

**МЕЖПРАВИТЕЛЬСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СОТРУДНИЧЕСТВУ
В СТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТРАН СОДРУЖЕСТВА
НЕЗАВИСИМЫХ ГОСУДАРСТВ**

**Система межгосударственных нормативных документов
в строительстве**

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ

ПРОЕКТ

**ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ И БЕТОННЫЕ
КОНСТРУКЦИИ И ИЗДЕЛИЯ**

МСН 52-01-2013

Издание официальное

**МЕЖГОСУДАРСТВЕННАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ НОРМИРОВАНИЮ, СТАНДАРТИЗАЦИИ
И ОЦЕНКЕ СООТВЕТСТВИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ
(МНТКС)**

2012

Предисловие

РАЗРАБОТАНЫ ФАУ «ФЦС» в составе рабочей группы Межгосударственной научно-технической комиссии по техническому нормированию, стандартизации и оценке соответствия в строительстве (МНТКС)

2. ВНЕСЕНЫ Секретариатом МНТКС

3. СОГЛАСОВАНЫ МНТКС (протокол № _____ от _____). За утверждение проголосовали:

Краткое наименование Страны по МК (ИСО 3166) 004-97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004-97	Сокращенное наименование органа государственного управления строительством

4 УТВЕРЖДЕНЫ ДЛЯ ВВЕДЕНИЯ в действие не позднее _____ г.
решением заседания Межправительственного совета по сотрудничеству в строительной
деятельности стран СНГ № _____ от « _____ » _____ 2012 года.

5 РАЗРАБОТАНЫ ВПЕРВЫЕ

Настоящий документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Секретариата Межгосударственной научно-технической комиссии по техническому нормированию, стандартизации и оценке соответствия в строительстве.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

- 1 Область применения
 - 2 Нормативные ссылки
 - 3 Термины и определения
 - 4 Общие требования к бетонным и железобетонным конструкциям
 - 5 Требования к бетону и арматуре
 - 5.1 Требования к бетону
 - 5.2 Нормативные и расчетные значения прочностных и деформационных характеристик бетона
 - 5.3 Требования к арматуре
 - 5.4 Нормативные и расчетные значения прочностных и деформационных характеристик арматуры
 - 6 Требования к расчету бетонных и железобетонных конструкций
 - 6.1 Общие положения
 - 6.2 Расчет бетонных и железобетонных элементов по прочности
 - 6.3 Расчет железобетонных элементов по образованию трещин
 - 6.4 Расчет железобетонных элементов по раскрытию трещин
 - 6.5 Расчет железобетонных элементов по деформациям
 - 7 Конструктивные требования
 - 7.1 Общие положения
 - 7.2 Требования к геометрическим размерам
 - 7.3 Требования к армированию
 - 7.4 Защита конструкций от неблагоприятного влияния воздействий среды
 - 8 Требования к изготовлению, возведению и эксплуатации бетонных и железобетонных конструкций
 - 8.1 Бетон
 - 8.2 Арматура
 - 8.3 Опалубка
 - 8.4 Бетонные и железобетонные конструкции
 - 8.5 Контроль качества
 - 9 Требования к восстановлению и усилению железобетонных конструкций
 - 9.1 Общие положения
 - 9.2 Натурные обследования конструкций
 - 9.3 Поверочные расчеты конструкций
 - 9.4 Восстановление и усиление железобетонных конструкций
- Приложение А Справочное. Нормативные ссылки
- 9.5 Приложение Б Справочное. Термины и определения

Введение

Настоящие межгосударственные строительные нормы входят в общую структуру Системы межгосударственных нормативных документов в области строительства для применения на обязательной основе на территории государств-участников СНГ, исходя из общих целей и задач технического регулирования строительства в этих государствах.

С принятием в странах СНГ нового законодательства о техническом регулировании, в ряде стран разработаны и введены в действие национальные технические регламенты в области строительства. Концепцией технического регулирования в государствах-участниках СНГ, принятой постановлением Межпарламентской ассамблеи государств-участников СНГ от 3 декабря 2009 г. № 33-22, поставлена задача в ближайшей перспективе – пять лет – создать систему технического регулирования государств-участников СНГ, включая разработку и введение в действие межгосударственных технических регламентов. Соблюдение требований межгосударственных регламентов, а также регламентов ЕврАзЭС и Таможенного союза, намечается обеспечивать применением межгосударственных и национальных нормативных документов.

В МСН на основе и в развитие установленных в наиболее общем виде существенных требований Технических регламентов государств-участников СНГ приводятся требования к бетонным и железобетонным конструкциям, включая требования к бетону, арматуре, расчетам, конструированию, изготовлению, возведению и эксплуатации конструкций.

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ

БЕТОННЫЕ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ И ИЗДЕЛИЯ**CONCRETE AND REINFORCED CONCRETE STRUCTURES
AND CONCRETE PRODUCTS**

Дата введения

01.01.201_г.

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящие межгосударственные строительные нормы устанавливают основные требования на проектирование всех типов бетонных и железобетонных конструкций, применяемых в промышленном, гражданском, транспортном, гидротехническом и других областях строительства, изготавливаемых из всех видов бетона и арматуры и подвергаемых любым видам воздействий.

Положения настоящего документа обязательны при разработке межгосударственных строительных правил проектирования бетонных и железобетонных конструкций зданий и сооружений.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящих межгосударственных строительных нормах приведены ссылки на нормативные документы, приведенные в приложении А.

3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящих нормах использованы термины и определения в соответствии с приложением Б, а также принятые в других межгосударственным стандартах и нормативных документах.

4 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К БЕТОННЫМ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМ КОНСТРУКЦИЯМ

4.1 Бетонные и железобетонные конструкции всех типов должны удовлетворять требованиям:

- по безопасности;
- по эксплуатационной пригодности;
- по долговечности;
- экономичности;

а также дополнительным требованиям, указанным в задании на проектирование.

4.2 Для удовлетворения требований по механической безопасности следует назначать такие начальные характеристики конструкции, чтобы с назначенной степенью надежности при различных расчетных воздействиях в процессе строительства и эксплуатации зданий и сооружений были исключены разрушения любого характера или нарушения эксплуатационной пригодности, связанные с причинением вреда жизни или здоровью граждан, имуществу и окружающей среде.

4.3 Для удовлетворения требований по эксплуатационной пригодности следует назначать такие начальные характеристики конструкции, чтобы с надлежащей степенью надежности при различных расчетных воздействиях не происходило образование или чрезмерное раскрытие трещин, а также не возникали чрезмерные перемещения, колебания и другие повреждения, затрудняющие нормальную эксплуатацию (нарушение требований к внешнему виду конструкции, технологических требований по нормальной работе оборудования, механизмов, конструктивных требований по совместной работе элементов, непроницаемости, а также других требований, установленных при проектировании).

В необходимых случаях следует назначать начальные характеристики конструкции, обеспечивающие требования по теплоизоляции, звукоизоляции, биологической защите и другие требования, установленные заданием на проектирование.

4.4 Для удовлетворения требований по долговечности следует назначать такие начальные характеристики конструкции, чтобы в течение установленного длительного времени она удовлетворяла бы требованиям по механической безопасности и эксплуатационной пригодности при различных расчетных воздействиях (длительное действие нагрузки, неблагоприятные климатические, технологические, температурные и влажностные воздействия, попеременное замораживание и оттаивание, агрессивные воздействия и др.).

4.5 Безопасность, эксплуатационную пригодность, долговечность бетонных и железобетонных конструкций и другие, устанавливаемые заданием на проектирование, требования должны быть обеспечены выполнением:

- требований к бетону и его составляющим;
- требований к арматуре;
- требований к расчетам конструкций;
- конструктивных требований;
- технологических требований;
- требований по эксплуатации.

Требования по нагрузкам и воздействиям, по пределу огнестойкости, по непроницаемости, по морозостойкости, по предельным показателям деформаций (прогибам, перемещениям, амплитуде колебаний), по расчетным значениям температуры наружного воздуха и относительной влажности окружающей среды, по защите строительных конструкций от воздействия агрессивных сред и другие устанавливаются соответствующими межгосударственными нормативными документами (МСН 20-02-201_, МСН 20-05-201_ и др.).

4.6 При проектировании бетонных и железобетонных конструкций надежность конструкций следует устанавливать согласно МСН 20-01-201_ полувероятностным методом расчета путем использования расчетных значений нагрузок и воздействий, расчетных

МСН 52-01-2013

характеристик бетона и арматуры (или конструкционной стали), определяемых с помощью

соответствующих частных коэффициентов надежности по нормативным значениям этих характеристик, с учетом уровня ответственности зданий и сооружений.

4.7 Нормативные значения нагрузок и воздействий, значения коэффициентов надежности по нагрузке, а также коэффициентов надежности по назначению конструкций следует принимать по МСН 20-02-201_ и другим соответствующими нормативными документами для строительных конструкций.

Расчетные значения нагрузок и воздействий следует принимать в зависимости от вида расчетного предельного состояния и расчетной ситуации.

4.8 Уровень надежности расчетных значений характеристик материалов следует устанавливать в зависимости от расчетной ситуации и от опасности достижения соответствующего предельного состояния и регулируют значением коэффициентов надежности по бетону и арматуре (или конструкционной стали).

