насыпи допускается отсыпать без уширения проектного профиля.

**7.23** Контрольные пробы для определения характеристик уложенного грунта в насыпи гидротехнических сооружений следует отбирать согласно таблице 7.1.

**Таблица 7.1 – Рекомендации по отбору контрольных проб грунта**

Грунты	Метод отбора грунта	Характеристика грунта	Объем уложенного грунта на контрольную пробу
Глинистые и песчаные без крупных включений	Режущего кольца, радиоизотопный	Плотность и влажность	100-200 м <sup>3</sup>
		Прочие характеристики (для сооружений I и II классов)	20-50 тыс. м <sup>3</sup>
Гравелисто-галечниковые и мелкозернистые (с включением крупных фракций)	Шурфы (лунки)	Плотность и влажность	200-400 м <sup>3</sup>
		Гранулометрический состав	1-2 тыс. м <sup>3</sup>
		Прочие характеристики (для сооружений I и II классов)	20-50 тыс. м <sup>3</sup>

Контрольные пробы необходимо отбирать равномерно по всему сооружению в плане и по высоте, а также в местах, где можно ожидать пониженную плотность грунта.

**7.24** При контроле качества боковых призм плотины, возводимые из крупнообломочного материала ярусами, следует определять плотность и гранулометрический состав камня, для чего в каждом ярусе отрывают шурфы из расчета один шурф на 30 тыс. м<sup>3</sup> уложенного камня.

**7.25** Пробы грунта из обратных засыпок пазух фундаментов гидротехнических сооружений следует отбирать согласно 7.23, а также на расстоянии 0,2 м от фундаментов.

## **8 Возведение качественных насыпей способом отсыпки грунтов в воду**

**8.1** Способ отсыпки грунтов в воду допускается применять для возведения плотин, дамб, противофильтрационных элементов напорных сооружений в виде экранов, ядер, понуров и засыпки в сопряжениях земляных сооружений с бетонными. На возведение насыпи способом отсыпки грунтов в воду, подготовку под нее основания и сопряжений с берегами проектной организации необходимо разрабатывать технические условия, включающие требования по организации геотехнадзора.

**8.2** Отсыпку грунтов в воду следует производить пионерным способом как в искусственные, образованные обвалованием, так и в естественные водоемы. Отсыпка грунтов в естественные водоемы без устройства перемычек допускается только при скорости течения, не способного размывать и уносить мелкие фракции грунта.

**8.3** Отсыпку грунтов следует производить отдельными картами (прудками), размеры которых определяют в проекте производства работ. Оси карт укладываемого слоя, расположенные перпендикулярно оси сооружений, следует смещать относительно осей ранее уложенного слоя на величину, равную ширине основания дамб обвалования. Разрешение на создание прудков для отсыпки следующего слоя выдают строительная лаборатория и технический надзор заказчика.

**8.4** При отсыпке насыпи в естественные водоемы и прудки глубиной от уреза воды до 4 м предварительную толщину слоя необходимо назначать из условий физико-механических свойств грунтов и наличия запаса сухого грунта над горизонтом воды для обеспечения прохода транспортных средств согласно таблице 8.1.

**Таблица 8.1 – Определение толщины слоя отсыпаемого грунта**

Толщина слоя отсыпки, м	Грузоподъемность транспортных средств, т	Слой сухого грунта, см, над горизонтом воды в прудке при отсыпке		
		песков и супесей	суглинков	глин
1	10	35	40	45
	25	45	50	55
2	10	45	50	55
	25	55	60	65
3	10	55	60	65
	25	65	70	75
4	10	65	70	75
	25	75	80	85

Толщину слоя отсыпки следует корректировать в процессе возведения насыпей. При глубинах естественных водоемов от уреза воды свыше 4 м возможность отсыпки грунтов следует определять опытным путем в производственных условиях.

**8.5** Дамбы обвалования в пределах возводимого сооружения следует выполнять

из грунта, укладываемого в сооружение. Продольными дамбами обвалования могут служить переходные слои или фильтры с экранами на внутреннем откосе из водонепроницаемых грунтов или искусственных материалов.

Высоту дамб обвалования следует принимать равной толщине отсыпаемого слоя.

**8.6** При отсыпке грунтов уровень воды в прудке необходимо поддерживать постоянным. Избыток воды необходимо отводить в соседнюю карту по трубам или лоткам или перекачивать на вышележащую карту насосами.

Отсыпку необходимо производить непрерывно до полного заполнения прудка грунтом.

В случае вынужденного перерыва в работе свыше 8 ч воду из прудка необходимо удалить.

**8.7** Уплотнение отсыпаемого грунта происходит под воздействием собственной его массы и под динамическим воздействием транспортных средств и движущихся механизмов. В процессе отсыпки необходимо обеспечивать равномерное движение транспорта по всей площади отсыпаемой карты.

**8.8** При подвозке грунта скреперами сбрасывание грунта непосредственно в воду не допускается. В этом случае сбрасывание грунта в воду следует выполнять бульдозерами.

**8.9** При среднесуточной температуре воздуха до минус 5 °С работы по отсыпке грунтов в воду допускается производить по летней технологии без проведения специальных мероприятий.

При температуре наружного воздуха от минус 5 °С до минус 20 °С отсыпку грунтов следует производить по зимней технологии, выполняя дополнительные мероприятия по сохранению положительной температуры грунта. Воду в прудок необходимо подавать с температурой выше 50 °С (при соответствующем технико-экономическом обосновании).

**8.10** Размеры карт при работе по зимней технологии необходимо назначать из условий недопущения перерыва в работе; отсыпку грунтов на карте необходимо закончить в течение одного непрерывного цикла.

Перед заполнением карт водой поверхность ранее уложенного слоя необходимо очищать от снега и обеспечивать оттаивание верхней корки мерзлого грунта на глубину не менее 3 см.

**8.11** При отсыпке грунтов в воду следует контролировать:

- выполнение требований проекта и технических условий на возведение сооружений способом отсыпки грунтов в воду;
- соблюдение проектной толщины слоя отсыпки;
- равномерность уплотнения надводного слоя грунта движущимися транспортом и механизмами;
- соблюдение проектной глубины воды в прудке;
- температуру поверхности основания карты отсыпки и воды в прудке.

**8.12** Пробы для определения характеристик грунтов необходимо отбирать по одной на каждые 500 м<sup>2</sup> площади отсыпаемого слоя (подводного) толщиной более 1 м – с глубины не менее 1 м, при толщине слоя 1 м – с глубины 0,5 м (от горизонта воды в прудке).

## **9 Укрепление откосов земляных сооружений и берегоукрепительные работы**

**9.1** При строительстве каналов и возведении насыпей речных гидротехнических сооружений укрепление откосов и берегов следует выполнять, как правило, насухо.

**9.2** Укрепляемые откосы и берега необходимо в надводной части предварительно спланировать, а в подводной – протралить, очистить и в необходимых случаях спланировать.

**9.3** Отклонение отметок бровки откоса от проекта под жесткое крепление допускается  $\pm 5$  см.

Отклонение поверхности надводного откоса от проектной линии после срезки неуплотненного грунта и планировки допускается  $\pm 10$  см. Точность планировки следует определять с помощью шаблонов и визированием по колышкам, установленным через 20 м по откосу, или инструментально.

**9.4** Уплотнение основания под жесткое крепление до требуемой плотности следует осуществлять после планировки.

**9.5** При отрицательных температурах воздуха укладку фильтра или подготовку под жесткое крепление откоса следует производить из несмерзшихся несвязных грунтов, при этом необходимо соблюдать следующие условия:

- мерзлые комья размером 5 см и более следует дробить или удалять; в слоях

допускается наличие равномерно распределенных комьев размером менее 5 см не более 10 % общего объема;

- каждый слой следует укладывать сразу на всю его толщину;
- перед укладкой слоев снег и лед с основания необходимо удалить;
- во время снегопада и метелей работы по устройству обратного фильтра следует прекращать. Перед возобновлением работ необходимо удалить с откоса снег и смерзшиеся комья грунта.

**9.6** Устройство упоров, предохраняющих одежду откоса от сползания, следует выполнять до начала его укрепления.

**9.7** Укладку дробленого камня и щебня на крутых откосах следует производить укладчиками и планировщиками. Планировку бульдозером разрешается выполнять на откосах не круче, чем указано в его паспорте.

**9.8** Применение для укрепления откосов и берегов мощения из камня допускается при соответствующем технико-экономическом обосновании. Каменные крепления берегов под водой следует устраивать в виде набросок камня с естественным откосом от 1:1,25 до 1:1,5.

**9.9** Планировку каменной наброски для придания откосу требуемого профиля следует производить после ее осадки.

**9.10** Устройство монолитной бетонной и железобетонной облицовки откосов с заложением круче 1:1 необходимо производить через полосу (в две очереди) с применением опалубки, устанавливаемой по бетонным маякам.

**9.11** Устройство креплений из монолитного бетона и железобетона на земляных откосах с заложением 1:2,5 и более пологих следует выполнять согласно требованиям раздела 10.

**9.12** При укреплении откоса монолитными железобетонными плитами необходимо контролировать выполнение следующих требований:

- отклонения от установленной проектом толщины плит допускаются в пределах от плюс 8 до минус 5 мм;
- в плитах не должно быть трещин;
- между материалом заполнения швов и вертикальными гранями плит не должно быть щелей.

**9.13** Сборные железобетонные плиты следует укладывать на укрепляемый откос от подошвы к гребню сооружения. Величина выступов между смежными плитами не должна превышать 10 мм.

**9.14** При укладке сборных железобетонных плит в зимний период спланированную поверхность обратного фильтра следует предварительно очистить от снега и наледи. Плиты крепления должны равномерно прилегать к поверхности фильтра.

**9.15** Монолитное асфальтобетонное покрытие следует выполнять захватками с помощью асфальтоукладчиков на сухое непромороженное основание при температуре воздуха не ниже 5 °С. При толщине покрытия до 10 см асфальтобетонную смесь допускается укладывать в один слой, при этом, если проектом предусмотрено армирование покрытия, арматурный каркас необходимо укладывать на откос до укладки смеси и в процессе укладки контролировать проектное положение каркаса в середине уложенного слоя асфальтобетонной смеси вплоть до ее уплотнения. При толщине покрытия свыше 10 см асфальтобетонную смесь необходимо укладывать послойно с укаткой отдельных слоев до проектной плотности. Если проектом предусмотрено армирование покрытия, то каркасы следует укладывать между слоями покрытия.

