ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ

КОМПЛЕКС АРХИТЕКТУРЫ, СТРОИТЕЛЬСТВА, РАЗВИТИЯ И РЕКОНСТРУКЦИИ ГОРОДА
ДЕПАРТАМЕНТ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ, РАЗВИТИЯ И РЕКОНСТРУКЦИИ ГОРОДА МОСКВЫ

ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ г. МОСКВЫ ТСН 102–00*

ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ С АРМАТУРОЙ КЛАССОВ А500С И А400С

Москва – 2006

ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ

КОМПЛЕКС АРХИТЕКТУРЫ, СТРОИТЕЛЬСТВА,
РАЗВИТИЯ И РЕКОНСТРУКЦИИ ГОРОДА
ДЕПАРТАМЕНТ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ,
РАЗВИТИЯ И РЕКОНСТРУКЦИИ ГОРОДА МОСКВЫ

ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ г. МОСКВЫ ТСН 102–00*

ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ С АРМАТУРОЙ КЛАССОВ А500С И А400С

Москва – 2006

ПРЕДИСЛОВИЕ

ТСН 102-00* разработаны по заказу ОАО «Московский комитет по науке и технологиям» (договор №7-С/04 от 31.05.2004г.) и содержат изменения и дополнения, полученные в результате проектно-конструкторских и исследовательских работ, выполненных ГУП «НИИМосстрой» (ГУП НКТЦ), ГУП «НИИЖБ» и ОАО «Моспромжелезобетон», а также практической работы с применением положений ТСН 102-00, введенных в действие 01.02.2000г.

Разделы, пункты, таблицы и приложения, в которые внесены изменения, отмечены звездочкой.

© Настоящие Территориальные строительные нормы не могут быть полностью или частично воспроизведены, тиражированы и распространены в качестве официального издания без разрешения Департамента градостроительной политики, развития и реконструкции г. Москвы.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 4

1 Область применения 5

2 Общие требования к железобетонным конструкциям с арматурой классов А500С и А400С 5

3 Материалы для железобетонных конструкций с арматурой классовА500С и А400С 8

3.1 Бетон 8

3.2 Арматура классов А500С и А400С 9

4 Расчет железобетонных конструкций с арматурой классов А500С и А400С 12

4.1 Общие положения 12

4.2 Расчет по прочности сечений, нормальных к продольной оси элемента 15

4.3 Расчет по прочности сечений, наклонных к продольной оси элемента 15

4.4 Расчет по прочности пространственных сечений (элементов, работающих на кручение с изгибом) 16

4.5 Расчет железобетонных элементов на местное сжатие 16

4.6 Расчет железобетонных элементов на продавливание 16

4.7 Расчет железобетонных элементов на отрыв 16

4.8 Расчет закладных изделий 16

4.9 Расчет железобетонных элементов по образованию трещин, нормальных к продольной оси элемента 16

4.10 Расчет железобетонных элементов по образованию трещин, наклонных к продольной оси элемента 16

4.11 Расчет железобетонных элементов по раскрытию трещин, нормальных к продольной оси элемента 16

4.12 Расчет железобетонных элементов по раскрытию трещин, наклонных к продольной оси элемента 17

4.13 Расчет железобетонных элементов по деформациям 17

5 Конструктивные требования 17

5.1 Общие указания 17

5.2 Анкеровка арматуры 17

5.3 Продольное армирование элементов 19

5.4 Поперечное армирование элементов 19

5.5 Сварные соединения арматуры и закладных изделий 19

5.6 Стыки арматуры внахлестку (без сварки) 20

5.7 Стыки элементов сборных конструкций 21

6 Технологические требования по сварке соединений арматуры классов А500С и А400С 21

7 Технологические требования к гнутью арматуры классов А500С и А400С 23

8 Указания по расчету и конструированию железобетонных конструкций с арматурой классов А500С и А400С при реконструкции зданий и сооружений 24

9 Контроль качества железобетонных конструкций с арматурой классов А500С и А400С 24

9.1 Общие положения 24

9.2 Контроль качества арматуры классов А500С и А400С 25

9.3 Контроль качества сварных соединений арматуры классов А500С и А400С 25

9.4 Контроль качества железобетонных конструкций с арматурой классов А500С и А400С 26

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Требования к химическому составу и характеристикам механических свойств арматурной стали 27

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Перечень нормативных документов 28

ВВЕДЕНИЕ

При разработке настоящих Территориальных строительных норм были учтены положения отечественных и зарубежных норм и стандартов, результаты научно-исследовательских работ, а также практический опыт применения арматуры классов А500С и А400С в различных изделиях на ряде предприятий промышленности сборного железобетона г. Москвы.

Данные ТСН не противоречат требованиям СНиП 2.03.01-84* «Бетонные и железобетонные конструкции», содержат ряд технических положений, не установленных в этих нормах, и являются рекомендательным документом.

ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ С АРМАТУРОЙ КЛАССОВ А500С и А400С

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Настоящие нормы распространяются на проектирование, технологию изготовления и контроль качества железобетонных конструкций промышленных и гражданских зданий и сооружений, выполненных с применением арматуры классов А500С и А400С без предварительного напряжения. Конструкции выполняются из тяжелых и легких бетонов плотной структуры, воспринимают статические нагрузки и климатические воздействия района г. Москвы и эксплуатируются в среде с неагрессивным и агрессивным воздействием.

1.2 Настоящие нормы следует применять совместно с СНиП 2.03.01-84* «Бетонные и железобетонные конструкции», СНиП 52-01-2003, СНиП 2.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии» и развивающими их документами.

2 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМ КОНСТРУКЦИЯМ С АРМАТУРОЙ КЛАССОВ А500С И А400С

2.1 Для нормальной эксплуатации в течение заданного срока службы зданий и сооружений железобетонные конструкции с арматурой классов А500С и А400С должны отвечать следующим требованиям:

- безопасности (по несущей способности);
- эксплуатационной пригодности;
- долговечности.

Кроме того, конструкции должны быть технологичными и экономичными.

2.2 Для обеспечения безопасности железобетонные конструкции с арматурой классов А500С и А400С должны иметь характеристики, с надлежащей степенью надежности, предотвращающие возможность разрушения конструкций при различных воздействиях.

2.3 Для выполнения требования эксплуатационной пригодности железобетонные конструкции с арматурой классов А500С и А400С должны иметь характеристики, при которых с надлежащей степенью надежности под различными воздействиями не происходило бы образование или чрезмерное раскрытие трещин и не возникали чрезмерные деформации, препятствующие нормальной эксплуатации (нарушение требований по охране здоровья людей и окружающей среды; требований к внешнему виду конструкции; технологических требований по нормальной работе оборудования, механизмов; конструктивных требований по совместной работе элементов и т.д.).

2.4* Для выполнения требования долговечности железобетонные конструкции с арматурой классов

Издание официальное

А500С и А400С должны иметь такие начальные характеристики, чтобы с надлежащей степенью надежности в течение длительного времени (заданного срока службы) конструкции отвечали бы требованиям безопасности и эксплуатационной пригодности при различных воздействиях.

Для железобетонных конструкций, эксплуатируемых в агрессивных средах, следует выполнять мероприятия по защите от коррозии в соответствии с требованиями СНиП 2.03.11 и МГСН 2.08-01.

2.5 Железобетонные конструкции с арматурой классов А500С и А400С должны отвечать требованиям технологичности при изготовлении, транспортировании и монтаже.

2.6 Для выполнения требований экономичности железобетонные конструкции с арматурой классов А500С и А400С должны быть спроектированы, исходя из оптимальных показателей по материалоемкости, энергоемкости, трудоемкости и затрат при эксплуатации.

2.7 В соответствии с положениями настоящих норм безопасность, эксплуатационная пригодность, долговечность, технологичность и экономичность железобетонных конструкций обеспечиваются выполнением конструктивных, технологических и эксплуатационных требований.

Нагрузки и воздействия, срок эксплуатации (службы) зданий и сооружений, предел огнестойкости и способы защиты конструкций от коррозии устанавливаются соответствующими нормативными документами.

2.8 При проектировании железобетонных конструкций должны быть установлены вид и показатели качества бетона и арматуры.

Арматура, используемая в конструкциях, должна соответствовать проекту и иметь соответствующие сертификаты и маркировку, подтверждающие ее качество.

2.9 Расчеты железобетонных конструкций необходимо выполнять с учетом возможного образования трещин и неупругих деформаций в бетоне и арматуре.

Усилия и деформации от различных воздействий в конструкциях и в образуемых ими системах зданий и сооружений следует определять с учетом их совместной работы, физической и геометрической нелинейности работы конструкций в системе.

Расчеты железобетонных конструкций для всех стадий их работы следует производить на действие изгибающих моментов, продольных сил, поперечных сил и крутящих моментов, возникающих в конструкциях при эксплуатации, а также при изготовлении, транспортировании, возведении и местном действии нагрузки.