4.9 Расчет бетонных и железобетонных конструкций допускается производить по заданному значению надежности на основе полного вероятностного расчета при наличии достаточных данных об изменчивости основных факторов, входящих в расчетные зависимости.

5 ТРЕБОВАНИЯ К БЕТОНУ И АРМАТУРЕ

5.1 Требования к бетону

5.1.1 Вид бетона, его нормируемые и контролируемые показатели качества следует назначать в соответствии с требованиями, предъявляемыми к проектируемым бетонным и железобетонным конструкциям соответствующими стандартами.

5.1.2 Основными нормируемыми и контролируемыми показателями качества бетона являются:

- класс по прочности на сжатие C или B ;
- класс по прочности на осевое растяжение C_t или B_t ;
- марка по морозостойкости F ;
- марка по водонепроницаемости W ;
- марка по средней плотности D .

Для напрягающих бетонов устанавливают марку по самоупрочению S_p .

5.1.3 Класс бетона по прочности на сжатие соответствует значению кубиковой B или цилиндровой C прочности бетона на сжатие в МПа с обеспеченностью 0,95 (нормативная кубиковая или цилиндровая прочность) и принимается в пределах от $B 0,5$ до $B 105$ или от $C 0,4$ до $C 90$.

Класс бетона по прочности на осевое растяжение B_t или C_t соответствует значению прочности бетона на осевое растяжение в МПа с обеспеченностью 0,95 (нормативная прочность бетона) и принимается в пределах от $B_t 0,4$ до $B_t 6$ или от $C_t 0,3$ до $C_t 5$.

Допускается принимать иное значение обеспеченности прочности бетона на сжатие и осевое растяжение в соответствии с требованиями нормативных документов для отдельных специальных видов сооружений (например, для массивных гидротехнических сооружений).

5.1.4 Марка бетона по морозостойкости F соответствует минимальному числу циклов

попеременного замораживания и оттаивания, выдерживаемых образцом при стандартном испытании, и принимается в пределах от F15 до F 1000.

5.1.5 Марка бетона по водонепроницаемости W соответствует максимальному значению давления воды ($\text{МПа} \cdot 10^{-1}$), выдерживаемому бетонным образцом при испытании, и принимается в пределах от $W 2$ до $W 20$.

5.1.6 Марка по средней плотности D соответствует среднему значению объемной массы бетона в кг/м^3 и принимается в пределах от $D 200$ до $D 5000$.

5.1.7 При необходимости могут быть установлены дополнительные показатели качества бетона, связанные с теплопроводностью, температуростойкостью, огнестойкостью, коррозионной стойкостью (как самого бетона, так и находящейся в нем арматуры), биологической защитой и с другими требованиями, предъявляемыми к конструкции.

5.1.8 Показатели качества бетона должны быть обеспечены соответствующим проектированием состава бетонной смеси (на основе характеристик материалов для бетона и требований к бетону), технологией приготовления бетона и производства работ. Показатели качества бетона контролируют в процессе производства и непосредственно в конструкции.

5.1.9 Необходимые показатели качества бетона следует устанавливать при проектировании бетонных и железобетонных конструкций в соответствии с расчетом и условиями эксплуатации с учетом различных воздействий окружающей среды и защитных свойств бетона по отношению к принятому виду арматуры.

5.1.10 Классы и марки бетона следует назначать в соответствии с их параметрическими рядами, установленными нормативными документами.

Класс бетона по прочности на сжатие B или C следует назначать во всех случаях.

Класс бетона по прочности на осевое растяжение B_t или C_t следует назначать в случаях, когда эта характеристика имеет главенствующее значение и ее контролируют на производстве.

Марку бетона по морозостойкости F следует назначать для конструкций, подвергающихся действию попеременного замораживания и оттаивания.

Марку бетона по водонепроницаемости W следует назначать для конструкций, к которым предъявляют требования по ограничению водонепроницаемости.

5.1.11 Возраст бетона, отвечающий его классу по прочности на сжатие и по прочности на осевое растяжение (проектный возраст), следует назначать при проектировании исходя из возможных реальных сроков загрузки конструкций проектными нагрузками с учетом способа возведения и условий твердения бетона. При отсутствии этих данных класс бетона устанавливают в проектном возрасте 28 суток.

5.2 Нормативные и расчетные значения прочностных и деформационных характеристик бетона

5.2.1 Основными показателями прочности и деформативности бетона являются нормативные значения их прочностных и деформационных характеристик.

5.2.2 Основными прочностными характеристиками бетона являются нормативные значения:

- сопротивления бетона осевому сжатию R_b n ;
- сопротивления бетона осевому растяжению R_{bt} .

Нормативное значение сопротивления бетона осевому сжатию следует устанавливать в зависимости от нормативного значения прочности образцов-кубов (нормативная кубиковая прочность) или в зависимости от нормативного значения прочности образцов-цилиндров (нормативная цилиндровая прочность) для соответствующего вида бетона, контролируемых на производстве.

Нормативное значение сопротивления бетона осевому растяжению при назначении класса бетона по прочности на сжатие следует устанавливать в зависимости от нормативного значения прочности на сжатие образцов-кубов или образцов-цилиндров для соответствующего вида бетона, контролируемых на производстве.

Соотношение между нормативными значениями прочностями бетона на сжатие и кубиковой прочностью бетона на сжатие, а также соотношение между нормативными значениями прочности бетона на растяжение и прочностью бетона на сжатие для соответствующего вида бетона следует устанавливать на основе стандартных испытаний.

При установлении класса бетона испытаниями образцов-цилиндров нормативное значение прочности бетона на сжатие следует принимать равным нормативному значению цилиндровой прочности бетона на сжатие.

При назначении класса бетона по прочности на осевое растяжение нормативное значение сопротивления бетона осевому растяжению принимают равным числовой характеристике класса бетона по прочности на осевое растяжение, контролируемой на производстве.

5.2.3 Основными деформационными характеристиками бетона являются нормативные значения:

- предельных относительных деформаций бетона при осевом сжатии и растяжении $\varepsilon_{bo,n}$ и $\varepsilon_{bt,n}$;
- начального модуля упругости бетона E_b n .

Кроме того, следует устанавливать следующие деформационные характеристики:

- начальный коэффициент поперечной деформации бетона ν ;
- модуль сдвига бетона G ;
- коэффициент температурной деформации бетона a_{bt} ;
- относительные деформации ползучести бетона ε_{cr} (или соответствующие им характеристику ползучести σ_{bcr} , меру ползучести C_{bcr});
- относительные деформации усадки бетона s_{shr} .

Нормативные значения деформационных характеристик бетона следует устанавливать в зависимости от вида бетона, класса бетона по прочности на сжатие, марки бетона по средней плотности, а также в зависимости от технологических параметров бетона, если они известны (состава и характеристики бетонной смеси, способов твердения бетона и других параметров).

5.2.4 В качестве обобщенной характеристики механических свойств бетона при одноосном напряженном состоянии следует принимать нормативную диаграмму деформирования бетона, устанавливающую связь между напряжениями a_{bn} (a_{bt}) и продольными относительными деформациями $\varepsilon_{b,n}$ ($s_{bt,n}$) сжатого (растянутого) бетона при

кратковременном действии однократно приложенной нагрузки (согласно стандартным испытаниям) вплоть до их нормативных значений.

5.2.5 Основными расчетными прочностными характеристиками бетона, используемыми в расчете, являются расчетные значения сопротивления бетона:

- осевому сжатию R_b ;
- осевому растяжению R_{bt} .

Расчетные значения прочностных характеристик бетона следует определять делением нормативных значений сопротивления бетона осевому сжатию и растяжению на соответствующие коэффициенты надежности по бетону при сжатии и растяжении.

Значения коэффициентов надежности следует принимать в зависимости от вида бетона, расчетной характеристики бетона, рассматриваемого предельного состояния, но не менее:

для коэффициента надежности по бетону при сжатии:

- для предельных состояний первой группы: если нормативное значение сопротивления бетона осевому сжатию установлено по нормативной кубиковой прочности бетона - 1,3, если по нормативной цилиндровой прочности бетона - 1,5;

1,0 - для предельных состояний второй группы;

для коэффициента надежности по бетону при растяжении:

- 1,5 - для предельных состояний первой группы при назначении класса бетона по прочности на сжатие;

1,3 - то же, при назначении класса бетона по прочности на осевое растяжение;

1,0 - для предельных состояний второй группы.

Расчетные сопротивления высокопрочных бетонов (классов по прочности выше $C_{50/60}$) при сжатии и растяжении следует принимать с учетом дополнительного понижающего коэффициента, учитывающего повышенную хрупкость высокопрочных бетонов.

5.2.6 Расчетные значения основных деформационных характеристик бетона для предельных состояний первой и второй групп следует принимать равными их нормативным значениям.

5.2.7 Влияние характера нагрузки, окружающей среды, напряженного состояния бетона, конструктивных особенностей элемента и других факторов, не отражаемых непосредственно в расчетах, следует учитывать в расчетных прочностных и деформационных характеристиках бетона коэффициентами условий работы бетона γ_{bi} .

5.2.8 Расчетные диаграммы деформирования бетона следует определять путем замены нормативных значений параметров диаграмм на их соответствующие расчетные значения, принимаемые по указаниям 5.2.5.

