



ООО НПФ «УралСпецАрматура»

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

ПРИМЕНЕНИЕ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ
КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ АСП И АБП
В БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

СТО-02495307-007-2012



Москва, 2012 г.

Предисловие

Цели и задачи разработки и использования стандартов организаций в РФ установлены Федеральным законом № 184-ФЗ от 17.12.2002 г. «О техническом регулировании». Правила разработки и оформления установлены ГОСТ Р 1.0.2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения».

Сведения о стандарте

1. РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН ОАО «КТБ ЖБ» (Генеральный директор, д.т.н. А. Н. Давидюк, к.т.н. О. А. Ларин, к.т.н. Т. И. Гуладзе, к.т.н. Н. А. Спивак) при участии ООО НПФ «УралСпецАрматура» (Д. А. Максимов)
2. РЕКОМЕНДОВАН К ПРИМЕНЕНИЮ Техническим советом ОАО «КТБ ЖБ» (протокол №8 от 08.09.12 г.)
3. РЕКОМЕНДОВАН К ПРИМЕНЕНИЮ Техническим советом ООО НПФ «УралСпецАрматура» (протокол №3 от 11.08.12 г.)
4. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом генерального директора ОАО «КТБ ЖБ» №8 от 08.09.12 г.
5. ВВЕДЕН – впервые

Замечания и предложения следует направлять:

ОАО «КТБ ЖБ», тел./факс: (499) 171-09-01, (499) 174-78-07

E-mail: ktb@ktbbeton.ru Адрес: Россия, Москва, 2-я Институтская ул., 6, корп. 15а

СОДЕРЖАНИЕ

1. Область применения	2
2. Нормативные ссылки	2
3. Основные термины и определения	3
4. Общие требования к бетонным конструкциям с неметаллической арматурой	3
5. Материалы для бетонных конструкций с неметаллической арматурой	3
6. Расчет бетонных конструкций с неметаллической арматурой	6
7. Конструктивные требования	6
8. Требования к приемке, транспортированию и хранению арматуры	9
9. Правила приемки и контроль качества механических соединений	10
10. Правила приемки и контроль качества сборных бетонных элементов с неметаллической арматурой	11
11. Маркировка, хранение и транспортировка бетонных элементов с неметаллической арматурой	12
12. Техника безопасности при работе с арматурой АСП и АБП	12
13. Охрана окружающей среды	13
Приложение А. Основные буквенные обозначения	14
Приложение Б. Нормативные ссылки (дополнительные)	15
Приложение В. Примеры расчета элементов с неметаллической арматурой	16
Приложение Г. Уравнения для расчета прочностных характеристик неметаллической арматуры при повышенных температурах	19

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

ПРИМЕНЕНИЕ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ АСП И АБП В БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

Apply nonmetal composite armature ASP and ABP in concrete constructs

Дата введения – 2012 г.

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Положениями настоящего стандарта следует руководствоваться при проектировании всех видов сборных и монолитных бетонных конструкций с неметаллической арматурой, изготовленной по ТУ 5769-001-832690053-2010, выполненных из тяжелого и легкого бетонов плотной структуры, классов по прочности на сжатие от В7,5 до В60, а также ограждающих конструкций из легкого и ячеистого бетонов классов по прочности на сжатие от В7,5 и выше.

1.2. Неметаллическая арматура может применяться в конструкциях, предназначенных для эксплуатации в агрессивных средах и в условиях воздействия блуждающих токов.

1.3. Неметаллическая арматура может применяться в конструкциях зданий и сооружений, возводимых в сейсмических районах.

1.4. Температурный интервал эксплуатации конструкций, выполненных из бетона с неметаллической арматурой, – от -50°C до +60°C.

1.5. Положениями настоящего стандарта следует руководствоваться при проведении арматурных работ и изготовлении бетонных конструкций с применением композитной неметаллической арматуры периодического профиля, изготовленной по ТУ 5769-001-832690053-2010, а также при организации входного контроля, пооперационного контроля, контроля качества готовых изделий.

1.6. Неметаллическая арматура может применяться в конструкциях подземных сооружений, возводимых открытым способом.

1.7. Настоящим стандартом устанавливается использование неметаллической арматуры в несущих конструкциях с пределом огнестойкости не выше R15.

1.8. Стандарт не распространяется на проектирование и возведение конструкций гидротехнических сооружений, мостов, покрытий автомобильных дорог, аэродромов и других специальных сооружений.

2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

1. СНиП 52-01-2003 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения.
2. СП 52-101-2003 Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры.
3. СНиП 2.03.01-84* Бетонные и железобетонные конструкции.
4. ТУ 5769-001-832690053-2010 Арматура композитная периодического профиля. ООО НПФ «УралСпецАрматура», г. Пермь, 2010 г.

Другие нормативные и рекомендательные документы, которые использованы в настоящем СТО, приведены в приложении Б.

3. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Неметаллическая арматура – «Арматура композитная периодического профиля» по ТУ 5769-001-832690053-2010.

АСП – арматура стеклопластиковая по ТУ 5769-001-832690053-2010.

АБП – арматура базальтопластиковая по ТУ 5769-001-832690053-2010.

4. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К БЕТОННЫМ КОНСТРУКЦИЯМ С НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ АРМАТУРОЙ

4.1. В бетонных конструкциях неметаллическая арматура может применяться в виде отдельных стержней, плоских сеток, объёмных каркасов.

4.2. При соответствующем технико-экономическом обосновании допускается смешанное армирование (неметаллической и стальной арматурой).

4.3. В случае автоклавного твердения бетона с неметаллической арматурой термовлажностная обработка должна производиться при температурах 80–85°C.

4.4. Бетонные конструкции с неметаллической арматурой марок АСП и АБП должны удовлетворять общим требованиям, предъявляемым к бетонным конструкциям со стальной арматурой.