Расчеты железобетонных конструкций следует производить по методу предельных состояний, включающему:

- предельные состояния первой группы (по непригодности к эксплуатации из-за потери несущей способности);
- предельные состояния второй группы (по непригодности к нормальной эксплуатации из-за образования или чрезмерного раскрытия трещин, появления недопустимых деформаций и др.).

Расчеты по предельным состояниям первой группы должны включать расчеты по прочности.

Расчеты по предельным состояниям второй группы должны включать расчеты по образованию трещин, раскрытию трещин, по деформациям.

Расчеты должны гарантированно предотвращать возможность достижения предельных состояний конструкций.

В необходимых случаях по соответствующим нормативным документам следует производить расчеты по огнестойкости, теплопроводности, звукоизоляции, обеспечивающие нормальные условия жизнедеятельности.

2.10 При проектировании железобетонных конструкций с арматурой классов А500С и А400С надежность конструкций с учетом уровня ответственности здания и сооружения устанавливают полувероятностным методом расчета путем использования расчетных значений нагрузок и воздействий, характеристик бетона и арматуры, определяемых с помощью частных коэффициентов надежности по нормативным значениям этих характеристик.

Нормативные значения нагрузок и воздействий, значения коэффициентов надежности по нагрузке, а также коэффициентов надежности по ответственности конструкций устанавливают соответствующие нормативные документы.

Расчетные значения нагрузок и воздействий принимают в зависимости от вида расчетного предельного состояния и расчетных ситуаций.

Нормативные значения характеристик материалов определяют с учетом изменчивости свойств материалов.

Уровень надежности расчетных значений характеристик материалов устанавливают в зависимости от опасности достижения соответствующего предельного состояния и регулируют значением коэффициентов надежности для бетона и арматуры.

Расчет железобетонных конструкций с арматурой классов А500С и А400С можно проводить по заданному значению надежности на основе полного вероятностного расчета с учетом изменчивости основных факторов, входящих в расчетные зависимости.

2.11 При проектировании железобетонных конструкций необходимо выполнять конструктивные требования, предъявляемые к геометрическим параметрам элементов конструкций, к армированию и к защите конструкций от неблагоприятного воздействия окружающей среды.

2.12 При производстве бетонных, арматурных и опалубочных работ необходимо выполнять требования к подбору состава бетона, его укладке, режиму твердения, которые обеспечат принятые в проекте показатели качества бетона. Необходимо выполнять требования, предъявляемые к технологии изготовления арматурных изделий, в том числе сварных соединений, которые обеспечат их качество и проектное положение в конструкции. Выполнение требований к опалубке обеспечит проектную форму конструкции, предотвратит повреждение конструкции в процессе ее изготовления. При выборе и выполнении сварных соединений арматуры следует учитывать способ производства арматурной стали и ее эксплуатационные качества.

3 МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С АРМАТУРОЙ КЛАССОВ А500С И А400С

3.1 Бетон

3.1.1 Для железобетонных конструкций с арматурой классов А500С и А400С применяются тяжелые и легкие бетоны плотной структуры.

3.1.2* Основными показателями качества бетона являются:

–класс по прочности на сжатие B;

–класс по прочности на осевое растяжение B_t;

–марка по морозостойкости F;

–марка по водонепроницаемости W;

–марка по средней плотности D.

Параметрические ряды классов и марок бетона, а также значения показателей качества, устанавливаемые при проектировании железобетонных конструкций с арматурой классов А500С и А400С в соответствии с требованиями расчетов и условиями эксплуатации, принимаются согласно СНиП 2.03.01 и СНиП 2.03.11.

3.1.3 Основными прочностными характеристиками бетона являются нормативные значения сопротивления бетона осевому сжатию R_{bn} и осевому растяжению R_{btn}, устанавливаемые с обеспеченностью 0,95 и принимаемыми в соответствии со СНиП 2.03.01.

Нормативные значения сопротивлений бетона (тяжелого и легкого, плотной структуры с плотным мелким заполнителем) R_{bn} и R_{btn} в зависимости от класса бетона по прочности на сжатие приведены в табл. 1.

3.1.4 Расчетные значения сопротивления бетона осевому сжатию и осевому растяжению определяют делением нормативных значений сопротивления бетона на соответствующие коэффициенты надежности по бетону при сжатии γ_{bc} и растяжении γ_{bt}.

Значения коэффициентов надежности принимают равными:

- для коэффициентов надежности по бетону при сжатии

  $\gamma_{bc}=1,3$ – для предельных состояний первой группы;

  $\gamma_{bc}=1,0$ – для предельных состояний второй группы;

- для коэффициентов надежности по бетону при растяжении при назначении класса бетона по прочности на сжатие

  $\gamma_{bt}=1,5$ – для предельных состояний первой группы;

  $\gamma_{bc}=1,0$ – для предельных состояний второй группы.

В табл. 2 приведены расчетные значения сопротивлений бетона R_b и R_{bt} в зависимости от класса бетона по прочности на сжатие для предельных состояний первой группы, а для второй группы $R_{b,ser}$ и R_{bt}, $R_{bt,ser}$ - в табл.1.

В необходимых случаях расчетные значения сопротивления бетона для предельных состояний первой группы снижают (или повышают) путем умножения их на коэффициенты условий работы γ_b, учитывающие условия работы бетона в конструкции (характер нагрузки, условия окружающей среды и т.п.). Значения коэффициентов условий работы бетона принимают в соответствии с требованиями СНиП 2.03.01.

Таблица 1

Вид сопротивления	Значения нормативного сопротивления бетона R_{bn} и R_{btn} и расчетных сопротивлений бетона для предельных состояний второй группы $R_{b,ser}$ и $R_{bt,ser}$ при классе бетона по прочности на сжатие												
	B7,5	B10	B12,5	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60
Сжатие осевое, R_{bn} и $R_{b,ser}$	5,5 / 56,1	7,5 / 76,5	9,5 / 96,9	11,0 / 112	15,0 / 153	18,5 / 189	22,0 / 224	25,5 / 260	29,0 / 296	32,0 / 326	36,0 / 367	39,5 / 403	43,0 / 438
Растяжение осевое, R_{btn} и $R_{bt,ser}$	0,7 / 7,14	0,85 / 8,67	1,0 / 10,2	1,15 / 11,7	1,40 / 14,3	1,60 / 16,3	1,80 / 18,4	1,95 / 19,9	2,10 / 21,4	2,20 / 22,4	2,30 / 23,5	2,40 / 24,5	2,50 / 25,5

Примечание: Над чертой указаны значения в МПа, под чертой – в кгс/см².

Таблица 2

Вид сопротивления	Расчетные значения сопротивления бетона для предельных состояний первой группы при классе бетона по прочности на сжатие												
	B7,5	B10	B12,5	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60
Сжатое осевое, R_b	4,5 / 45,9	6,0 / 61,2	7,5 / 76,5	8,5 / 86,7	11,5 / 117	14,5 / 148	17,0 / 173	19,5 / 199	22,0 / 224	25,0 / 255	27,5 / 280	30,0 / 306	33,0 / 336
Растяжение осевое, R_{bt}	0,48 / 4,89	0,57 / 5,81	0,66 / 6,73	0,75 / 7,65	0,90 / 9,18	1,05 / 10,7	1,20 / 12,2	1,30 / 13,3	1,40 / 14,3	1,45 / 14,8	1,55 / 15,8	1,60 / 16,3	1,65 / 16,8

Примечание: Над чертой указаны значения в МПа, под чертой – в кгс/см².

3.1.5 Деформационные характеристики бетона (начальный модуль упругости, начальный коэффициент поперечной деформации и др.) принимают в соответствии с СНиП 2.03.01.

3.2 Арматура классов А500С и А400С

3.2.1 Арматура классов А500С и А400С по химическому составу и механическим свойствам должна отвечать требованиям стандарта СТО АСЧМ 7-93 , приведенным в Приложении 1*.

3.2.2 Арматура классов А500С и А400С может быть изготовлена:

- термомеханически упрочненной в потоке проката; ее обозначают с дополнительным индексом (тм) – $А500С_{(тм)}$ и $А400С_{(тм)}$;
- горячекатаной без последующей обработки; ее обозначают с дополнительным индексом (гк) – $А500С_{(гк)}$ и $А400С_{(гк)}$;

- механически упрочненной в холодном состоянии (холоднодеформированной); ее обозначают с индексом (хд) – А500С(хд).

Примечание: В дальнейшем, если нет необходимости указывать конкретный способ изготовления арматуры, используют общее обозначение класса арматуры (без дополнительного индекса) – А500С и А400С.

