Приложение
к приказу концерна
от 07.06.2006 № 526

Федеральное агентство по атомной энергии
Федеральное государственное унитарное предприятие
«Российский государственный концерн по производству
электрической и тепловой энергии на атомных станциях»
(ФГУП концерн «Росэнергоатом»)

**РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ**

# ПОЛОЖЕНИЕ ПО ПРИМЕНЕНИЮ МЕХАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ АРМАТУРЫ ДЛЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ

**РД ЭО 0657-2006**

gost.e-ecolog.ru

Федеральное агентство по атомной энергии
Федеральное государственное унитарное предприятие
«Российский государственный концерн по производству
электрической и тепловой энергии на атомных станциях»
(ФГУП концерн «Росэнергоатом»)

УТВЕРЖДАЮ
И.о.Генерального директора
_____ С.А.Обозов

# ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ

## РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

# ПОЛОЖЕНИЕ ПО ПРИМЕНЕНИЮ МЕХАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ АРМАТУРЫ ДЛЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ

**РД ЭО 0657-2006**

СОГЛАСОВАНО
Заместитель Генерального директора
по развитию – директор по развитию
ФГУП концерн «Росэнергоатом» _____ А.К.Полушкин

Заместитель директора по развитию,
руководитель Департамента капитального
строительства _____ В.В.Будзиевский

РАЗ
Дир
_____ Семченков

Рук
д.т.
_____ С.А.Мадатян

## Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Научно-исследовательским, проектно-конструкторским и технологическим институтом бетона и железобетона (НИИЖБ)

2 ВНЕСЕН Департаментом капитального строительства

3 ПРИНЯТ И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом ФГУП концерн "Росэнергоатом" от 07.06. 2006 г. № 526

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Содержание

1 Область применения ..... 1
2 Нормативные ссылки ..... 1
3 Классификация ..... 2
4 Технические требования ..... 4
5 Правила приемки ..... 7
6 Методы контроля ..... 12
7 Транспортирование и хранение ..... 14
8 Указания по применению ..... 14
9 Данные для проектирования ..... 15
Приложение А(обязательное) Порядок аттестации (переаттестации) рабочих, выполняющих соединение стержней ..... 17
Приложение Б (обязательное) Методика испытаний растянутых механических соединений на выносливость ..... 18
Приложение В (обязательное) Механические соединения арматуры классов А400 и А500С ..... 19
Приложение Г (справочное) Перечень оборудования, которое может применяться для выполнения механических соединений ..... 39
Приложение Д (справочное) Примеры определения деформативности механических соединений ..... 41
Приложение Е (справочное) Требования норм проектирования железобетонных конструкций разных стран к механическим соединениям арматуры ..... 43

## 1 Область применения.

Настоящий руководящий документ (далее – положение) распространяется на механические соединения арматуры классов А500С по СТО АСЧМ 7-93; А400 (А-III), А600 (А-IV) и А800 (А-V) по ГОСТ 5781; Ат600 (Ат-IV), Ат600С (Ат-IVС), Ат800 (А-V) по ГОСТ 10884 диаметром от 12 мм до 40 мм при проектировании и возведении железобетонных конструкций зданий и сооружений атомных станций при любых воздействиях и видах нагрузок.

Данное положение устанавливает требования к стыкованию арматуры опрессованными; винтовыми и болтовыми сжатыми контактными и растянутыми механическими соединениями.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем положении использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 380-94 Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки

ГОСТ 535-88 Прокат сортовой и фасонный из стали углеродистой обыкновенного качества. Общие технические условия

ГОСТ 1050-88 Сталь углеродистая качественная конструкционная. Технические условия

ГОСТ 2590-88 Прокат стальной горячекатаный круглый. Сортамент

ГОСТ 5781-82 Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия

ГОСТ 7566-94 Прокат и изделия дальнейшего передела. Правила приемки, маркировки, упаковки, транспортирования и хранения

ГОСТ 8731-74 Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Технические требования

ГОСТ 8732-78 Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Сортамент

ГОСТ 10884-94 Сталь арматурная термомеханически упрочненная для железобетонных конструкций. Технические условия

ГОСТ 12004-81 Сталь арматурная. Методы испытания на растяжение

СТО АСЧМ 7-93 Прокат периодического профиля из арматурной стали. Технические условия

СНиП 10-01-94 Система нормативных документов в строительстве. Основные положения

СНиП 2.03.04-84 Бетонные и железобетонные конструкции, предназначенные для работы в условиях воздействия повышенных и высоких температур

СНиП II-11-77* Защитные сооружения гражданской обороны

СНиП II.02.05-87 Фундаменты машин с динамическими нагрузками

СНиП II-7-81* Строительство в сейсмических районах

СНиП 2.03.01-84* Бетонные и железобетонные конструкции

РБ-005-98 Требования к сертификации строительных конструкций, важных для безопасности объектов использования атомной энергии

**3 Классификация**

3.1 Под соединительными элементами понимают элементы, обеспечивающие соединение арматурных стержней – муфты для опрессовки, винтовые муфты, гайки и контргайки, сварные элементы с использованием гаек, муфт и т.п.

3.2 Механические соединения арматуры классифицируются следующим образом:

а) По условиям работы в железобетонных конструкциях:

– сжатые контактные – применяются для соединения арматурных стержней, в которых в процессе эксплуатации не возникает усилий растяжения;

– растянутые – применяются для соединения как сжатых, так и растянутых в процессе эксплуатации арматурных стержней;

б) По принципу соединения:

- опрессованные – создаются путем многократного или однократного поперечного обжатия или протяжки соединительной муфты;

- винтовые;

- стержней специального винтового профиля – создаются путем накручивания муфты и контргаек с резьбой на винтовой периодический профиль соединяемых стержней;

- стержней любого профиля с резьбой на концах – создаются путем накручивания муфты (и контргаек) на концы соединяемых стержней с предварительно созданной резьбой;

- болтовые – создаются путем закручивания болтов, расположенных на боковой поверхности муфты.

3.3 Опрессованные и болтовые соединения, а также винтовые соединения стержней со специальным винтовым периодическим профилем делятся на:

а) стандартные – применяются для соединения стержней одного диаметра;

б) переходные – применяются для соединения стержней разных диаметров;

3.4. Винтовые соединения стержней с резьбой на концах делятся на:

- стандартные – применяются для соединения стержней одного диаметра, когда хотя бы один стержень может свободно вращаться;

- переходные – применяются для соединения стержней разных диаметров;

- позиционные – применяются когда ни один из соединяемых стержней не может свободно вращаться;

- монтажные – применяются для соединения арматурных стержней с прокатным профилем или пластиной с использованием сварки.

3.5 Растянутые соединения по характеру воспринимаемых нагрузок подразделяются на следующие классы:

- класс S – для соединения арматурных стержней железобетонных конструкций, рассчитываемых на действие преимущественно статических нагрузок;
- класс D – для соединения арматурных стержней железобетонных конструкций, рассчитываемых на действие многократно повторяющихся нагрузок.

3.6 Винтовая резьба на концах стержней может быть конической или цилиндрической и изготавливаться путем накатки или нарезки. Технология изготовления определяется заказчиком.

## 4 Технические требования

4.1 Механические соединения всех типов должны изготавливаться по техническим условиям, разработанным и утвержденным в соответствии с п.7.12 СНиП 10-01-94. Требования к механическим соединениям, применяемым при строительстве зданий и сооружений АЭС, установленные каждыми конкретными техническими условиями, должны соответствовать нормам настоящего положения.

4.2 Механические соединения, применяемые при строительстве зданий и сооружений АЭС, должны быть сертифицированы в соответствии с требованиями РБ-005-98.

4.3 Торцы арматурных стержней, соединяемых сжатым контактным стыком, должны соприкасаться и быть перпендикулярны их оси с допуском ($\pm 1{,}5^{\circ}$) на каждый стержень в соответствии с рисунком 1.

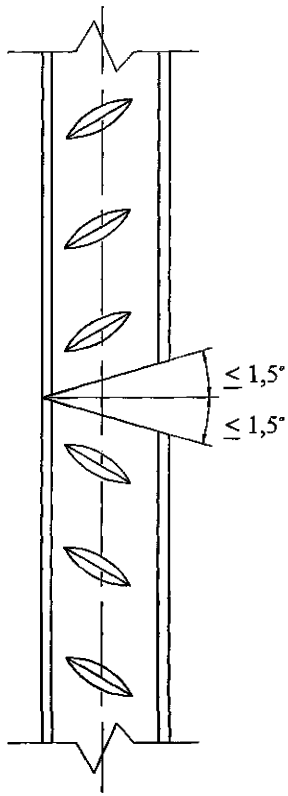



Рисунок 1 - Требования к перпендикулярности обрезки торцов стержней, соединяемых сжатым контактным стыком

4.4 Прочность, деформативность и пластичность растянутых механических соединений арматуры классов D и S на растяжение должны соответствовать нормам, указанным в таблице 1.

Таблица 1

| Разрывное усилие $P_в$, кН | Деформативность Δ при растяжении[2], мм | Равномерное относительное удлинение соединенных арматурных стержней после испытании соединения на растяжение $\delta_p$[3], % |
|---|---|---|
| не менее | не более | не менее |
| $\sigma_в \cdot A_s$[1] | 0,1 | 2 |

Примечания

1 $A_s$ – номинальная площадь поперечного сечения соединяемой арматуры по нормативным документам на её производство; $\sigma_в$ – браковочное значение временного сопротивления соединяемой арматуры по нормативным документам на ее производство.

2 За деформативность соединения принимается значение пластической деформации стыка при напряжении в арматуре, равном $0,6\sigma_т$ ($0,6\sigma_{0,2}$), где $\sigma_т$ ($\sigma_{0,2}$) - браковочное значение физического или условного предела текучести арматуры по нормативным документам на ее производство, определяется по 6.5.