4.5. Бетонные конструкции с неметаллической арматурой должны быть обеспечены требуемой надежностью от возникновения всех видов предельных состояний расчетом, выбором материалов, назначением размеров и конструированием согласно требованиям СНиП 52-01, СП 52-101 и настоящему стандарту. При этом должны соблюдаться технологические требования при изготовлении конструкций, требования по эксплуатации зданий и сооружений, установленные соответствующими нормативными документами.

5. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ АРМАТУРОЙ

5.1. Бетон

5.1.1. Для бетонных конструкций с неметаллической арматурой следует применять тяжелые и легкие бетоны следующих классов и марок:

классов по прочности на сжатие: В7,5; В10; В15; В20; В25; В30; В35; В40; В45; В50; В55; В60;

классов по прочности на осевое растяжение: В_{0,8}; В_{1,2}; В_{1,6}; В_{2,0}; В_{2,4}; В_{2,8}; В_{3,2};

марок по морозостойкости: F50; F75; F100; F150; F200; F300; F400; F500;

марок по водонепроницаемости: W2; W4; W6; W8; W10; W12.

5.1.2. Марку бетона по морозостойкости: для надземных конструкций, при средней отрицательной температуре наружного воздуха в холодный период года от минус 5 до минус 40°C принимают не ниже F75; при средней отрицательной температуре ниже минус 40°C марка бетона по морозостойкости устанавливается специальным обоснованием, при средней температуре выше минус 5°C марка бетона не нормируется.

5.1.3. Марку бетона по водонепроницаемости для надземных конструкций при средней отрицательной температуре наружного воздуха в холодный период выше минус 40°C, а также для наружных стен отапливаемых зданий не нормируют.

Нормативные и расчетные значения прочностных характеристик бетона, коэффициенты условий работы бетона, деформационные характеристики бетона следует принимать по п. 5.1 СП 52-101 и п. 2.1–2.16 СНиП 2.03.01-84*.

5.2. Арматура

5.2.1. Классификация неметаллической арматуры.

Неметаллическая арматура представляет собой пучок волокон (стеклянных или базальтовых), расположенных вдоль стержня и соединенных между собой полимером (отвержденным реактопластом). Для увеличения сцепления с бетоном на основной стержень навит пучок волокна меньшего диаметра.

Неметаллическая арматура выпускается под марками АСП – арматура стеклопластиковая (из стекловолокна), АБП – арматура базальтопластиковая (из базальтового волокна). Арматура АСП и АБП отличаются по цвету и свойствам. Арматура выпускается в виде стержней переменного профиля и подразделяется по наружному диаметру – максимальный диаметр стержня и длине стержней. Условное обозначение неметаллической арматуры в документации включает: марку, наружный диаметр (номер профиля), длину стержня и обозначение технических условий. Пример условного обозначения неметаллической арматуры из стекловолокна (АСП), наружного диаметра 6 мм, длины стержня 6000 мм:

АСП-6-6000-ТУ5769-001-832690053-2010.

5.2.2. Основные параметры, размеры сечений, технические характеристики неметаллической арматуры должны соответствовать требованиям ТУ 5769-001-832690053-2010.

5.2.3. Требования к геометрическим размерам неметаллической арматуры.

Геометрические размеры неметаллической арматуры должны соответствовать требованиям таблицы 1 и п. 5.2.3.

Таблица 1

Номер профиля	АСП4 АБП4	АСП6 АБП6	АСП8 АБП8	АСП10 АБП10	АСП12 АБП12
Наружный диаметр (максимальный диаметр профиля), мм	4.0±0.3	6.0±0.3	8.0±0.3	10.0±0.3	12.0±0.3
Площадь сечения, мм ²	7,85	20,41	39,25	64,37	95,77
Внутренний диаметр (минимальный диаметр профиля), мм	3.0±0.3	5.0±0.3	7.0±0.3	9.0±0.3	11.0±0.3
Масса 1 п. м профиля, г	20±5%	40±5%	82±5%	130±5%	205±5%

Арматура изготавливается в виде стержней длиной 1000±1мм, 2000±2 мм, от 2000 до 6000 ±5мм или любой согласованной длины.

5.2.4. Технические требования к неметаллической арматуре.

В таблицах 2–5 приведены основные характеристики неметаллической арматуры.

Таблица 2

Номер профиля	АСП4	АСП6	АСП8	АСП10	АСП12
Расчетная площадь сечения, A_s , мм ²	7.85	20.41	39.25	64.37	95.77
Нормативное сопротивление при растяжении, $R_{s,n}$, МПа	1300	1300	1300	1200	1200
Расчетное сопротивление при растяжении, R_s , МПа	1150	1150	1100	1050	1050
Модуль упругости, E_s , МПа	75000	75000	75000	60000	60000

Таблица 3

Номер профиля	АБП4	АБП6	АБП8	АБП10	АБП12
Расчетная площадь сечения, A_s , мм ²	7.85	20.41	39.25	64.37	95.77
Нормативное сопротивление при растяжении, $R_{s,n}$, МПа	1400	1400	1400	1300	1300
Расчетное сопротивление при растяжении, R_s , МПа	1200	1200	1200	1150	1150
Модуль упругости, E_s , МПа	90000	90000	90000	70000	70000

Таблица 4

№ п/п	Характеристика	АСП	АБП
1	Плотность, кг/м ³	1950	2050
2	Относительное удлинение при разрыве, %	2.2	2.2
3	Коэффициент температурного расширения 1/°C	1x10 ⁻⁵	1x10 ⁻⁵
6	Разрушающее напряжение при статическом изгибе, МПа	1200	1400
8	Удельное электрическое сопротивление, Ом·м	1x10 ¹⁵	1x10 ¹⁵
9	Электрическая прочность, кВ/мм	14	14
10	Коэффициент теплопроводности, Вт /м° К	0.45	0.45

Таблица 5

Марка и номер профиля	АСП4	АСП6	АСП8	АСП10	АСП12
Расчетное сопротивление при сжатии, R_{sc} , МПа	-	310	310	310	310
Марка и номер профиля	АБП4	АБП6	АБП8	АБП10	АБП12
Расчетное сопротивление при сжатии, R_{sc} , МПа	-	350	350	350	350

5.3. Нормативные и расчетные значения характеристик неметаллической арматуры

5.3.1. Нормативное значение сопротивления растяжению $R_{s,n}$ принимают в зависимости от класса арматуры по таблицам 2 и 3.