5.2.9 Значения прочностных характеристик и деформаций бетона при плоском (двухосном) или объемном (трехосном) напряженном состоянии следует определять с учетом плоского или объемного напряженных состояний.

5.2.10 Характеристики бетона - матрицы в дисперсно-армированных конструкциях следует принимать как для бетонных и железобетонных конструкций.

5.2.11 Характеристики фибробетона в фибробетонных конструкциях следует устанавливать в зависимости от характеристик бетона, относительного содержания, формы,

размеров и расположения фибр в бетоне, ее сцепления с бетоном и физико-механических свойств, а также в зависимости от размеров элемента или конструкции.

5.3 Требования к арматуре

5.3.1 Вид арматуры, ее нормируемые и контролируемые показатели качества следует принимать в зависимости от назначения конструкции, ее конструктивного решения, характера нагрузок и воздействий окружающей среды.

5.3.2 Для железобетонных конструкций следует применять следующие виды арматуры, установленные соответствующими стандартами:

- горячекатаную гладкую и периодического профиля;
- термомеханически упрочненную периодического профиля;
- механически упрочненную в холодном состоянии (холоднодеформированная) периодического профиля или гладкую;
- арматурные канаты;
- неметаллическую композитную арматуру.

В большепролетных конструкциях могут быть применены стальные канаты (спиральные, двойной свивки, закрытые).

Для дисперсного армирования бетона следует применять фибру или частые сетки.

Для сталежелезобетонных конструкций (конструкций, состоящих из стальных и железобетонных элементов) следует применять прокатные листовую и профильную стали по соответствующим нормам и стандартам.

5.3.3 Основным нормируемым и контролируемым показателем качества стальной арматуры является класс арматуры по прочности на растяжение.

Класс арматуры соответствует гарантированному значению предела текучести (физического или условного) в МПа, устанавливаемому в соответствии с требованиями стандартов

Классы арматуры следует назначать в соответствии с их параметрическими рядами, установленными соответствующими нормативными документами.

5.3.4 Кроме требований по прочности на растяжение к арматуре предъявляют требования по дополнительным показателям, определяемым по соответствующим стандартам: свариваемость, выносливость, пластичность, стойкость против коррозионного растрескивания, релаксационная стойкость, хладостойкость, стойкость при высоких температурах, относительное удлинение при разрыве и др.

К неметаллической арматуре (в том числе фибре) предъявляют также требования по щелочестойкости, сцеплению и адгезии к бетону.

Необходимые показатели принимают при проектировании железобетонных конструкций в соответствии с требованиями расчетов и изготовления, а также в соответствии с условиями эксплуатации конструкций с учетом различных воздействий окружающей среды.

5.4 Нормативные и расчетные значения прочностных и деформационных

характеристик арматуры

Основными показателями прочности и деформативности арматуры являются нормативные значения их прочностных и деформационных характеристик.

5.4.1 Основной прочностной характеристикой арматуры при растяжении (сжатии) является нормативное значение сопротивления R_{sn} , равное значению физического предела текучести или условного, соответствующего остаточному удлинению (укорочению), равному 0,2 %.

Нормативные значения сопротивления арматуры при сжатии следует ограничивать значениями, отвечающими деформациям, равным предельным относительным деформациям укорочения бетона, окружающего сжатую арматуру.

5.4.2 Основными деформационными характеристиками арматуры являются нормативные значения:

- относительных деформаций удлинения арматуры $\epsilon_{s, 0n}$ при достижении напряжениями нормативных значений R_{sn} ;
- модуля упругости арматуры $E_{s,n}$.

Для арматуры с физическим пределом текучести нормативные значения относительной деформации удлинения арматуры $\epsilon_{s, 0n}$ следует определять как упругие относительные деформации при нормативных значениях сопротивления арматуры и ее модуля упругости.

Для арматуры с условным пределом текучести нормативные значения относительной деформации удлинения арматуры $\epsilon_{s, 0,n}$ следует определять как сумму остаточного удлинения арматуры, равного 0,2 %, и упругих относительных деформаций при напряжении, равном условному пределу текучести.

Для сжатой арматуры нормативные значения относительной деформации укорочения следует принимать такими же, как при растяжении, за исключением специально оговоренных случаев, но не более предельных относительных деформаций укорочения бетона.

Нормативные значения модуля упругости арматуры при сжатии и растяжении принимают одинаковыми и устанавливают для соответствующих видов и классов арматуры.

5.4.3 В качестве обобщенной характеристики механических свойств арматуры следует принимать нормативную диаграмму деформирования арматуры, устанавливающую связь между напряжениями $\sigma_{s,n}$ и относительными деформациями s_{sn} арматуры при кратковременном действии однократно приложенной нагрузки вплоть до достижения их установленных нормативных значений.

Диаграммы деформирования арматуры при растяжении и сжатии принимают одинаковыми, за исключением случаев, когда рассматривается работа арматуры, в которой ранее были неупругие деформации противоположного знака.

Характер диаграммы деформирования арматуры устанавливают в зависимости от вида арматуры.

5.4.4 Расчетные значения сопротивления арматуры R_s определяют делением нормативных

значений сопротивления арматуры на коэффициент надежности по арматуре.

Значения коэффициента надежности следует принимать в зависимости от класса арматуры и рассматриваемого предельного состояния, но не менее:

при расчете по предельным состояниям первой группы - 1,1;

при расчете по предельным состояниям второй группы - 1,0.

Расчетные значения модуля упругости арматуры E_s принимают равными их нормативным значениям.

5.4.5 Влияние характера нагрузки, окружающей среды, напряженного состояния арматуры, технологических факторов и других условий работы, не отражаемых непосредственно в расчетах, следует учитывать в расчетных прочностных и деформационных характеристиках арматуры коэффициентами условий работы арматуры γ_{si} .

5.4.6 Расчетные диаграммы деформирования арматуры следует определять путем замены нормативных значений параметров диаграмм на их соответствующие расчетные значения, принимаемые по указаниям 5.4.3.

5.4.7 Прочностные и деформационные характеристики неметаллической композитной арматуры следует назначать по указаниям соответствующих нормативных документов.

6 ТРЕБОВАНИЯ К РАСЧЕТУ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

6.1 Общие положения

6.1.1 Расчеты бетонных и железобетонных конструкций следует производить в соответствии с требованиями МСН 20-01-201_ по методу предельных состояний, включающему:

- предельные состояния первой группы, приводящие к полной непригодности эксплуатации конструкций;

- предельные состояния второй группы, затрудняющие нормальную эксплуатацию конструкций или уменьшающие долговечность зданий и сооружений по сравнению с предусматриваемым сроком службы.

Расчеты должны обеспечивать надежность зданий или сооружений в течение всего срока их службы, а также при производстве работ в соответствии с требованиями, предъявляемыми к ним.

6.1.2 Расчеты по предельным состояниям первой группы включают:

- расчет по прочности;

- расчет по устойчивости формы (для тонкостенных конструкций);

- расчет по устойчивости положения (опрокидывание, скольжение, всплывание).

6.1.3 Расчеты по прочности бетонных и железобетонных конструкций следует производить из условия, по которому усилия, напряжения и деформации в конструкциях от различных воздействий с учетом начального напряженного состояния (преднапряжение, температурные и другие воздействия) не должны превышать соответствующих значений, установленных нормами.

6.1.4 Расчеты по устойчивости формы конструкции, а также по устойчивости положения (с учетом совместной работы конструкции и основания, их деформационных свойств, сопротивления сдвигу по контакту с основанием и других особенностей) следует производить согласно указаниям нормативных документов на отдельные виды конструкций.

6.1.5 В необходимых случаях в зависимости от вида и назначения конструкции должны быть произведены расчеты по предельным состояниям, связанным с явлениями, при которых возникает необходимость прекращения эксплуатации (чрезмерные деформации, сдвиги в соединениях и другие явления).

6.1.6 Расчеты по предельным состояниям второй группы включают:

- расчет по образованию трещин;
- расчет по раскрытию трещин;
- расчет по деформациям.

6.1.7 Расчет бетонных и железобетонных конструкций по образованию трещин следует производить из условия, по которому усилия, напряжения или деформации в конструкциях от различных воздействий не должны превышать соответствующих их предельных значений, воспринимаемых конструкцией при образовании трещин.

6.1.8 Расчет железобетонных конструкций по раскрытию трещин следует производить из условия, по которому ширина раскрытия трещин в конструкции от различных воздействий не должна превышать предельно допустимых значений, устанавливаемых в зависимости от требований, предъявляемых к конструкции, условий ее эксплуатации, воздействия окружающей среды и характеристик материалов с учетом особенностей коррозионного поведения арматуры.

6.1.9 Расчет бетонных и железобетонных конструкций по деформациям следует производить из условия, по которому прогибы, углы поворота, перемещения и амплитуды колебания конструкций от различных воздействий не должны превышать соответствующих предельно допустимых значений.

6.1.10 Для конструкций, в которых не допускается образование трещин, должны быть обеспечены требования по отсутствию трещин. В этом случае расчет по раскрытию трещин не производят.

Для остальных конструкций, в которых допускается образование трещин, расчет по образованию трещин производят для определения необходимости расчета по раскрытию трещин и учета трещин при расчете по деформациям.