3 За равномерное относительное удлинение соединенных арматурных стержней после испытания соединения на растяжение $\delta_p$ принимается наибольшее из значений $\delta_p$, определенных на каждом из соединенных стержней.

4.5 Соединения класса D должны удовлетворять следующим требованиям по выносливости:

- любые три образца, случайным образом отобранные от любой партии соединений, при испытании на действие многократно повторяющейся нагрузки с максимальным напряжением цикла $\sigma_{max}=0,6\sigma_т$ ($\sigma_{max}=0,6\sigma_{0,2}$) и интервале изменения напряжений $\Delta\sigma$ = 60 Н/мм$^2$ должны выдерживать без разрушений один – не менее 2,0 млн. циклов нагрузки, второй – не менее 1,0 млн. циклов и третий не менее 0,5 млн. циклов нагрузки (см. приложение Б).

4.6 Химический состав стали муфт свариваемых соединений должен соответствовать требованиям, приведенным в таблице 2.

Таблица 2

| Тип соединения | Массовая доля элементов, % не более | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Углерод, C | Кремний, Si | Марганец, Mn | Фосфор, P | Сера, S | Азот, N | Углеродный эквивалент, $C_{экв}$ |
| | x 100 | | | x 1000 | | | x 100 |
| Свариваемое | 22 (24) | 90 (95) | 160 (170) | 50 (55) | 50 (55) | 12 (13) | 50 (52) |

Примечания

1 В скобках указана массовая доля элементов в готовом прокате.

2 $C_{экв} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Cu + Ni}{15}$

4.7 Соединительные муфты опрессованных соединений должны изготавливаться из стальных бесшовных горячедеформированных труб (по ГОСТ 8731 в части технических требований и ГОСТ 8732 в части сортамента) или круглого горячекатаного проката (по ГОСТ 535 в части технических требований и ГОСТ 2590 в части сортамента). В качестве материала для соединительных муфт используют сталь марок 10, 15 или 20 по ГОСТ 1050; Ст2 или Ст3 по ГОСТ 380.

4.8 В качестве материала для соединительных элементов арматурных стержней с винтовым периодическим профилем используют сталь марок 30-45 по ГОСТ 1050 или Ст5 по ГОСТ 380.

**5 Правила приемки**

5.1 Различают следующие виды контроля механических соединений:

- входной;
- при производстве работ;
- при сертификации.

**5.2 Входной контроль**

5.2.1 При входном контроле проверяется соответствие геометрических размеров партий соединительных элементов требованиям соответствующих технических условий.

5.2.2 Партия должна состоять из соединительных элементов одного типа по принципу создания соединений, их конструкции, по виду резьбы и технологии её создания, одного класса и одного размера. Количество муфт в партии не должно превышать 500 шт.

5.2.3 Для контроля геометрических размеров соединительных элементов отбирают по два образца от каждой партии.

**5.3 Контроль качества соединений при производстве работ**

**5.3.1 Сжатые контактные соединения**

5.3.1.1 При выполнении сжатых контактных соединений контролируется качество обрезки торцов соединяемых стержней в части перпендикулярности. Перпендикулярность обрезки должна соответствовать 4.3.

5.3.1.2 Контроль перпендикулярности обрезки производится на 100 % соединяемых стержней.

**5.3.2 Растянутые механические соединения**

5.3.2.1 Растянутые механические соединения арматуры должны выполняться только аттестованными на проведение таких работ рабочими. Аттестация рабочих осуществляется согласно приложению А.

5.3.2.2 Растянутые механические соединения арматуры должны проходить периодические контрольные испытания на растяжение при нормальной температуре в соответствии с требованиями соответствующих технических условий.

5.3.2.3 Контрольные образцы соединений должны быть вырезаны из арматуры, установленной в конструкции, либо изготовлены совместно с выполнением соединений арматуры возводимой конструкции (образцы-свидетели). Образцы-свидетели должны быть выполнены на точно таком же оборудовании, с применением тех же материалов и при точно таких же условиях, что и при производстве работ.

5.3.2.4 Оба соединяемых стержня контрольных образцов должны быть отобраны от одной партии арматуры (для переходных соединений – от двух партий).

5.3.2.5 Образцы соединений должны проходить контрольные испытания на растяжение со следующей периодичностью:

- один образец на первые 50 соединений;
- два образца на каждые последующие 500 соединений.

5.3.2.6 Контрольные испытания на растяжение в соответствии с 5.3.2.5 должны проводиться для каждого диаметра и класса арматуры, а также для каждого типа и класса соединения, применяемых при производстве работ.

5.3.2.7 Механические характеристики испытанных образцов должны отвечать требованиям соответствующих технических условий и 4.4.

5.2.2.8 Если механические характеристики какого-либо контрольного образца не удовлетворяют требованиям соответствующих технических условий и 4.4, то повторно должны быть испытаны два образца. Если механические свойства обоих переиспытанных образцов будут удовлетворять требованиям соответствующих технических условий и 4.4 , то соединения считаются прошедшими испытания. В противном случае изготовление соединений должно быть приостановлено для выявления причин, приводящих к несоответствию механических характеристик соединений требованиям технических условий и настоящего положения. Изготовление соединений может быть возобновлено только после устранения этих причин. После возобновления изготовления соединений, периодические испытания должны быть начаты вновь в соответствии с требованиями соответствующих технических условий и 5.3.2.5.

5.3.2.9 Контрольные измерения геометрических размеров соединительных муфт и контргаек должны производиться в соответствии с требованиями

соответствующих технических условий и 5.2.

5.3.2.10 При выполнении растянутых механических соединений на строительной площадке необходимо производить контроль их качества в соответствии с требованиями соответствующих технических условий и 5.3.2.10.1-5.3.2.10.3.

5.3.2.10.1 Опрессованные соединения

5.3.2.10.1.1 В процессе приемки каждой партии опрессованных соединений выполняются следующие виды контроля:

– визуальный контроль соединений – 100 % соединений партии;

– контроль опрессовки замером длины муфты – 10 % соединений партии.

Визуальным контролем определяется:

– факт опрессовки соединительной муфты;

– правильность положения стыка стержней относительно центра соединительной муфты по меткам на арматуре, нанесенным до опрессовки.

Замером длины соединительной муфты после опрессовки определяется качество соединения – длина муфты в результате опрессовки должна увеличиться не менее чем на 10 % ее первоначальной длины.

5.3.2.10.1.2 При строительстве объектов повышенной ответственности, проектной или контролирующей организацией может быть назначен радиографический контроль правильности положения стыка стержней относительно центра соединительной муфты. Рекомендуемый объем контроля при этом составляет 5 % соединений партий.

5.3.2.10.2 Винтовые соединения

Контроль качества винтовых соединений производится аналогично контролю опрессованных соединений со следующими дополнениями:

1) Контроль качества резьбовых соединений на строительной площадке должен включать в себя: визуальную проверку качества резьбы муфт

и концов стержней; проверку расположения стержней в муфте; проверку сборки и затяжки соединений;

2) Усилие затяжки контргаек соединений арматуры со специальным винтовым периодическим профилем проверяется контрольной затяжкой динамометрическими ключами двух процентов соединений контролируемой партии по 5.2.2.

Результат проверки считается удовлетворительным, если контрольная затяжка контргаек не вызывает их поворота, определяемого визуально по смещению предварительно нанесенных рисок. При неудовлетворительном результате проверки хотя бы для одного соединения, производится повторная затяжка всех соединений этой контролируемой партии;

3) Динамометрические ключи, используемые для затяжки контргаек должны проходить ежемесячную калибровку.

5.3.2.10.3 Болтовые соединения

5.3.2.10.3.1 Контроль качества болтовых соединений на строительной площадке должен включать в себя: визуальную проверку качества резьбы муфт и концов стержней; проверку расположения стержней в муфте; проверку сборки и затяжки соединений.

5.3.2.11 Испытания на выносливость в соответствии с 4.5 выполняются только при сертификации соединений и при производстве работ не проводятся. Соответствие характеристик соединений требованиям 4.5 подтверждается сертификатом соответствия, выданном в соответствии с требованиями РБ-005-98.

### 5.4 Контроль качества механических соединений при сертификации

5.4.1 Объемы испытаний и контролируемые характеристики механических соединений при сертификации принимаются в соответствии с техническими условиями на данный тип соединений.

## 6 Методы контроля

6.1 Испытания на растяжение образцов механических соединений необходимо проводить по ГОСТ 12004 со следующими изменениями:

- определяется деформативность соединений по 6.5;

- предел текучести $\sigma_т$ ($\sigma_{0,2}$) – не определяется;

- относительное удлинение $\delta_5$ – не определяется;

- равномерное относительное удлинение $\delta_р$ определяется как для разорванных, так и для неразорванных (разрушение по соединительному элементу) состыкованных арматурных стержней;

6.2 Испытания производятся с использованием тензометра с базой измерения *l*.

6.3 База измерения деформаций *l* при испытании образцов соединений принимается равной длине соединительной муфты плюс расстояние, равное не менее одного диаметра и не более трех диаметров, отложенных с каждой стороны муфты в соответствии с рисунком.

6.4 Деформации соединения при определении деформативности должны измеряться от напряжений в соединяемых стержнях не более 2 Н/мм$^2$.

6.5 Деформативность соединения Δ при растяжении допускается определять двумя способами.