5.3.2. Расчетные значения сопротивления арматуры растяжению R_s определяют по формуле:

$$R_s = R_{s,n} / \gamma_s, \quad (1)$$

где γ_s – коэффициент надежности по арматуре, принимаемой равным -1,2. Для предельных состояний второй группы равным -1,0.

Расчетные значения сопротивления растяжению R_s для предельных состояний первой и второй групп приведены в таблицах 2 и 3.

Расчетные значения сопротивления арматуры сжатию R_{sc} приведены в таблице 5.

5.3.3. Напряжение в арматуре σ_s определяют в зависимости от относительных деформаций ϵ_s по п. 2.2.2.9 СП 52-102-2004.

5.3.4. При эксплуатации при повышенных температурах (выше +50°C) необходимо учитывать понижения прочностных характеристик неметаллической арматуры и использовать уравнения 6–9 (Приложение Г).

5.3.5. При эксплуатации в нейтральной, слабощелочной и слабокислой средах (рН 3–10) коэффициент условий работы = 1.

5.3.6. При эксплуатации конструкций в сильнощелочной и сильнокислотной средах необходимо использовать понижающий коэффициент условий работы $= 0.9$.

5.3.7. Модуль упругости неметаллической арматуры при растяжении, сжатии остается постоянным во всем интервале напряжений вплоть до разрушения.

5.3.8. При зимнем бетонировании, прогреве или использовании противоморозных добавок, при проектировании и расчете бетонных конструкций с неметаллической арматурой коэффициент условий работы $= 1$.

6. РАСЧЕТ БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ АРМАТУРОЙ

6.1. Расчет изгибаемых конструкций

6.1.1. Расчеты элементов бетонных конструкций с неметаллической арматурой марок АСП, АБП должны выполняться в соответствии с СНиП 52-01, СП 52-101. При конструировании можно руководствоваться положениями ТР 013-1-04, Р-16-78.

6.1.2. В типовых проектных решениях сборных бетонных конструкций массового или повторно-го применения допускается замена стальной арматуры на неметаллическую при условии соблюдения требований настоящего СТО и проведения необходимых расчетов.

6.1.3. Для расчетов конструкций с неметаллической арматурой марок АСП, АБП следует использовать характеристики, приведенные в п.п. 5.2, 5.3 настоящего стандарта.

6.1.4. При проведении расчетов бетонных конструкций с неметаллической арматурой прочностные показатели, приведенные в п. 5 (табл. 2 и 3), должны применяться при работе арматуры в интервале температур от -50°C до $+60^{\circ}\text{C}$.

6.1.5. Для бетонных конструкций с неметаллической арматурой проведение расчётов по определению ширины раскрытия трещин $-(a_{\text{срс}})$ из условий сохранности арматуры не требуется, поскольку для них не установлено предельно допустимых величин ширины раскрытия трещин $-(a_{\text{срс, ult}})$.

6.1.6. Величину прогибов до момента образования трещин (в упругой стадии) следует рассчитывать по формулам СНиП 52-01.

6.1.7. Величину прогибов после образования трещин следует рассчитывать по формулам СНиП 52-01, с увеличением рассчитанных величин прогибов «f» в 1,25 раза.

6.2. Расчет внецентренно сжатых элементов

Расчет внецентренно сжатых элементов с неметаллической арматурой, при $e_0 < h/30$ и гибкости $l_0/i < 14$ следует производить по СП 52-101.

7. КОНСТРУКТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

7.1. При проектировании конструкций и изделий из бетона с неметаллической арматурой марок АСП, АБП следует выполнять требования общего характера для конструкций с арматурой периодического профиля, изложенные в СНиП 52-01 и СП 52-101, учитывая положения нижеследующих пунктов настоящего стандарта.

7.2. Формирование сеток должно осуществляться перевязкой мест пересечения стержней отожженной стальной низкоуглеродной вязальной проволокой по ГОСТ 3282. Допускается крепление стержней пластмассовыми хомутами.

7.3. Продольное соединение неметаллической арматуры должно осуществляться внахлестку, на длину, обеспечивающую передачу расчетных усилий от одного стержня другому, в соответствии с требованиями СП 63.13330.

7.4. При выполнении бетонных работ проектная толщина защитного слоя должна обеспечиваться установкой опалубки и фиксаторов.

7.5. Базовую (основную) длину анкеровки арматуры следует определять по формуле:

$$\ell_{o,an} = R_s A_s / R_{bond} \cdot u_s, \quad (2)$$

где A_s , u_s – соответственно расчетная площадь поперечного сечения стержня арматуры и периметр его сечения, определяемые по внутреннему диаметру стержня (табл. 1);

R_{bond} – расчетное сопротивление сцепления арматуры с бетоном, принимаемое равномерно распределенным по длине анкеровки и определяемое по формуле:

$$R_{bond} = \eta_1 \eta_2 R_{bt}, \quad (3)$$

где η_1 – коэффициент, учитывающий влияние профиля арматуры, принимаемый равным 2,8;

η_2 – коэффициент, учитывающий влияние диаметра арматуры, принимаемый равным 1,0 для диаметров стержней до 14 мм;

R_{bt} – расчетное сопротивление бетона растяжению.