Отклонения от установленной проектом толщины асфальтобетонного покрытия не должны превышать 10 %. Укладку асфальтобетонной смеси в захватку необходимо выполнять при температуре смеси от 140 °С до 120 °С. Укладка смеси, имеющей температуру ниже 100 °С, запрещается.

**9.16** Асфальтобетонную смесь следует уплотнять с помощью гладкого катка или виброкатка. Укатку следует производить до тех пор, пока каток не перестанет оставлять следов на поверхности покрытия, а плотность асфальтобетона не достигнет проектной.

**9.17** Проверку соответствия физико-механических свойств асфальтобетона и толщины его слоя требованиям проекта осуществляет строительная лаборатория путем взятия керна или вырубки остывшего асфальтобетона из расчета один керн или одна вырубка на 450 м<sup>2</sup> покрытия. Взятие кернов или вырубок в зоне уреза и колебания уровней воды запрещается. Отверстия от кернов и вырубок необходимо немедленно заделывать литым асфальтовым раствором.

**9.18** Крепление подводных откосов с заложением 1:2,5 и более пологих из железобетонных и асфальтобетонных плит следует выполнять с помощью плавучих кранов поперек откоса снизу вверх в направлении против течения реки.

**9.19** Укрепление берегов с помощью шпунтовых свай следует производить с применением рациональных технологий погружения свай и формирования шпунтовой стенки.

**9.20** Профиль шпунтовых свай, материал изготовления и типоразмер следует выбирать в соответствии с расчетной схемой с учетом всех расчетных нагрузок.

**9.21** При укреплении берега с помощью шпунтовых свай длину их необходимо принимать в соответствии с расчетом и при необходимости (в соответствии с проектом) обеспечивать водонепроницаемость стыков шпунтовых свай.

## **10 Бетонные работы**

### **10.1 Общие требования**

**10.1.1** При выполнении всего комплекса работ по приготовлению, транспортировке, подаче, укладке бетонной смеси и уходу за бетоном до достижения запроецированных характеристик бетона, а также при проведении контроля качества работ при строительстве и реконструкции монолитных бетонных и железобетонных сооружений необходимо соблюдать требования настоящего раздела, [1], а также П2 к СНиП 3.03.01.

**10.1.2** Организация и технология выполнения бетонных работ, а также применяемые материалы должны обеспечивать качество бетонных гидротехнических сооружений и конструкций, полностью удовлетворяющих требованиям проекта по прочности на сжатие и растяжение, водонепроницаемости, морозостойкости, стойкости к агрессивному воздействию воды, деформативным характеристикам, трещиностойкости и сдвиговым характеристикам.

**10.1.3** Транспортирование бетонной смеси от бетонного завода к месту укладки следует производить с применением средств и механизмов, предусмотренных ППР. Способы транспортирования бетонной смеси должны гарантировать сохранение однородности, необходимой степени подвижности бетонной смеси и заданной температуры.

**10.1.4** Укладку бетонной смеси в блоки бетонирования необходимо выполнять в последовательности, указанной в ППР. Размеры блоков бетонирования и тип разрезки сооружения на блоки бетонирования необходимо назначать, исходя из расчетной интенсивности бетонных работ и термонапряженного состояния бетона в строительный и эксплуатационный период.

**10.1.5** При разработке ППР бетонных работ необходимо предусматривать возможность совмещения строительных швов с температурно-осадочными конструктивными швами для увеличения плановых размеров блоков бетонирования и сокращения объемов опалубочных работ.

**10.1.6** Качество бетонной смеси и бетона при строительстве необходимо систематически контролировать службой контроля качества и строительной лабораторией.

**10.1.7** Документацию строительной лаборатории и службы контроля качества следует сохранять и предъявлять государственной приемочной комиссии при сдаче объекта в эксплуатацию, а затем передавать заказчику. Документация должна состоять из материалов, необходимых для выводов о заданных проектом свойствах бетона в сооружениях, однородности и монолитности, а также обо всех производственных факторах, имеющих значение для оценки качества бетона.

## **10.2 Приготовление бетонной смеси**

**10.2.1** Рабочие составы (рецептуры) бетонной смеси, передаваемые лабораторией на бетонный завод, необходимо согласовывать с проектной организацией и утверждать главным инженером строительства.

**10.2.2** За приготовлением бетонной смеси следует систематически вести наблюдения и своевременно корректировать составы бетонной смеси в соответствии с изменениями в технологии бетонных работ и характеристиками реально используемых материалов для бетона.

**10.2.3** Дозирование составляющих бетонной смеси следует производить по массе.

**10.2.4** Количество воды в замесе следует устанавливать с обязательным учетом фактической влажности заполнителей, особенно песка, и корректировать строительной лабораторией.

**10.2.5** При опорожнении бетоносмесителя необходимо применять меры против расслоения выгружаемой бетонной смеси. Для этого рекомендуется устанавливать направляющие устройства так, чтобы поток выгружаемой бетонной смеси направлялся вертикально в центр раздаточного бункера, бады или транспортных средств.

**10.2.6** Бетонная смесь по выходе из бетоносмесителя должна иметь температуру, установленную проектом, в зависимости от наружной температуры воздуха, вида транспорта, бетонируемой конструкции и местных условий.

## **10.3 Транспортирование бетонной смеси**

**10.3.1** Транспортирование бетонной смеси необходимо осуществлять таким образом, чтобы смесь на месте укладки имела заданную подвижность (жесткость).

**10.3.2** Необходимую подвижность бетонной смеси при выпуске ее бетонным заводом и предельно допустимую продолжительность транспортирования бетонной сме-

си необходимо устанавливать строительной лабораторией в зависимости от температуры наружного воздуха и смеси, а также применяемых составов бетона.

**10.3.3** Способы транспортирования бетонной смеси до блока бетонирования, определяемые ППР, следует увязывать с возможностями бетонного хозяйства, характеристиками применяемых бетонных смесей и необходимостью обеспечивать требуемую интенсивность бетонных работ. Для транспортирования смеси необходимо использовать, как правило, специализированные средства (автобетоновозы, автобетоносмесители).

**10.3.4** Транспортные средства должны:

- обеспечивать возможность перемещения бетонных смесей с заданной крупностью зерен заполнителей с требуемой подвижностью;
- предохранять смесь от воздействия атмосферных осадков, высоких и низких температур воздуха, от ветра и солнечной радиации;
- предотвращать быструю потерю подвижности смеси и ухудшение ее однородности;
- исключать потери цементного раствора и смеси в пути и при перегрузке;
- обеспечивать минимальные затраты времени от момента приготовления смеси до ее поступления на место укладки.

**10.3.5** Транспортировать бетонную смесь на расстояние более 15 км следует в автобетоносмесителях. Применение автобетоновозов-самосвалов при транспортировании на расстояние более 15 км допускается при условии использования в бетонной смеси добавок – замедлителей схватывания.

**10.3.6** Полезную емкость транспортного средства следует выбирать кратной объему замеса бетоносмесителя.

**10.3.7** Разгрузку применяемых транспортных средств следует производить постепенно, в пределах от 15 до 30 с; при этом транспортные средства должны обеспечивать полное их опорожнение от бетонной смеси. Не допускается в процессе очистки кузовов автосамосвалов, а также бадей и бункеров подвергать их ударному воздействию ручным инструментом: кувалдами, ломami и др. При разгрузке автосамосвалов следует применять вибраторы.

**10.3.8** Очистку и промывку транспортных средств и бадей от налипшей бетонной смеси следует производить не реже одного раза в смену на специально отведенных пунктах.

**10.3.9** Ленточные конвейеры допускается применять как для транспортирования

бетонной смеси, так и для ее распределения по блоку бетонирования.

**10.3.10** Применение бетононасосов, совмещающих горизонтальное и вертикальное транспортирование бетонной смеси, рекомендуется при бетонировании густоармированных конструкций и труднодоступных мест (мостов, зданий ГЭС, подпорных стен и других конструкций).

**10.3.11** Соотношение между максимальным размером крупного заполнителя и внутренним диаметром трубопровода необходимо принимать:

- не менее 1:2..... для гравия;
- » » 1:3 ..... » щебня.

**10.3.12** Подбор состава бетонной смеси следует осуществлять строительной лабораторией. За оптимальный состав следует принимать тот, который позволяет получать удобоукладываемую смесь, обеспечивающую требуемые свойства бетона при минимальном расходе цемента.

**10.3.13** Для густо армированных железобетонных конструкций, где уплотнение бетонной смеси затруднено, допускается применение бетонных смесей повышенной пластичности, а в тех случаях, когда расположение арматуры препятствует применению вибраторов, то, по согласованию с проектной организацией допускается применение бетонных смесей с осадкой нормального конуса от 22 до 24 см без виброуплотнения.

**10.3.14** Способы подачи бетонной смеси в блоки бетонирования необходимо устанавливать в проектах производства бетонных работ исходя из особенностей конструкции сооружения, топографии, геологии строительной площадки, а также из предъявляемых требований к бетонной смеси, принимаемой толщины укладываемых слоев и допустимой продолжительности их перекрытия.

Для подачи бетонной смеси следует использовать:

- автосамосвалы, осуществляющие только подачу бетонной смеси или совмещающие транспортирование смеси и ее подачу;
- краны, установленные вблизи сооружений, а также на самих сооружениях;
- ленточные конвейеры, бетононасосы и пневмонагнетатели, совмещающие транспортирование и подачу бетонной смеси.

**10.3.15** Для подачи бетонной смеси следует применять два типа бадей:

- неповоротные, перемещаемые от мест загрузки в транспортных средствах;
- поворотные (опрокидные), загружаемые в горизонтальном положении и перемещаемые кранами в блоки бетонирования в вертикальном положении.

**10.3.16** Во избежание возможного расслоения бетонной смеси при подаче ее в блок бетонирования в бадьях высота свободного падения смеси, м, должна быть минимальной и не должна превышать:

- 6.....для неармированных конструкций;
- 2 ..... » армированных конструкций;
- 1.....при подаче смеси на перекрытия различных помещений, потерн и галерей.

При крупности заполнителя от 80 до 120 мм свободное сбрасывание бетонной смеси с высоты от 3 до 6 м допустимо только при ее подвижности от 2 до 4 см по осадке конуса.

#### **10.4 Опалубочные работы**

**10.4.1** Выбор типа и конструкции опалубки следует производить на основании технико-экономических расчетов с учетом:

- типов и размеров бетонируемых конструкций;
- требований, предъявляемых к опалубливаемым поверхностям;
- способа производства работ.

**10.4.2** Независимо от типа и материала опалубки ее обшивку, примыкающую к бетону, следует выбирать плотной и гладкой; утечки цементного раствора и цементного теста не допускаются.