6.5.1 *Первый способ.* Вычисляется усилие $P_Δ$, соответствующее напряжениям в арматурных стержнях равных $0,6\sigma_т$ ($0,6\sigma_{0,2}$): $P_Δ=A_s \cdot 0,6\sigma_т$. По результатам испытаний определяются полные деформации соединения на базе измерения $Δ_{полн.}$ при усилии $P_Δ$. Вычисляются упругие деформации на базе измерения $Δ_{полн}$ при усилии $P_Δ$ по формуле:

$$Δ_{упр.} = \frac{\ell \cdot P_Δ}{A_s \cdot E_s}, \qquad (1)$$

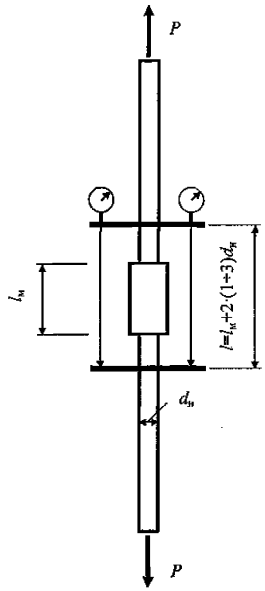



Рисунок 2 - Схема испытаний образца механического соединения на растяжение

где: $l$ – база измерения деформаций;

$E_S$ – нормативный модуль упругости арматуры;

$A_S$ – номинальная площадь поперечного сечения соединяемой арматуры.

Деформативность соединения Δ определяется как разность между полными деформациями соединения $\Delta_{полн.}$ и упругими деформациями $\Delta_{упр.}$: $\Delta=\Delta_{полн.}-\Delta_{упр.}$.

6.5.2 *Второй способ.* Образец соединения нагружается до усилия $P_\Delta=A_S\cdot 0{,}6\sigma_т$, после чего производится его разгрузка до нулевого усилия. Деформативность соединения Δ определяется как остаточная деформация соединения на базе измерения.

6.5.3 Деформации соединения в первом и втором способе определения деформативности должны измеряться от напряжений в соединяемых стержнях не более 2 Н/мм$^2$.

Примеры определения деформативности механических соединений Δ приведены в приложении Д.

6.6 Геометрические размеры соединительных муфт и контргаек, а также удлинения муфт опрессованных соединений после их обжатия проверяют измерительным инструментом необходимой точности.

6.7 Испытания на выносливость проводятся в соответствии с приложением Б.

**7 Транспортирование и хранение**

7.1 Транспортирование и хранение муфт механических соединений и арматурных стержней – по ГОСТ 7566 со следующим дополнением: в процессе транспортирования, хранения и бетонирования резьба в муфтах винтовых и болтовых соединений, а также на концах арматурных стержней должна быть защищена от повреждений и загрязнения бетонной смесью.

**8 Указания по применению**

8.1 Механические соединения могут применяться в железобетонных конструкциях зданий и сооружений АЭС различного назначения.

8.2 Сжатыми контактными соединениями допускается стыковать арматурные стержни, в которых по расчету не возникает растягивающих напряжений.

8.3 Растянутые стыки допускается применять для соединения как сжатых, так и растянутых арматурных стержней.

8.4 Области применения (по расчетной температуре) для арматуры с механическими соединениями следует принимать как для арматуры соответствующего класса без стыков.

8.5 В конструкциях, рассчитываемых на действие многократно повторных нагрузок, допускается применение только растянутых механических соединений класса D.

8.6 При производстве работ составляется технологическая инструкция по выполнению каждого конкретного типа соединения, соблюдение которой должно обеспечивать выполнение требований соответствующих технических условий и настоящего положения.

**9 Данные для проектирования**

9.1 Проектирование железобетонных конструкций зданий и сооружений АЭС с применением механических соединений арматурной стали производится по действующим нормативным документам, в том числе СНиП 2.03.04.-84*, СНиП П.02.05-87, СНиП П-7-81*, СНиП II-11-77*.

Нормативные и расчетные сопротивления арматуры с растянутыми механическими соединениями, отвечающими требованиям таблицы 1, принимаются такими же, как для целых стержней соответствующего класса.

Нормативные и расчетные характеристики арматуры со сжатыми контактными соединениями, отвечающими требованиям 4.1, на сжатие принимаются такими же, как для целых стержней соответствующего класса.

При действии многократно повторяющейся нагрузки расчетные сопротивления арматуры с механическими соединениями класса D следует принимать по 4.28 и таблице 26* СНиП 2.03.01-84*, как для первой группы сварных соединений.

9.2. Конструктивные требования при проектировании железобетонных конструкций зданий и сооружений АЭС с применением арматурной стали с механическими соединениями (в части защитного слоя бетона, минимального расстояния между стержнями и т.п.) принимаются такими же, как с арматурой соответствующего класса, имеющей стыковые соединения, выполненные ванной и ванно-шовной сваркой на стальной скобе-накладке,

со следующими дополнениями:

9.2.1 Минимальные величины защитных слоев бетона и расстояний между стержнями корректируются в зависимости от габаритных размеров применяемого оборудования для опрессовки муфт, затяжки муфт или контргаек, затяжки болтов и принимаются в соответствии с инструкцией по эксплуатации этого оборудования.

9.2.2 Растянутыми механическими соединениями, отвечающими требованиям настоящего положения, допускается стыковать до 100 % арматурных стержней, располагаемых в одном сечении; сжатыми контактными – не более 50 %.

9.2.3 Для растянутой и сжатой от действия нагрузки арматуры с растянутыми соединениями количество этих соединений в одном сечении конструкции не ограничивается, если при этом не ухудшаются условия укладки и уплотнения бетонной смеси и выполняются требования норм по величине защитного слоя бетона.

Для арматуры, сжатой от действия нагрузки, со сжатыми контактными соединениями эти соединения должны располагаться вразбежку. При этом площадь сечения стержней, стыкуемых в одном сечении конструкций или на расстоянии менее длины нахлестки стержней по СНиП 2.03.01, должна составлять не более 50 % общей площади сечения арматуры.

Допускается стыковать в одном сечении конструкции 100 % соединений арматуры при условии, если длина соединительных муфт контактного стыкового соединения составляет не менее $4d_н$, где $4d_н$ – диаметр соединяемой арматуры.

9.2.4. Требования к механическим соединениям по иностранным нормам проектирования железобетонных конструкций приведены в приложении Е.

## Приложение А
(обязательное)

## Порядок аттестации (переаттестации) рабочих, выполняющих соединение стержней

А.1 Аттестация (переаттестация) рабочих, выполняющих растянутые механические соединения, каждого конкретного предприятия (организации), осуществляется квалификационной комиссией этого предприятия (организации), состав которой определяет руководитель предприятия (организации). Состав квалификационной комиссии утверждается приказом руководителя предприятия (организации).

А.2 Рабочие, выполняющие растянутые механические соединения, подвергаются испытаниям периодически не реже одного раза в год независимо от стажа работы, а также в случае перерыва в работе более 6 месяцев.

А.3 Для аттестации (переаттестации) каждый рабочий должен выполнить по два растянутых соединения (каждого типа) стержней наибольшего диаметра, используемых при производстве работ. Эти соединения должны быть выполнены с использованием точно таких же материалов и способов соединения, которые предполагаются при производстве работ.

А.4 Соединения должны быть испытаны на растяжение при нормальной температуре.

А.5 Результаты испытания стержней должны удовлетворять требованиям 4.1.

А.6 Квалификационные испытания рабочих должны быть зафиксированы соответствующей документацией (протоколами), на основе которой выдается (продлевается) удостоверение на право проведения работ по выполнению механических соединений.

## Приложение Б

(обязательное)

## Методика испытаний растянутых механических соединений на выносливость

Б.1 Испытания на выносливость образцов растянутых механических соединений проводят при комнатной температуре, при осевом растяжении на действие повторяющейся (пульсирующей) нагрузки, характеризуемой следующими параметрами в соответствии с рисунком Б.1:

- максимальное усилие цикла $P_{max} = \sigma_{max} \cdot A_s$;
- размах цикла усилий $\Delta P = \Delta\sigma \cdot A_s$;
- частота приложения усилия $f = \frac{1}{T}$.

Значения $\sigma_{max}$ и $\Delta\sigma$ – согласно 4.5.

Б.2 Испытания проводят на испытательном оборудовании (пульсаторах) с контролем усилий при частоте приложения нагрузки f от 1 до 200 Гц. Испытания каждого образца продолжаются до 2 млн. циклов нагрузки или до обрыва образца, который должен располагаться по длине образца на расстоянии не менее $2d_s$ от захватных приспособлений образца (где $d_s$ - номинальный диаметр арматурного проката).

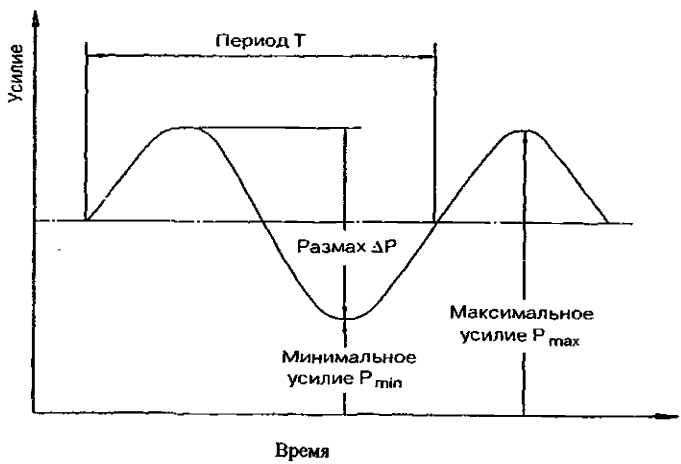



Рисунок Б.1- Характеристика цикла нагрузки при испытаниях на выносливость

## Приложение В

(обязательное)

## Механические соединения арматуры классов А400 и А500С

В. Геометрические размеры соединительных муфт механических соединений могут отличаться от указанных в этом приложении. При этом механические соединения должны полностью отвечать техническим требованиям настоящего положения (см. раздел 2).

### В.2 Опрессованные соединения

В.2.1 Опрессовка соединительных муфт производится:

– многократным поперечным деформированием соединительных муфт с промежутками (рисунок В.1) или без промежутков;

– то же однократным деформированием;

– деформированием муфт посредством их протяжки.