7.6. Требуемую расчетную длину анкеровки определяют по формуле:

$$\ell_{an} = \alpha \ell_{o,an} A_{s,cal} / A_{s,ef}, \quad (4)$$

где $A_{s,cal}$ и $A_{s,ef}$ – площади сечения анкеруемой арматуры соответственно требуемой по расчету и фактически установленной;

α – коэффициент, принимаемый равным 1,0 для растянутой арматуры и 0,75 для сжатой арматуры.

При устройстве дополнительных анкерующих устройств и наличии поперечного обжатия бетона в зоне анкеровки допускается уменьшение длины анкеровки, но не более чем на 30%. В любом случае фактическая длина анкеровки не должна быть менее $0,3\ell_{o,an}$, $15d_s$, 200 мм.

7.7. На крайних свободных опорах элементов длина запуска растянутых стержней за внутреннюю грань свободной опоры при выполнении условия $Q < Q_{bt}$ (см. п.п. 6.2.32 – 6.2.35 СП 52-101) должна составлять не менее $5d_s$. Если указанное условие не соблюдается, длина запуска должна быть равной $\ell_{o,an}$, определяемой расчетом, но не менее $10d_s$. 7.5 При соединении арматуры внахлестку требуемую длину нахлестки арматурных стержней определяют по формуле:

$$\ell_l = \alpha \ell_{o,an} \cdot A_{s,cal} / A_{s,ef}, \quad (5)$$

где $A_{s,cal}$ и $A_{s,ef}$ – площади сечения стыкуемой арматуры соответственно требуемой по расчету и фактически установленной;

α – коэффициент, принимаемый равным 1,2 для растянутой арматуры и 0,9

для сжатой арматуры. При этом должны быть соблюдены следующие условия:

– относительное число стыкуемой в одном сечении элемента рабочей арматуры должно быть не более 50%;

– усилие, воспринимаемое всей поперечной арматурой, расположенной в пределах стыка, должно быть не менее половины усилия, воспринимаемого стыкуемой в одном сечении элемента растянутой рабочей арматуры;

– расстояние между стыкуемыми рабочими стержнями арматуры не должно превышать $4d_s$;

– расстояние между соседними стыками внахлестку (по ширине бетонного элемента) должно быть не менее $2d_s$ и не менее 30 мм.

В качестве одного расчетного сечения элемента, рассматриваемого для определения относительного числа стыкуемой арматуры в одном сечении, принимают участок элемента вдоль стыкуемой арматуры длиной $1,3\ell_r$. Если центры группы стыков находятся в пределах длины этого участка, считается, что эти стыки расположены в одном расчетном сечении.

Допускается увеличение числа стыков стержней рабочей арматуры в одном расчетном сечении до 100%. В этом случае принимают $\alpha = 2,0$ как для растянутой арматуры, так и для сжатой арматуры. При относительном числе стыкуемых в одном сечении стержней от 50 до 100% значения коэффициента α определяют линейной интерполяцией.

Фактическая длина перепуска стержней в стыке должна быть не менее $0,4 \alpha / \ell_{o,ap}$, не менее $20 d_s$ и не менее 250 мм.

7.8. Соединения стержней следует выполнять:

- стыковыми – внахлестку вязальной проволокой;
- крестообразными – вязальной проволокой.

Допускается применение специальных соединительных элементов (пластмассовых и проволочных фиксаторов).

7.9. Минимальные размеры сечения бетонных элементов с неметаллической арматурой, определяемые расчетом по соответствующим группам предельных состояний, должны назначаться с учетом экономических требований, необходимости унификации опалубочных форм и армирования, а также условий принятой технологии изготовления конструкций.

7.10. Размеры сечения элементов конструкций должны приниматься с учетом конструктивных требований по расположению арматуры в сечении (толщины защитных слоев бетона, расстояния между стержнями и т. п.) и анкеровки арматуры.

7.11. Толщину защитного слоя следует назначать из условия совместной работы неметаллической арматуры и бетона в соответствии с требованиями СНиП 52-01, анкеровки неметаллической арматуры в бетоне, а также огнестойкости и огнесохранности конструкций в соответствии с требованиями СНиП 52-01.

7.12. В конструкциях с ненормируемыми показателями огнестойкости и огнесохранности толщина защитного слоя бетона должна приниматься не менее диаметра стержня неметаллической арматуры, но не менее 10 мм, а в конструкциях, эксплуатируемых при воздействии газообразных и твердых агрессивных сред, не менее 25 мм.

7.13. При расчетах продольной рабочей неметаллической арматуры из условий огнестойкости и огнесохранности толщину защитного слоя следует определять по СНиП 21-01-97, СТО 36554501-006-2006 и максимальной температуре разогрева арматуры, определяемой проектировщиком.

7.14. Для возможности свободной укладки в форму цельных арматурных стержней, сеток или каркасов, идущих по всей длине или ширине изделия, концы этих стержней должны отстоять от грани элемента при размерах изделия до 9 м – на 10 мм, до 12 м – на 15 мм, свыше 12 м – на 20 мм.

7.15. При изготовлении элементов сборных конструкций в заводских условиях, термообработке бетона с неметаллической арматурой необходимо использовать понижающий коэффициент расчетного и нормативного временного сопротивления неметаллической арматуры при растяжении и сжатии:

- при термообработке бетона с неметаллической арматурой до температуры $+ 200^{\circ}\text{C}$ необходимо применять коэффициент условий работы 0.9;
- при обработке бетона с неметаллической арматурой до температуры $+ 85^{\circ}\text{C}$ необходимо применять коэффициент условий работы 0.95.

8. ТРЕБОВАНИЯ К ПРИЕМКЕ, ТРАНСПОРТИРОВАНИЮ И ХРАНЕНИЮ АРМАТУРЫ

8.1. Арматуру принимают партиями. Партией считается арматура одного профиля и одного размера и сопровождается одним документом о качестве – сертификатом. Каждая партия арматуры подвергается входному контролю.