Нестроганая опалубка допускается только при применении абсорбирующей облицовки.

**10.4.3** Установку опалубки необходимо выполнять с соблюдением следующих требований:

- стропы для монтажа опалубки или захватные приспособления грузоподъемных механизмов необходимо закреплять в местах, предусмотренных проектом и отмеченных яркой краской;
- освобождение устанавливаемых элементов опалубки от крюка или захватного приспособления грузоподъемного механизма допускается только после их временного или постоянного закрепления в проектом положении;
- способы закрепления опалубки и несущих ее конструкций должны обеспечивать требуемую точность и неизменяемость формы бетонируемого сооружения;
- крепление несущих элементов, тяжей и расчалок к ранее забетонированным блокам необходимо производить с учетом прочности бетона, достигаемой к моменту передачи нагрузки на эти крепления;

– тяжи, стяжки и другие элементы креплений не должны препятствовать бетонированию;

– перед началом бетонирования на опалубке следует нанести отметки верха блока и другие необходимые обозначения.

**10.4.4** Для облегчения распалубки лицевую поверхность опалубки следует покрывать составами, уменьшающими ее сцепление с бетоном, но не ухудшающими его качества (известковое молоко, меловая эмульсия для деревянной опалубки, отработанное машинное масло – для металлической).

**10.4.5** При приемке установленной опалубки необходимо проверять:

– правильность установки и закрепления опалубки, включая все ее элементы в соответствии с проектом;

– плотность сопряжений как отдельных элементов в щитах опалубки, так и сопряжений между ними и ранее уложенным бетоном.

Проверку правильности установки опалубки следует производить, как правило, с применением геодезических инструментов.

**10.4.6** При применении в качестве опалубки сборных бетонных и камнебетонных блоков или железобетонных плит с расчетной или конструктивной арматурой, жестко соединяемых с бетоном сооружения, следует соблюдать следующие требования:

– поверхность опалубочного блока или плиты, обращенная к укладываемому бетону, должна быть шероховата и очищена от грязи и наледи, а металлические закладные детали – от отслаивающейся ржавчины;

– после придания армоплитам проектного положения и их раскрепления промежутки между ними с наружной стороны необходимо закрывать нащельниками, которые после бетонирования снимают;

– в зимнее время перед началом бетонирования опалубочные бетонные блоки необходимо отогревать до положительных температур на глубину не менее 100 мм; необходимое для этого время и температурный режим следует устанавливать строительной лабораторией.

**10.4.7** В процессе бетонирования любого гидротехнического сооружения следует вести постоянное наблюдение за состоянием установленной опалубки.

При обнаруженных деформациях или смещении отдельных элементов опалубки необходимо немедленно принимать меры к их устранению и, в случае необходимости,

к временному прекращению бетонирования.

**10.4.8** Распалубливание блоков допускается при достижении бетоном прочности не менее 1,5 МПа и при условии соблюдения требований теплового режима блока.

**10.4.9** Удаление опалубки необходимо производить способами, исключающими возможность повреждения распалубливаемых поверхностей бетона, а также самой опалубки.

**10.4.10** Щиты, снимаемые при помощи грузоподъемных механизмов, необходимо предварительно отделять от бетона.

**10.4.11** При повторном использовании опалубки ее необходимо обязательно очищать от старого бетона и, в случае необходимости, ремонтировать.

### **10.5 Подготовка блоков к бетонированию**

**10.5.1** Подготовку естественного грунтового основания к бетонированию необходимо осуществлять в осушенном котловане с соблюдением всех требований ППР.

**10.5.2** При бетонировании блока на основании, имеющем выходы напорных грунтовых вод, следует прибегать к их каптированию и отводу за пределы блока. В дальнейшем очаги фильтрующей воды необходимо тампонировать растворами или бетонами с использованием быстросхватывающихся цементов или смесями с жидким стеклом, алюминатом натрия и др.

В случаях устройства водоотводных труб на последних необходимо устанавливать заглушки.

**10.5.3** Для обеспечения прочного и плотного сцепления ранее уложенного бетона со свежееукладываемым горизонтальные поверхности блоков необходимо подготавливать следующим образом:

- удалять поверхностную цементную пленку;
- удалять опалубку штраб, пробки и другие деревянные закладные части;
- наплывы и раковины вырубать до монолитного, без трещин бетона;
- удалять пятна мазута, нефти, битума, масла;
- поверхность бетона очищать от сора и пыли, после чего промывать струей воды под напором и продувать сжатым воздухом.

**10.5.4** Обработку горизонтальных поверхностей бетона, как правило, следует производить до установки в блоках опалубки и арматуры с применением высокопроизводительной техники.

После установки опалубки и арматуры и их очистки от грязи и отслаивающейся

ржавчины бетонное основание блоков следует повторно промыть, продуть сжатым воздухом и полностью удалить воду.

**10.5.5** На вертикальных и наклонных поверхностях строительных швов, в дальнейшем подлежащих омоноличиванию цементацией, следует после снятия опалубки удалять наплывы и имеющиеся уступы. Обнаруженные раковины, а также зоны пористого бетона следует расчищать до монолитного, без трещин бетона и заделывать цементным раствором с затиркой поверхности. Указанные работы необходимо закончить за трое суток до бетонирования смежного блока.

**10.5.6** Работы по установке опалубки, арматуры, а также по возобновлению бетонирования после вынужденного перерыва (консервации) следует производить по приобретению ранее уложенным бетоном прочности не менее 2,5 МПа. При этом необходимо выполнить все работы, предусмотренные подготовкой блоков перед бетонированием.

**10.5.7** После окончания работ по подготовке блока к бетонированию комиссия в составе представителей строительной лаборатории, заказчика и проектной организации должна проверить результаты выполнения скрытых работ с составлением актов по:

- подготовке основания, гидроизоляционных и цементационных устройств, контрольно-измерительной аппаратуры;
- правильности установки опалубки, арматуры, закладных частей (соответствия рабочим чертежам);
- готовности средств производства работ по укладке бетона;
- обеспеченности средствами по уходу за бетоном после его укладки, включая теплозащиту.

**10.5.8** В случае перерыва между приемкой блока и началом укладки бетона более одной смены освидетельствование готовности блока к бетонированию необходимо произвести вторично.

## **10.6 Укладка и уплотнение бетонной смеси**

**10.6.1** До начала бетонирования блока необходимо определить:

- состав бетонной смеси и показатели ее подвижности (жесткости) у места укладки;
- способы подачи, разравнивания и уплотнения бетонной смеси;
- толщины слоев и направление их укладки;
- предельно допустимые сроки перекрытия слоев бетонной смеси в блоке;

- минимальную и среднюю расчетную интенсивность подачи бетонной смеси с проверкой обеспеченности интенсивности подачи смеси транспортными средствами;
- потребность в механизмах (в том числе резервных) и рабочей силе для подачи, распределения, уплотнения бетонной смеси и выполнения необходимых вспомогательных работ в процессе бетонирования.

**10.6.2** Разравнивание и уплотнение бетонной смеси в блоках массивных сооружений следует вести механизированными способами.

Ручные вибраторы следует использовать для немассивных конструкций, в мелких стесненных блоках, когда их площадь не превышает  $20 \text{ м}^2$  или при низкой интенсивности бетонирования –  $10 \text{ м}^3/\text{ч}$  и менее.

В густоармированных конструкциях по согласованию с проектной организацией допускается использовать литые бетоны без вибрационного уплотнения или высокопластичные бетонные смеси, укладка которых может вестись, например, бетононасосами с бетонораспределителями с проработкой смеси ручными вибраторами в углах и по наружному контуру конструкции.

**10.6.3** Толщину укладываемых слоев бетонной смеси следует указывать в ППР в соответствии с техническими характеристиками механизмов, применяемых для разравнивания и уплотнения смеси, при принятой разрезке сооружения на блоки и принятой величине средней расчетной интенсивности подачи смеси в блоки.

При всех применяемых способах укладки бетонной смеси в блоки в процессе бетонирования необходимо соблюдать требуемые предельно допустимые сроки перекрытия свежееуплотненного слоя новым слоем с заданной в проекте обеспеченностью.

**10.6.4** Толщину укладываемых слоев бетонной смеси необходимо согласовывать с типом уплотняющего оборудования.

**10.6.5** При наклонной поверхности основания бетонируемого блока укладку смеси следует начинать во всех случаях с пониженной части блока.

**10.6.6** Положение поверхности укладываемых слоев бетонной смеси и соответствие их принятой толщине следует проверять по заранее нанесенным на опалубке отметкам. При этом следует учитывать, что высота слоя малоподвижной бетонной смеси до разравнивания должна составлять (из-за осадки при уплотнении) от 1,05 до 1,10 высоты уплотненного слоя.

**10.6.7** При укладке бетонной смеси необходимо следить, чтобы выше расположенная опалубка и арматура не загрязнялись бетоном и систематически от него очищались.

**10.6.8** В процессе бетонирования блока поверхность уплотненной бетонной смеси необходимо защищать синтетическими пленками, брезентом или другими способами от попадания дождевой воды и действия солнечной радиации. Размытый бетон необходимо удалять.

Допускаются транспортирование и укладка бетонной смеси при морозящем дожде (интенсивность осадков не более 0,08 мм/мин); при этом поверхность уложенной бетонной смеси допускается оставлять открытой не более 0,5 ч.

**10.6.9** Толщина слоя при уплотнении с помощью ручного вибратора не должна превышать 0,5 м; при перекрытии слоев вибратор следует заглублять в ранее уложенный бетон не менее чем на 5 см.

В стесненных местах блоков массивных сооружений, в которых основной объем бетонной смеси уплотняется пакетами вибраторов, допускается укладка и проработка слоев смеси толщиной до 75 см ручными вибраторами. Шаг перестановки вибраторов при этом не должен превышать 0,5 радиуса его действия. В каждом случае необходимо уточнять радиус действия вибратора.

**10.6.10** Продолжительность уплотнения с применением вибраторов необходимо уточнять строительной лабораторией непосредственно на месте работ по визуальным признакам, характеризваемым прекращением осадки смеси и выделения воздушных пузырьков на поверхности. Не допускается расслоение смеси, т. е. скопление растворной ее составляющей на поверхности и у вибратора.

При обнаружении признаков расслоения время уплотнения с применением вибраторов необходимо сокращать, а состав бетона проверять на расслаиваемость.

**10.6.11** При уплотнении бетонной смеси ручной вибратор следует погружать вертикально или под углом от 20° до 30° к вертикали в предварительно разровненную смесь и выдерживать в погруженном состоянии в течение от 15 до 30 с. Извлекать вибратор следует медленно, со скоростью от 2 до 4 м/мин.