Опрессовка осуществляется при помощи специального оборудования (гидравлических прессов), обеспечивающего качество соединений арматурной стали в соответствии с требованиями настоящего положения.

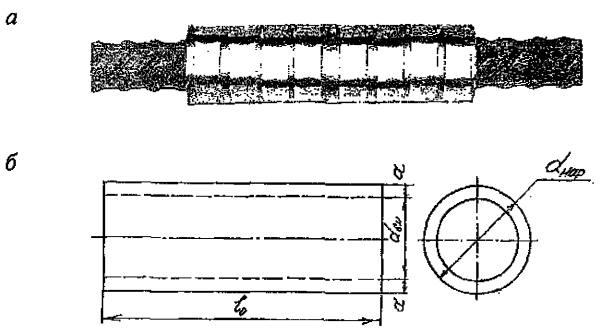



Рисунок В.1: *а* – опрессованный стык построечного изготовления, произведенный на мобильном оборудовании многократным поперечным деформированием соединительной муфты с промежутками, *б* – соединительная муфта для опрессованных стыков

В.2.2 Выполнение технических требований 4.2 для опрессованных соединений достигается соблюдением следующих параметров:

- площадь поперечного сечения соединительной муфты до опрессовки $A_м$. Величина $A_м$ назначается из условия равнопрочности по пределу текучести при растяжении соединяемой арматуры и муфты

$$A_м = \frac{\sigma_{т,s} \cdot A_s}{\sigma_{т.м}}, \qquad (В.1)$$

где $\sigma_{т,м}$ – браковочное значение предела текучести $\sigma_т$ или $\sigma_{0,2}$ материала соединительной муфты по нормативным документам на ее производство.

Допускается вместо браковочных значений величин $\sigma_т$ и $\sigma_{т.м}$ принимать их фактические значения;

- длина соединительной муфты до опрессовки $l_0$.

Для обеспечения требуемого усилия среза материала муфты величина $l_0$ должна быть соответственно не менее $5d_н$, где $d_н$ – номинальный диаметр соединяемой арматуры;

- зазор между муфтой и стыкуемой арматурой $d_{вн} - d_{max}$, где $d_{вн}$ – внутренний диаметр муфты, $d_{max}$ – максимальный габаритный размер поперечного сечения арматуры. Зазор $d_{вн} - d_{max}$ для всех видов стыков должен быть не больше 4 мм независимо от диаметра стыкуемой арматуры;

- величина усилий поперечного деформирования или протяжки принимается в зависимости от используемого оборудования.

В.2.3 Ориентировочные размеры опрессованных соединений арматуры классов А500С и А400 приведены в таблице В.1. Указанные в таблице В.1 размеры подлежат уточнению по результатам испытаний на растяжение пробных стыков, изготовленных с использованием конкретного оборудования и соединительных муфт.

В.2.4 Геометрические размеры муфт опрессованных соединений арматуры классов А600 (Ат600), А800 (Ат800) должны быть экспериментально обоснованы.

Таблица В.1

| Виды опрессованных стыков | Диаметр арматуры, $d_н$, мм | Геометрические размеры соединительных муфт: | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | длина, $l_0$, мм | площадь поперечного сечения, $A_м$, мм$^2$ | толщина стенки, а, мм | наружный диаметр, $d_м^{\pm 2}$, мм |
| | | не менее | | | |
| Растянутые | 16 | $5d_н$ | $\frac{\sigma_{т,s} \cdot A_s}{\sigma_{т,м}}$ | 4,5 | 28,5 |
| | 18 | | | 5 | 32 |
| | 20 | | | 5,5 | 35 |
| | 22 | | | 6 | 38 |
| | 25 | | | 8 | 45 |
| | 28 | | | 9 | 51 |
| | 32 | | | 10 | 57 |
| | 36 | | | 11 | 63 |
| | 40 | | | 12 | 70 |
| Сжатые контактные | 16-40 | $4d_н$ | – | 4 | –[2)] |

*Примечания*

1 Длина соединительных муфт $l_0=5d_н$ растянутых стыков принимается при опрессовке однократной или многократной без промежутков, при многократной опрессовке с промежутками (п.В.2.1) $l_0=8d_н$. То же для сжатых контактных стыков при многократной опрессовке – $5d_н$.

2 Наружный диаметр соединительных муфт – $d_н$ сжатых контактных стыков принимается также как и для растянутых стыков с уменьшением на величину разницы толщины стенок.

### В.3 Винтовые соединения

#### В.3.1 Соединения стержней специального винтового профиля

В.3.1.1 Винтовые муфтовые стыки применяются для соединения арматуры с винтовым профилем в соответствии с рисунком В.2 и таблицей В.2.

Таблица В.2

| $d_н$ | $d_1^{\pm 0,5}$ | $d_2^{\pm 0,5}$ | h | Предельные отклонения | $t^{\pm 0,3}$ | $b^{\pm 0,3}$ | e | δ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | не больше | |
| мм | | | | | | | | |
| 16 | 15,5 | 16,0 | 1,5 | ±0,3 | 10,0 | 5,0 | 4,0 | 0,5 |
| 18 | 17,0 | 17,5 | 1,6 | | 10,0 | 5,0 | 5,0 | |
| 20 | 19,0 | 19,5 | 1,8 | | 11,0 | 5,0 | 6,0 | |
| 22 | 21,0 | 21,5 | 1,9 | | 13,0 | 6,0 | 7,0 | |
| 25 | 24,0 | 24,5 | 2,0 | | 14,0 | 6,0 | 8,0 | |
| 28 | 27,0 | 27,5 | 2,2 | ±0,4 | 15,0 | 7,0 | 9,0 | |
| 32 | 31,0 | 31,5 | 2,4 | | 16,0 | 8,0 | 10,0 | |
| 36 | 35,0 | 35,5 | 2,7 | | 18,0 | 9,0 | 11,0 | |
| 40 | 39,0 | 39,5 | 3,0 | | 20,0 | 10,0 | 12,0 | |

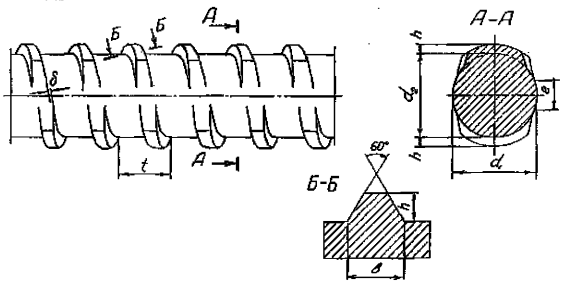



Рисунок В.2 - Винтовой профиль арматурной стали

В.3.1.2 Для соединения винтовой арматурной стали используются соединительные муфты и контргайки в соответствии с рисунком В.3 и таблицей В.3.

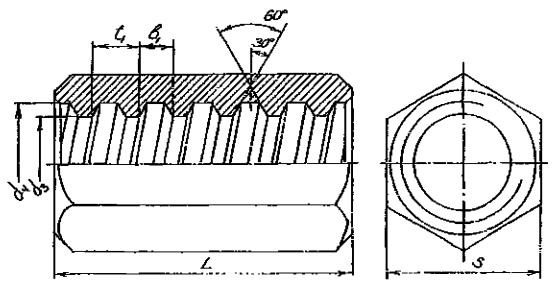



Рисунок В.3 - Резьба соединительных элементов для арматуры винтового профиля.

Таблица В.3.

| $d_н$ | $d_3^{\pm 0,1}$ | $t_1^{\pm 0,3}$ | $d_4^{\pm 0,2}$ | $b_1^{\pm 0,3}$ | $S^{\pm 0,5}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| мм | | | | | |
| 16 | 17,5 | 10,0 | 20,0 | 7,0 | 32 |
| 18 | 19,0 | 10,0 | 23,0 | 7,0 | 38 |
| 20 | 21,0 | 11,0 | 25,0 | 8,0 | 38 |
| 22 | 23,0 | 13,0 | 27,5 | 9,0 | 40 |
| 25 | 26,0 | 14,0 | 30,5 | 9,0 | 45 |
| 28 | 29,0 | 15,0 | 34,0 | 10,5 | 50 |
| 32 | 33,0 | 16,0 | 38,5 | 12,0 | 55 |
| 36 | 37,0 | 18,0 | 43,5 | 13,5 | 60 |
| 40 | 41,0 | 20,0 | 48,5 | 15,0 | 65 |

В.3.1.3 Соединения арматуры винтового профиля, как правило, состоят из соединительной муфты и двух контргаек (см. рисунок В.4 и таблицу В.4). Контргайки затягиваются нормируемым усилием – моментом затяжки с величиной по таблице В.4.

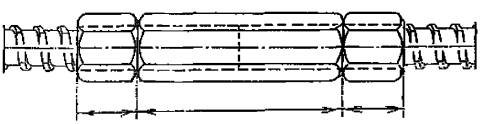


Рисунок В.4 - Соединение арматурной стали винтового профиля

Таблица В.4

| Номинальный диаметр, мм | Растянутый стык | | | Сжатый контактный стык | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Длина, мм | | Момент затяжки, кН·м | Длина, мм | |
| | муфты $L_м^{\pm 0,5}$ | контргайки $L_к^{\pm 0,5}$ | | муфты $L_{м.с}$ | контргайки $L_{к.с}$ |
| 16 | 90 | 30 | 0,3 | $3d_н$ | $1,5d_н$ |
| 18 | 100 | 30 | 0,3 | | |
| 20 | 110 | 35 | 0,3 | | |
| 22 | 120 | 40 | 0,4 | | |
| 25 | 140 | 50 | 0,6 | | |
| 28 | 150 | 50 | 0,8 | | |
| 32 | 160 | 60 | 1,2 | | |
| 36 | 170 | 70 | 1,5 | | |
| 40 | 180 | 70 | 2,0 | | |

В.3.1.4 Заусенцы и вмятины на концах арматурных стержней винтового профиля не должны препятствовать навинчиванию на них винтовых муфт и гаек. При необходимости концы стержней следует зачищать или обрезать механизированным абразивным инструментом.