В документе о качестве (сертификате), сопровождающем партию, должны быть указаны:

- товарный знак или название предприятия-изготовителя;
- товарный знак продукции;
- номер партии, дата ее изготовления;
- условное обозначение (марка продукции);
- количество продукции в партии в п. м, кг;
- обозначение технических условий;
- результаты испытаний согласно нормативным документам;
- дата выпуска документа о качестве.

8.2. Партия стержневой арматуры состоит из отдельных пачек (связок), на каждой из которых прикреплена этикетка. При приемке сведения на бирке должны быть сверены с соответствующими данными документа качества (сертификата). На этикетке указываются следующие сведения:

- товарный знак или название предприятия-изготовителя;
- товарный знак продукции;
- номер партии, дата ее изготовления;
- условное обозначение (марка продукции);
- количество продукции в метрах (количество стержней), кг;
- обозначение технических условий на данную арматуру;
- штамп технического контроля предприятия-изготовителя с заверенной подписью контролера.

Этикетки сохраняются вплоть до применения арматуры в дело.

8.3. При отсутствии этикеток или отдельных несовпадениях их сведений с данными сертификатов связки арматуры откладывают и не допускают к применению до выяснения причин несоответствия.

8.4. Транспортирование арматуры проводится всеми видами транспорта в крытых транспортных средствах в соответствии с действующими на данном виде транспорта правилами перевозок и условиями погрузки и крепления грузов.

8.5. Арматура должна храниться в крытых складских помещениях, не ближе 100 см от отопительных приборов, в горизонтальном положении на стеллажах или подкладках, расположенных на расстоянии не менее 10 см от пола, при температуре от -10 до +35°C и относительной влажности воздуха до 80%. Не допускается долговременного воздействия на арматуру прямых солнечных лучей.

8.6. Входной контроль арматуры

8.6.1. Каждая партия поступающей арматуры должна проходить входной контроль. Входной контроль состоит:

- сверка показателей документов, сопровождающих партию, с требованиями проектной документации;
- визуальный осмотр, выявление очевидных дефектов;
- приемочные испытания.

8.6.2. Приемочные испытания

Приемочные испытания представляют собой выборочный контроль основных геометрических и физико-механических характеристик. Приемочные испытания включают:

– отбор образцов арматуры для испытаний;

Из каждой партии методом случайной выборки отбирается 2% пачек, но не менее 3 пачек, и передаются на испытания аттестованной лаборатории;

– геометрические размеры: длина, наружный и внутренний диаметр прутков определяются на 100% отобранных образцов арматуры по методике ТУ 5769-001-832690053-2010 п.п. 5.4, 5.5;

– состояние поверхности, цвет определяются на 100% отобранных образцов арматуры по методике ТУ 5769-001-832690053-2010 п. 5.6;

– напряжение разрыва и относительное удлинение при разрыве определяются на пяти прутках, выбранных методом случайной выборки из отобранных образцов, по методике ТУ 5769-001-832690053-2010 п. 5.8, при скорости зажима испытательной машины 10 ± 1 мм/мин.

Если в результате испытаний хотя бы один неудовлетворительный, то об этом ставится в известность поставщик и производятся повторные испытания на удвоенном количестве образцов в присутствии поставщика. Результаты повторных испытаний считаются окончательными и распространяются на всю партию. Если повторные испытания неудовлетворительные, партия бракуется.

Результаты входного контроля и разрешение на применение арматуры записываются в специальном журнале.

8.7. Замена арматуры

Замена арматуры, предусмотренной проектом, на другую допускается только по согласованию с проектной организацией и после внесения изменений и дополнений в рабочие чертежи и ППР.

9. ПРАВИЛА ПРИЕМКИ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА МЕХАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

9.1. Контроль качества арматурных работ осуществляется на месте изготовления (вязки) арматурных каркасов и сеток и состоит в проверке длины перепуска стержней, количества стыкуемых в одном сечении стержней, отклонений в расстояниях между отдельными арматурными стержнями, рядами арматуры, наличия нужного количества узлов соединения арматуры и надежности фиксации арматуры в узлах, наличия специальных приспособлений (фиксаторов, шпилек и т.п.), обеспечивающих проектное положение арматуры и необходимую толщину защитного слоя бетона.

Все мероприятия по контролю качества арматурных работ должны производиться до того момента, когда доступ к арматуре может быть затруднен по технологическим или другим причинам.

9.2. Результаты контроля с указанием отклонений в положении арматуры, ненадлежащего исполнения соединений, отсутствия специальных приспособлений, обеспечивающих проектное положение арматуры и необходимую толщину защитного слоя бетона, заносятся в специальный журнал, который прикладывается к акту на скрытые работы.

Приемка арматуры, установленной на участке (захватке), подготовленном к бетонированию, оформляется актом, в котором указываются номера рабочих чертежей, отступления от проекта, дается оценка качества арматурных работ и приводится заключение о возможности бетонирования.

При выполнении бетонных работ высота свободного сбрасывания бетонной смеси в опалубку конструкций должна быть не более 0,5 м.

При уплотнении бетонной смеси не допускается опирание вибраторов на стержни, сетки или каркасы из неметаллической арматуры.

Акты приемки арматурных работ составляются по каждой захватке бетонирования.

К акту приемки арматурных работ должны быть приложены:

анализы лаборатории, заключения о результатах испытаний арматуры при выборочном контроле, копии или перечень документов о разрешении изменений, внесенных в рабочие чертежи.

Без акта приемки арматурных работ бетонирование не допускается.

9.3. Общая схема видов контроля качества арматуры и арматурных работ приведена в табл. 6.