Разравнивание бетонной смеси ручным вибратором не должно приводить к ее расслоению.

**10.6.12** При уплотнении смеси у вертикальных стенок вибратор следует располагать так, чтобы его ось лежала в вертикальной плоскости, параллельной поверхности стенки, к которой примыкает уплотняемая смесь. Расстояние между корпусом вибратора и поверхностью примыкания должно быть от 8 до 10 см.

**10.6.13** В тех случаях, когда при погружении вибратора в смесь корпус касается скального основания, затвердевшего бетона или закладных частей, работа в контакте с препятствием допускается не более 2 с.

**10.6.14** Продолжительность цикла уплотнения бетонной смеси обуславливается принятым типом вибраторов, составом и подвижностью бетонной смеси, она устанавливается непосредственно в производственных условиях.

**10.6.15** В отдельных случаях в неармированные массивные сооружения III и IV классов капитальности допускается втапливание крупных камней — «изюма». В качестве «изюма» могут быть использованы обломки скалы, валуны и камни размерами от 150 до 400 мм, удовлетворяющие требованиям по чистоте, прочности и плотности к крупному заполнителю для бетона гидротехнических сооружений.

Распределение «изюма» в бетонируемом блоке следует производить с помощью крана и вручную. Общее количество «изюма» в бетонируемых блоках не должно превышать 15 %.

**10.6.16** Укладку бетонной смеси с применением вакуумирования необходимо выполнять в соответствии с ППР; при этом следует предусматривать использование переносных вакуум-щитов, укладываемых на открытой горизонтальной поверхности бетона, или вакуум-опалубки.

**10.6.17** Степень уплотнения износостойкого бетона должна быть не ниже 0,98. Для окончательной отделки износостойкого бетона рекомендуется применение виброреек, обеспечивающих заглаживание поверхности бетона.

## **10.7 Уход за бетоном**

**10.7.1** При производстве бетонных работ обязателен комплекс мер по уходу за уложенным бетоном, обеспечивающий:

- создание и поддержание температурно-влажностного режима, необходимого для приобретения бетоном требуемых проектом прочности и долговечности в установленные сроки, а также предотвращающего значительные температурно-усадочные деформации и образование опасных трещин;

- предохранение бетона в начальный период его твердения от ударов, сотрясений и повреждений в ходе строительно-монтажных работ.

**10.7.2** Мероприятия по уходу за бетоном, порядок и сроки их проведения, последовательность и сроки распалубки конструкций следует устанавливать в ППР.

**10.7.3** Влажностный уход за свежеложенным бетоном в летнее время необходимо выполнять для поддержания открытых поверхностей в постоянно влажном состоянии путем распыления над ними воды, создания на них тонкой водяной пленки, заливки их водой или укрытия песком (или другим влагоемким материалом), систематически увлажняемым в процессе твердения бетона.

**10.7.4** Сроки и способы влажностного ухода за бетоном в летнее время следует назначать в зависимости от:

- местных климатических условий;
- типов применяемых цементов, составов бетонных смесей, водоцементных отношений и зон бетонирования, добавок поверхностно-активных веществ, добавок, регулирующих сроки схватывания цементов и бетонных смесей, установленных проектом.

Как правило, уход за свежеложенным бетоном гидротехнических конструкций следует начинать сразу же после достижения бетоном прочности 0,5 МПа и продолжать не менее 14 суток либо до перекрытия следующим блоком.

Влажностный уход за кавитационностойким, износостойким бетоном и бетоном, к которому предъявляются требования высокой морозостойкости (F200 и выше), необходимо продолжать не менее 28 суток.

**10.7.5** При бетонировании в жаркую и сухую погоду открытую поверхность свежеложенной бетонной смеси сразу же после ее укладки и уплотнения в не защищенных шатром массивных блоках и конструкциях типа плит необходимо укрывать паронепроницаемой (полиэтиленовой) светлой пленкой толщиной от 0,15 до 0,20 мм на период от 6 до 8 ч, после чего следует начинать систематический влажностный уход за бетоном посредством полива водой.

В жаркую и сухую погоду на период ухода за бетоном неснятая деревянная опалубка должна также постоянно находиться во влажном состоянии.

**10.7.6** В отдельных случаях, при специальном обосновании в ППР, уход за бетоном допускается осуществлять посредством покрытия наружных поверхностей сооружений или конструкций специальными пленкообразующими составами. Пленкообразующие эмульсии следует наносить не ранее чем через 2 ч после укладки бетона с помощью краскопультов или пневматических пистолетов-разбрызгивателей.

**10.7.7** В осеннее и весеннее время года, когда среднесуточная температура наружного воздуха составляет около 5 °С и возможны заморозки, влажностный уход за бетоном следует заменять укрытием паро- или гидроизоляционными материалами (полиэтиленовая пленка, толь и т. п.); при необходимости поверх них следует устраивать теплоизоляционный слой.

**10.7.8** С целью предохранения свежеложенного бетона от повреждений необходимо соблюдать следующие условия:

- работы на поверхности уложенного блока по уходу и по удалению цементной пленки до достижения бетоном прочности на сжатие 1,5 МПа следует выполнять с

применением дощатых настилов;

- механизированное удаление цементной пленки следует начинать только после достижения бетоном прочности на сжатие не менее 1,5 МПа;
- установку и перестановку опалубки производить, как правило, после достижения бетоном прочности на сжатие 2,5 МПа;
- перемещение по поверхности свежееуложенного бетона транспортных средств (бетоновозов и т. п.) и механического оборудования допускается только после достижения бетоном прочности на сжатие не менее 2,5 МПа;
- при производстве вблизи забетонированных конструкций взрывных работ паспорт буровзрывных работ необходимо согласовывать с генпроектировщиком.

**10.7.9** Сроки распалубки блоков следует устанавливать в проекте в зависимости от требований к температурному режиму блоков и от условий их загрузки.

Закрепление конструкции опалубки в свежееуложенный бетон с применением тяжей и анкеров следует производить при прочности бетона на сжатие не менее 2,5 МПа.

**10.7.10** В случае обнаружения дефектов бетона (раковин, каверн, трещин) причины их появления (неправильно подобранный состав бетонной смеси, нарушение правил ее приготовления, недостаточное уплотнение бетонной смеси, неправильный уход за бетоном и т. д.) необходимо устанавливать и устранять.

**10.7.11** Обнаруженные в уложенном бетоне дефекты следует исправлять в соответствии с требованиями проекта или указаниями строительной лаборатории (технической инспекции).

**10.7.12** Поверхностные раковины в уложенных блоках необходимо обязательно расчищать до монолитного, без трещин бетона. Расчищенные раковины на лицевых поверхностях блока следует заполнять либо бетонной смесью той же марки, что и в конструкции, но с крупностью заполнителя до 20 мм, либо заделывать методами торкретирования или набрызг-бетона в соответствии с требованиями проектной организации.

**10.7.13** Бетон, к которому в проекте сооружения предъявляются требования водонепроницаемости, при удельном водопоглощении более 0,01 л/(м<sup>3</sup>·мин) следует подвергать цементации до поднятия напора воды.

**10.7.14** В проекте производства бетонных работ при возведении монолитных бетонных и железобетонных гидротехнических сооружений необходимо предусматривать

комплекс конструктивных решений, технологических средств и приемов для регулирования температурного состояния бетонной кладки в целях:

- создания благоприятных условий твердения;
- предотвращения опасного трещинообразования в периоды строительства и эксплуатации;
- температурной подготовки сооружения к омоноличиванию швов, если такое омоноличивание необходимо по условиям статической работы сооружения.

**10.7.15** Создание предусмотренных в проекте температурного режима и термонапряженного состояния бетонной кладки следует достигать с помощью комплекса конструктивных решений и технологических средств, осуществляемых при возведении сооружения.

К конструктивным решениям следует относить:

- выбор типа сооружения или конструкции с учетом требований к их трещиностойкости и возможности их выполнения в зависимости от климатических и других местных условий;
- разрезку сооружения температурно-осадочными конструктивными и временными строительными швами;
- рациональное размещение и конструктивное оформление необходимых отверстий и полостей в сооружении;
- армирование бетона.

К технологическим средствам следует относить:

- регулирование тепловыделения бетона;
- подогрев и охлаждение бетонной смеси,
- регулирование температуры уложенного бетона;
- защиту поверхностей бетона от интенсивного охлаждения и нагрева (устройство шатров над бетонируемыми блоками, применение утепленной опалубки, укрытие горизонтальных поверхностей синтетическими пленками и т. д.);
- варьирование высоты блоков бетонирования и интервалов их перекрытия;
- соблюдение требований по влажностному уходу за уложенным бетоном;
- повышение прочности бетона на растяжение, его однородности и снижение модуля деформации бетона.

**10.7.16** Размеры блоков в плане необходимо определять на основе технико-экономического сопоставления вариантов, в которых конструкция сооружения, схема

производства работ, разрезка на блоки бетонирования, интенсивность бетонных работ и комплекс средств регулирования температурного режима и термонапряженного состояния бетонной кладки должны быть взаимоувязаны.

Высоту блоков и интервал их перекрытия следует назначать в зависимости от:

- зоны укладки;
- сезона и времени бетонирования;
- температурного состояния нижележащих блоков;
- состава мероприятий регулирования температурного режима.

Высоту блоков следует назначать кратной толщине слоев бетонирования.

**10.7.17** К бетонной кладке массивных или армированных гидротехнических сооружений при их возведении необходимо предъявлять требования по температурному режиму, которые в каждом конкретном случае определяются расчетом.

**10.7.18** Регулирование тепловыделения бетонной кладки следует осуществлять как путем уменьшения общего количества тепла экзотермии, выделяющегося при твердении бетона, так и изменением кинетики тепловыделения. Это следует достигать за счет:

- использования специальных цементов (цементы с умеренной и низкой экзотермией);
- снижения расхода цемента в бетоне;
- применения пластифицирующих и воздухововлекающих добавок, золы уноса, добавок, замедляющих или ускоряющих твердение бетона и т. п.

**10.7.19** Снижение температуры бетонной смеси в летнее время необходимо осуществлять за счет:

- охлаждения воды затворения;
- замены части воды затворения искусственным льдом;
- охлаждения крупного заполнителя;
- охлаждения песка.

**10.7.20** Искусственное охлаждение уложенного бетона следует осуществлять двумя способами:

- поверхностным;
- внутренним (трубным).

**10.7.21** Поверхностное охлаждение уложенных блоков следует осуществлять по-

средством их полива водой или увлажнения.