6.1.11 Расчет бетонных и железобетонных конструкций по долговечности (исходя из расчетов по предельным состояниям первой и второй групп) следует производить из условия, по которому при заданных характеристиках конструкции (размерах, количестве арматуры и других характеристиках), показателях качества бетона (прочности, морозостойкости, водонепроницаемости, коррозионной стойкости, температуростойкости и других показателях) и арматуры (прочности, коррозионной стойкости и других показателях) с учетом влияния окружающей среды продолжительность межремонтного периода и срока службы конструкций здания или сооружения должна быть не менее установленной для конкретных типов зданий и сооружений.

В необходимых случаях следует производить расчеты по теплопроводности, звукоизоляции, биологической защите и другим параметрам.

6.1.12 Расчет бетонных и железобетонных конструкций (линейных, плоскостных, пространственных, массивных) по предельным состояниям первой и второй групп производят по напряжениям, усилиям, деформациям и перемещениям, вычисленным от внешних воздействий в конструкциях и образуемых ими системах зданий и сооружений с учетом физической нелинейности (неупругих деформаций бетона и арматуры), возможного образования трещин и в необходимых случаях — анизотропии, накопления повреждений и геометрической нелинейности (влияние деформаций на изменение усилий в конструкциях).

Физическую нелинейность и анизотропию следует учитывать в определяющих соотношениях, связывающих между собой напряжения и деформации (или усилия и перемещения), а также в условиях прочности и трещиностойкости материала.

6.1.9 При отсутствии методов расчета, учитывающих неупругие свойства железобетона, допускается определять усилия и напряжения в статически неопределимых конструкциях и системах в предположении упругой работы железобетонных элементов. При этом влияние физической нелинейности рекомендуется учитывать путем корректировки результатов линейного расчета на основе данных экспериментальных исследований, нелинейного моделирования, результатов расчета аналогичных объектов и экспертных оценок.

6.1.10 Определение предельных усилий и деформаций в бетонных и железобетонных конструкциях следует производить на основе расчетных схем (моделей), наиболее близко отвечающих реальному физическому характеру работы конструкций и материалов в рассматриваемом предельном состоянии.

6.1.11 Несущую способность железобетонных конструкций, способных претерпевать достаточные пластические деформации (в частности, при использовании арматуры с физическим пределом текучести), допускается определять методом предельного равновесия.

6.1.12 При расчетах бетонных и железобетонных конструкций по предельным состояниям следует рассматривать различные расчетные ситуации в соответствии с МСН 20-01-201_.

6.1.13 Расчеты бетонных и железобетонных конструкций следует производить на все виды нагрузок, отвечающих функциональному назначению зданий и сооружений, с учетом влияния окружающей среды (климатических воздействий и воды — для конструкций, окруженных водой), а в необходимых случаях — с учетом воздействия пожара, технологических температурных и влажностных воздействий и воздействий агрессивных химических сред.

6.1.14. Расчеты бетонных и железобетонных конструкций следует производить на действие изгибающих моментов, продольных сил, поперечных сил и крутящих моментов, а также на местное действие нагрузки.

6.1.15 При расчетах бетонных и железобетонных конструкций следует учитывать особенности свойств различных видов бетона и арматуры, влияния на них характера нагрузки и окружающей среды, способов армирования, совместность работы арматуры и бетона (при наличии и отсутствии сцепления арматуры с бетоном), технологию изготовления конструктивных типов железобетонных элементов зданий и сооружений.

6.1.16 Расчет предварительно напряженных конструкций следует производить с учетом начальных (предварительных) напряжений и деформаций в арматуре и бетоне, потерь предварительного напряжения и особенностей передачи предварительного напряжения на бетон.

6.1.17 Расчет сборно-монолитных и сталежелезобетонных конструкций следует производить с учетом начальных напряжений и деформаций, полученных сборными

железобетонными или стальными несущими элементами от действия нагрузок при укладке монолитного бетона до набора его прочности и обеспечения совместной работы со сборными железобетонными или стальными несущими элементами. При расчете сборно-монолитных и сталежелезобетонных конструкций должна быть обеспечена прочность контактных швов сопряжения сборных железобетонных и стальных несущих элементов с монолитным бетоном, осуществляемая за счет трения, сцепления по контакту материалов или путем устройства шпоночных соединений, выпусков арматуры и специальных анкерных устройств.

6.1.18 При расчете сборных конструкций должна быть обеспечена прочность узловых и стыковых сопряжений сборных элементов, осуществленная путем соединения стальных закладных деталей, выпусков арматуры и замоноличивания бетоном.

6.1.19 Расчет дисперсно-армированных конструкций (фибробетонных, армоцементных) следует производить с учетом характеристик дисперсно-армированного бетона, дисперсной арматуры и особенностей работы дисперсно-армированных конструкций.

6.1.20 При расчете плоских и пространственных конструкций, подвергаемых силовым воздействиям в двух взаимно перпендикулярных направлениях, рассматривают отдельные, выделенные из конструкции плоские или пространственные малые характерные элементы с усилиями, действующими по боковым сторонам элемента. При наличии трещин эти усилия определяют с учетом расположения трещин, жесткости арматуры (осевой и тангенциальной), жесткости бетона (между трещинами и в трещинах) и других особенностей. При отсутствии трещин усилия определяют как для сплошного тела.

Допускается при наличии трещин определять усилия в предположении упругой работы железобетонного элемента.

Расчет элементов следует производить по наиболее опасным сечениям, расположенным под углом по отношению к направлению действующих на элемент усилий, на основе расчетных моделей, учитывающих работу растянутой арматуры в трещине и работу бетона между трещинами в условиях плоского напряженного состояния.

Расчет плоских и пространственных конструкций допускается производить для конструкции в целом на основе метода предельного равновесия, в том числе с учетом деформированного состояния к моменту разрушения, а также с использованием упрощенных расчетных моделей.

6.1.21 При расчете массивных конструкций, подвергаемых силовым воздействиям в трех взаимно перпендикулярных направлениях, следует рассматривать отдельные выделенные из конструкции малые объемные характерные элементы с усилиями, действующими по граням элемента. При этом усилия следует определять на основе предпосылок, аналогичных принятым для плоскостных элементов (см. 6.1.8).

Расчет элементов следует производить по наиболее опасным сечениям, расположенным под углом по отношению к направлению действующих на элемент усилий, на основе расчетных моделей, учитывающих работу бетона и арматуры в условиях объемного напряженного состояния.

6.1.22 Для конструкций сложной конфигурации (например, пространственных), кроме расчетных методов оценки несущей способности, трещиностойкости и деформативности, могут

быть использованы также результаты испытания физических моделей.

6.2 Расчет бетонных и железобетонных элементов по прочности

6.2.1. Расчет бетонных и железобетонных элементов по прочности производят:

- по нормальным к продольной оси элемента сечениям (при действии изгибающих моментов и продольных сил) по нелинейной деформационной модели, а для простых по конфигурации элементов — по предельным усилиям;

- по наклонным сечениям (при действии поперечных сил), по пространственным сечениям (при действии крутящих моментов), на местное действие нагрузки (местное сжатие, продавливание) — по предельным усилиям.

Расчет по прочности коротких железобетонных элементов (коротких консолей и других элементов) рекомендуется производить на основе каркасно-стержневой модели.

6.2.2 Расчет по прочности бетонных и железобетонных элементов по предельным усилиям следует производить из условия, по которому усилие от внешних нагрузок и воздействий в рассматриваемом сечении не должно превышать предельного усилия, которое может быть воспринято элементом в этом сечении.

Расчет бетонных элементов по прочности

6.2.3 Бетонные элементы в зависимости от условий их работы и требований, предъявляемых к ним, следует рассчитывать по нормальным к продольной оси элемента сечениям по предельным усилиям без учета (6.2.4) или с учетом (6.2.5) сопротивления бетона растянутой зоны.

6.2.4 Без учета сопротивления бетона растянутой зоны следует производить расчет внецентренно сжатых бетонных элементов при значениях эксцентриситета продольной силы, не превышающих 0,9 расстояния от центра тяжести сечения до наиболее сжатого волокна. При этом предельное усилие, которое может быть воспринято элементом, следует определять по расчетным сопротивлениям бетона сжатию R_b , равномерно распределенным по условной сжатой зоне сечения с центром тяжести, совпадающим с точкой приложения продольной силы.

Для массивных бетонных конструкций гидротехнических сооружений следует принимать в сжатой зоне треугольную эпюру напряжений, не превышающих расчетного значения сопротивления бетона сжатию R_b . При этом эксцентриситет продольной силы относительно центра тяжести сечения не должен превышать 0,65 расстояния от центра тяжести до наиболее сжатого волокна бетона.

6.2.5 С учетом сопротивления бетона растянутой зоны следует производить расчет внецентренно сжатых бетонных элементов с эксцентриситетом продольной силы, большим указанных в 6.2.4, изгибаемых бетонных элементов, а также внецентренно сжатых элементов с эксцентриситетом продольной силы, указанным в 6.2.4, но в которых по условиям эксплуатации не допускается образование трещин. При этом предельное усилие, которое может быть воспринято сечением элемента, следует определять как для упругого тела при максимальных

растягивающих напряжениях, равных расчетному значению сопротивления бетона растяжению R_{br} .