В.3.1.5 Затяжку контргаек производят динамометрическими ключами, пневматическими или гидравлическими устройствами, обеспечивающими величину момента затяжки в соответствии с таблице В.4.

В.3.1.6 Затяжка контргаек с моментом в соответствии с таблицей В.4 обеспечивает выполнение требований по деформативности винтовых соединений по таблице 1.

В случае необходимости значения моментов затяжки по таблице В.4 могут быть уменьшены с соответствующей проверкой выполнения требований таблицы 1 по деформативности винтовых соединений.

### В.3.2 Винтовые соединения арматурных стержней с резьбой на концах

Геометрические размеры муфт соединений с конической и цилиндрической резьбой и муфт болтовых соединений должны приниматься по соответствующим техническим условиям.

#### В.3.2.1 Соединения с конической резьбой

В.3.2.1.1 Механические соединения с конической резьбой изготавливаются путем нарезки конической резьбы на концах арматурных стержней с помощью специального оборудования и их соединения с помощью муфты, имеющей соответствующую стержням резьбу (рисунки В.5-В.8).

В.3.2.1.2 Ориентировочные геометрические размеры муфт соединений с конической резьбой приведены в таблицах В.5-В.8.

В.3.2.1.3 Ориентировочные усилия затяжки приведены в таблице В.9.

#### В.3.2.2 Соединения с цилиндрической резьбой

В.3.2.2.1 Механические соединения с цилиндрической резьбой изготав-

ливаются на специальном оборудовании путем нарезки или накатки цилиндрической резьбы на концах арматурных стержней и их соединения с помощью муфты, имеющей соответствующую резьбу (рисунки В.9-В.14).

В.3.2.2.2 Соединения с цилиндрической резьбой должны быть затянуты с помощью динамометрического ключа с усилиями, указанными в соответствующих технических условиях.

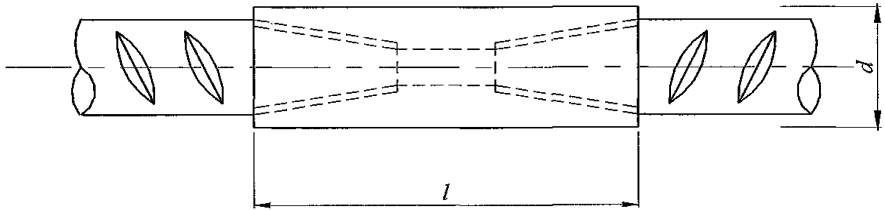



Рисунок В.5 - Стандартное соединение с конической резьбой

Таблица В.5

| Диаметр стержня, мм | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 25 | 28 | 32 | 36 | 40 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Наружный диаметр муфты d, мм | 17-22 | 22 | 22-25 | 27-28 | 27-30 | 32-33 | 33-36 | 37-42 | 42-46 | 46-55 | 55 |
| Длина муфты *l*, мм | 49-58 | 55-64 | 61-70 | 71-72 | 74-88 | 81-91 | 90-96 | 100-101 | 107-112 | 121-126 | 138 |
| Масса муфты, кг | 0,06-0,13 | 0,12-0,13 | 0,13-0,17 | 0,22-0,24 | 0,24-0,27 | 0,30-0,40 | 0,36-0,41 | 0,46-0,66 | 0,61-0,85 | 0,78-1,50 | 1,13-1,90 |

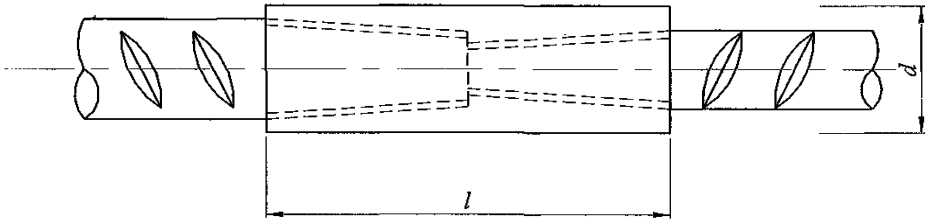



Рисунок В.6 - Переходное соединение с конической резьбой

Таблица В.6

| Диаметр стержней, мм | 12/14 | 12/16 | 14/16 | 16/18 | 16/20 | 18/20 | 20/22 | 20/25 | 25/28 | 25/32 | 28/32 | 32/36 | 36/40 | 32/40 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Наружный диаметр муфты d, мм | 22 | 22-25 | 22-25 | 28 | 27-30 | 30 | 32-33 | 33-36 | 37-42 | 41-46 | 41-46 | 46-55 | 55 | 52-55 |
| Длина муфты *l*, мм | 65 | 61-72 | 61-71 | 75 | 78-88 | 77 | 82-91 | 90-96 | 99-101 | 107-112 | 107-110 | 121-131 | 145 | 131-138 |
| Масса муфты, кг | *0,14* | *0,14-0,21* | *0,13-0,19* | *0,25* | *0,29-0,30* | *0,28* | *0,32-0,44* | *0,41-0,48* | *0,50-0,72* | *0,66-0,98* | *0,62-0,91* | *0,80-1,67* | *1,71* | *1,41-1,62* |

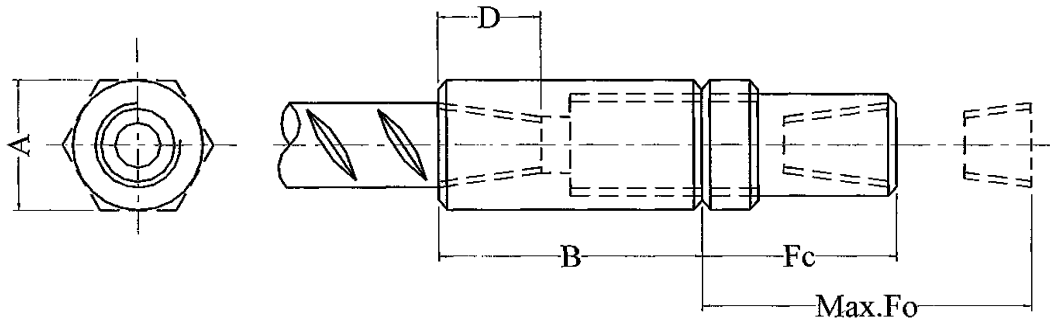



Рисунок В.7 - Позиционное соединение арматурных стержней с конической резьбой

Таблица В.7

| Диаметр стержня, мм | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 25 | 28 | 32 | 36 | 40 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Наружный диаметр муфты А, мм | 22-25 | 25-27 | 27-30 | 33-36 | 33-36 | 41-42 | 41-46 | 46-50 | 52-55 | 58-60 | 64-70 |
| Длина муфты В, мм | 45-84 | 48-89 | 54-95 | 59-95 | 75-112 | 74-120 | 83-132 | 88-137 | 95-153 | 101-169 | 114-188 |
| $F_c$, мм | 42-54 | 45-61 | 48-60 | 53-61 | 63-68 | 66-71 | 68-75 | 70-81 | 79-90 | 85-101 | 91-101 |
| Max. $F_o$ | 53-94 | 56-101 | 59-101 | 64-101 | 79-119 | 82-125 | 84-134 | 86-137 | 95-152 | 101-168 | 131-178 |
| Масса муфты, кг | 0,20-0,41 | 0,32-0,58 | 0,50-0,62 | 0,53-0,99 | 0,64-1,12 | 0,89-1,64 | 0,96-2,02 | 1,25-2,30 | 1,77-2,77 | 2,51-4,65 | 3,07-6,80 |

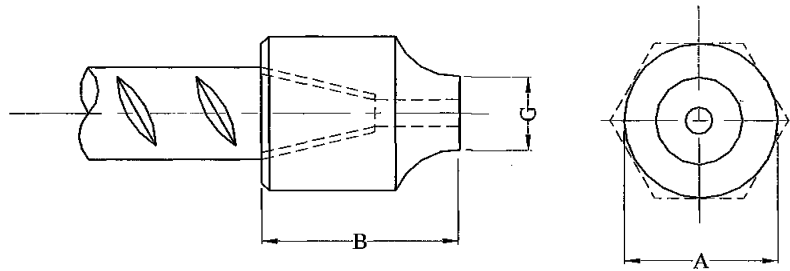



Рисунок В.8 - Свариваемые соединительные муфты

Таблица В.8

| Диаметр стержня, мм | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 25 | 28 | 32 | 36 | 40 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Наружный диаметр муфты А, мм | 20 | 25 | 25 | 30 | 30 | 40 | 40 | 40 | 50 | 60 | 60 |
| Длина муфты В, мм | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 55 | 55 | 60 | 65 | 75 |
| Диаметр G, мм | 12 | 13 | 15 | 16 | 17 | 18 | 21 | 24 | 28 | 31 | 34 |
| Масса муфты, кг | 0,05 | 0,09 | 0,09 | 0,16 | 0,17 | 0,35 | 0,32 | 0,29 | 0,52 | 0,83 | 0,92 |

Таблица В.9

| Диаметр соединяемых стержней, мм | Усилие затяжки, Нм |
|---|---|
| 12 | 40-60 |
| 14 | 80-85 |
| 16 | 110-120 |
| 18 | 135-150 |
| 20 | 165-180 |
| 22 | 205-220 |
| 25 | 265-270 |
| 28 | 270-275 |
| 32 | 285-300 |
| 36 | 300-305 |
| 40 | 330-350 |

В.3.2.2.2 Геометрические размеры муфт соединений с цилиндрической резьбой должны приниматься по соответствующим техническим условиям.

В.3.2.2.3 Ориентировочные геометрические размеры муфт соединений с цилиндрической резьбой приведены в таблицах В.10-В.13.