Как средство регулирования температурного режима, поверхностное охлаждение рекомендуется для блоков высотой до 1,5 м. При этом для блоков высотой более 1,0 м эффективность поверхностного охлаждения необходимо устанавливать в каждом конкретном случае расчетом или проведением опытных работ.

**10.7.22** При поверхностном охлаждении необходимо обеспечивать равномерное распределение воды на поверхности бетона с разностью температур не более 4 °С. Сухие места (пятна) на поверхности бетона не допускаются.

В наиболее жаркие месяцы следует использовать полив, а в остальное теплое время года – увлажнение.

**10.7.23** Полив следует осуществлять выпуском воды при малом напоре из специальных перфорированных или оснащенных струйными и дождевальными насадками труб. Ориентировочный расход воды на 1000 м<sup>2</sup> поверхности блока, л/с, составляет

- от 5 до 10.....в условиях затенения шатром;
- » 15 » 20.....на незатененных участках.

Для организации стока воды с горизонтальных поверхностей им целесообразно придавать небольшой уклон (не более 0,3 %) в любом направлении, приемлемом для производства работ. Воду следует отводить в специальные коллекторы через вертикальные сливные трубы.

**10.7.24** Полив бетона следует начинать не ранее 8 ч и не позднее 12 ч или непосредственно после снятия цементной пленки и осуществлять непрерывно с прекращением за 12 ч до укладки смежного по высоте блока или после достижения требуемой температуры в блоке. После этого поверхность бетона необходимо поддерживать во влажном состоянии непосредственно до момента укладки бетона.

**10.7.25** При использовании увлажнения как способа регулирования температуры бетона его поверхность следует возможно более полно насыщать водой, и это состояние поверхности необходимо поддерживать систематически до перекрытия блока смежным по высоте.

**10.7.26** Увлажнение следует осуществлять посредством периодического полива поверхности бетона водой из шлангов с водораспыляющими насадками или другими техническими средствами, не допускающими размыва поверхности бетона (ориентировочный расход воды на 1000 м<sup>2</sup> поверхности блока, л/с, составляет:

- от 0,02 до 0,05.....в условиях затенения шатром;

- » 0,10 » 0,30.....на незатененных участках.

### **10.8 Производство бетонных работ в зимних условиях**

**10.8.1** Особые требования к производству бетонных работ при отрицательной температуре наружного воздуха или основания необходимо предъявлять при наличии одного из следующих условий:

- среднесуточная температура наружного воздуха ниже 0° С;
- минимальная суточная температура наружного воздуха минус 5° С и ниже;
- температура основания, подготавливаемого для укладки на него бетона, ниже 0° С.

**10.8.2** Производство бетонных работ в зимних условиях необходимо вести так, чтобы при строгом соблюдении заданных в проекте требований по сохранению монолитности сооружения обеспечивать получение в заданные сроки бетона с предусмотренными проектом прочностью, водонепроницаемостью и морозостойкостью.

Для выполнения этого необходимо:

- сохранение положительных температур как бетонной смеси в процессе укладки, так и уложенного бетона;
- обеспечение необходимого температурного режима в процессе твердения бетона;
- ограничение температурного перепада между ядром и поверхностью блока при выдерживании бетона в опалубке и между ядром блока и наружным воздухом при его распалубке.

**10.8.3** При проектировании температурного режима твердения бетона необходимо обеспечивать до замораживания не менее 40 % его марочной прочности для класса В20 или выше, и не менее 50 % – для более низких марок, если в проекте не предусмотрены другие требования. Прочность к моменту возможного замораживания гидротехнического бетона всех марок необходимо указывать в ППР.

**10.8.4** Укладку бетонной смеси в зимнее время следует производить либо в открытых блоках методом «термоса», либо под защитой шатров, или в тепляках.

**10.8.5** Перед переходом на зимний режим работы необходимо:

- заблаговременно составить проект производства бетонных работ с расчетами теплового баланса бетонируемых блоков, потребности в электроэнергии, паре, топливе, теплоизоляционных материалах и др.;
- обеспечить готовность котельных, паропроводов, калориферов, устройств для подогрева материалов, утепления и отопления бетонных заводов, средств утепления

блоков, помещений для обогрева рабочих.

**10.8.6** Как правило, в зимнее время следует приготавливать бетонную смесь заданных марок тех же составов, что и в летнее время, с применением поверхностно-активных добавок, дозировка которых уточняется строительной лабораторией. При этом для приготовления бетона следует использовать цемент, активность которого должна быть не ниже номинальной марочной.

**10.8.7** Температуру бетонной смеси при отправке ее с бетонного завода следует устанавливать с учетом потерь тепла ею при транспортировании и укладке в зависимости от условий строительства.

**10.8.8** Бетонная смесь при подаче ее в блоки, бетонируемые под защитой шатров или тепляков, должна иметь при укладке температуру не ниже 5 °С.

**10.8.9** Бетонную смеси следует приготавливать на заполнителях, не содержащих льда, снега и мерзлых комьев.

**10.8.10** Температуру бетонной смеси при отправке с бетонного завода следует регулировать подогревом ее составляющих.

Максимальная температура подогрева, °С, не должна превышать:

- 85 .....для воды;
- 60..... » песка;
- 50..... » крупных заполнителей.

**10.8.11** При транспортировании бетонной смеси необходимо принять меры по предохранению ее от переохлаждения:

- погрузку, транспортирование и разгрузку бетонной смеси следует производить без задержек;
- при транспортировании бетонной смеси автосамосвалами их кузова следует обогревать выхлопными газами, а также укрывать утепленными крышками;
- при подаче бетонной смеси в блоки непрерывно-поточным способом весь тракт от бетонного завода до блока бетонирования необходимо надлежащим образом утеплять, а температуру по всей его длине необходимо поддерживать около 5 °С;
- при подаче бетонной смеси бетононасосами помещения для них следует отапливать, бетоноводы на всем своем протяжении необходимо утеплять, а перед началом работы – отогревать горячим воздухом или острым паром;
- бадьи, бункера, хоботы и другое оборудование, находящееся на открытом воздухе, следует в необходимых случаях утеплять и периодически отогревать горячим воздухом от калориферов или другими способами не реже одного раза в смену;

– кузова автосамосвалов, бадьи, бункера, хоботы – все средства, используемые для транспортирования и подачи бетонной смеси в блоки, необходимо систематически очищать от схватившегося и мерзлого бетона.

**10.8.12** В дополнение к применяемым в летнее время мероприятиям по подготовке блоков к бетонированию необходимо удалять наледь с поверхности основания и ранее уложенного бетона, а также с опалубки, арматуры и закладных частей и отогревать до положительных температур основание, боковые поверхности, арматуру и закладные части.

Отогревание основания и боковых поверхностей до положительных температур необходимо осуществлять на глубину не менее 300 мм; режим и средства для отогревания необходимо уточнять в каждом отдельном случае строительной лабораторией.

**10.8.13** Все работы по утеплению опалубки и подготовке к активной теплозащите бетона необходимо выполнить до начала бетонирования блока.

**10.8.14** Начало бетонирования блока разрешается только после приемки его комиссией и подготовки для укладки бетона и ухода за ним.

**10.8.15** Распалубливание (или снятие утепления) бетонных поверхностей следует производить в тех случаях, когда теплотехническими расчетами или натурными наблюдениями подтверждается возможность соблюдения перепадов температур в соответствии с 10.8.16.

**10.8.16** В зимний период перепад температур поверхности и центра (ядра) бетонного массива не должен превышать 25 °С. Блоки, забетонированные в зимний период, необходимо выдерживать в утепленной опалубке до достижения ядром блока температуры, превышающей температуру наружного воздуха не более чем на 25 °С.

Распалубку боковых граней перед бетонированием смежных блоков следует производить под защитой шатра или тепляка. Поверхность блоков, забетонированных в теплое время года и не успевших остыть до наступления холодного периода (минимальная суточная температура 0 °С, среднесуточная температура 5 °С и ниже), необходимо утеплять.

**10.8.17** Способы, сроки, схемы и технологическая последовательность работ по изготовлению, транспортированию, монтажу и омоноличиванию сборных железобетонных элементов гидротехнического сооружения необходимо регламентировать ППР и специальными техническими условиями.

## **10.9 Контроль качества бетонных работ**

**10.9.1** Контроль качества бетонных работ заключается в проверке и наблюдении

за выполнением требований настоящего раздела и СНиП 3.03.01.

**10.9.2** Контроль качества бетонных работ со стороны строительной организации следует осуществлять строительной лабораторией и службой контроля качества, а со стороны проектной организации – представителем проектной организации.

**10.9.3** При производстве бетонных работ следует контролировать:

- качество исходных материалов для бетона, технологию их подготовки и подачи на бетонный завод;
- точность дозирования составляющих при приготовлении бетонной смеси, длительность ее перемешивания, качество и температуру бетонной смеси;
- способы и средства транспортирования бетонной смеси и изменение характеристик смеси за время транспортирования;
- подготовленность блоков бетонирования и бетоноукладочных средств к приемке бетонной смеси;
- соблюдение правил подачи и укладки бетонной смеси с проверкой качества ее уплотнения;
- выполнение необходимых мер по уходу за уложенным бетоном и регулированию температурного режима возводимых конструкций;
- качество уложенного бетона путем изготовления и испытания контрольных образцов, выбуривание кернов и их испытания, а также испытания пробуренных в бетоне скважин на водопоглощение;
- наличие дефектов в уложенном бетоне и выполнение предписанных мер по их устранению.

**10.9.4** Контроль производства специальных бетонных работ (подводное и раздельное бетонирование, торкретирование и др.) необходимо выполнять в соответствии с требованиями специальных инструкций.

**10.9.5** При производственном контроле за приготовлением бетонной смеси следует проверять:

- соответствие применяемых материалов для бетонов разных марок тем, использование которых разрешено нормативными документами и строительной лабораторией;
- концентрацию рабочих растворов добавок ПАВ, добавок-ускорителей и добавок-замедлителей схватывания и твердения бетона;
- точность работы дозирующих устройств и исправность счетчиков и автоматической аппаратуры, записывающей показания дозаторов, термодатчиков и датчиков

влажности;

– фактические расходы и температуру цемента, воды, добавок, песка, крупного заполнителя и их соответствие требованиям, переданным строительной лабораторией на бетонный завод;

– фактическую длительность перемешивания бетонной смеси и ее соответствие установленной строительной лабораторией.

**10.9.6** Контроль качества бетонной смеси, выпускаемой бетонным заводом, следует осуществлять лабораторией строительства путем определения не реже одного раза в смену ее подвижности (жесткости), плотности, содержания вовлеченного воздуха и температуры.