Таблица 6

Вид контроля	Состав контроля	Метод и средство контроля	Периодичность	Контролирующая организация
1	2	3	4	5
Приемка арматуры, входной контроль	1. Проверка наличия сертификатов качества и этикеток и их соответствия на поступающие партии арматуры	Визуальный контроль	Для каждой партии арматуры	Подрядная организация
	2. Визуальный контроль, отбор образцов для выборочных механических испытаний	Визуально-инструментальный контроль	Для каждой партии арматуры	Подрядная организация, специализированная организация
	3. Выборочные испытания стержневой арматуры	Механические испытания на разрывных машинах	Для каждой партии арматуры	Специализированная организация
Контроль качества арматурных работ	1. Контроль качества изготовления вязанных арматурных сеток и каркасов	Визуально-инструментальный контроль	По мере изготовления	Специализированная организация
	2. Контроль точности установки стержней и обеспечения требуемой толщины защитного слоя бетона	Визуально-инструментальный контроль	По мере установки	Специализированная организация
	3. Контроль качества монтажных столиков и точности установки сеток по высоте сечения плит перекрытий	Визуально-инструментальный контроль	По мере установки	Специализированная организация
	4. Контроль качества стыков арматуры в арматурных сетках и соблюдения правил рассредоточения стыковых соединений	Визуально-инструментальный контроль	По мере выполнения	Специализированная организация
	5. Приемка арматурных работ по захваткам бетонирования и составление актов на скрытые работы	Визуально-инструментальный контроль	По мере готовности захваток бетонирования	Подрядная, проектная, специализированная организации и Заказчик

10. ПРАВИЛА ПРИЕМКИ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СБОРНЫХ БЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

С НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ АРМАТУРОЙ

Приемка сборных бетонных элементов с неметаллической арматурой, поставляемых потребителю, осуществляется по ГОСТ 13015-2003 п. 6.

Контроль геометрических размеров, положение монтажных петель, массу изделия, толщину защитного слоя бетона до арматуры, качество поверхности и внешний вид изделия производят по ГОСТ 13015-2003 п. 5.

Прочность бетона на сжатие следует определять по ГОСТ 10180-90.

Допускается определять прочность бетона по ГОСТ 17624-87.

Контроль однородности прочности бетона на сжатие следует производить по ГОСТ 18105-86.

Морозостойкость бетона следует определять по ГОСТ 10060-95.

Испытания прочности и жесткости сборных бетонных элементов с неметаллической арматурой следует производить по ГОСТ 8829-94.

11. МАРКИРОВКА, ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВКА БЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

С НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ АРМАТУРОЙ

Маркировку бетонных элементов с неметаллической арматурой следует производить по ГОСТ 13015-2003 п. 7. В обозначении марки изделия должна содержаться информация о примененной неметаллической арматуре.

Хранение и транспортирование бетонных элементов с неметаллической арматурой производят по ГОСТ 13015-2003 п. 8.

12. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С АРМАТУРОЙ АСП И АБП

12.1. Требования безопасности при хранении неметаллической арматуры марок АСП, АБП.

Неметаллическая арматура не требует проведения особых мероприятий при хранении, так как не взрывоопасна и не выделяет при хранении вредных веществ.

Не допускается воздействие на арматуру прямых солнечных лучей. При выполнении погрузочно-разгрузочных работ по перемещению неметаллической арматуры следует соблюдать требования ГОСТ 12.3.009-76.

12.2. При проведении арматурных работ следует руководствоваться правилами техники безопасности, изложенными в СНиП 12-04-2002 п. 7, п. 8.

Рабочее место должно быть обеспечено необходимыми инструкциями по технике безопасности. Все работающие, занятые в производстве, должны пройти инструктаж по технике безопасности.

Предельно допустимая концентрация пыли неметаллической арматуры в воздухе рабочей зоны – 4 мг/м³ (ГН 2.2.5.1313-03).

Работы с неметаллической арматурой необходимо производить, руководствуясь общими мерами безопасности, в перчатках и защитных очках. Рабочие помещения для механической обработки арматуры должны быть оборудованы естественной или принудительной приточно-вытяжной вентиляцией согласно СНиП 2.0405-91 и ГОСТ 12.4.021.

Рабочие должны быть обеспечены специальной одеждой и средствами индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.011-89 и ГОСТ 12.4.103-83: спецодежда, спецобувь, защитные очки, перчатки, защитные пасты; силиконовый крем; респираторы марок РПГ-67А, РУ-60М.

Рабочее место должно быть обеспечено необходимым электроосвещением.

Рабочее место должно быть обеспечено средствами первичной медицинской помощи.

Рабочее место должно быть обеспечено средствами первичного пожаротушения.

Как строительный материал неметаллическая арматура относится к группе слабогорючих материалов ГОСТ 12.1.044 с группой горючести Г1.

Температура самовоспламенения арматуры:

марки АСП – 505°C;

марки АБП – 600°C.

В случае загорания неметаллической арматуры пламя следует тушить кошмой, песком, водой, порошковыми огнетушителями ОП-2, ОП-5, ОП-10, углекислотными огнетушителями ОУ-2, ОУ-5, ОУ-25, ОУ-80, воздушно-механической пеной.

13. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Неметаллическая арматура марок АСП, АБП не обладает способностью образовывать токсичные соединения в воздушной среде и сточных водах в присутствии других веществ и факторов при температуре окружающей среды. Неметаллическая арматура марок АСП, АБП при нормальных условиях эксплуатации не оказывает вредного влияния на организм человека.

При механической обработке неметаллической арматуры возможно выделение в воздух рабочей зоны пыли. Охрана атмосферного воздуха при механической обработке арматуры осуществляется по ГОСТ 17.2.3.02-78.

Непригодные к повторному использованию отходы, упаковка, использованная тара подлежат захоронению в специально отведенном месте в соответствии с СанПиН 2.1.7.1322-03.