В.3.2.2.4 Позиционные соединения отличаются от стандартных соединений увеличенной длиной участка стержня с резьбой, что позволяет соединять стержни вращением муфты, без вращения самих стержней.

В.3.2.2.5 Ориентировочные геометрические размеры муфт позиционных соединений с цилиндрической резьбой и их масса соответствуют муфтам стандартных соединений, приведенным в таблице В.10.

В.3.2.2.6 Позиционные соединения с цилиндрической резьбой могут изготавливаться с одной или двумя контргайками (рисунки В.12, В.13).

В.3.2.2.7 Ориентировочные размеры контргаек приведены в таблице В.12.

**В.3.3. Болтовые соединения арматурных стержней.**

В.3.3.1. Болтовые соединения изготавливаются путем вкручивания болтов муфты в тело стержня (рисунки В.15, В.16). Муфта для болтовых соединений имеет внутри две гребенки для лучшего сцепления стержней с муфтой (рисунок В.17).

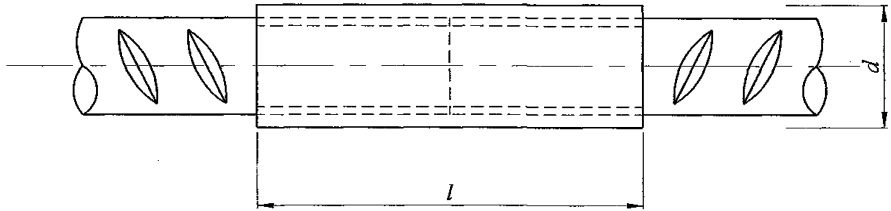



Рисунок В.9 - Стандартное соединение арматурных стержней с цилиндрической резьбой

Таблица В.10

| Диаметр стержня, мм | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 25 | 28 | 32 | 36 | 40 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Наружный диаметр муфты d, мм | 19-21 | 21,7-24,5 | 24-30,5 | 27-36,5 | 30-34,3 | 33-40,5 | 39-42,5 | 43-49 | 49-53 | 54,6-61 | 60-68 |
| Длина муфты *l*, мм | 27-28 | 32 | 36-40 | 40-44 | 44-48 | 48-54 | 56-60 | 62-66 | 70-72 | 78-84 | 86-90 |
| Масса муфты, кг | 0,03-0,05 | 0,05 | 0,07-0,08 | 0,11-0,12 | 0,14-0,15 | 0,19-0,29 | 0,29 | 0,39-0,41 | 0,56-0,63 | 0,81-0,86 | 1,09-1,23 |

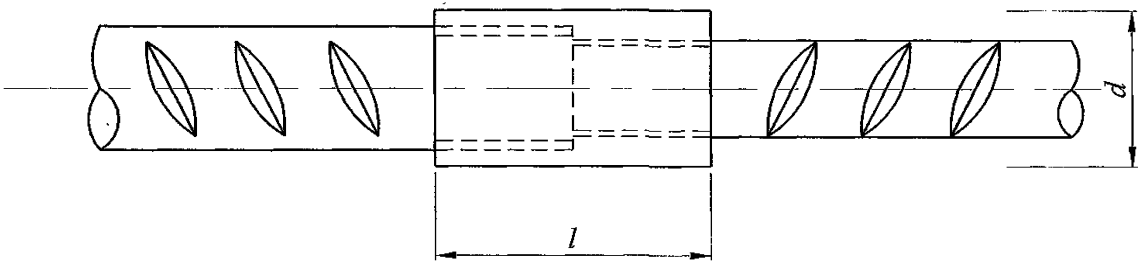



Рисунок В.10 - Переходное соединение арматурных стержней с цилиндрической резьбой

Таблица В.11

| Диаметр стержня, мм | 14/12 | 16/14 | 18/16 | 20/16 | 20/18 | 22/20 | 25/20 | 25/22 | 28/25 | 32/25 | 32/28 | 36/32 | 40/25 | 40/32 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Наружный диаметр муфты d, мм | 21,7-24,5 | 24,6-30,5 | 31,7-36,5 | 31,6-34,3 | 31,6-34,3 | 33,6-40,5 | 39,5-42,5 | 39,5-42,5 | 43,6-49,0 | 49,6-53,0 | 49,6-53,0 | 54,6-61,0 | 62,6-68,0 | 62,6-68,0 |
| Длина муфты *l*, мм | 31-32 | 35-36 | 41-42 | 43-44 | 45-46 | 50-51 | 53-54 | 56-57 | 62-63 | 65-66 | 68-69 | 77-78 | 74-75 | 80-81 |
| Масса муфты, кг | 0,21 | | | 0,24 | | 0,24 | 0,39 | | 0,57 | | 0,64 | | | 1,15 |

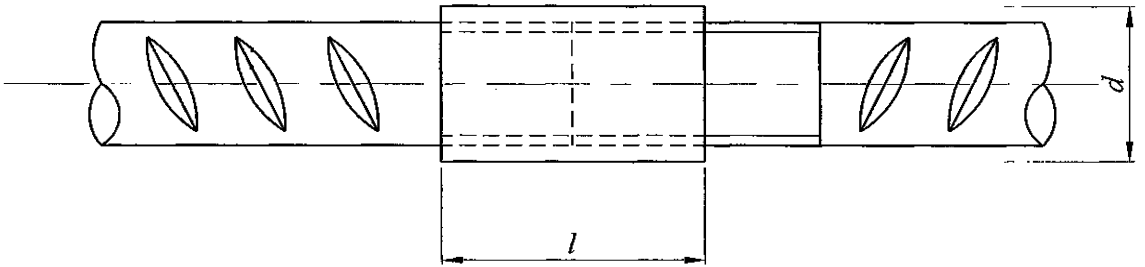



Рисунок В.11 - Позиционное соединение арматурных стержней с цилиндрической резьбой

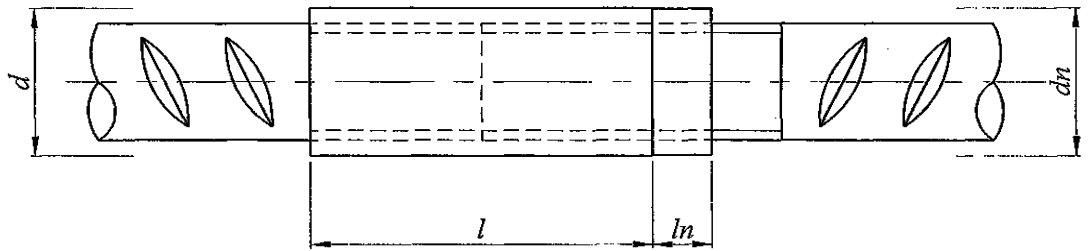



Рисунок В.12 - Позиционное соединение арматурных стержней с цилиндрической резьбой с одной контргайкой

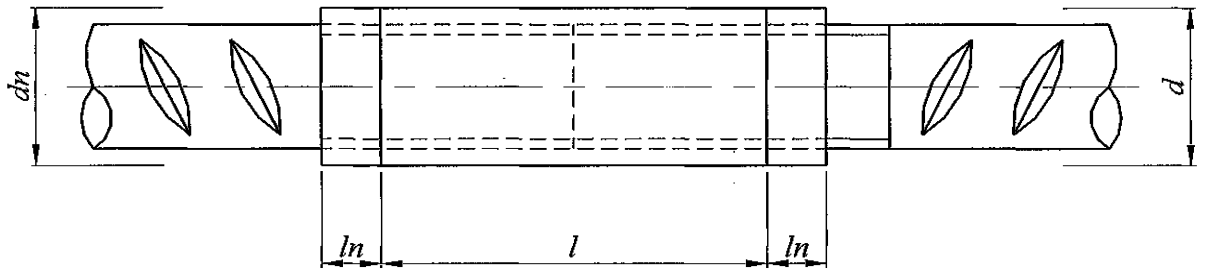



Рисунок В.13 - Позиционное соединение арматурных стержней с цилиндрической резьбой с двумя контргайками

Таблица В.12

| Диаметр стержня, мм | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 25 | 28 | 32 | 36 | 40 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Наружный диаметр контргайки $d_n$, мм | 19-21 | 21-24,6 | 24-30,5 | 27-36,5 | 31-34,3 | 33-40,5 | 39-42,5 | 42-49 | 45-53 | 51-61 | 56-68 |
| Длина контргайки $l_n$, мм | 9-10 | 10-12 | 10-13 | 10-15 | 12-16 | 13-18 | 16-20 | 18-22 | 20-24 | 23-28 | 26-30 |
| Масса контргайки, кг | 0,01 | 0,01 | 0,01 | | 0,04 | 0,04 | 0,08 | 0,15 | 0,16 | 0,18 | 0,20 |

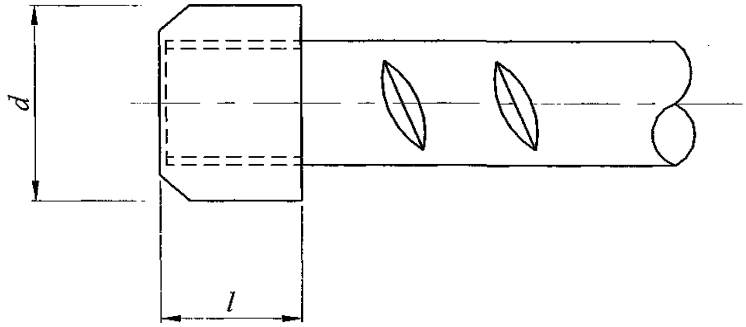



Рисунок В.14 - Свариваемое соединение арматурных стержней с цилиндрической резьбой