3.2.3 При использовании арматуры классов А500С и А400С необходимо выполнять следующие условия:

- в проектной документации следует указывать способ производства стали и типы соответствующих сварных соединений;
- при заказе арматуры следует указывать класс и способ производства стали, из которой должна быть изготовлена арматура;
- изготовитель арматуры в сопроводительных документах обязан выдать сертификат, в котором, кроме химического состава и механических свойств, обязательно должен быть указан способ производства стали;
- копии сертификата должны быть переданы в лабораторию завода ЖБИ, в технический отдел строительной организации-производителя работ и доведен до сведения исполнителей.

3.2.4 Номинальные диаметры, площади поперечного сечения и масса одного метра стержня арматуры классов А500С и А400С принимают в соответствии с табл.3.

Таблица 3

Номинальный диаметр стержня, мм, для арматуры классов		Площадь поперечного сечения стержня, мм²	Теоретическая масса 1 м длины стержня, кг
А500С(тм) А400С(тм) А500С(тк) А400С(тк)	А500С(хд)		
-	3	7,1	0,055
-	4	12,6	0,099
-	5	19,6	0,154
-	6	28,3	0,222
-	8	50,3	0,395
10	10	78,5	0,617
12	12	113,1	0,888
14	-	154,0	1,210
16	-	201,0	1,580
18	-	254,0	2,000
20	-	314,0	2,470
22	-	380,0	2,980
25	-	491,0	3,850
28	-	616,0	4,830
32	-	804,0	6,310
36	-	1018,0	7,990
40	-	1257,0	9,870

Примечание: По индивидуальному заказу холоднодеформированная арматура класса А500С(хд) может быть изготовлена промежуточных диаметров.

3.2.5 Арматуру классов А500С и А400С можно применять на территории г. Москвы независимо от температуры, при которой эксплуатируются конструкции.

3.2.6 За нормативные значения сопротивления арматуры растяжению классов А500С и А400С принимают контролируемые значения предела текучести (см. Приложение 1*):

R_{sn} = 500 МПа (5100 кгс/см²) – для арматуры класса А500С;

R_{sn} = 400 МПа (4080 кгс/см²) - для арматуры класса А400С.

3.2.7* Расчетные значения сопротивления арматуры растяжению опреде-

ляют делением нормативных значений сопротивления арматуры на соответсвующие коэффициенты надежности по арматуре γ_s, принимаемые равными:

для предельных состояний первой группы:

1,15 – для арматуры класса А500С;

1,1 – для арматуры класса А400С;

для предельных состояний второй группы:

1,0 – для арматуры классов А500С и А400С.

Расчетные значения сопротивления арматуры растяжению (с округлением) R_s и расчетные значения сопротивления арматуры сжатию R_{sc}, принимаемые при расчете конструкций по предельным состояниям первой группы, приведены в табл.4*.

Таблица 4*

Арматура классов	Расчетные значения сопротивления арматуры для предельных состояний первой группы, МПа (кгс/см²)		
	растяжению		сжатию, R_{sc}
	продольной, R_s	поперечной, R_{sw}	
А500С	435 (4450)	300 (3050)	435 (4450)*
А400С	355 (3650)	285 (2900)	355 (3650)

*Примечание: * Указанное значение R_{sc} принимают в тех случаях, когда в расчете не учитывают нагрузки непродолжительного действия, указанные в поз. 2а табл. 15 СНиП 2.03.01.*

При учете этих нагрузок и нагрузок, указанных в поз.2б табл. 15 СНиП 2.03.01, следует принимать R_{sc}= 400 МПа (4080 кгс/см²).

Расчетные значения сопротивления арматуры растяжению $R_{s,ser}$, принимаемые при расчете конструкций по предельным состояниям второй группы, равны нормативным значениям:

$R_{s,ser}$ = 500 МПа (5100 кгс/см²) – для арматуры класса А500С;

$R_{s,ser}$ = 400 МПа (4080 кгс/см²) – для арматуры класса А400С.

3.2.8* Расчетные значения сопротивления арматуры классов А500С и А400С для предельных состояний первой группы снижают путем умножения на соответствующие коэффициенты условий работы γ_{si}, учитывающие неравномерное распределение напряжений в сечении, условия анкеровки и т.п.

Расчетные значения сопротивления поперечной арматуры (хомутов и отогнутых стержней) R_{sw} снижают по сравнению с R_s путем умножения на коэффициент условий работы γ_{s1}=0,8, но принимают (в соответствии с примечанием к табл. 22* СНиП 2.03.01, как и для других видов высокопрочной арматуры), не более 300 МПа . При этом сварные соединения поперечной и продольной арматуры следует выполнять с учетом указаний раздела 6.

Расчетные значения сопротивления продольной арматуры R_s следует умножать на коэффициент условий работы арматуры γ_{s5}, учитывающий напряжения в арматуре на длине зоны анкеровки $\ell_{o,an}$ и равный

$$\gamma_{s5}=\ell_x/\ell_{o,an} \qquad (3.1)$$

где ℓ_x – расстояние от начала зоны анкеровки арматуры;

$\ell_{o,an}$ – определяется по формуле 5.1.

3.2.9 Значения модуля упругости арматуры классов А500С и А400С (расчетное и нормативное)

Es= 200000 МПа (2000000 кгс/см2).

3.2.10 Нормативные и расчетные характеристики арматуры других классов, используемой одновременно с арматурой классов А500С и А400С, принимают в соответствии с СНиП 2.03.01.

4 РАСЧЕТ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С АРМАТУРОЙ КЛАССОВ А500С И А400С

4.1 Общие положения

4.1.1 В соответствии с требованиями обеспечения надежности, долговечности и эксплуатационной пригодности проектируемые железобетонные конструкции должны быть рассчитаны по прочности, образованию и раскрытию трещин и деформациям.

4.1.2 Расчет по прочности железобетонных элементов с арматурой классов А500С и А400С следует производить для сечений, нормальных к их продольной оси, а также для наклонных к ней сечений наиболее опасного направления. При наличии крутящих моментов следует проверять прочность пространственных сечений, ограниченных в растянутой зоне спиральной трещиной в наиболее опасном из возможных направлений. Кроме того, следует производить расчет элементов на местное действие нагрузки (смятие, продавливание, отрыв).

Расчет железобетонных элементов по прочности производят из условия, при котором усилия в элементах от различных воздействий не должны превышать их предельных значений, воспринимаемых конструкцией непосредственно перед разрушением. При этом учитывают постоянные, длительные и кратковременные нагрузки с коэффициентом надежности по нагрузке $\gamma_f > 1$ и расчетные значения сопротивления материалов с коэффициентами надежности по бетону γ_{bc} и по арматуре $\gamma_s > 1$ (расчетные значения сопротивления материалов для предельных состояний первой группы).

4.1.3 Железобетонные элементы с арматурой классов А500С и А400С рассчитывают по образованию трещин:

–нормальных к продольной оси элемента;

–наклонных к продольной оси элемента.

Расчет железобетонных элементов по образованию трещин производят из условия, при котором усилия и напряжения от различных воздействий в элементах не должны превышать соответствующих их предельных значений, воспринимаемых конструкцией при образовании трещин. При этом учитывают постоянные, длительные и кратковременные нагрузки с коэффициентом надежности по нагрузке $\gamma_f = 1{,}0$ и расчетные значения сопротивления бетона растяжению и сжатию с коэффициентом надежности по бетону $\gamma_{bt} = \gamma_{bc} = 1{,}0$ (расчетные значения сопротивления бетона $R_{bt,ser}$ и $R_{b,ser}$ для предельных состояний второй группы).

Расчет конструкций с арматурой классов А500С и А400С по образованию трещин производят для установления необходимости проверки по раскрытию трещин (п.4.1.4*) и методики расчета по деформациям (п.4.1.5).

4.1.4* Железобетонные элементы с арматурой классов А500С и А400С рассчитывают по раскрытию трещин:

–нормальных к продольной оси элемента;

–наклонных к продольной оси элемента.

Расчет железобетонных элементов по раскрытию трещин производят из условия, при котором ширина раскрытия трещин в элементах не должна превышать предельно допустимых значений.

В табл.5 приведены предельно допустимые значения ширины непродолжительного и продолжительного раскрытия трещин для элементов с арматурой классов А500С и А400С, эксплуатируемых в условиях неагрессивной среды. Элементы, указанные в поз.1а табл.5, можно проектировать без предварительного напряжения только при специальном обосновании.

Таблица 5

Условия работы конструкций	Предельно допустимая ширина раскрытия трещин, мм	
	непродолжительного, a_{crc1}	продолжительного, a_{crc2}
1.Элементы, воспринимающие давление жидкостей или газов, при сечении:		
а) полностью растянутом	0,2	0,1
б) частично сжатом	0,3	0,2
2. Элементы, воспринимающие давление сыпучих тел	0,3	0,2
3.Элементы, эксплуатируемые в грунте при переменном уровне грунтовых вод	0,3	0,2
4. Прочие условия работы	0,4	0,3

Под непродолжительным раскрытием понимается раскрытие трещин при совместном действии постоянных, длительных и кратковременных нагрузок, а под продолжительным – только от постоянных и длительных нагрузок. При этом принимают коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f = 1,0$, а расчетные значения сопротивления материалов с коэффициентом надежности по бетону и арматуре $\gamma_{bt} = \gamma_{bc} = 1,0$ (расчетные значения сопротивлений для *предельных состояний второй группы*).