6.2.6 При расчете внецентренно сжатых бетонных элементов следует учитывать влияние продольного изгиба и случайных эксцентриситетов.

Расчет железобетонных элементов по прочности нормальных сечений

6.2.7 Расчет железобетонных элементов по предельным усилиям следует производить, определяя предельные усилия в нормальном к продольной оси элемента сечении из следующих положений:

- сопротивление бетона растяжению принимают равным нулю;
- сопротивление бетона сжатию представляют напряжениями, равными расчетному сопротивлению бетона сжатию и равномерно распределенными по условной сжатой зоне бетона;
- растягивающие и сжимающие напряжения в арматуре принимают не более расчетного сопротивления, соответственно, растяжению и сжатию.

6.2.8 Расчет железобетонных элементов по нелинейной деформационной модели следует производить на основе диаграмм деформирования бетона и арматуры исходя из гипотезы плоских сечений.

6.2.9 При расчете внецентренно сжатых элементов следует учитывать случайный эксцентриситет и влияние продольного изгиба.

Расчет железобетонных элементов по прочности наклонных сечений

6.2.10 Расчет железобетонных элементов по прочности наклонных сечений следует производить: по наклонному сечению на действие поперечной силы, по наклонному сечению на действие изгибающего момента и по полосе между наклонными сечениями на действие поперечной силы.

6.2.11 При расчете железобетонного элемента по прочности наклонного сечения на действие поперечной силы предельную поперечную силу, которая может быть воспринята элементом в наклонном сечении, следует определять как сумму предельных поперечных сил, воспринимаемых бетоном в наклонном сечении и поперечной арматурой, пересекающей наклонное сечение.

6.2.12 При расчете железобетонного элемента по прочности наклонного сечения на действие изгибающего момента предельный момент, который может быть воспринят элементом в наклонном сечении, следует определять как сумму предельных моментов, воспринимаемых пересекающей наклонное сечение продольной и поперечной арматурой, относительно оси, проходящей через точку приложения равнодействующей усилий в сжатой зоне.

6.2.13 При расчете железобетонного элемента по полосе между наклонными сечениями на действие поперечной силы предельную поперечную силу, которая может быть воспринята элементом, следует определять исходя из прочности наклонной бетонной полосы, находящейся под воздействием сжимающих усилий вдоль полосы и растягивающих усилий от поперечной

арматуры, пересекающей наклонную полосу.

Расчет железобетонных элементов по прочности пространственных сечений

6.2.14 При расчете железобетонных элементов по прочности пространственных сечений предельный крутящий момент, который может быть воспринят элементом, следует определять как сумму предельных крутящих моментов, воспринимаемых продольной и поперечной арматурой, расположенной у каждой грани элемента и пересекающей пространственное сечение. Кроме того, следует производить расчет по прочности железобетонного элемента по бетонной полосе, расположенной между пространственными сечениями и находящейся под воздействием сжимающих усилий вдоль полосы и растягивающих усилий от поперечной арматуры, пересекающей полосу.

Расчет железобетонных элементов на местное действие нагрузки

6.2.15 При расчете железобетонных элементов на местное сжатие предельную сжимающую силу, которая может быть воспринята элементом, следует определять исходя из сопротивления бетона при объемном напряженном состоянии, создаваемым окружающим бетоном и косвенной арматурой, если она установлена.

6.2.16 Расчет на продавливание следует производить для плоских железобетонных элементов (плит) при действии сосредоточенных силы и момента в зоне продавливания. Предельное усилие, которое может быть воспринято железобетонным элементом при продавливании, следует определять как сумму предельных усилий, воспринимаемых бетоном и поперечной арматурой, расположенной в зоне продавливания.

6.3 Расчет железобетонных элементов по образованию трещин

6.3.1 Расчет железобетонных элементов по образованию трещин, нормальных к продольной оси элемента (нормальных трещин), следует производить по предельным усилиям или по нелинейной деформационной модели.

Расчет по образованию наклонных трещин следует производить по предельным усилиям.

6.3.2 Расчет по образованию трещин железобетонных элементов по предельным усилиям следует производить из условия, по которому усилие от внешних нагрузок и воздействий в рассматриваемом сечении не должно превышать предельного усилия, которое может быть воспринято железобетонным элементом при образовании трещин

6.3.3 Предельное усилие, воспринимаемое железобетонным элементом при образовании нормальных трещин, следует определять исходя из расчета железобетонного элемента как сплошного тела с учетом упругих деформаций в арматуре и неупругих деформаций в растянутом и сжатом бетоне при максимальных нормальных растягивающих напряжениях в бетоне, равных расчетным значениям сопротивления бетона растяжению R_{br} .

Расчет железобетонных элементов по образованию нормальных трещин по нелинейной деформационной модели следует производить на основе диаграмм состояния арматуры, растянутого и сжатого бетона и гипотезы плоских сечений. Критерием образования

трещин является достижение предельных относительных деформаций в растянутом бетоне.

6.3.5 Предельное усилие, которое может быть воспринято железобетонным элементом при образовании наклонных трещин, следует определять исходя из расчета железобетонного элемента как сплошного упругого тела и критерия прочности бетона при плоском напряженном состоянии «сжатие—растяжение».

6.4 Расчет железобетонных элементов по раскрытию трещин

6.4.1 Расчет железобетонных элементов по раскрытию различного вида трещин производят в тех случаях, когда расчетная проверка на образование трещин показывает, что трещины образуются.

6.4.2 Расчет по раскрытию трещин следует производить для проверки условия, по которому ширина раскрытия трещин от внешней нагрузки не должна превосходить предельно допустимого значения ширины раскрытия трещин

6.4.3 Расчет железобетонных элементов следует производить по продолжительному и по непродолжительному раскрытию нормальных и наклонных трещин.

6.4.4 Ширину раскрытия нормальных трещин следует определять как произведение средних относительных деформаций арматуры на участке между трещинами и длины этого участка. Средние относительные деформации арматуры между трещинами следует определять с учетом работы растянутого бетона между трещинами. Относительные деформации арматуры в трещине следует определять из условно упругого расчета железобетонного элемента с трещинами с использованием приведенного модуля деформации сжатого бетона, установленного с учетом влияния неупругих деформаций бетона сжатой зоны, или по нелинейной деформационной модели. Расстояние между трещинами следует определять из условия, по которому разность усилий в продольной арматуре в сечении с трещиной и между трещинами должна быть воспринята усилиями сцепления арматуры с бетоном на длине этого участка.

Ширину раскрытия нормальных трещин следует определять с учетом характера действия нагрузки (повторяемости, длительности и т.п.) и вида профиля арматуры.

6.4.5 Предельно допустимую ширину раскрытия трещин следует устанавливать исходя из эстетико-психологических требований, наличия требований к проницаемости конструкций, а также в зависимости от длительности действия нагрузки, вида арматурной стали и ее склонности к развитию коррозии в трещине.

Предельно допустимые значения ширины раскрытия трещин следует принимать по указаниям развивающих настоящие нормы межгосударственных сводов правил по проектированию и строительству.

6.4.6 Для массивных гидротехнических сооружений, а также для бетонных конструкций с неметаллической композитной арматурой предельно допустимые значения ширины раскрытия трещин следует устанавливать по соответствующим нормативным документам в зависимости от условий работы конструкций и других факторов, но не более 0,5 мм.

6.5 Расчет железобетонных элементов по деформациям

6.5.1 Расчет железобетонных элементов по деформациям следует производить из условия, по которому прогибы или перемещения конструкций от действия внешней нагрузки не должны превышать предельно допустимых значений прогибов или перемещений.

6.5.2 Прогибы или перемещения железобетонных конструкций следует определять по общим правилам строительной механики в зависимости от изгибных, сдвиговых и осевых деформационных (жесткостных) характеристик железобетонного элемента в сечениях по его длине (кривизны, углов сдвига и т.д.).

6.5.3 В тех случаях, когда прогибы железобетонных элементов в основном зависят от изгибных деформаций, значения прогибов допускается определять по жесткостям или по кривизнам элементов.

Жесткость рассматриваемого сечения железобетонного элемента следует определять по общим правилам сопротивления материалов: для сечения без трещин — как для условно упругого сплошного элемента, а для сечения с трещинами — как для условно упругого элемента с трещинами. Влияние неупругих деформаций бетона следует учитывать с помощью приведенного модуля деформаций бетона, а влияние работы растянутого бетона между трещинами — с помощью приведенного модуля деформаций арматуры.

6.5.4 Расчет деформаций железобетонных конструкций с учетом трещин следует производить в тех случаях, когда расчетная проверка на образование трещин показывает, что трещины образуются. В противном случае расчет деформаций следует производить как для железобетонного элемента без трещин.

6.5.5 Кривизну и продольные деформации железобетонного элемента также определяют по нелинейной деформационной модели исходя из уравнений равновесия внешних и внутренних усилий, действующих в нормальном сечении элемента, гипотезы плоских сечений, диаграмм состояния бетона и арматуры и средних деформаций арматуры между трещинами.

6.5.6 Расчет деформаций железобетонных элементов следует производить с учетом длительности действия нагрузок, устанавливаемых соответствующими нормативными документами.