Таблица В.13

| Диаметр стержня, мм | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 25 | 28 | 32 | 36 | 40 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Наружный диаметр муфты d, мм | 19-21 | 21-24,6 | 24-30,5 | 27-36,5 | 31-34,3 | 33-40,5 | 39-42,5 | 42-49 | 45-53 | 51-61 | 56-68 |
| Длина муфты *l*, мм | 13-14 | 15-16 | 19-20 | 21-22 | 23-24 | 26-27 | 29-30 | 32-33 | 35-36 | 41-42 | 44-45 |
| Масса муфты, кг | 0,04 | | 0,07 | | 0,07 | 0,12 | 0,20 | 0,31 | 0,41 | 0,49 | 0,57 |

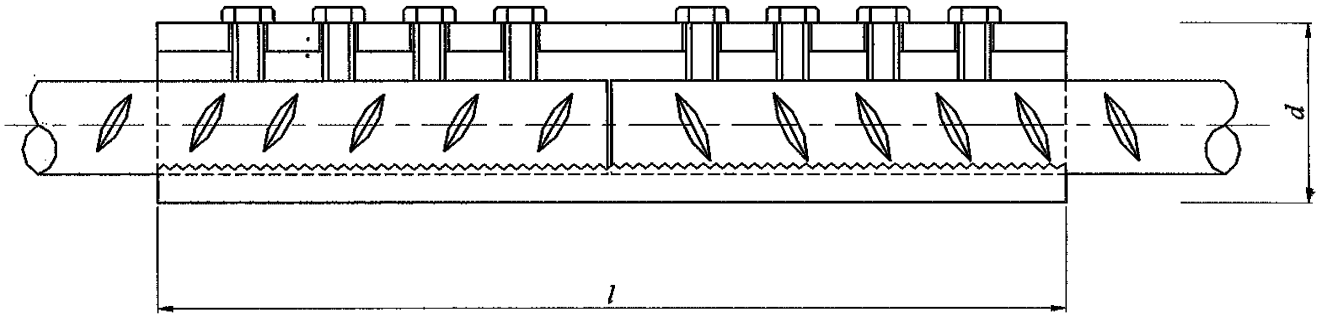



Рисунок В.15 – Стандартное болтовое соединение

Таблица В.14

| Диаметр стержня, мм | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 25 | 28 | 32 | 36 | 40 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Наружный диаметр муфты d, мм | 33,4 | 42,2 | 42,2 | 48,3 | 48,3 | 48,3 | 54,0 | 66,7 | 71,0 | 85,0 | 81,0 |
| Общая длина муфты *l*, мм | 140 | 160 | 160 | 204 | 204 | 248 | 258 | 312 | 312 | 484 | 484 |
| Количество болтов | 6 | 6 | 6 | 8 | 8 | 10 | 8 | 10 | 10 | 14 | 14 |
| Примерная масса, кг | 0,72 | 1,25 | 1,25 | 2,00 | 1,96 | 2,40 | 3,00 | 5,80 | 6,50 | 14,64 | 11,30 |

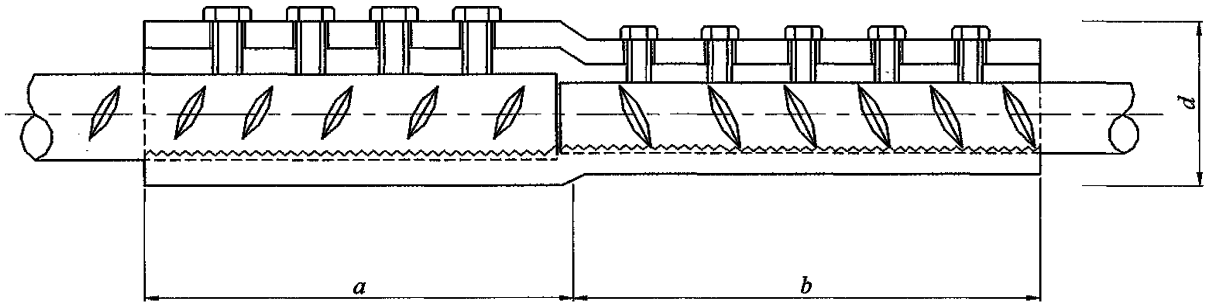



Рисунок В.16 - Переходное болтовое соединение

Таблица В.15

| Диаметр стержня, мм | 16/12 | 20/16 | 25/20 | 32/25 | 32/28 | 40/32 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Наружный диаметр муфты d, мм | 42,2 | 48,3 | 54 | 71/54 | 71/67 | 81 |
| Общая длина муфты *l*, мм | 160 | 160 | 180 | 231 | 286 | 335 |
| Длины частей муфты *a:b*, мм | 80:80 | 80:80 | 90:90 | 102:129 | 130:156 | 178:157 |
| Количество болтов *a:b* | 3:3 | 3:3 | 3:3 | 3:4 | 4:5 | 5:5 |
| Примерная масса, кг | 1,25 | 1,56 | 2,23 | 3,70 | 5,61 | 7,47 |

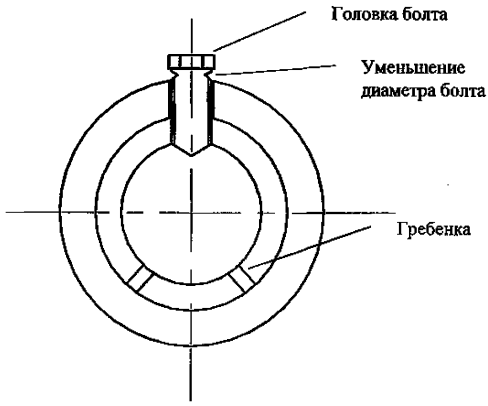



Рисунок В.17 - Разрез муфты болтового соединения

В.3.3.2 Ориентировочные геометрические размеры муфт болтовых соединений приведены в таблицах В.14 и В.15.

В.3.3.3 Болты болтовых соединений должны быть затянуты надлежащим образом. Критерием надлежащей затяжки болтов является срез головки болта от его тела за счет специально устраиваемого ослабления (см. рисунок В.17). Затяжка соединений на болтах должна осуществляться плавно без приложения динамических усилий.

## Приложение Г

## (справочное)

## Перечень оборудования, которое может применяться для выполнения механических соединений

Г.1 Оборудование, применяемое для выполнения механических соединений, должно обеспечивать выполнение требований раздела 4 настоящего положения.

Г.2 Приводимый в настоящем приложении перечень оборудования является примерным. Может использоваться оборудование, не вошедшее в перечень, при выполнении условий Г.1 в соответствии с таблицей Г.1.

Таблица Г.1 - Перечень оборудования, которое может применяться для выполнения механических соединений

| Тип соединений | Компания, производящее оборудование | Координаты фирмы |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| Опрессованные | ООО «Спрут» | 140180, Россия, г. Жуковский Московской обл., ул. Гагарина, 22-180. тел. (08648) 7-35-62 тел./факс (08648) 2-88-01 |
| | ООО «Следящие тест-системы» («СТС») | 119334, Россия, г.Москва, ул.Бардина д.4, корп.5. тел./факс: (495) 585-08-84, 135-86-01, 135-75-29. |
| Винтовые с конической резьбой на концах | Erico | Postbus 487, NL-5000 AL Tilburg, Netherlands, tel. 31-13-583-5400 fax 31-13-583-5499 |
| | Ancon | President Way, President Park, Sheffield S4 7UR, UK, tel. +44 (0) 114 275 5224 fax +44 (0) 114 276 8543 |

gost.e-ecolog.ru

Продолжение таблицы Г.1

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
| Винтовые с цилиндрической резьбой на концах | Ancon | President Way, President Park, Sheffield S4 7UR, UK, tel. +44 (0) 114 275 5224 fax +44 (0) 114 276 8543 |
| | Dextra | 52 Moo 2, Soi Jatsantahanrua, Sukhapiban 1 Road Dokmai, Pravet, 10250 Bangkok, Thailand, tel. (66) 2 726 5731 / 328 0211 fax (66) 2 328 0374 |
| | CABR Technology Co., Ltd Jianshuo Rebar Splicing Branch | P.O.BOX.752 Beijing, China Tel. 8610-84282669 Tel. 8610-84273559 Fax. 8610-84282668 |
| Болтовые | Ancon | President Way, President Park, Sheffield S4 7UR, UK, tel. +44 (0) 114 275 5224 fax +44 (0) 114 276 8543 |

gost.e-ecolog.ru

## Приложение Д

## (справочное)

## Примеры определения деформативности механических соединений

Д.1 Образец соединения арматурной стали класса А500С диаметром 32 мм. Номинальная площадь сечения арматуры $A_s$=804 мм$^2$. Номинальный предел текучести арматуры класса А500С $\sigma_т$=500 Н/мм$^2$, номинальный модуль упругости арматуры $E_s$=2·10$^5$ Н/мм$^2$. Длина муфты $l_м$=75 мм.

Д.2 Испытания проводят с измерением тензометрами деформаций по двум диаметрально противоположным ребрам образца. База измерения деформаций $l$=200 мм. Цена деления тензометра c=0,01 мм.

Д.3 Вычисляется усилие $P_Δ$, соответствующее напряжениям в арматурных стержнях равных 0,6$\sigma_т$ (0,6$\sigma_{0,2}$): $P_Δ=A_s·0,6\sigma_т$=804·0,6·500=241,2 кН.

### Д.4 Первый способ

Д.4.1 После установки образца соединения в захваты испытательной машины и установки тензометров снимается нулевой отчет по тензометрам $C_{0,1}$ и $C_{0,2}$. Затем к образцу прикладывается усилие $P_Δ$=241,2 кН. При этом усилии снимаются показания тензометров $C_{P,1}$ и $C_{P,2}$.