ОСНОВНЫЕ БУКВЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- N – продольная сила
 Q – поперечная сила
 M – изгибающий момент
 A_s – площадь сечения арматуры
 σ_b – напряжение разрыва арматуры
 R_s – расчетное сопротивление арматуры при растяжении
 R_{sc} – расчетное сопротивление арматуры при сжатии
 $R_{s,n}$ – нормативное сопротивление арматуры при растяжении
 σ_s – напряжение в арматуре
 E_s – начальный модуль упругости арматуры при сжатии и растяжении
 ε_s – относительное удлинение арматуры
 f_s – площадь сечения одного стержня арматуры
 γ_s – коэффициент надежности арматуры
 ℓ_0 – расчетная длина армированного элемента
 h – расчетная высота армированного элемента
 d_s – расчетный диаметр арматуры
 R_{bond} – расчетное сопротивление сцепления арматуры с бетоном
 R_{bt} – расчетное сопротивление бетона растяжению
 i – радиус инерции поперечного сечения элемента относительно центра тяжести сечения
 R_b – расчетное сопротивление бетона осевому сжатию для предельных состояний первой группы
 E_b – начальный модуль упругости бетона при сжатии и растяжении
 ξ – относительная высота сжатой зоны бетона, равная x/h_0
 A – площадь всего бетона в поперечном сечении
 A_{red} – площадь приведенного сечения элемента
 I_{red} – момент инерции относительно нейтральной оси
 W – момент сопротивления сечения элемента для крайнего растянутого волокна

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ (ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ)

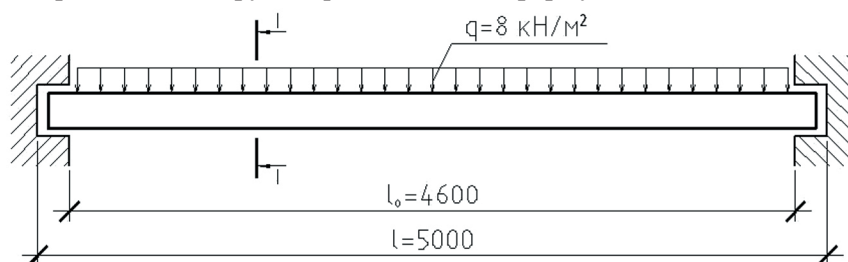
1. СП 20.13330.2010 Нагрузки и воздействия
2. СНиП 23-01-99* Строительная климатология
3. СНиП 21-01-97 Пожарная безопасность зданий и сооружений
4. СТО 36554501-006-2006 Правила по обеспечению огнестойкости и огнесохранности железобетонных конструкций
5. ГОСТ 12.3.009-76 Работы погрузочно-разгрузочные
6. СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве
7. ГН2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
8. СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование
9. ГОСТ 12.4.021 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Системы вентиляционные. Общие требования
10. ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих
11. ГОСТ 12.4.103-83 Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук
12. ГОСТ 17.2.3.02-7878 Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями
13. СанПиН 2.1.7.1322-03 Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления
14. ГОСТ 12.1.044-84 Пожаровзрывоопасность веществ и материалов
15. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона без предварительного напряжения арматуры (СНиП 52-101-2003)
16. ГОСТ 13015-2003 Изделия железобетонные и бетонные для строительства
17. ГОСТ 10180-90 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам
18. ГОСТ 17624-87 Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности
19. ГОСТ 18105-86 Бетоны. Правила контроля прочности
20. ГОСТ 10060-95 Бетоны. Методы определения морозостойкости
21. ГОСТ 8829-94 Изделия строительные железобетонные и бетонные заводского изготовления
22. СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции
23. ТР 013-1-04 Технические рекомендации по применению неметаллической композитной арматуры периодического профиля в бетонных конструкциях. М., НИИЖБ, 2004 г.
24. Р-16-78 Рекомендации по расчету конструкций со стеклопластиковой арматурой. М., НИИЖБ, 1

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА

Пример 1. Дано: плита перекрытия с размерами поперечного сечения по черт.1. Плита свободно опирается на двух опорах; бетон класса В25 ($R_b=14,5$ МПа, $E_b=30\,000$ МПа); арматура Ø8 АБП ($f_s=39,25$, $R_s=1350$ МПа, $R_{sc}=350$ МПа, $E_s=90\,000$ МПа) полная нагрузка $q=8,0$ кН/м² и нормативная от постоянных и длительных нагрузок $q^n=6,0$ кН/м². Требуется произвести расчет по прочности и жесткости (в соответствии с п.п. 3 и 4. Пособие к СП 52-101-2003 [15]).

а) Расчет по прочности

Определяем изгибающий момент при свободном опирании плиты на двух опорах с учетом полной расчетной нагрузки $q=8,0$ кН/м² по формуле:



Черт. 1

$$M = \frac{q \cdot b \cdot l_0^2}{8} = \frac{8 \cdot 1,5 \cdot 4,6^2}{8} = 31,7 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$A = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{317000}{145 \cdot 150 \cdot 18^2} = 0,045 < A_R = 0,263$$

т.е. в сжатой зоне арматура не требуется.

$$\xi_R = \frac{0,8}{1 + R_s / 700} = \frac{0,8}{1 + 1350 / 700} = 0,273 \text{ по [15]}$$

$$A_R = \xi_R (1 - 0,5 \xi_R) = 0,273 (1 - 0,5 \cdot 0,273) = 0,235$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2A} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,045} = 0,046;$$

$$\eta = 1 - 0,5 \xi = 1 - 0,5 \cdot 0,046 = 0,977;$$

Площадь арматуры определяем по формуле:

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot h_0 \cdot \eta} = \frac{317\,000}{13\,500 \cdot 18 \cdot 0,977} = 1,335$$

Количество арматуры

$$n_s = \frac{A_s}{f_s} = \frac{1,335}{0,3925} = 3,4 \sim 4 \text{ шт.}$$

Берем 4Ø 8 АБП $A_s = 0,3925 \cdot 4 = 1,57 \text{ см}^2$ при шаге $S = 350 \text{ мм}$

б) Расчет по деформациям (прогиб)