При приготовлении бетонной смеси на заводах, не оснащенных автоматическими устройствами для корректировки дозировки воды и заполнителей, при стабильном влажностном содержании последних определение подвижности смеси следует производить не реже двух раз в смену, а при колеблющейся влажности заполнителей – каждые 2 ч.

**10.9.7** Если при испытаниях бетонной смеси будет установлено несоответствие ее характеристик требуемым, причины этого необходимо выявить и устранить.

Корректировку составов бетонной смеси производит строительная лаборатория.

**10.9.8** При контроле за транспортированием бетонной смеси следует наблюдать за:

– состоянием и чистотой всех средств транспортирования смеси перед их загрузкой и после разгрузки, их исправностью, а также отсутствием потерь бетонной смеси;

– наличием у транспортных средств предусмотренных ППР приспособлений и принятием мер защиты бетонной смеси от атмосферных осадков, воздействия ветра и солнечной радиации, а в зимнее время – от чрезмерного охлаждения;

– фактической продолжительностью нахождения бетонной смеси в пути;

– сохранением бетонной смеси за время транспортирования подвижности, однородности, содержания воздуха и температуры, требуемых у места укладки.

**10.9.9** При контроле качества подготовки основания следует выполнять:

– осмотр всех участков основания до подготовки, в процессе и после подготовки;

– проверку монолитности скальной поверхности и отсутствия в ней слабых, с трещинами участков, незаделанных трещин, щелей и т. п. – при скальных основаниях;

- проверку степени плотности и увлажнения грунтов в соответствии с требованиями проекта – при основании из несвязных грунтов;
- проверку выполнения требуемой обработки поверхности ранее уложенного бетона – при основании из ранее уложенного бетона.

**10.9.10** При контроле качества укладки бетонной смеси следует предусмотреть наблюдение за выполнением требований настоящего подраздела и ППР. При этом необходимо проверять:

- осуществление и эффективность мероприятий, направленных на предупреждение расслоения бетонной смеси при ее выгрузке (или перегрузке), а также при ее распределении по блоку;
- соответствие толщины укладываемых слоев бетонной смеси применяемому типу вибраторов и фактической интенсивности укладки и соблюдение допустимого времени перекрытия свежееуложенного бетона новым слоем;
- неизменность расположения арматуры, закладных деталей и опалубки;
- качество уплотнения бетонной смеси.

**10.9.11** Отступления от требований к укладке бетонной смеси и возникающие в ходе ее дефекты следует устранять либо бетонирование необходимо прекратить.

**10.9.12** При осуществлении контроля ухода за бетоном необходимо проверять:

- соблюдение требований по уходу за твердеющим бетоном в соответствии с требованиями настоящего раздела или технологической документации для данного строительства;
- выполнение мер по защите твердеющего бетона от ударов и сотрясений;
- выдерживание сроков распалубки и загрузки бетона;
- соблюдение правил ухода за бетоном в зимних условиях в соответствии с требованиями настоящего раздела.

**10.9.13** Контроль за температурным режимом забетонированных конструкций и мерами по его регулированию необходимо производить в соответствии с требованиями настоящего раздела с систематической проверкой температуры:

- материалов для приготовления бетонной смеси;
- бетонной смеси при отправке с бетонного завода, у бетонируемого сооружения и в уложенном слое до перекрытия его новым слоем;
- бетона в конструкциях и в частях сооружений;
- воды, используемой для поверхностного и трубного охлаждения.

**10.9.14** Измерение температуры следует производить термометрами сопротивления, телетермометрами с периодической регистрацией их показаний или автоматической записью. Допускается измерение температуры обычными стеклянными термометрами.

В случае отсутствия в проекте указаний о размещении термодатчиков места их установки или места измерения температуры обычными термометрами назначает строительная лаборатория.

**10.9.15** Технической инспекции следует проводить обследование распалубленных поверхностей сразу после распалубки. Результаты наблюдений и указания об исправлении обнаруженных дефектов необходимо заносить в журнал производства работ.

Представителю проектной организации следует проводить обследования распалубленных поверхностей и фиксировать в журнале авторского надзора выявленные дефекты и рекомендации по их устранению.

**10.9.16** При обнаружении сквозных трещин необходимо их зафиксировать, установить причины их появления и наметить мероприятия, исключающие их возникновение при дальнейшем возведении сооружения.

**10.9.17** При контроле качества бетона, уложенного в гидротехнические сооружения, необходимо проверять:

- прочность бетона на сжатие;
- водонепроницаемость и морозостойкость бетона тех частей сооружений, к которым предъявляются эти требования;
- плотность бетона.

При соответствующих указаниях в проекте в число контролируемых свойств бетона следует включить прочность бетона при растяжении и деформативные характеристики.

**10.9.18** Качество бетона основных составов следует оценивать статистическими методами.

Если небольшие объемы бетона не позволяют получить в установленные сроки необходимое для статистического контроля количество серий образцов, соответствие контролируемых свойств бетона требованиям проекта допускается устанавливать нестатистическими методами.

**10.9.19** Если к бетону, наряду с требованиями прочности предъявляются требования водонепроницаемости или морозостойкости, при всех изменениях состава бетона следует сохранять заданную обеспеченность нормативных значений (марок) бетона

по водонепроницаемости и морозостойкости.

Водонепроницаемость и морозостойкость контролируемого состава бетона удовлетворяют требуемым, если 95 % всех испытанных серий образцов имеют показатели не ниже заданных в проекте (марочных).

**10.9.20** Оценку качества бетона по контрольным образцам, приготовляемым из бетонной смеси, выпускаемой бетонными заводами, необходимо производить в соответствии с требованиями ГОСТ 18105.

**10.9.21** Контроль качества бетона в сооружении выбуриванием кернов необходимо предусматривать в ППР и осуществлять с выполнением следующих требований:

- для сооружений I и II классов капитальности бурение кернов следует вести алмазными коронками, диаметр которых больше наибольшей крупности заполнителя в том же соотношении, которое установлено ГОСТ 10180 для контрольных образцов;

- для сооружений I и II классов капитальности на каждые 10 000 м<sup>3</sup> уложенного бетона необходимо выбуривать не менее 3 м кернов; для сооружений III и IV классов капитальности число скважин, пробуренных с отбором кернов, должно составлять не менее трех для каждой основной марки бетона;

- испытания кернов необходимо проводить в соответствии с требованиями ГОСТ 10180;

- после извлечения кернов скважины необходимо испытать на поглощение воды под давлением; удельное водопоглощение не должно превышать 0,01 л/мин на 1 м скважины в расчете на 9,81 кПа;

- расположение скважин следует устанавливать совместно проектной и строительной организацией.

**10.9.22** В зависимости от состояния бетона сооружений и результатов его испытаний допускается назначать дополнительное число скважин с извлечением кернов или только для определения водопоглощения бетона (для скважин диаметром от 50 до 100 мм). Их число и расположение следует устанавливать совместно проектной и строительной организациями и заказчиком строящегося сооружения.

**10.9.23** По соглашению между заказчиком, проектной и строительной организациями контроль качества бетона в сооружениях и их состояния допускается дополнительно производить неразрушающими методами в соответствии с ГОСТ 17623, ГОСТ 17624 и ГОСТ 22690.

**10.9.24** Процесс производства работ и контроля качества бетонных работ необходимо оформлять с составлением актов и ведением журналов.

Требуемые текущие записи следует производить только в пронумерованных по страницам, прошнурованных, опечатанных журналах и подписываться лицами, ответственными за качество работ.

**10.9.25** Ведение журнала по производству работ необходимо выполнять производственным персоналом, а по контролю качества – персоналом технической инспекции.

В составлении актов должен принимать участие и контролирующий, и производственный персонал.

При сдаче законченного сооружения в эксплуатацию журналы производства и контроля работ необходимо предъявлять рабочей комиссии и после приемки объекта передавать на постоянное хранение заказчику.

## **11 Монтажные и наладочные работы**

### **11.1. Общие требования**

**11.1.1** При монтаже технологического оборудования речных гидротехнических сооружений следует выполнять требования ТКП 45-3.05-166, ТКП 45-3.05-167, ТКП 45-5.04-41 и настоящего раздела.

**11.1.2** До начала монтажных работ необходимо подготовить для приема оборудования предусмотренные в ПОС базы монтажных организаций, а также монтажные площадки эксплуатационного периода.

**11.1.3** Для успешного ведения монтажных работ в планируемые сроки необходимо обеспечить:

- высокое качество изготовления оборудования;
- тщательную комплектацию его заводами-изготовителями и на базах хранения;
- применение легко удаляемых средств консервации;
- наличие необходимого инструмента, приспособлений, материалов;
- наличие хорошо оборудованной базы монтажной организации с механической мастерской, оснащенной соответствующим станочным парком, монтажными и другими инструментами.

**11.1.4** В ПОС следует исходить из возможности ведения работ по монтажу складных частей одновременно со строительными работами.

**11.1.5** Монтаж эксплуатационных кранов необходимо производить, как правило, на постоянных подкрановых путях.

**11.1.6** При бесштрабном способе монтажа закладных частей механического и гидросилового оборудования основание для установки закладных частей необходимо выполнить согласно ППР или инструкции по монтажу завода-поставщика оборудования.

**11.1.7** При производстве монтажных работ следует не допускать засорения пазов или установленных в них затворов и решеток.

## **11.2 Монтаж гидроагрегатов**

**11.2.1** Завод-изготовитель своевременно разрабатывает, согласовывает и утверждает нормативно-техническую документацию на доставку гидротурбинного оборудования на строительство. В ней необходимо указывать требования к:

- консервации, комплектации, упаковке, защите от механических повреждений и попадания воды, разбивке оборудования на упаковочные места с размещением и креплением в них деталей для доставки в упакованном виде или на специальных основаниях;
- защитным устройствам;
- способам размещения оборудования на подвижном составе, его креплению от возможных смещений во время перевозки.

На упаковочных местах следует указывать расположение центра тяжести и массы груза, способ захвата его тросами при различных такелажных операциях. Все оборудование необходимо складировать и хранить согласно действующим инструкциям.

**11.2.2** К закладным частям гидротурбины следует относить узлы, бетонируемые в процессе монтажа:

- облицовка конуса отсасывающей трубы;
- фундаментное кольцо;
- статор;
- спиральная камера;
- сопрягающий пояс;
- облицовка шахты турбины;
- закладной трубопровод;
- камера рабочего колеса и опорное кольцо (дополнительно у поворотно-лопастных гидротурбин).