Результаты замеров деформаций записываются в таблицу и вычисляется деформативность образца соединения (см. таблицу Д.1).

| Таблица Д.1Нагрузка, P, кН | Отсчет по тензометрам | | Среднее значение отсчета по тензометрам $C_i=(C_{i,1}+C_{i,2})/2$ | Полные деформации на базе измерения $Δ_{полн.}=(C_P-C_0)·c$, мм | Упругие деформации на базе измерения $Δ_{упр.}=l·[P_Δ/(A_s·E_s)]$, мм | Деформативность соединения $Δ=Δ_{полн.}-Δ_{упр.}$, мм |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $C_{i,1}$ | $C_{i,2}$ | | | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | – | – | – |
| $P_Δ$=241,2 | 36 | 37 | 36,5 | 0,365 | 0,3 | 0,065 |

**Д.5 Второй способ**

Д.5.1 После установки образца соединения в захваты испытательной машины и установки тензометров снимается нулевой отчет по тензометрам $C_{0,1}$ и $C_{0,2}$. Затем к образцу прикладывается усилие $P_{\Delta}$=241,2 кН. После чего образец разгружается до нулевой нагрузки. После разгрузки образца снимаются отсчеты $C_{0\ Разгр.,1}$ и $C_{0\ Разгр.,2}$. Результаты замеров деформаций записываются в таблицу, и вычисляется деформативность образца соединения (см. таблицу Д.2).

Таблица Д.2

| Нагрузка, Р, кН | Отсчет по тензометрам | | Среднее значение отсчета по тензометрам $C_i=(C_{i,1}+C_{i,2})/2$ | Деформативность соединения $\Delta=(C_{0\ Разгр.}-C_0)\cdot c$, мм |
|---|---|---|---|---|
| | $C_{i,1}$ | $C_{i,2}$ | | |
| 0 (до приложения нагрузки) | 0 | 0 | 0 | – |
| 0 (после разгрузки) | 6 | 7 | 6,5 | 0,065 |

## Приложение Е

(справочное)

## Требования норм проектирования железобетонных конструкций разных стран к механическим соединениям арматуры

В настоящем разделе рассмотрены требования отечественных и зарубежных нормативных документов к механическим соединениям.

### Е.1 Проект Свода правил СП 52-01-02 Бетонные и железобетонные конструкции

Несущая способность муфтового соединения должна быть такой же, что и стыкуемых стержней. Концы стыкуемых стержней следует заводить на требуемую длину в муфту, определяемую расчетом или опытным путем.

### Е.2 Нормы ЕКБ-ФИП (CEB-FIP Model Code 1990)

Механические соединения должны быть выполнены в соответствие с установленными стандартами или утвержденными документами.

### Е.3 Британский стандарт (BS 8110-85)

*Сжатые стержни*

Усилие с одного стержня на другой может быть передано торцевым опиранием концов стержней, отрезанных под прямым углом и удерживаемых в концентрическом контакте муфтой или другим соединительным устройством. Защитный слой бетона для муфты должен быть не меньше, чем установленный для обычной (без стыков) арматуры.

Стыковые соединения растянутых стержней должны отвечать след
м условиям:

- остаточное удлинение соединения (смещение концов стержней отн
ьно муфты) после нагружения до $0{,}6f_y$ ($f_y$ – предел текучести) не дол
вышать 0,1 мм;
- временное сопротивление соединения должно превышать 287,5 Н
5 $f_y$) для класса 250, 529 Н/мм$^2$ (1,15 $f_y$) для класса 460 горячекатаной
506 Н/мм$^2$ (1,10 $f_y$) для класса 460 холоднодеформированной стали.

**E.4 Нормы Германии (DIN 1045-88)**

*стовые соединения*

Механические соединения должны быть способны выдержать след
нагрузки:

- нагрузку равную пределу текучести, вычисленному как $1{,}0 \cdot \beta_s \cdot A_s$ (кН
- предельную нагрузку равную $1{,}0 \cdot \beta_z \cdot A_s$,

$\beta_s$ и $\beta_z$ – номинальные предел текучести и временное сопротивление;
– номинальная площадь поперечного сечения соединяемых стерж
$^2$).

Деформация, происходящая в дополнение к упругой деформации (и
ига на концах муфты) не должна превышать 0,1 мм при рабочей нагру

При вычислениях используется:

- полная площадь сечения арматуры – в случае накатанной резьбы;
- 80 % площади поперечного сечения – в случае нарезанной резьбы.

При повторяющейся нагрузке эффективность винтового резьбового
нения должна быть подтверждена испытаниями.

ниями должны приниматься такими же, как для стыкуемых стержней.

В одном сечении может быть соединено 100 % арматуры.

*Контактные соединения*

В колоннах, когда они бетонируются вертикально и полностью закреплены, стержни сжатой арматуры диаметром 20 мм и более могут быть соединены контактом торцов. В одном сечении может быть соединено не более 50 % сжатых стержней. Несоединенные стержни должны иметь площадь сечения равную, по крайней мере, $0{,}008A_b$ ($A_b$ – площадь поперечного сечения бетона) и должны быть распределены равномерно по поперечному сечению.

Соединения должны быть равномерно распределены по поперечному сечению и должны быть расположены в крайних четвертях колонн. Они должны располагаться вразбежку с шагом не менее $1{,}3l_0$ ($l_0$ – базовая длина анкеровки).

Стержни должны быть отрезаны перпендикулярно к оси, и любые зауселцы должны быть удалены. Посредством устройств, которые дают возможность соединениям оставаться видимыми до бетонирования, необходимо обеспечить, чтобы стержни были установлены должным образом.

### Е.5 Нормы США (ACI 318-83)

Полные («сжато-растянутые») механические соединения при растяжении или сжатии должны иметь прочность не менее $1{,}25f_y$ ($f_y$ – номинальный предел текучести стержня). Этому условию должны отвечать соединения в сечениях, где фактическая площадь арматуры меньше её двойного количества, требуемого по расчету.

Механические соединения, не отвечающие вышеназванному требованию, могут быть использованы при выполнении всех перечисленных ниже условий:

- фактическая площадь арматуры должна быть, по крайней мере, в два раза больше площади арматуры, требуемой по расчету;

- соединения должны быть расположены вразбежку с шагом 24 дюйма (610 мм) и таким образом, чтобы развить в каждом сечении, по меньшей мере, двойную расчетную растягивающую силу, но не менее 20000 psi (140 Н/мм$^2$), для общей площади фактической арматуры;

- при вычислении растягивающей силы, которая может быть воспринята каждым сечением, несущая способность соединенной арматуры может быть оценена по прочности соединения, определенной экспериментально. Несущая способность несоединенной арматуры должна быть оценена по доли $f_y$, определенной из отношения более короткой фактической длины анкеровки, к расчетной длине анкеровки, необходимой, чтобы развить номинальный предел текучести.

Прочность механических соединений арматуры в растянутых элементах должна быть не менее 1,25$f_y$ и соединения в смежных стержнях должны быть расположены вразбежку с шагом не менее 30 дюймов (760 мм).

Механические соединения, используемые для соединения сжатых стержней, должны иметь прочность не менее 1,25$f_y$.

*Контактные соединения*

Если в стержнях действуют только сжимающие напряжения, то они могут быть переданы опорной поверхностью отрезанных под прямым углом концов, удерживаемых в концентрическом контакте соответствующим приспособлением.

Концы стержня должны завершаться плоскими поверхностями в пределах 1,5 градусов от прямого угла к оси стержня и должны быть установлены в пределах 3 градусов полной опорной поверхности после сборки.

Контактные соединения могут применяться только в элементах, содержащих замкнутые хомуты или спирали.

*Специальные требования для колонн*

Если фактические напряжения от нагрузки в продольных стержнях колонн, вычисленные для различных комбинаций нагрузок, изменяются от $f_y$ при сжатии до $0{,}5f_y$ или меньше при растяжении соединения внахлестку, сварные, механические или контактные соединения могут быть применены. Общая прочность на растяжение, обеспеченная на каждой поверхности колонны только соединениями или соединениями в сочетании с целыми нестыкованными стержнями при нормативном пределе текучести $f_y$ должна быть, по крайней мере, в два раза больше вычисленных растягивающих усилий на поверхности колонны, но не менее $\frac{1}{4}$ площади вертикальной арматуры у той поверхности, умноженной на $f_y$.

Если фактические напряжения от нагрузки в продольных стержнях колонны, вычисленные для любого сочетания усилий, превышают $0{,}5f_y$ при растяжении, должны быть использованы соединения внахлестку, чтобы развить нормативный предел текучести $f_y$ при растяжении, или полные сварные или полные механические соединения с прочностью равной не менее $1{,}25f_y$.

## Е.6 Нормы США (ACI 349-80). Требования для ядерной безопасности, связанной с железобетонными конструкциями

Требования к механическим соединениям по нормам ACI 349-80 аналогичны требованиям ACI 318-83.

В нормах ACI 349-80 дополнительно приводятся требования к испытаниям механических соединений, которые перечислены ниже.

Механические соединения должны быть квалифицированы для применения в строительстве на основе испытаний эксплуатационных качеств.

*Испытания прочности при статическом растяжении*

Должно быть проведено испытание прочности минимум шести образцов, принимая во внимание диапазон изменчивости в соединяющем материале, в материале арматурных стержней и в условиях окружающей среды (температура, влажность и т.д.). Прочность всех опытных образцов должна быть не менее $1{,}25f_y$.

*Циклические испытания*

Три образца соединения должны быть подвержены 100 циклам растягивающего напряжения, изменяющегося от 5 процентов до 90 процентов нормативного предела текучести арматурного стержня. Образцы должны выдержать циклическое испытание без потери статической прочности при растяжении (образец после циклических испытаний испытывается на статическое растяжение до разрушения), по сравнению со статическими испытаниями.

Нормами ACI 349-80, в добавление к нормам ACI 318-83, устанавливается следующее требование.

Если относительная деформация полной длины соединения при $0{,}9f_y$ стержня превышает 0,003 дюйма (0,076 мм) на дюйм (25,4 мм), механические соединения должны быть расположены вразбежку с шагом не менее 24 дюймов (610 мм).

gost.e-ecolog.ru