Если трещины в элементах не образуются (согласно п.4.1.3.), расчет по непродолжительному и продолжительному раскрытию трещин не производят.

Для конструкций, подвергающихся воздействию газообразных и твердых агрессивных сред, категория трещиностойкости, допустимая ширина раскрытия трещин, а также значения минимально допустимых величин защитных слоев бетона и марок по водонепроницаемости приведены в табл.5а*, а для жидких сред – в табл. 5б*.

Таблица 5а*

Требования к железобетонным конструкциям, эксплуатирующимся при воздействии газообразных и твердых агрессивных сред

Классы арматурной стали	Категория требований к трещиностойкости железобетонных конструкций[1] и предельно допустимая ширина непродолжительного и продолжительного раскрытия трещин, мм, при степени агрессивного воздействия газообразной и твердой среды на железобетон [2]			Минимальная толщина защитного слоя бетона[4], мм, (над чертой) и марка бетона по водонепроницаемости (под чертой) при степени агрессивного воздействия среды на железобетон		
	слабоагрессивной	среднеагрессивной	сильноагрессивной	слабоагрессивной	среднеагрессивной	сильноагрессивной
А500С (гк), А500С (хд)	3 / 0,25(0,20)	3 / 0,20(0,15)	3 / 0,15(0,10)	20 / W4	20 / W6	25 / W8
А400С (тм) А500С (тм)	3 / 0,25(0,20)	допускается к применению [3]	допускается к применению [3]	20 / W4	20 / W6	25 / W8

Примечания:

1. Понятие категории требований к трещиностойкости приведено в СНиП 2.03.01.

2. Над чертой – категория требований к трещиностойкости; под чертой - допустимая ширина непродолжительного и продолжительного (в скобках) раскрытия трещин.

3. Допускается к применению при экспериментальном обосновании.

4. Толщина защитного слоя для сборных железобетонных конструкций. Для монолитных конструкций толщину защитного слоя следует увеличить на 5 мм.

Таблица 5б*

Требования к железобетонным конструкциям, эксплуатирующимся под воздействием жидких агрессивных сред

Классы арматурной стали	Категория требований к трещиностойкости железобетонных конструкций[1] и предельно допустимая ширина непродолжительного и продолжительного раскрытия трещин, мм, при степени агрессивного воздействия жидкой среды на железобетон [2]			Минимальная толщина защитного слоя бетона[4] мм,(над чертой) и марка бетона по водонепроницаемости (под чертой) при степени агрессивного воздействия среды на железобетон		
	слабоагрессивной	среднеагрессивной	сильноагрессивной	слабоагрессивной	среднеагрессивной	сильноагрессивной
А500С (гк), А500С (хд)	3 / 0,20(0,15)	3 / 0,15(0,10)	3 / 0,10(0,05)	20 / W4	30 / W6	30 / W8
А400С (тм) А500С (тм)	3 / 0,20(0,15)	допускается к применению [3]	допускается к применению [3]	20 / W4	30 / W6	30 / W8

Примечания:

1. Понятие категории требований к трещиностойкости приведено в СНиП 2.03.01.

2. Над чертой – категория требований к трещиностойкости; под чертой - допустимая ширина непродолжительного и продолжительного (в скобках) раскрытия трещин.

3. Допускается к применению при экспериментальном обосновании.

4. Толщина защитного слоя для сборных железобетонных конструкций. Для монолитных конструкций толщину защитного слоя следует увеличить на 5 мм.

5. Марки бетона по водонепроницаемости даны из условия наличия изоляционных покрытий. При отсутствии покрытий марки бетона по водонепроницаемости должны быть увеличены и назначены в зависимости от вида конструкций и условий воздействия среды в каждом конкретном случае.

4.1.5 Расчет железобетонных элементов с арматурой классов А500С и А400С по деформациям производят из условия, при котором прогибы и углы поворота от различных воздействий не должны превышать соответствующих предельно допустимых значений, установленных СНиП 2.01.07.

Деформации (прогибы, углы поворота) элементов железобетонных конструкций следует вычислять по формулам строительной механики, определяя входящие в них значения кривизны с учетом деформационных свойств бетона и арматуры.

Кривизну определяют:

а) для участков элемента, где в растянутой зоне не образуются трещины, нормальные к продольной оси элемента (п.4.1.3.),– как для сплошного тела;

б) для участков, где в растянутой зоне имеются трещины,– как отношение разности средних деформаций крайнего волокна сжатой зоны бетона и продольной растянутой арматуры к рабочей высоте сечения элемента.

Расчет по деформациям производят при ограничении:

- технологическими или конструктивными требованиями – на действие постоянных, длительных и кратковременных нагрузок;
- эстетическими требованиями – на действие постоянных и длительных нагрузок.

При этом принимают коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f = 1$, а расчетные характеристики материалов с коэффициентом надежности по бетону и арматуре $\gamma_{bt} = \gamma_{bc} = 1{,}0$ (расчетные значения сопротивлений для предельных состояний второй группы).

4.1.6 Расчет железобетонных элементов с арматурой классов А500С и А400С по прочности, образованию и раскрытию трещин и деформациям производят по формулам СНиП 2.03.01 с учетом дополнительных указаний настоящих норм.

Расчет железобетонных конструкций, подвергающихся воздействиям изгибающих моментов и продольных сил, по прочности, трещиностойкости и деформациям, может производиться на основе деформационной модели нормальных сечений, включающей уравнения равновесия, условия деформирования в виде плоского поворота сечения и диаграмм деформирования бетона и арматуры.

4.2 Расчет по прочности сечений, нормальных к продольной оси элемента

4.2.1 При расчете по прочности железобетонных элементов (п.п.3.10-3.28 СНиП 2.03.01) с арматурой классов А500С и А400С следует учитывать дополнительные указания п.п.4.2.2-4.2.7 настоящих норм.

4.2.2 Значение напряжения в арматуре σ_{sR} в формуле (25) п.3.12 СНиП 2.03.01 для определения ξ_R принимают равным $\sigma_{sR} = R_s$.

Значение коэффициента условий работы γ_{s6} (п.3.13 СНиП 2.03.01) принимают равным $\gamma_{s6} = 1{,}0$.

4.2.3 В расчете изгибаемых элементов при $x > x_R$ в формуле (35) п.3.17 СНиП 2.03.01 принимают $\sigma_{sR} = 0$.

Элементы из бетона класса В30 и ниже допускается рассчитывать из условия равновесия, подставляя в них $x = \xi_R \cdot h_o$.

4.2.4 При расчете внецентренно сжатых элементов из бетона класса В30 и ниже напряжение в арматуре σ_s определяют по формуле (39) п.3.20 СНиП 2.03.01.

4.2.5 При расчете изгибаемых и внецентренно сжатых элементов кольцевого сечения в соответствии с п.3.21 СНиП 2.03.01 принимают $\sigma_{sp} = 0$ и $\eta_r = 1{,}0$.

4.2.6 При расчете железобетонных элементов с учетом косвенного армирования (п.3.22 СНиП 2.03.01) расчетное значение сопротивления арматуры сжатию принимают численно равным расчетному значению сопротивления арматуры растяжению $R_{sc} = R_s$, не используя формулу (54) СНиП 2.03.01.

4.2.7 При расчете железобетонных элементов в общем случае (п.3.28 СНиП 2.03.01) напряжения в арматуре определяют по формуле (67), не используя формулу (68) СНиП 2.03.01.

4.3 Расчет по прочности сечений, наклонных к продольной оси элемента

4.3.1 При расчете по прочности железобетонных элементов (согласно п.п.3.29-3.35 СНиП 2.03.01) с арматурой классов А500С и А400С следует учитывать дополнительные указания (п.4.3.2) настоящих норм.

4.3.2 При расчете железобетонных элементов на действие поперечной силы при использовании продольной арматуры только классов А500С и А400С коэффициенты φ_{b2}, φ_{b3}, φ_{b4} принимают по указаниям п.п.3.31 и 3.32 СНиП 2.03.01 без умножения на коэффициент 0,8.

4.4 Расчет по прочности пространственных сечений (элементов, работающих на кручение с изгибом)

4.4.1 Расчет по прочности пространственных сечений железобетонных элементов с арматурой классов А500С и А400С производят в соответствии с пп.3.36-3.38 СНиП 2.03.01.

4.5 Расчет железобетонных элементов на местное сжатие

4.5.1 Расчет железобетонных элементов с арматурой классов А500С и А400С на местное сжатие производят в соответствии с пп. 3.39-3.41 СНиП 2.03.01.