**11.2.3** Перед монтажом закладных частей необходимо нанесение геодезической

службой строительства осей гидроагрегата в плане и выдача высотных реперов; необходима предварительная очистка фундамента и всех штраб от остатков опалубки, выступающего бетона и кусков арматуры, проверка положения штраб и фундамента в плане и по высоте.

**11.2.4** Перед установкой на место все узлы необходимо очистить. При перемещении конструкций или оборудования расстояние между ними и выступающими частями смонтированного оборудования или других конструкций должно быть по горизонтали не менее 1 м, по вертикали – не менее 0,5 м. При монтаже оборудования с использованием домкратов необходимо принять меры, исключающие возможность их перекоса или опрокидывания.

**11.2.5** В процессе монтажа, установки и центрирования на месте все узлы закладных частей необходимо надежно закрепить в фундаменте и штрабах с помощью крепежных элементов (растяжек, распоров, фундаментных болтов, анкерных плит, анкеров и др.), обеспечивающих их неподвижность при бетонировании и схватывании бетона, а также в процессе дальнейшей эксплуатации. Крепежные элементы следует приваривать к закладным частям и арматуре или к выпускам арматуры из основного бетона.

**11.2.6** Омываемую потоком поверхность закладных частей следует выполнять без резких выступов в местах сопряжений деталей и надежно защищать от коррозии. Плоскости разъемов сопрягаемых обработанных деталей необходимо плотно пригонять друг к другу, крепежные изделия затягивать до создания в них заданного проектом напряжения и надежно фиксировать против самоотвинчивания. Плотность стыков следует проверять щупом. Плотным считается соединение, в котором щуп толщиной 0,05 мм проходит только в отдельных местах на глубину не более ширины фланцев. Герметичность стыковых соединений необходимо обеспечивать смазкой плоскостей фланцев свинцовыми белилами или суриком.

**11.2.7** Как правило, для установки закладных частей, включая и статоры гидротурбин, следует использовать строительные краны.

**11.2.8** Для установки на место, центрирования, придания закладным частям заданных форм и размеров заводам-изготовителям в составе оборудования необходимо поставлять специальные приспособления и инструменты.

**11.2.9** Рабочие колеса радиально-осевых гидротурбин, в основном, следует изготавливать и доставлять к месту установки цельными.

**11.2.10** Окончательно рабочее колесо необходимо центрировать в плане по зазорам между лопастями и камерой после проверки и, в случае необходимости, исправ-

ления общей линии вала, приведения вала в вертикальное положение с контролем распределения усилий, воспринимаемых сегментами подпятника.

**11.2.11** К монтажу подшипника следует приступать после окончания всех работ по центрированию ротора гидроагрегата и фиксирования его положения относительно неподвижных частей. В подшипниках с обрезиненными сегментами регулировку зазоров между каждым сегментом и валом необходимо осуществлять опорным болтом, клиньями или мерными прокладками.

**11.2.12** Центрирование вертикальных гидроагрегатов, выполняемое в завершающий период монтажа, не допускается совмещать с другими ответственными операциями на данном гидроагрегате.

**11.2.13** Применение центрирования вертикальных гидроагрегатов рекомендуется для следующих целей:

- создания равномерных зазоров между неподвижными и вращающимися частями гидроагрегата;
- устранения чрезмерных биений вращающихся частей, вызываемых в основном неперпендикулярностью опорной плоскости вращающегося диска подпятника оси вращения и изломом во фланцевых соединениях элементов, образующих общую линию вала агрегата.

**11.2.14** Сборку отдельных узлов и монтаж рабочих механизмов гидротурбин и гидрогенераторов необходимо производить в зоне, защищенной от атмосферных осадков и огражденной от возможного попадания строительного мусора.

**11.2.15** Монтаж системы регулирования, укладку и пайку обмоток статора, пайку межполюсных соединений ротора генератора, монтаж системы охлаждения токопроводящих частей генератора, подпятника и подшипников, а также пуск, наладку и испытание смонтированного гидроагрегата следует выполнять при положительной температуре не ниже 5 °С.

**11.2.16** Монтаж гидроагрегатов при разделении его на несколько этапов требует контроля точности установки как турбины в целом, так и отдельных ее деталей и узлов в процессе производства строительных работ.

**11.2.17** Для обеспечения правильной сборки гидроагрегата при монтаже турбин следует выполнять следующие требования:

- а) точность установки детали, служащей сборочной базой, т. е. расположение детали на заданной высотной отметке и относительно геодезических осей;
- б) точность расположения роторных частей гидроагрегата относительно их неподвижных деталей;

в) точность установки фланца вала турбины, служащего измерительной базой при монтаже генератора;

г) точность установки остальных деталей на отдельных этапах строительного-монтажных работ;

д) соответствие показателям, характеризующим качество монтажа гидротурбин:

- 1) размеры зазоров в сопряжениях элементов проточной части;
- 2) размеры зазоров между лопастями и камерой;
- 3) размеры зазоров в лабиринтных уплотнениях;
- 4) размеры зазоров в направляющем аппарате;
- 5) отклонения от соосности шеек вала гидроагрегата.

**11.2.18** Количественным выражением требований к точности и показателям качества смонтированной турбины следует считать допуски на размеры, погрешности формы и расположения отдельных деталей и узлов, а также допуски на размеры смонтированной турбины.

**11.2.19** Специальный контроль соблюдения допусков в процессе монтажа турбины следует производить для исключения ошибок при установке закладных частей, положение которых не может быть исправлено после бетонирования. С этой целью после окончания установки закладных частей производится сдача-приемка под бетонирование облицовки конуса, статора, фундаментного и опорного колец, камеры рабочего колеса, а фактические отклонения их размеров, формы и расположения поверхностей фиксируются в картах замеров и сравниваются с допусками. Соблюдение допусков при монтаже является одним из обязательных условий обеспечения необходимой точности сборки турбины в целом.

**11.2.20** При монтаже закладных частей фиксируются отклонения их поверхностей от:

- проектного расположения на заданной высотной отметке;
- параллельности условной горизонтальной плоскости (негоризонтальность);
- соосности относительно вертикальной геодезической оси;
- прямолинейности и плоскостности, круглости и цилиндричности расточек в различных сечениях по высоте.

**11.2.21** После окончания монтажа гидротурбинного и генераторного оборудования следует осуществить цикл работ, связанных с вводом гидроагрегатов в эксплуатацию. Этот цикл включает:

- проверку состояния смонтированного оборудования до заполнения проточной

части водой;

- опробование всех систем и механизмов на неподвижном гидроагрегате при заполненной проточной части;
- наблюдение за гидроагрегатом при вращающемся роторе без включения генератора в сеть;
- опробование гидроагрегата, включенного в сеть (ТКП 45-1.03-59).

### **11.3. Монтаж вспомогательного оборудования**

**11.3.1** Монтаж вспомогательного оборудования, как правило, следует производить укрупненными блоками.

**11.3.2** К началу монтажа следует в необходимом объеме выполнить строительную часть здания ГЭС и соорудить фундаменты под оборудование, смонтировать, наладить и сдать в установленном порядке предусмотренное проектом эксплуатационное, а, если необходимо, и временное подъемно-транспортное оборудование, используемое при монтаже. В машинных залах, залах вспомогательного оборудования, помещениях маслохозяйства, компрессорных, насосных и т.п. следует закончить необходимые строительные работы.

**11.3.3** Рекомендуются комплектная поставка с основным оборудованием ГЭС (турбинами, генераторами, трансформаторами, высоковольтными выключателями и т.п.) узлов трубопроводов заводского изготовления. Узлы трубопроводов, не входящие в комплект поставки с основным оборудованием, следует, как правило, изготавливать на производственных базах и предприятиях монтажных организаций.

**11.3.4** Укрупнение узлов и отдельных секций трубопроводов перед установкой их в проектное положение целесообразно производить на полу помещения с последующим подъемом их краном или такелажным способом.

**11.3.5** Передача оборудования, трубопроводов, трубопроводной арматуры и других элементов с базы заказчика монтирующей организации необходимо оформлять специальным актом. При передаче следует проверять:

- соответствие оборудования проекту, его комплектность;
- отсутствие видимых повреждений и дефектов;
- сохранность окраски и консервации, а также пломб и наличие технической документации.

**11.3.6** Оборудование, как правило, следует устанавливать на фундамент с последующей подливкой раствором. При этом фундамент необходимо выполнять на 50 мм ниже проектной опорной поверхности оборудования или выступающих вниз ре-

бер (при их наличии). Колодцы фундаментных болтов перед монтажом следует освободить от опалубки и мусора, так же как и сами фундаменты. Фундаментные болты и гайки следует защитить от коррозии; гайки должны свободно навинчиваться по всей длине нарезки болта. Отклонение всей выступающей части болта по вертикали допускается не более 1,5 мм.

**11.3.7** Перед подливкой раствором фундамент оборудования следует обдуть сжатым воздухом, очистить от масла и увлажнить (без скопления воды в углублениях). В растворе для подливки класс бетона необходимо принимать не ниже класса бетона фундамента. Подливку необходимо производить непрерывно, обеспечивая проникновение раствора под все поверхности, исключая образование пустот и раковин. Если подливку производят при температуре в помещении ниже 5 °С, раствор необходимо подогревать. Фундаментные болты следует окончательно подтягивать после достижения раствором подливки 70 % прочности.

**11.3.8** При прокладке отдельных участков трубопроводов через стены и перекрытия в гильзах эти участки, как правило, следует выполнять без стыков. Если же длина гильзы более 1,5 м прокладываемый здесь участок трубы перед установкой в гильзу следует испытать гидравлически, а ее сварные стыки проверить неразрушающими физическими методами. После этого трубу следует окрасить и изолировать в соответствии с требованиями проектной документации. Зазоры в гильзах с обеих сторон необходимо уплотнить несгораемым материалом.

**11.3.9** Трубопроводы следует крепить к оборудованию только после закрепления на опорных конструкциях во избежание передачи нагрузки от их массы на фланцы оборудования.

**11.3.10** Испытания узлов трубопроводов, изготовленных на производственной базе строительства, следует проводить при полностью смонтированном трубопроводе. Индивидуальные испытания оборудования без нагрузки проводит монтажная организация.

**11.3.11** Под нагрузкой оборудование следует испытывать совместно дирекцией строящейся ГЭС и генподрядной организацией с участием монтажной организации. После испытаний рабочей комиссией необходимо принять оборудование для комплексного опробования. Комплексное опробование следует производить заказчиком вхолостую и под нагрузкой с участием строительной, проектной и монтажной организаций, а в случае необходимости – и заводом-изготовителем оборудования.