6.5.7 Значения предельно допустимых прогибов следует принимать по МСН 20-02-201_. При действии постоянных и временных длительных и кратковременных нагрузок прогиб железобетонных элементов во всех случаях не должен превышать $1/150$ пролета и $1/75$ вылета консоли.

7 КОНСТРУКТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

7.1 Общие положения

7.1.1 Для обеспечения безопасности и эксплуатационной пригодности бетонных и

железобетонных конструкций помимо требований к расчету следует выполнять конструктивные требования к геометрическим размерам и армированию.

Конструктивные требования устанавливаются для тех случаев, когда:

расчетом не представляется возможным достаточно точно и определенно полностью гарантировать сопротивление конструкции внешним нагрузкам и воздействиям;

конструктивные требования определяют граничные условия, в пределах которых могут быть использованы принятые расчетные положения;

конструктивные требования обеспечивают выполнение технологии изготовления бетонных и железобетонных конструкций.

7.2 Требования к геометрическим размерам

Геометрические размеры бетонных и железобетонных конструкций должны быть не менее величин, обеспечивающих:

- возможность размещения арматуры, ее анкеровки и совместной работы с бетоном с учетом требований 7.3.3—7.3.11;
- ограничение гибкости сжатых элементов;
- требуемые показатели качества бетона в конструкции.

7.3 Требования к армированию

Защитный слой бетона

7.3.1 Защитный слой бетона должен обеспечивать:

- совместную работу арматуры с бетоном;
- анкеровку арматуры в бетоне и возможность устройства стыков арматурных элементов;
- сохранность стальной арматуры от воздействий окружающей среды (в том числе при наличии агрессивных воздействий);
- огнестойкость, а в необходимых случаях и огнесохранность конструкций.

7.3.2 Толщину защитного слоя бетона следует принимать исходя из требований 7.3.1 с учетом роли арматуры в конструкциях (рабочая или конструктивная), типа конструкций (колонны, плиты, балки, элементы фундаментов, стены и т.п.), диаметра и вида арматуры.

Толщину защитного слоя бетона для арматуры следует принимать не менее диаметра арматуры и не менее 10 мм.

Минимальное расстояние между стержнями гибкой арматуры

7.3.3 Расстояние между стержнями гибкой арматуры следует принимать не менее величины, обеспечивающей:

- совместную работу арматуры с бетоном;
- возможность анкеровки и стыкования арматуры;
- возможность качественного бетонирования конструкции.

7.3.4 Минимальное расстояние между стержнями арматуры в свету следует принимать в зависимости от диаметра арматуры, размера крупного заполнителя бетона, расположения арматуры в элементе по отношению к направлению бетонирования, способа укладки и уплотнения бетона.

Расстояние между стержнями арматуры следует принимать не менее диаметра арматуры и не менее 25 мм.

При стесненных условиях допускается располагать стержни арматуры группами-пучками (без зазора между стержнями). При этом расстояние в свету между пучками следует принимать не менее приведенного диаметра условного стержня, площадь которого равна площади сечения пучка арматуры.

Продольная арматура

7.3.5 Относительное содержание расчетной продольной арматуры в железобетонном элементе (отношение площади сечения арматуры к рабочей площади поперечного сечения элемента) следует принимать не менее величины, при которой элемент можно рассматривать и рассчитывать как железобетонный.

Минимальное относительное содержание рабочей продольной арматуры в железобетонном элементе следует определять в зависимости от характера работы арматуры (сжатая, растянутая), характера работы элемента (изгибаемый, внецентренно сжатый, внецентренно растянутый) и гибкости внецентренно сжатого элемента, но принимать равным не менее 0,1 %.

Для массивных гидротехнических сооружений и для конструкций с неметаллической композитной арматурой допускаются меньшие значения относительного содержания арматуры, устанавливаемые по соответствующим нормативным документам.

7.3.6 Расстояние между стержнями продольной рабочей арматуры следует принимать с учетом типа железобетонного элемента (колонны, балки, плиты, стены), ширины и высоты сечения элемента и не более величины, обеспечивающей эффективное вовлечение в работу бетона, равномерное распределение напряжений и деформаций по ширине сечения элемента, а также ограничение ширины раскрытия трещин между стержнями арматуры. При этом расстояние между стержнями продольной рабочей арматуры следует принимать не более двукратной высоты сечения элемента и не более 400 мм, а в линейных внецентренно сжатых элементах в направлении плоскости изгиба — не более 500 мм.

Для массивных гидротехнических сооружений и для конструкций с неметаллической композитной арматурой большие значения расстояния между стержнями устанавливаются по соответствующим нормативным документам.

Поперечное армирование

7.3.7 В железобетонных элементах, в которых поперечная сила по расчету не может быть воспринята только бетоном, следует устанавливать поперечную арматуру с шагом, обеспечивающим включение в работу поперечной арматуры при образовании и развитии наклонных трещин.

Шаг поперечной арматуры следует принимать не более половины рабочей высоты сечения элемента и не более 300 мм.

7.3.8 В железобетонных элементах, содержащих расчетную сжатую продольную арматуру, следует устанавливать поперечную арматуру с шагом не более величины, обеспечивающей закрепление от выпучивания продольной сжатой арматуры. При этом шаг поперечной арматуры следует принимать не более пятнадцати диаметров сжатой продольной арматуры и не более 500 мм, а конструкция поперечной арматуры должна обеспечивать отсутствие выпучивания продольной арматуры в любом направлении.

Анкеровка и соединения арматуры

7.3.9 В железобетонных конструкциях должна быть предусмотрена анкеровка арматуры, обеспечивающая восприятие расчетных усилий в арматуре в рассматриваемом сечении. Длину анкеровки определяют из условия, по которому усилие, действующее в арматуре, должно быть воспринято силами сцепления арматуры с бетоном, действующими по длине анкеровки, и силами сопротивления анкерующих устройств в зависимости от диаметра и профиля арматуры, прочности бетона на растяжение, толщины защитного слоя бетона, вида анкерующих устройств (загиб стержня, приварка поперечных стержней и другие), поперечного армирования в зоне анкеровки, характера усилия в арматуре (сжимающее или растягивающее) и напряженного состояния бетона на длине анкеровки.

7.3.10 Анкеровку поперечной арматуры следует осуществлять путем ее загиба и охвата продольной арматуры или приваркой к продольной арматуре. При этом диаметр продольной арматуры должен быть не менее половины диаметра поперечной арматуры.

7.3.11 Соединение арматуры внахлестку (без сварки) должно быть осуществлено на длину, обеспечивающую передачу расчетных усилий от одного стыкуемого стержня к другому. Длину нахлестки следует определять с учетом относительного количества стыкуемых в одном месте стержней, поперечной арматуры в зоне стыка внахлестку, расстояния между стыкуемыми стержнями и между стыковыми соединениями.

7.3.12 Сварные соединения арматуры следует выполнять по соответствующим нормативным документам.

7.4 Защита конструкций от неблагоприятного влияния воздействий среды

7.4.1 В тех случаях когда требуемая долговечность конструкций, работающих в условиях неблагоприятного воздействия среды (агрессивные воздействия), не может быть обеспечена коррозионной стойкостью самой конструкции, следует предусматривать дополнительную защиту

поверхностей конструкции, выполняемую по указаниям МСН 20-05-201_.

8 ТРЕБОВАНИЯ К ИЗГОТОВЛЕНИЮ, ВОЗВЕДЕНИЮ И ЭКСПЛУАТАЦИИ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

8.1 Бетон

8.1.1 Подбор состава бетонной смеси производят с целью получения в конструкциях бетона, отвечающего техническим показателям, установленным в разделе 5 и принятым в проекте.

За основу при подборе состава бетона следует принимать определяющий для данного вида бетона и назначения конструкции показатель бетона. При этом должны быть обеспечены и другие установленные проектом показатели качества бетона.

8.1.2 Проектирование и подбор состава бетонной смеси по требуемой прочности бетона следует производить, руководствуясь соответствующими нормативными документами.

При подборе состава бетонной смеси должны быть обеспечены требуемые показатели качества (удобоукладываемость, сохраняемость, нерасслаиваемость, воздухо содержание и другие показатели).

Свойства подобранной бетонной смеси должны соответствовать технологии производства бетонных работ, включающей сроки и условия твердения бетона, способы, режимы приготовления и транспортирования бетонной смеси и другие особенности технологического процесса.

Подбор состава бетонной смеси следует производить на основе характеристик материалов, используемых для ее приготовления, включающих вяжущие, заполнители, воду и эффективные добавки (модификаторы).

При подборе состава бетонной смеси следует применять материалы с учетом их экологической чистоты (ограничение по содержанию радионуклидов, радона, токсичности и т.п.).

Расчет основных параметров состава бетонной смеси следует производить с использованием экспериментально установленных зависимостей.

Подбор состава фибробетона следует производить согласно приведенным выше требованиям с учетом вида и свойств армирующих фибр.

8.1.3 При приготовлении бетонной смеси должна быть обеспечена необходимая точность дозировки входящих в бетонную смесь материалов и последовательность их загрузки.

Перемешивание бетонной смеси следует выполнять так, чтобы обеспечить равномерное распределение компонентов по всему объему смеси. Продолжительность перемешивания принимают в соответствии с инструкциями предприятий — изготовителей бетоносмесительных установок (заводов) или устанавливают опытным путем.