4.6 Расчет железобетонных элементов на продавливание

4.6.1 При расчете железобетонных элементов с арматурой классов А500С и А400С на продавливание (п.4.43 СНиП 2.03.01) следует учитывать дополнительное указание п.4.6.2 настоящих норм.

4.6.2 При расчете на продавливание при наличии хомутов и отгибов в пределах пирамиды продавливания расчетные значения R_{sw} арматуры классов А500С и А400С принимают в соответствии с п.3.2.8* настоящих норм.

4.7 Расчет железобетонных элементов на отрыв

4.7.1 Расчет железобетонных элементов с арматурой классов А500С и А400С на отрыв производят в соответствии с п.3.43 СНиП 2.03.01.

4.8 Расчет закладных изделий

4.8.1 Расчет закладных изделий производят в соответствии с п.3.44 СНиП 2.03.01.

4.9 Расчет железобетонных элементов по образованию трещин, нормальных к продольной оси элемента

4.9.1 Расчет железобетонных элементов с арматурой классов А500С и А400С по образованию трещин, нормальных к продольной оси элемента, производят в соответствии с пп.4.2-4.9 СНиП 2.03.01.

4.10 Расчет железобетонных элементов по образованию трещин, наклонных к продольной оси элемента

4.10.1 Расчет железобетонных элементов с арматурой классов А500С и А400С по образованию трещин, наклонных к продольной оси элемента, производят в соответствии с п.4.11 СНиП 2.03.01.

4.11 Расчет железобетонных элементов по раскрытию трещин, нормальных к продольной оси элемента

4.11.1 При расчете железобетонных элементов с арматурой классов А500С и А400С по раскрытию трещин, нормальных к продольной оси элемента (согласно п.п.4.14 и 4.15 СНиП 2.03.01), следует учитывать дополнительные указания пп.4.11.2 и 4.11.3 настоящих норм.

4.11.2 Значения коэффициента φ_ℓ при определении ширины непродолжительного и продолжительного раскрытия трещин принимают как для элементов, к трещиностойкости которых предъявляются требования 3-ей категории .

4.11.3 Значение коэффициента η для арматуры классов А500С и

А400С принимают равным 1,0 (п.4.14 СНиП 2.03.01).

4.12 Расчет железобетонных элементов по раскрытию трещин, наклонных к продольной оси элемента

4.12.1 Расчет железобетонных элементов с арматурой классов А500С и А400С по раскрытию трещин, наклонных к продольной оси элемента, при армировании хомутами, нормальными к продольной оси, производят в соответствии с п.4.17 СНиП2.03.01.

4.13 Расчет железобетонных элементов по деформациям

4.13.1 Расчет железобетонных элементов с арматурой классов А500С и А400С производят в соответствии с пп.4.24, 4.27-4.36 СНиП 2.03.01 с учетом дополнительных указаний пп.4.13.2-4.13.5 настоящих норм.

4.13.2 Определение кривизны железобетонных элементов на участках без трещин в растянутой зоне производят по формулам (155) и (156) п.4.24 СНиП 2.03.01.

4.13.3 Определение кривизны железобетонных элементов на участках с трещинами в растянутой зоне производят в соответствии с пп.4.27-4.30 СНиП 2.03.01.

4.13.4 Значения коэффициента $\varphi_{\ell s}$ для арматуры классов А500С и А400С принимают равным:

- при непродолжительном действии нагрузки

$\varphi_{\ell s}$ =1,1 – при классе бетона выше В7,5;

$\varphi_{\ell s}$ =0,8 – при классе бетона В7,5 и ниже;

- при продолжительном действии нагрузки

$\varphi_{\ell s}$ =0,8 – при классе бетона выше В7,5;

$\varphi_{\ell s}$ =0,6 – при классе бетона В7,5 и ниже.

4.13.5 Прогибы железобетонных элементов определяют в соответствии с пп.4.31-4.34 СНиП 2.03.01.

5 КОНСТРУКТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

5.1 Общие указания

5.1.1 Для обеспечения несущей способности, долговечности, пригодности к нормальной эксплуатации железобетонных конструкций с арматурой классов А500С и А400С, а также для обеспечения качества изготовления и совместной работы арматуры и бетона при проектировании следует выполнять конструктивные требования, общие для конструкций с любым видом армирования в соответствии с разделом 5 СНиП 2.03.01 и с учетом дополнительных требований, предъявляемых к применению арматуры классов А500С и А400С, и приведенных в пп.5.2-5.7 настоящих норм.

5.2* Анкеровка арматуры

5.2.1 Анкеровку арматуры классов А500С и А400С выполняют одним из следующих способов или их комбинаций:

- в виде прямого окончания стержня (прямая анкеровка);
- с загибом на конце стержня в виде крюка или отгиба (лапки);
- с приваркой или установкой поперечных стержней;
- с применением специальных анкерных устройств на конце стержня.

Не рекомендуется применять лапки и крюки для анкеровки сжатой арматуры.

5.2.2 Базовую (основную) длину анкеровки, необходимую для передачи усилия в арматуре на бетон с полным расчетным значением сопротивления Rs , определяют по формуле

$$\ell_{o,an}=R_sA_s/R_{bond}U_s, \qquad (5.1)$$

где As и Us – соответственно площадь поперечного сечения анкеруемого стержня арматуры и периметр его сечения, определяемые по номинальному диаметру стержня;

Rbond – расчетное сопротивление сцепления арматуры с бетоном, принимаемое равномерно распределенным по длине анкеровки и определяемое по формуле

$$R_{bond} = \eta_1 \eta_2 R_{bt}, \qquad (5.2)$$

где Rbt – расчетное сопротивление бетона осевому растяжению;

η_1- коэффициент, учитывающий влияние вида поверхности арматуры, принимаемый равным:

2,0 –для холоднодеформированной арматуры класса А500С (хд);

2,5 – для горячекатаной и термомеханически обработанной арматуры периодического профиля классов А500С (гк), А400С (гк), А500С (тм) и А400С (тм);

η_2 – коэффициент, учитывающий влияние величины диаметра (d) арматуры, принимаемый равным:

1,0 – при диаметре $\leq$ 32 мм;

0,9 - при диаметре 36 и 40 мм.

5.2.3 Требуемую расчетную длину анкеровки арматуры с учетом конструктивного решения элемента в зоне анкеровки определяют по формуле

$$\ell_{an} = \alpha \ell_{o,an} A_{s,cal} / A_{s,ef} \qquad (5.3)$$

где $\ell_{o,an}$ - базовая длина анкеровки, определяемая по формуле (5.1);

$A_{s,cal}$, $A_{s,ef}$ - площади поперечного сечения арматуры, соответственно требуемой по расчету и фактически установленной;

α - коэффициент, учитывающий влияние напряженного состояния бетона и арматуры на длину анкеровки, а также конструктивного решения элемента в зоне анкеровки.

При анкеровке стержней периодического профиля с прямыми концами (прямая анкеровка) без дополнительных анкерных устройств для растянутых стержней принимают $\alpha = 1{,}0$, а для сжатых – $\alpha = 0{,}75$.

Допускается уменьшать длину анкеровки в зависимости от количества и диаметра поперечной арматуры, вида анкерных устройств (приварка поперечной арматуры, загиб концов стержней) и величины поперечного обжатия бетона в зоне анкеровки (например, от опорной реакции), но не более, чем на 30%.

В любом случае фактическую длину анкеровки принимают не менее $0{,}3\ell_{o,an}$, а также не менее 15 d и 200 мм.

5.2.4 Усилие, воспринимаемое анкеруемым стержнем, Ns определяют по формуле

$$N_s = R_s A_s \ell_s / \ell_{an} \leq R_s A_s \qquad (5.4),$$

где ℓ_{an} - длина анкеровки, определяемая в соответствии с п.5.2.3, принимая отношение

$A_{s,cal} / A_{s,ef} = 1$;

ℓ_s – расстояние от конца анкеруемого стержня до рассматриваемого поперечного сечения элемента.

5.2.5 На крайних свободных опорах элементов длина растянутых стержней за внутренней гранью свободной опоры при выполнении условия $Q \leq Q_b$ (п.3.32 СНиП2.03.01) должна составлять не менее 5d. Если указанное условие не соблюдается, длину запуска арматуры за грань опоры определяют в соответствии с п.5.2.3.

5.2.6 При устройстве на концах стержней специальных анкеров в виде пластин, шайб, гаек, уголков, высаженных головок и т.п. площадь контакта анкера с бетоном должна удовлетворять условию прочности бетона на смятие. Кроме того, при проектировании привариваемых анкерных деталей следует учитывать характеристики металла по свариваемости, а также способы и условия сварки.