#### **11.4. Наладочные работы**

**11.4.1** При испытаниях гидротурбинного оборудования перед заполнением водо-

подводящих и водоотводящих устройств водой следует проверять состояние гидромеханического оборудования (затворов, стационарных подъемных механизмов, соросдерживающих решеток, ремонтных заграждений) и аварийное закрытие предтурбинных затворов и щитов. Кроме того, следует проверить:

- монолитность соединения закладных частей турбины с бетоном;
- состояние и размеры измерительных створов и отводов давления;
- наличие уступов в проточной части, откуда удаляются все посторонние предметы.

**11.4.2** Наладке и проверке подлежат:

а) работа маслонапорной установки:

- 1) подача основного и резервного насосов при номинальном давлении в сосудах-аккумуляторах;
- 2) действие предохранительно-разгрузочных клапанов при пуске и остановке насосов, при повышении давления;
- 3) действие запорных клапанов, регуляторов, автоматических и ручных устройств запуска и остановки двигателей;
- 4) уровни масла и давление в системе регулирования;
- 5) состояние всех масляных фильтров и залитое в МНУ масло, которое должно быть свободно от воды, водорастворимых кислот и щелочей и очищено от посторонних частиц размером более 25 мкм;
- 6) срабатывание всех реле давления, включая реле аварийно-низкого давления для остановки гидроагрегата, действие защитных устройств и сигнализации;

б) работа системы регулирования:

- 1) гидравлические испытания трубопроводов повышенным давлением;
- 2) действие электрической и механической частей регулятора гидроагрегата с имитацией пуска, нормальной и аварийной остановки гидроагрегата защитными устройствами;
- 3) настройка времени полного открытия и закрытия направляющего аппарата, лопастей рабочего колеса поворотно-лопастной турбины, действие аварийных механизмов турбины, ручного и дистанционного приводов механизма настройки по напору;
- в) определение натяга на лопатках направляющего аппарата;
- г) действие стопора и сигнализации срезных устройств и конечных выключателей;
- д) определение мертвых ходов в передачах обратной связи регулятора и харак-

теристики изодромного механизма;

е) определение утечки масла и воздуха из МНУ при различных положениях регулирующих органов;

ж) градуировка шкал открытия направляющего аппарата, разворота лопастей рабочего колеса, игл и дефлекторов;

з) проверка фактической зависимости открытия лопаток направляющего аппарата, угла разворота лопастей от хода сервомоторов;

и) определение и настройка комбинаторной зависимости;

к) определение перестановочных усилий в сервомоторах направляющего аппарата и рабочего колеса при осушенной проточной части турбины;

л) работа вспомогательного оборудования:

1) работа лекажных и дренажных насосов, самосливов и эжекторов;

2) действие клапанов срыва вакуума, спускных клапанов из спиральной камеры и отсасывающей трубы, байпасов;

3) подача масла, смазки и воды во все подшипники и уплотнения, требующие смазки и охлаждения;

4) работа тормозной системы гидроагрегата;

5) опробование устройств перевода гидроагрегата в режим синхронного компенсатора.

Кроме того, перед заполнением проточной части водой следует проверять зазоры между лопастями и камерой, в лабиринтных уплотнениях турбины, в подшипниках и уплотнениях.

**11.4.3** По окончании наладки и проверки оборудования следует закрыть все люки, двери, застопорить направляющий аппарат, включить тормозную систему, подать питание на щит управления.

**11.4.4** При проверке и испытаниях оборудования при заполненной проточной части и неподвижном гидроагрегате через байпас или при малом открытии затвора следует заполнять водой до уровня нижнего бьефа отсасывающую трубу, после чего поднимать затвор отсасывающей трубы и заполнять водоподводящий тракт.

**11.4.5** При заполнении и после заполнения проточной части водой следует проверять:

- надежность рабочих и ремонтных уплотнений вала турбины;
- уплотнения цапф лопаток направляющего аппарата, уплотнения лопастей рабочего колеса; стыки деталей; плотность закрытия люков камеры и отсасывающей трубы;

- ручное и автоматическое управление и действие затворов, включая быстропадающие щиты;
- систему опорожнения отсасывающей трубы и спиральной камеры, холостой выпуск;
- систему отжатия воды для режима синхронного компенсатора;
- систему откачки воды из крышки турбины;
- нормальный и аварийный расходы воды для смазки и охлаждения подшипников турбины.

#### **11.4.6** Первоначальный пробный пуск.

При ручном управлении необходимо открыть направляющий аппарат и установить частоту вращения не ниже минимальной в соответствии с указаниями завода-изготовителя. При спокойном вращении ротора гидроагрегата, отсутствии стуков, скрипов, повышенных шумов, вибраций, резкого повышения температуры в подшипниках и подпятнике частоту вращения следует довести до номинальной.

#### **11.4.7** Испытания на работающем гидроагрегате.

При испытаниях на холостом ходу следует проверить:

- работу турбины и вспомогательных механизмов, протечки через уплотнения вала турбины, цапфы лопаток направляющего аппарата, стыки деталей; деформацию крышки турбины и опор подшипников; вертикальное перемещение ротора; шумы, биевание вала, вибрацию опор; температуру подшипников, уплотнений и смазочного масла; уровни масла и воды в ваннах подшипников; давление и расход воды в подшипниках, уплотнениях, в системе их охлаждения; пульсацию давления воды в проточной части турбины;
- действие систем регулирования и автоматики;
- работу маслонапорной установки, включая действие системы автоматической подкачки воздуха в сосуды-аккумуляторы, а также действие систем защиты и сигнализации.

**11.4.8** После завершения испытаний на холостом ходу и постепенного увеличения частоты вращения турбины следует проверить работу защитных устройств от реле оборотов при частоте вращения турбины выше номинальной.

#### **11.4.9** При испытаниях под нагрузкой необходимо проверить:

- заводские гарантии регулирования при сбросах нагрузки;
- нагрузочные характеристики и действие механизмов гидротурбины с опреде-

лением фактической зависимости мощности гидроагрегата от открытия направляющего аппарата;

- устойчивость работы гидроагрегата на автоматическом управлении;
- вибрационное состояние агрегата и схем автоматического управления и защитных устройств гидроагрегата.

**11.4.10** Параллельно следует проводить испытания гидрогенератора.

**11.4.11** Начиная с момента трогания гидроагрегата с места необходимо особенно внимательно следить за показаниями приборов теплоконтроля, установленных в сегментах подпятника, подшипников и в масляных ваннах.

**11.4.12** В случае резкого повышения температуры подпятника или подшипников следует немедленно остановить гидроагрегат.

**11.4.13** При удовлетворительных результатах перечисленных выше испытаний следует производить комплексное опробование гидроагрегата под нагрузкой, после чего он останавливается для осмотра, в том числе и проточной части турбины.

**11.4.14** Комплексное опробование следует считать законченным и выполненным, если в течение 72 ч при номинальной или максимально возможной нагрузке, определяемой существующим напором, генератор и вспомогательное оборудование работали непрерывно и безотказно.

**11.4.15** По окончании комплексного опробования следует составить акт об окончании монтажа и наладочных работ, а гидроагрегат – передать в промышленную эксплуатацию.

**11.4.16** После завершения комплексного опробования и ввода агрегата в промышленную эксплуатацию начинается гарантийный период.

## **12 Цементация грунтов**

**12.1** При производстве цементационных работ следует выполнять требования СНБ 5.01.01 и настоящего раздела.

**12.2** При совмещении цементационных и общестроительных работ календарный график строительства должен обеспечивать фронт для цементационных работ с уче-

том соблюдения требований технологического процесса цементации, предусмотренного настоящими нормами и проектом работ.

**12.3** Цементационные работы в зоне влияния подпора, как правило, следует выполнять до наполнения водохранилища. При необходимости производства цементационных работ в условиях частичного или полного напора на сооружения ППР необходимо учитывать изменения условий выполнения работ, вызываемые подъемом напора.

**12.4** Цементационные работы в основании гидротехнического сооружения необходимо закончить до устройства дренажа.

**12.5** Цементационные работы, как правило, следует выполнять под пригрузкой (толщи вышележащего грунта, искусственной насыпи, тела бетонного сооружения, специальной бетонной плиты). Цементационные работы следует начинать после выполнения работ, обеспечивающих проектную толщину пригрузки и ее непроницаемость для цементного раствора. При проведении цементационных работ под пригрузкой из свежееуложенного бетона работы допускается начинать через 10 суток после окончания укладки бетонной смеси.

**12.6** После завершения цементации всех зон и проведения суммарной цементации скважины, если она была предусмотрена проектом, ствол скважины необходимо затампонировать раствором.

**12.7** При выполнении цементационных работ при среднесуточной температуре наружного воздуха ниже 5 °С необходимо соблюдать следующие требования:

- цементируемые грунты в пределах зоны распространения цементного раствора должны иметь температуру не менее 2 °С;
- температура нагнетаемого в скважину раствора должна быть выше 5 °С;
- измерения температуры нагнетаемого раствора, наружного воздуха и в помещении следует заносить в журнал производства работ.

**12.8** При противofильтрационном назначении цементации грунтов контроль выполненных работ следует осуществлять путем бурения, гидравлического опробования и цементации контрольных скважин, определенных проектом.

**12.9** Объем контрольных скважин должен составлять, как правило, от 5 % до 10 % объема рабочих скважин.

**12.10** Цементационные работы на участке противofильтрационной завесы допускается признать достаточными, если удельные водопоглощения в контрольных скважинах по своей средней величине и допускаемым отклонениям от средней величины соответствуют требованиям проекта или достижимым значениям удельного водопоглощения для грунтов проверяемого участка.

**12.11** Способ контроля выполненных работ по укрепительной цементации следует устанавливать проектом и состоять из гидравлического опробования и цементации контрольных скважин или из определения деформационных свойств грунтов геофизическими методами. Допускается применение указанных способов одновременно.

Руководитель ВНК,  
зав.кафедрой гидротехнического  
и энергетического строительства  
БНТУ к.т.н., доцент  
(Разделы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8)

Г.Г. Круглов

Разработчик:  
доцент, к.т.н., доцент кафедры  
«Гидротехническое и энергетиче-  
ское строительство»  
(Разделы 9, 10, 11, 12)

С.П. Гатилло

## Библиография

[1] Кодекс Республики Беларусь «О земле» от 4 января 1999 г. № 226-3.

Руководитель ВНК,  
зав.кафедрой гидротехнического  
и энергетического строительства  
БНТУ, к.т.н., доцент

Г.Г. Круглов