8.1.4 Транспортирование бетонной смеси следует осуществлять способами и средствами, обеспечивающими сохранность ее свойств и исключаящими ее расслоение, а также загрязнение посторонними материалами. Допускается восстановление отдельных показателей качества

бетонной смеси на месте укладки за счет введения химических добавок или использования технологических приемов при условии обеспечения всех других требуемых показателей качества.

8.1.5 Укладку и уплотнение бетона следует выполнять таким образом, чтобы можно было гарантировать в конструкциях достаточную однородность и плотность бетона, отвечающих требованиям, предусмотренным для рассматриваемой строительной конструкции.

Применяемые способы и режимы формования должны обеспечивать заданную плотность и однородность и устанавливаются с учетом показателей качества бетонной смеси, вида конструкции и изделия и конкретных инженерно-геологических и производственных условий.

Порядок бетонирования следует устанавливать, предусматривая расположение швов бетонирования с учетом технологии возведения сооружения и его конструктивных особенностей. При этом должна быть обеспечена необходимая прочность контакта поверхностей бетона в шве бетонирования, а также прочность конструкции с учетом наличия швов бетонирования.

При укладке бетонной смеси при пониженных положительных и отрицательных или повышенных положительных температурах должны быть предусмотрены специальные мероприятия, обеспечивающие требуемое качество бетона.

8.1.6 Твердение бетона следует обеспечивать без применения или с применением ускоряющих технологических воздействий (с помощью тепловлажностной обработки при нормальном или повышенном давлении).

В бетоне в процессе твердения следует поддерживать расчетный температурно-влажностный режим. При необходимости для создания условий, обеспечивающих нарастание прочности бетона и снижение усадочных явлений, следует применять специальные защитные мероприятия. В технологическом процессе тепловой обработки изделий должны быть приняты меры по снижению температурных перепадов и взаимных перемещений между опалубочной формой и бетоном.

В массивных монолитных конструкциях следует предусматривать мероприятия по уменьшению влияния температурно-влажностных полей напряжений, связанных с экзотермией при твердении бетона, на работу конструкций.

8.2 Арматура

8.2.1 Арматура, используемая для армирования конструкций, должна соответствовать проекту и требованиям соответствующих стандартов. Арматура должна иметь маркировку и соответствующие сертификаты, удостоверяющие ее качество.

Условия хранения арматуры и ее перевозки должны исключать механические повреждения или пластические деформации, ухудшающее сцепление с бетоном загрязнение, коррозионные поражения.

8.2.2 Установку вязаной арматуры в опалубочные формы следует производить в соответствии с проектом. При этом должна быть предусмотрена надежная фиксация положения арматурных стержней с помощью специальных мероприятий, обеспечивающая невозможность смещения арматуры в процессе ее установки и бетонирования конструкции.

Отклонения от проектного положения арматуры при ее установке не должны превышать допустимых значений, установленных нормативными документами.

8.2.3. Сварные арматурные изделия (сетки, каркасы) следует изготавливать с помощью контактно-точечной сварки или иными способами, обеспечивающими требуемую прочность сварного соединения и не допускающими снижения прочности соединяемых арматурных элементов.

Установку сварных арматурных изделий в опалубочные формы следует производить в соответствии с проектом. При этом должна быть предусмотрена надежная фиксация положения арматурных изделий с помощью специальных мероприятий, обеспечивающих невозможность смещения арматурных изделий в процессе установки и бетонирования.

Отклонения от проектного положения арматурных изделий при их установке не должны превышать допустимых значений, установленных соответствующими нормативными документами.

8.2.4 Загиб стальных арматурных стержней следует осуществлять с помощью специальных оправок, обеспечивающих необходимые значения радиуса кривизны.

8.2.5 Сварные стыки стальной арматуры следует выполнять с помощью контактной, дуговой или ванной сварки. Применяемый способ сварки должен обеспечивать необходимую прочность сварного соединения, а также прочность и деформативность примыкающих к сварному соединению участков арматурных стержней.

8.2.6 Механические соединения (стыки) стальной арматуры следует выполнять с помощью опрессованных и резьбовых муфт. Прочность механического соединения растянутой арматуры должна быть такой же, что и стыкуемых стержней.

8.2.7 При натяжении арматуры на упоры или затвердевший бетон должны быть обеспечены установленные в проекте контролируемые значения предварительного напряжения в пределах допускаемых значений отклонений, установленных нормативными документами или специальными требованиями.

При отпуске натяжения арматуры следует обеспечивать плавную передачу предварительного напряжения на бетон.

8.3 Опалубка

8.3.1 Опалубка (опалубочные формы) должна выполнять следующие основные функции: придать бетону проектную форму конструкции, обеспечить требуемый вид внешней поверхности бетона, поддерживать конструкцию пока она не наберет распалубочную прочность и, при необходимости, служить упором при натяжении арматуры.

При изготовлении конструкций следует применять инвентарную и специальную, переставную и передвижную, съемную и несъемную опалубку.

Опалубку и ее крепления следует проектировать и изготавливать таким образом, чтобы они могли воспринять нагрузки, возникающие в процессе производства работ, позволяли конструкциям свободно деформироваться и обеспечивали соблюдение допусков в пределах, установленных для данной конструкции или сооружения.

Опалубка и крепления должны соответствовать принятым способам укладки и уплотнения бетонной смеси, условиям преднапряжения, твердения бетона и тепловой обработки.

Съемную опалубку следует проектировать и изготавливать таким образом, чтобы была обеспечена распалубка конструкции без повреждения бетона.

Распалубку конструкций следует производить после набора бетоном распалубочной прочности.

Несъемную опалубку следует проектировать как составную часть конструкции.

8.4 Бетонные и железобетонные конструкции

8.4.1 Изготовление бетонных и железобетонных конструкций включает опалубочные, арматурные и бетонные работы, выполняемые в соответствии с указаниями подразделов 8.1, 8.2 и 8.3.

Готовые конструкции должны отвечать требованиям проекта и нормативных документов. Отклонения геометрических размеров должны укладываться в пределах допусков, установленных для данной конструкции.

8.4.2 В бетонных и железобетонных конструкциях к началу их эксплуатации фактическая прочность бетона должна быть не ниже требуемой прочности бетона, установленной в проекте.

В сборных бетонных и железобетонных конструкциях должна быть обеспечена установленная проектом отпускная прочность бетона (прочность бетона при отправке конструкции потребителю), а для преднапряженных конструкций — установленная проектом передаточная прочность (прочность бетона при отпуске натяжения арматуры).

В монолитных конструкциях должна быть обеспечена распалубочная прочность бетона в установленном проектом возрасте (при снятии поддерживающей опалубки).

8.4.3 Подъем конструкций следует осуществлять с помощью специальных устройств (монтажных петель и других приспособлений), предусмотренных проектом. При этом должны быть обеспечены условия подъема, исключающие разрушение, потерю устойчивости, опрокидывание, раскачивание и вращение конструкции.

8.4.4 Условия транспортировки, складирования и хранения конструкций должны отвечать указаниям, приведенным в проекте. При этом должна быть обеспечена сохранность конструкции, поверхностей бетона, выпусков арматуры и монтажных петель от повреждений.

8.4.5 Возведение зданий и сооружений из сборных элементов следует производить в соответствии с проектом производства работ, в котором должны быть предусмотрены последовательность установки конструкций и мероприятия, обеспечивающие требуемую точность установки, пространственную неизменяемость конструкций в процессе их укрупнительной сборки и установки в проектное положение, устойчивость конструкций и частей здания или сооружения в процессе возведения, безопасные условия труда.

8.4.6 При возведении зданий и сооружений из монолитного бетона следует предусматривать последовательность бетонирования конструкций, снятия и перестановки опалубки, обеспечивающие прочность, трещиностойкость и жесткость конструкций в процессе возведения. Кроме этого, следует предусматривать мероприятия (конструктивные и

технологические), ограничивающие образование и развитие технологических трещин.

8.4.7 Отклонения конструкций от проектного положения не должны превышать допустимых значений, установленных для соответствующих конструкций (колонн, балок, плит) зданий и сооружений нормативными документами.

8.4.8 В течение установленного срока службы здания или сооружения следует соблюдать режим эксплуатации бетонных и железобетонных конструкций зданий и сооружений, исключая снижение их несущей способности, эксплуатационной пригодности и долговечности вследствие нарушений нормируемых условий эксплуатации (перегрузка конструкций, несоблюдение сроков проведения планово-предупредительных ремонтов, повышение агрессивности среды и т.п.).

Если в процессе эксплуатации обнаружены повреждения конструкции, которые могут вызвать снижение ее безопасности и препятствовать ее нормальному функционированию, следует выполнить мероприятия, предусмотренные в разделе 9.

8.5 Контроль качества

8.5.1 Контроль качества конструкций должен устанавливать соответствие технических показателей конструкций (геометрических размеров, прочностных показателей бетона и арматуры, прочности, трещиностойкости и деформативности конструкции) при их изготовлении, возведении и эксплуатации, а также параметров технологических режимов производства показателям, указанным в проекте и нормативных документах и в технологической документации.

8.5.2 Для обеспечения требований, предъявляемых к бетонным и железобетонным конструкциям, следует производить контроль качества продукции, включающий в себя входной, операционный, приемочный и эксплуатационный контроль.