5.3 Продольное армирование элементов

5.3.1 Продольное армирование и расстояние между стержнями арматуры классов А500С и А400С принимают в соответствии с пп. 5.11, 5.123, 5.16-5.21 СНиП 2.03.01.

5.4 Поперечное армирование элементов

5.4.1 Во внецентренно сжатых линейных элементах, а также в сжатой зоне изгибаемых элементов при наличии учитываемой в расчете сжатой продольной арматуры классов А500С и А400С хомуты должны ставиться на расстоянии не более 500 мм и не более 15d – при вязаных каркасах, 20d – при сварных каркасах (п.5.22 СНиП 2.03.01).

5.4.2 Для внецентренно сжатых элементов с учитываемым в расчете косвенным армированием в виде сварных сеток из арматуры классов А500С и А400С диаметром не более 14 мм следует учитывать требования п.5.24 СНиП 2.03.01.

5.5 Сварные соединения арматуры и закладных изделий

5.5.1 Выбор типов сварного соединения и способ сварки арматуры классов А500С и А400С производят с учетом условий эксплуатации конструкции и способа производства арматуры (термомеханически упрочненная в потоке проката – классы А500С$_{(тм)}$ и А400С$_{(тм)}$; горячекатаная без последующей обработки – классы А500С$_{(гк)}$ и А400С$_{(гк)}$; механически упрочненная в холодном состоянии (холоднодеформированная) – класс А500С$_{(хд)}$).

5.5.2 При использовании термомеханически упрочненной арматуры классов А500С$_{(тм)}$ и А400С$_{(тм)}$ следует применять следующие типы сварных соединений и способов сварки в соответствии с ГОСТ 14098 и РТМ 393:

- крестообразные соединения типов К1-Кт и К3-Рр, выполняемые контактной точечной и ручной дуговой сваркой;
- стыковые соединения типов С1-Ко и С3-Км, выполняемые контактной стыковой сваркой с отношением диаметров соединяемых стержней $d'_н / d_н$=0,85-1,0.
- стыковые соединения типов С21-Рн и С22-Ру и С23-Рэ, выполняемые ручной дуговой сваркой с парными накладками или с нахлесткой в горизонтальном и вертикальном положении стержней в пространстве;
- стыковые соединения стержней на стальной скобе-накладке типов С14-Мп, С15-Рс, С17-Мп, С19-Рм, С25-Мп и С26-Рс, выполняемые ручной дуговой или механической сваркой;
- соединения стержней внахлест плоскими элементам проката типа Н1-Рш, выполняемые швами ручной дуговой сваркой ;
- соединения внахлест типов Н2-Кр и Н3-Кп, выполняемые контактной точечной сваркой по рельефу на плоском элементе проката;
- тавровые соединения стержней с плоским элементом проката типа Т2-Рф, выполняемые дуговой

сваркой под флюсом без присадочного металла;

- тавровые соединения типа Т10-Мс и Т11-Мц, выполняемые дуговой механизированной сваркой в CO_2 в отверстие;

- тавровые соединения типа Т12-Рз, выполняемые ручной дуговой сваркой одиночным электродом в раззенкованное отверстие.

5.5.3 При использовании горячекатаной арматуры классов $A500C_{(гк)}$ и $A400C_{(гк)}$ следует применять типы сварных соединений и способы сварки, установленные ГОСТ 14098 и РТМ 393 для арматуры класса А-III.

5.5.4* Холоднодеформированную арматуру класса А500С(хд) диаметром менее 10 мм допускается сваривать только контактной точечной сваркой (тип К1-Кт) по ГОСТ 14098.

Кроме того, допускается при экспериментальном обосновании для арматуры диаметром 10 и 12 мм применять крестообразные и нахлесточные соединения типов К3-Рр, С23-Рэ, Н1-Рш, а также тавровые соединения типа Т2-Рф.

Для арматуры диаметром 8-12 мм допускается применять соединения, выполняемые дуговой сваркой в среде защитных газов (20% CO_2+80%Ar).

5.5.5 Технологические требования к сварке соединений арматуры классов А500С и А400С и закладных изделий приведены в разделе 6 настоящих норм.

5.5.6 Новые способы сварки и конструкции сварных соединений, не приведенные в п.5.5, допускается применять только с учетом требований п.6 ГОСТ 14098.

5.6* Стыки арматуры внахлест (без сварки)

5.6.1 Стыки рабочей арматуры классов А500С и А400С внахлест применяют в соответствии с пп.5.37и 5.39 СНиП 2.03.01 и выполняют с учетом указаний п.п. 5.6.2-5.6.5 настоящих норм.

5.6.2 Для соединения рабочей арматуры периодического профиля внахлест принимают один из следующих типов стыков:

- с прямыми концами стержней;

- с прямыми концами стержней с приваркой на длине нахлеста поперечных стержней;

- с загибами на концах стержней (крюки, лапки).

5.6.3 Стыки растянутой или сжатой арматуры должны иметь длину нахлеста не менее длины ℓ_ℓ, определяемого по формуле

$$\ell_\ell = \alpha\, \ell_{o,an} A_{s,cal} / A_{s,ef} \quad (5.3)$$

где $\ell_{o,an}$ - базовая длина анкеровки, определяемая по формуле (5.1);

$A_{s,cal}$, $A_{s,ef}$ - по п. 5.2.3;

α - коэффициент, учитывающий влияние напряженного состояния арматуры, конструктивного решения элемента в зоне соединения стержней, количество в одном сечении стыкуемой арматуры по отношению к общему количеству арматуры, расстояния между стыкуемыми стержнями.

При соединении арматуры периодического профиля с прямыми концами (без дополнительных анкерных устройств) коэффициент α для растянутой арматуры принимают равным 1,2, а для сжатой арматуры – 0,9. При этом должны быть соблюдены следующие условия:

- относительное количество стыкуемой в одном расчетном сечении элемента рабочей растянутой арматуры должно быть не более 50%;

- усилие, воспринимаемое всей поперечной арматурой (хомутами), поставленной в пределах стыка, должно быть не менее половины усилия, воспринимаемого стыкуемой в

одном расчетном сечении элемента растянутой рабочей арматуры;

- стыкуемые стержни рабочей арматуры должны располагаться по возможности вплотную один к другому; расстояние в свету между стыкуемыми стержнями не должно превышать 4d;

- расстояние в свету между соседними стыками внахлест (по ширине железобетонного элемента) должно быть не менее 2d и не менее 30мм.

В качестве одного расчетного сечения элемента, рассматриваемого для определения относительного количества стыкуемой арматуры в одном сечении, принимают участок элемента вдоль стыкуемой арматуры длиной 1,3ℓ_ℓ. Считается, что стыки арматуры расположены в одном расчетном сечении, если центры этих стыков находятся в пределах длины этого участка.

5.6.4 В случае приваривания в пределах длины нахлеста поперечных стержней к рабочим стержням сварных сеток и каркасов длина нахлеста, определенная в соответствии с п.5.6.2, может быть уменьшена на 5d – при одном поперечном стержне и на 8d - при двух и более поперечных стержнях.

При наличии дополнительных анкерных устройств на концах стыкуемых рабочих стержней (приварка поперечных стержней, загиб концов стыкуемых стержней и др.) длина нахлеста может быть уменьшена не более, чем на 30%, и фактическая длина перепуска должна составлять не менее 0,4 $\ell_{o,an}$, 20d и 250 мм.

5.6.5 Стыки сварных сеток, изготовленных с применением стали классов А500С и А400С, выполняют в соответствии с указаниями пп. 5.40 и 5.41 СНиП2.03.01, относящимися к сеткам из арматуры периодического профиля.

5.7 Стыки элементов сборных конструкций

5.7.1 Стыки железобетонных элементов и закладных изделий выполняют в соответствии с пп.5.42-5.46 СНиП 2.03.01 с учетом дополнительных указаний пп. 5.7.2 и 5.7.3 настоящих норм.

5.7.2* Допускается в закладных изделиях использовать анкеры из арматуры классов А500С и А400С при длине анкерных стержней не менее ℓ_{an}, определенной согласно п.п.5.2.2 и 5.2.3 настоящих норм.

5.7.3 Длина анкеровки стержней из горячекатаной арматуры классов А500С$_{(гк)}$ и А400С$_{(гк)}$ может быть уменьшена устройством на концах стержней анкерных головок диаметром не менее 3d (п.5.45 СНиП 2.03.01), высаженных горячим способом.

6. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СВАРКЕ СОЕДИНЕНИЙ АРМАТУРЫ КЛАССОВ А500С И А400С И ЗАКЛАДНЫХ ИЗДЕЛИЙ

6.1 Сварку горячекатаной арматуры классов А500С$_{(гк)}$ и А400С$_{(гк)}$ следует производить в соответствии с ГОСТ 14098 по технологии, регламентированной РТМ 393 для горячекатаной стали класса А-III.

6.2 Сварку термомеханически упрочненной арматуры классов А500С$_{(тм)}$ и А400С$_{(тм)}$ и холоднодеформированной арматуры класса А500С$_{(хд)}$ следует производить на основе общих правил РТМ 393 и ГОСТ 14098 с учетом указаний по типам сварки, приведенным в п.5.5, и дополнительных технологических указаний, приведенных в пп.6.3-6.11 настоящих норм.

6.3 При контактной точечной сварке К1-Кт усилия сжатия электро-

дами Рэ следует принимать по табл.6, а значения относительной осадки h/d_1 – по табл. 7.

6.4* Дуговую сварку прихватками К3-Рр крестообразных соединений следует выполнять электродами типа Э42, Э46, Э42А и Э46А диаметром 4-5 мм по ГОСТ 9467 или механизированным способом в среде CO_2, используя проволоку сплошного сечения марки Св-08ГА или Св-08Г2С диаметром 2 мм по ГОСТ 2246.

Технология сварки в смеси аргона и углекислого газа определяется возможностями применяемого оборудования.

6.5 Контактную стыковую сварку С1-Ко следует выполнять по режимам, принятым в РТМ 393 для термомеханически упрочненной арматуры только методом непрерывного оплавления без предварительного подогрева.

Таблица 6

d_1/d_2	Усилия сжатия электродами Рэ, тс, при диаметре меньшего сопрягаемого стержня d_1,мм													
	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28
1	0,1	0,14	0,18	0,24	0,41	0,53	0,76	0,88	1,1	1,22	1,4	1,6	1,8	2,1
0,5-0,3	0,1	0,1	0,1	0,12	0,2	0,25	0,4	0,44	0.5	0.6	0.7	0,8	0.9	1,05

Таблица 7

d_1	Минимальное значение h/d_1, обеспечивающее нормируемую прочность сварного соединения при соотношении d_1/d_2			Минимальное значение h/d_1 для ненормируемой прочности сварного соединения
	1,0	0,5	0,33	Для всех соотношений d_1/d_2
3-28	0.4-0,5	0,35-0,4	0,3-0,4	0,2

При сварке следует для каждого стерженя принимать установочную длину $\ell_у$, равную $(0,6\text{-}1,0)d_н$, а величину оплавления $\ell_{опл}$ в пределах $(0,3\text{-}0,5)d_н$. Диаметр венчика выдавливания грата (D) должен быть не более $(1,1\text{-}1,2)d_н$.

6.6* Дуговую сварку стыковых соединений с парными накладками С21-Рн следует выполнять односторонними протяженными швами, в соответствии с РТМ 393 наплавляемыми в шахматном порядке электродами типа Э42, Э46, Э42А и Э46А диаметром 4-5 мм по ГОСТ 9467. Разрешается механизированная сварка в CO_2 проволокой сплошного сечения марки Св-08ГА или Св-08Г2С в такой же последовательности по ГОСТ 2246.

Парные накладки следует изготавливать из арматуры того же класса и диаметра, что и стыкуемая арматура длиной $\ell_н$ не менее $10d_н$ плюс величина зазора $\ell_з$ между стыкуемыми стержнями, принимаемого не более $0.5d_н$. Концы накладок должны оставаться не заваренными на длину $(0,5\text{-}1,0)d_н$ с обеих сторон.

6.7 Дуговую сварку стыковых соединений внахлест С23-Рэ следует выполнять при длине нахлеста $\ell_н$ не менее $10d_н$. Сварку следует начинать у краев нахлеста, отступив от них на расстояние $(0,5\text{-}1,0)d_н$, направляя шов к центру соединения с заваркой кратера на расстоянии $5d_н$ от торцов соединяемых стержней. Края нахлеста должны оставаться не заваренными.

6.8* Ванно-шовную сварку стыковых соединений С14-Мп, С15-Рс. С17-Мп. С19-Рм, С25-Мп и С26-Рс следует выполнять на удлиненных до 4d желобчатых скобах–накладках, остающихся в стыке.

Заварка межторцевого зазора выполняется одиночными электродами типа Э50А-Э55 диаметром 4-6 мм по ГОСТ 9467 в зависимости от диаметра стыкуемой арматуры (С15-Рс и С19-Рм) или порошковой проволокой марок ПП-АН11 и ПП-АН3С диаметром 2,0 мм в соответствии с ГОСТ 26271 (С14-Мп и С17-Мп) на форсированных режимах.

Сварное соединение должно содержать четыре фланговых шва катетом 6-10 мм по длине желобчатой накладки, выполняемых в шахматном порядке после полного остывания основного шва, начиная от краев скобы–накладки к заваренному ранее центру стыка.

6.9 Сварку тавровых соединений под флюсом Т2-Рф анкеров с плоскими элементами стального проката закладных изделий следует выполнять при диаметре анкера $d_н$ не более 14 мм с соотношением толщины пластины и диаметра анкера $S/d_н$ не менее 0,55.

6.10Контактно–рельефную сварку соединений внахлест Н2-Кр, Н3-Кп анкеров с плоскими элементами стального проката закладных изделий следует выполнять в соответствии с требованиями РМТ 393 при увеличении величины сварочного тока на 10-15% по сравнению со значениями, относящимися к арматуре класса А-III.

6.11 Дуговую сварку соединений Н1-Рш анкеров с плоскими элементами стального проката закладных изделий следует выполнять при длине нахлеста $\ell_н$ не менее 5dн.

Сварку следует начинать у торца пластины, отступив от него на расстояние (0,5-1,0)dн, с выводом конца шва и возможного кратера на плоскость металлопроката в месте окончания шва (РТМ 393). Величина катета шва должна быть не менее 6 мм. Край нахлеста у торца пластины должен оставаться не заваренным. Второй шов в соединении следует накладывать после полного остывания первого.

6.12 Требования к контролю качества сварных соединений арматуры классов А500С и А400С приведены в п.9.3 настоящих норм.

7 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ГНУТЬЮ АРМАТУРЫ КЛАССОВ А500С И А400С

7.1 Горячекатаная арматура классов $А500С_{(гк)}$ и $А400С_{(гк)}$ может подвергаться гнутью в холодном состоянии, а также с предварительным нагревом мест сгиба.

Термомеханически упрочненная арматура классов $А500С_{(тм)}$ и $А400С_{(тм)}$, а также холоднодеформированная арматура класса $А500С_{(хд)}$ может подвергаться гнутью только в холодном состоянии.

7.2* Углы загибов арматуры классов А500С и А400С допускаются до 180° градусов. Диаметр оправки dоп принимают в зависимости от диаметра стержня d не менее:

dоп=5d при d<20мм

dоп= 8d при d≥20мм

7.3 Сварка поперечной и продольной арматуры допускается на расстоянии не менее 5d рабочего стержня плюс диаметр оправки от начала изгиба загнутого стержня по внутренней поверхности (у оправки) .

8 УКАЗАНИЯ ПО РАСЧЕТУ И КОНСТРУИРОВАНИЮ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С АРМАТУРОЙ КЛАССОВ А500С И А400С ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

8.1 Расчет существующих конструкций (поверочный расчет), а также расчет и конструирование усиливаемых конструкций следует производить в соответствии с разделом 6* СНиП 2.03.01 с учетом дополнительных указаний пп.8.2-8.5 настоящих норм.

8.2 При выполнении поверочных расчетов по проектным данным существующих конструкций с арматурой классов А500С и А400С нормативные и расчетные значения сопротивления арматуры растяжению и сжатию, а также коэффициенты условий работы и модули упругости арматуры определяют в соответствии с п.3.2 настоящих норм.

8.3 При выполнении поверочных расчетов по данным испытаний образцов арматуры, отобранных при обследовании конструкций, нормативные значения сопротивления арматуры классов А500С и А400С принимают равными средним значениям предела текучести, полученным при испытании образцов арматуры, деленным на коэффициент 1.1, но не более нормативных значений, указанных в п.3.2.6 настоящих норм для соответствующего класса арматуры.

Расчетные значения сопротивления арматуры таких классов определяют в соответствии п.3.2 настоящих норм.

8.4* Для арматуры периодического серповидного профиля расчетные значения сопротивления растяжению и сжатию (R_s и R_{sc}) при отсутствии проектных данных и невозможности отбора образцов допускается принимать равными 355 МПа (3650 кгс/см^2),а расчетные значения сопротивления поперечной арматуры Rsw=285 МПа (2900 кгс/см^2) (при отсутствии производства арматуры периодического серповидного профиля класса А-II).

8.5 Расчет железобетонных элементов, усиливаемых арматурой или железобетоном (с разгрузкой усиливаемого элемента или без разгрузки) рекомендуется производить по методике с использованием деформационной модели нормального сечения, которая после усиления позволяет учитывать влияние напряженно-деформированного состояния.