8.5.3 Контроль прочности бетона следует производить, как правило, по результатам испытания специально изготовленных или отобранных из конструкции контрольных образцов.

Для монолитных конструкций, кроме того, контроль прочности бетона следует производить по результатам испытаний контрольных образцов, изготавливаемых на месте укладки бетонной смеси и хранящихся в условиях, идентичных твердению бетона в конструкции, и неразрушающими методами.

Контроль прочности следует производить статистическим методом с учетом фактической неоднородности прочности бетона, характеризуемой величиной коэффициента вариации прочности бетона на предприятии — производителе бетона или на строительной площадке, а также при неразрушающих методах контроля прочности бетона в конструкциях.

8.5.4 Контроль морозостойкости, водонепроницаемости и плотности бетона следует

производить, руководствуясь требованиями соответствующих нормативных документов.

8.5.5 Контроль показателей качества арматуры (входной контроль) следует производить в соответствии с требованиями стандартов на арматуру

Контроль качества сварочных работ следует производить согласно соответствующим нормативным документам.

8.5.6 Оценку пригодности конструкций по прочности, трещиностойкости и деформативности (эксплуатационной пригодности) следует производить путем пробного нагружения конструкции контрольной нагрузкой или путем выборочного испытания нагружением до разрушения отдельных сборных изделий, взятых из партии однотипных конструкций.

Оценку пригодности конструкции допускается также производить на основе результатов контроля комплекса единичных показателей (для сборных и монолитных конструкций), характеризующих прочность бетона, толщину защитного слоя, геометрические размеры сечений и конструкций, расположение арматуры и прочность сварных соединений, диаметр и механические свойства арматуры, основные размеры арматурных изделий и величину натяжения арматуры, получаемых в процессе входного, операционного и приемочного контроля.

8.5.7 Приемку бетонных и железобетонных конструкций после их возведения следует осуществлять путем установления соответствия выполненной конструкции проекту.

9 ТРЕБОВАНИЯ К ВОССТАНОВЛЕНИЮ И УСИЛЕНИЮ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

9.1 Общие положения

Восстановление и усиление железобетонных конструкций следует производить на основе результатов их натурального обследования, поверочного расчета, расчета и конструирования усиленных конструкций.

9.2 Натурные обследования конструкций

Путем натуральных обследований в зависимости от задачи должны быть установлены: состояние конструкции, геометрические размеры конструкций, армирование конструкций, прочность бетона, вид и класс арматуры и ее состояние, прогибы конструкций, ширина раскрытия трещин, их длина и расположение, размеры и характер дефектов и повреждений, нагрузки, статическая схема конструкций.

9.3 Поверочные расчеты конструкций

9.3.1 Поверочные расчеты существующих конструкций следует производить при изменении или действующих на них нагрузок, или условий эксплуатации, или объемно-

планировочных решений, или при обнаружении серьезных дефектов и повреждений в конструкциях.

На основе поверочных расчетов устанавливают пригодность конструкций к эксплуатации, необходимость их усиления или снижения эксплуатационной нагрузки или полную непригодность конструкций.

9.3.2 Поверочные расчеты следует производить на основе проектных материалов, данных по изготовлению и возведению конструкций, а также результатов натуральных обследований.

Расчетные схемы при проведении поверочных расчетов следует принимать с учетом установленных фактических геометрических размеров, фактического соединения и взаимодействия конструкций и элементов конструкций, выявленных отклонений при монтаже.

9.3.3 Поверочные расчеты следует производить по несущей способности, деформациям и трещиностойкости. Допускается не производить поверочные расчеты по эксплуатационной пригодности, если перемещения и ширина раскрытия трещин в существующих конструкциях при максимальных фактических нагрузках не превосходят допустимых значений, а усилия в сечениях элементов от возможных нагрузок не превышают значений усилий от фактически действующих нагрузок.

9.3.4 Расчетные значения характеристик бетона принимают в зависимости от класса бетона, указанного в проекте, или условного класса бетона, определяемого с помощью переводных коэффициентов, обеспечивающих эквивалентную прочность по фактической средней прочности бетона, полученной по испытаниям бетона неразрушающими методами или по испытаниям отобранных из конструкции образцов.

9.3.5 Расчетные значения характеристик арматуры принимают в зависимости от класса арматуры, указанного в проекте, или условного класса арматуры, определяемого с помощью переводных коэффициентов, обеспечивающих эквивалентную прочность по фактическим значениям средней прочности арматуры, полученной по данным испытаний образцов арматуры, отобранных из обследуемых конструкций.

При отсутствии проектных данных и невозможности отбора образцов допускается класс стальной арматуры устанавливать по виду профиля арматуры, а расчетные сопротивления принимать на 20 % ниже соответствующих значений действующих нормативных документов, отвечающих данному классу.

9.3.6 При проведении поверочных расчетов должны быть учтены дефекты и повреждения конструкции, выявленные в процессе натуральных обследований, в том числе: снижение прочности, местные повреждения или разрушения бетона; обрыв арматуры, коррозия арматуры, нарушение анкеровки и сцепления арматуры с бетоном; опасное образование и раскрытие трещин; конструктивные отклонения от проекта в отдельных элементах конструкции и их соединениях.

9.3.7 Конструкции, не удовлетворяющие требованиям поверочных расчетов по несущей способности и эксплуатационной пригодности, подлежат усилению либо для них должна быть снижена эксплуатационная нагрузка.

9.3.8 Для конструкций, не удовлетворяющих требованиям поверочных расчетов по эксплуатационной пригодности, допускается не предусматривать усиления либо снижения нагрузки, если фактические прогибы превышают допустимые значения, но не препятствуют

нормальной эксплуатации, а также если фактическое раскрытие трещин превышает допустимые значения, но не создает опасности разрушения.

9.4 Усиление железобетонных конструкций

9.4.1 Усиление железобетонных конструкций осуществляют с помощью композитных материалов, стальных элементов, бетона и железобетона, стальной арматуры.

9.4.2 При усилении железобетонных конструкций следует учитывать несущую способность как элементов усиления, так и усиливаемой конструкции. Для этого должны быть обеспечены включение в работу элементов усиления и совместная их работа с усиливаемой конструкцией. Для сильно поврежденных конструкций (разрушение 50 % и более сечения бетона или 50 % и более площади сечения рабочей арматуры) несущую способность усиливаемой конструкции не учитывают.

При заделке трещин с шириной раскрытия более допустимой и других дефектов бетона следует обеспечить равнопрочность участков конструкций, подвергнувшихся восстановлению, с основным бетоном.

9.4.3 Расчетные значения характеристик материалов усиления следует принимать по соответствующим нормативным документам.

Расчетные значения характеристик материалов усиливаемой конструкции принимают исходя из проектных данных с учетом результатов обследования согласно указаниям п.п. 9.3.4, 9.3.5.

9.4.4 Расчет усиливаемой железобетонной конструкции следует производить с учетом напряженно-деформированного состояния конструкции, полученного ею до усиления.

9.4.5 Расчет конструкций, усиливаемых с помощью стальных элементов, бетона и железобетона или стальной арматуры, следует производить по общим правилам расчета железобетонных конструкций с учетом указаний настоящего раздела.

Расчет конструкций, усиливаемых с помощью композитных материалов – в том числе внешним армированием, следует производить по соответствующим нормативным документам.

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

- МСН 10-01-201_ Система межгосударственных нормативных документов в строительстве.
Основные положения.
- МСН 20-01-201_ Надежность строительных конструкций и оснований.
- МСН 20-02-201_ Нагрузки и воздействия
- МСН 20-05-201_ Защита строительных конструкций от коррозии.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

*Справочное***ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

Арматура -	Линейно протяженные элементы в конструкции из бетона, воспринимающие растягивающие, а в отдельных случаях и сжимающие усилия в сечениях конструкции.
Арматура рабочая —	арматура, устанавливаемая по расчету.
Арматура конструктивная —	арматура, устанавливаемая без расчета из конструктивных соображений.
Арматура предварительно напряженная —	арматура, имеющая начальные (предварительные) напряжения до приложения внешних нагрузок.
Арматура неметаллическая композитная —	арматура из композиционного материала, состоящая из продольных однонаправленных армирующих волокон (углепластиковых, стеклопластиковых, базальтопластиковых, органопластиковых и др.), связанных затвердевшим полимерным материалом.
Конструкции бетонные —	конструкции, выполненные из бетона без рабочей арматуры.
Конструкции железобетонные —	конструкции, выполненные из бетона с рабочей арматурой.
Конструкции сталежелезобетонные —	железобетонные конструкции, включающие стальные элементы.
Конструкции дисперсно-армированные (фибробетонные, армоцементные) —	железобетонные конструкции, включающие дисперсно-расположенные фибры или мелкоячеистые сетки из тонкой стальной проволоки.
Конструкции с композитной арматурой -	конструкции из бетона (железобетона), армированные неметаллической композитной арматурой.

Ключевые слова: требования к бетонным и железобетонным конструкциям, нормативные и расчетные значения прочностных и деформационных характеристик бетона, требования к арматуре, расчет бетонных и железобетонных элементов по прочности, образованию трещин и деформациям, защита конструкций от неблагоприятных воздействий