9 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С АРМАТУРОЙ КЛАССОВ А500С И А400С

9.1 Общие положения

9.1.1 Контроль качества должен устанавливать соответствие показателей качества конструкций при их изготовлении, возведении и эксплуатации, параметров технологических режимов производства показателям, указанным в рабочих чертежах и нормативных документах, и требованиям технологической документации.

9.1.2 Контроль качества должен обеспечивать выполнение требований, предъявляемых к железобетонным конструкциям, и включать входной, операционный, приемочный и эксплуатационный контроль.

При входном контроле по данным документов о качестве или путем испытаний устанавливают соответствие качества получаемых материалов и комплектующих изделий требованиям нормативных документов.

Операционный контроль проводится во время выполнения или после завершения определенной технологической операции по изготовлению конструкций. При этом опреде-

ляют соответствие технологических параметров производственных процессов и показателей качества конструкций, приведенным в проектной, технологической документации и нормативных документах.

При приемочном контроле устанавливают соответствие показателей качества конструкций их значениям, указанным в проекте, а также требованиям нормативных документов.

При эксплуатационном контроле производят периодические и инспекционные обследования конструкций зданий и сооружений для установления их пригодности к нормальной эксплуатации или необходимости восстановления, усиления или ограничений в эксплуатации.

9.1.3 Контроль качества бетона следует производить в соответствии с ГОСТ 18105.

9.2 Контроль качества арматуры классов А500С и А400С

9.2.1* Поступающую к потребителю арматуру классов А500С и А400С следует подвергать внешнему осмотру и в необходимых случаях контрольным испытаниям для установления соответствия характеристик требованиям стандартов. Испытания арматуры проводят:

- на растяжение – ГОСТ 12004;
- на изгиб – ГОСТ 14019, СТО АСЧМ 3-93.

При обычном входном контроле качества стали число контрольных испытаний на растяжение и изгиб должно быть не менее двух от каждой партии-плавки арматуры одного диаметра.

9.2.2 При указании в сертификате значений $\tilde{X}i$ и So контрольные испытания арматурной стали классов А500С и А400С, аттестованной в соответствии с приложением «В» СТО АСЧМ 7-93 по статическим показателям качества можно не производить. При необходимости проверки механических свойств арматуры классов А500С и А400С от каждой партии стали испытывают шесть образцов, отобранных из разных пакетов или мотков. По результатам испытаний проверяют выполнение условий:

$$X_{min} \geq \tilde{X}i - 1{,}64So$$

$$\tilde{X}6 \geq \tilde{X}i \geq X_{ібр},$$

где $X_{ібр}$ – браковочные значения $\sigma_в, \sigma_т$, указанные в Приложении 1 настоящих норм;

$\tilde{X}i$ и X_{min} – среднее и минимальное значение результатов шести испытаний.

Минимальные значения относительного удлинения должны быть не менее значений, приведенных в Приложении 1 настоящих норм.

Результаты этих испытаний являются окончательными и служат основанием для арбитражных заключений о качестве продукции.

9.3 Контроль качества сварных соединений арматуры классов А500С и А400С

9.3.1 При операционном и приемочном контроле технические требования к сварным арматурным изделиям, порядок отбора образцов и их конструкция, (визуальный, разрушающий и неразрушающий контроль) методы контроля и испытаний, требования к квалификации персонала и ведение исполнительской документации должны соответствовать требованиям ГОСТ 10922, РТМ 393, ПАС 393, ГОСТ 23858 с учетом указаний п.9.3.2 настоящих норм.

9.3.2* При разрушающем методе контроля образцы сварных соединений арматуры классов А500С и А400С, отвечающей требованиям по химическому составу, приведенному в Приложении 1* к настоящим нормам, должны иметь минимальное значе-

ние временного сопротивления (C_1) не менее указанного в таблице 8.

Таблица 8

Класс арматуры	Временное сопротивление сварных соединений (C_1), МПа, не менее
А400С	500
А500С	550

Примечания: 1. Для тавровых соединений закладных изделий:
C_1=450МПа – для стали класса А400С.
C_1=500МПа – для стали класса А500С.
2. Для сварных соединений из горячекатаной арматуры класса А500С$_{(гк)}$ принимают C_1=600МПа.

9.4 Контроль качества железобетонных конструкций с арматурой классов А500С и А400С

9.4.1 Контроль качества железобетонных конструкций с арматурой классов А500С и А400С (оценку пригодности конструкций по прочности, трещиностойкости и деформативности) производят в соответствии с ГОСТ 8829 и с учетом указаний пп.9.4.2 и 9.4.3 настоящих норм.

9.4.2 Значение коэффициента безопасности "С" для назначения контрольной нагрузки изгибаемых и внецентренно сжатых изделий с арматурой классов А500С и А400С принимают для 1-го случая разрушения равным 1,30 (п.1 Приложения Б ГОСТ 8829).

9.4.3. Значение коэффициента для определения граничного значения прогиба принимают для 1-го случая разрушения при арматуре классов А500С и А400С равным 2,5 (п.6 Приложения Б ГОСТ 8829).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1*

Требования к химическому составу и характеристикам механических свойств арматурной стали

Требования СТО АСЧМ 7-93 к химическому составу арматурной стали

Арматура класса	Массовая доля элементов, % не более						
	углерод	кремний	марганец	фосфор	сера	азот	углеродный эквивалент $C_{экв}$
А400С, А500С	0,22 (0,24)	0,90 (0,95)	1,60 (1,70)	0,050 (0,055)	0,050 (0,055)	0,12 (0,13)	0,50 (0,52)

Примечания:

1. Для стержней диаметром более 32 мм класса А500С и А400С в стали допускается увеличение массовой доли углерода до 0,26% (0,27)% и углеродного эквивалента - $C_{экв}$ до 0.55% (0,57%).

2. В скобках приведена массовая доля элементов в готовом прокате.

3. Углеродистый эквивалент – $C_{экв.}$, приведенный в таблице, рассчитывается по формуле

$$C_{экв}=C+Mn/6+(Cr+V+Mo)/5+(Cu+Ni)/15,$$

где C,Mn,Cr,V,Mo,Cu,Ni – фактическая массовая доля в стали углерода, марганца, хрома, ванадия, молибдена, меди и никеля, %.

Требования СТО АСЧМ 7-93 к характеристикам механических свойств арматурной стали

Класс арматуры	Механические свойства, не менее			
	Предел текучести, $\sigma_т$	Временное сопротивление, $\sigma_в$	Относительное удлинение δ_5	Испытание на изгиб в холодном состоянии на оправке C=3d (d-диаметр стержня)
	МПа		%	градусы
А500С	500	600	14	160-180
А400С	400	500	16	

Примечание: Для холоднодеформированной арматуры класса А500С(хд) допускается вместо δ_5 производить контроль по величине полного удлинения перед разрывом - δn (Agt), величина которого должна быть не менее 2,3%.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2*

ПЕРЕЧЕНЬ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

СНиП 2.03.01-84*	Бетонные и железобетонные конструкции
СНиП 52-01-2003	Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения (издание 2003 г.)
СНиП 2.03.11-85	Защита строительных конструкций от коррозии (издание 1986г.)
СНиП 2.01.07-85*	Нагрузки и воздействия (издание 2003г.)
МГСН 2.08-01	Защита от коррозии бетонных и железобетонных конструкций жилых и общественных зданий (издание 2003г.)
ГОСТ 2246-70 *	Проволока стальная сварочная. Технические условия.
ГОСТ 8829-94	Изделия строительные железобетонные и бетонные заводского изготовления. Методы испытаний нагружением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости.
ГОСТ 9467-75 *	Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы
ГОСТ 10922-90	Арматурные и закладные изделия сварные, соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Общие технические условия.
ГОСТ 12004-81 *	Сталь арматурная. Методы испытания на растяжение.
ГОСТ 14019-2003	Материалы металлические. Методы испытания на изгиб.
ГОСТ 14098-91	Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Типы, конструкции и размеры.
ГОСТ 18105-86 *	Бетоны. Правила контроля прочности.

ГОСТ 23858-79	Соединения сварные и тавровые арматуры железобетонных конструкций. Ультразвуковые методы контроля качества. Правила приемки.
ГОСТ 26271-84*	Проволока порошковая для дуговой сварки углеродистых и низколегированных сталей. Общие технические условия.
СТО АСЧМ 3-93	Прокат из арматурной стали. Методы испытания на изгиб и изгиб с разгибом.
СТО АСЧМ 7-93	Прокат периодического профиля из арматурной стали. Технические условия.
РТМ 393-94	Руководящие технологические материалы по сварке и контролю качества соединений арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций.
ПАС 393-98	Правила аттестации сварщиков

УДК 691.87:691.714

Ключевые слова: железобетонные конструкции, арматурная сталь классов А500С и А400С, указания по расчету и конструированию, технологические требования по сварке арматуры

Заказ 6 Тираж 100