Коэффициент армирования при наружном диаметре стержня

$$\mu = \frac{A_s}{b \cdot h_0} = \frac{4 \cdot 0,503}{150 \cdot 18} = 0,00075$$

При продолжительном действии нагрузки коэффициент приведения

$$\alpha_{s1} = \frac{560}{R_{bt,ser}} = \frac{560}{18,5} = 30,3$$

Из табл. 4.5 [15] при $\mu \alpha_{s1} = 0,0011 \cdot 30,3 = 0,033$ и $\mu'_f = 0$ находим $\varphi_l = 0,6$, а из табл. 4.6 [15]

$$\text{при } \mu \alpha_{s1} = 0,0011 \cdot \frac{300}{18,5} = 0,018 \text{ и } \mu'_f = 0$$

находим коэфф. $\varphi_2 = 0,16$. Площадь арматуры с учетом наружного диаметра стержня $A_s = 4 \cdot 0,503 = 2,012 \text{ см}^2 = 201,2 \text{ мм}^2$

Тогда

$$(1/r)_{\max} = \frac{M^n - \varphi_2 \cdot b \cdot h^2 \cdot R_{bt,ser}}{\varphi_2 \cdot E_s \cdot A_s \cdot h_0^2} = \frac{24 \cdot 10^6 - 0,16 \cdot 1500 \cdot 200^2 \cdot 1,8}{0,6 \cdot 90 \cdot 000 \cdot 201,2 \cdot 180^2} = 1,9 \cdot 10^{-5}$$

Прогиб

$$f = S \cdot l \cdot (1/r)_{\max} = 0,104 \cdot 4600^2 \cdot 1,9 \cdot 10^{-5} = 41,8 \text{ мм}$$

Допустимый прогиб при $l_0 = 4,6$ м равняется

$$[f] = \frac{l}{200} = \frac{4600}{200} = [23 \text{ мм}] < f = 41,8 \text{ мм}$$

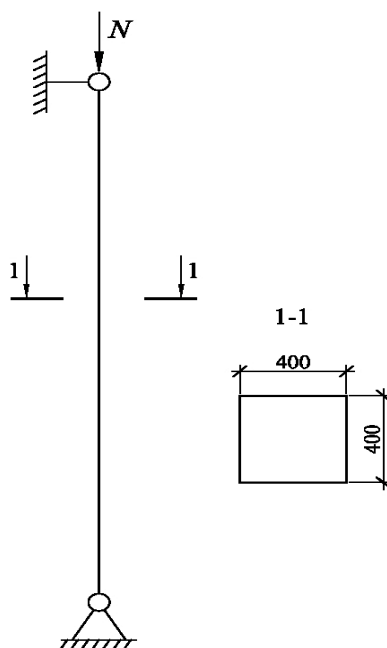
т.е. расчет по прогибам не удовлетворяет требованиям по эстетическим соображениям, поэтому надо увеличивать высоту плиты или площадь поперечной арматуры примерно в 1,82 раза ($A_s = 201,2 \cdot 1,82 = 367,2$), $A_s = 251,5 \cdot 1,46 = 367,20$, и принять

$$n_s = \frac{367,2}{50,3} = 7,3 \approx 8 \text{ шт. вместо } 4 \text{ } \varnothing 8 \text{ АБП.}$$

Пример 2. Дано: колонна с шарнирным опиранием на одном конце, а на другом конце с податливой заделкой, сечением размерами 400×400 мм (черт. 2); $a = a' = 50$ мм; бетон класса В25; продольная арматура $\varnothing 10$ АБП

($R_s = 1290$ МПа $R_{sc} = 350$ МПа) продольная сила от вертикальных нагрузок $N = 2000$ кН; от постоянных и длительных нагрузок $N_e = 1600$ кН; усилиями от ветровой нагрузки пренебрегаем; высота этажа $l = 3,0$ м.

Требуется определить площадь сечения продольной арматуры (в соответствии с п. 3. Пособие к СП 52-101-2003 [15])



Черт. 2

Расчетная высота $h_0 = 400 - 50 = 350$ мм. Расчетная длина колонны $l_0 = 2 \cdot 3 = 6$ м.

$l_0/h = 6/0,4 = 15 > 4$, т.е. учет прогиба обязателен.

При этом $l_0/h = 15 < 20$, поэтому площадь арматуры можно определять из условий (где φ_b и φ_{sb} приняты по табл. 3.5 и 3.6 [15])

$$N < \varphi (R_b \cdot A + R_{sc} \cdot A_{s,tot})$$

$$\varphi = \varphi_b + 2(\varphi_{sb} - \varphi_b)\alpha_s = 0,815 + 2(0,815 - 0,815)\alpha_s = 0,815$$

$$200\,000 = 0,815(145 \cdot 1600 + 3500 \cdot A_{s,tot})$$

$$A_{s,tot} = 200\,000 / 0,815 \cdot 3500 - 145 \cdot 1600 / 3500 = 13\,400 / 3500 = 3,8 \text{ см}^2$$

Определяем количество неметаллической арматуры

$$A_{s,tot} = 6 \cdot 0,6437 = 3,86 \text{ см}^2. \text{ То есть для колонны берем } 6\text{Ø}10 \text{ АБП } 10 \text{ с } A_{s,tot} = 3,86 \text{ см}^2.$$

Перерасчет по прочности сечения металлической арматуры на композитную АСП в бетонных конструкциях

Пример 1. Дано: армирование железобетонной плиты принято металлической арматурой АIII Ø 10, с шагом 100 мм.

Требуется определить площадь сечения и шаг композитной арматуры при равнопрочной замене.

Площадь поперечного сечения металлической арматуры Ø 10 составляет $0,785 \text{ см}^2$, значит, общая площадь $A_s = 100 \text{ см} / 10 \text{ см} \cdot 0,785 \text{ см}^2 \cdot 2 = 7,85 \text{ см}^2$, при временном сопротивлении разрыву стальной арматуры класса АIII 400 МПа. Расчетное сопротивление при растяжении неметаллической композитной арматуры АСП8 составляет 1100 МПа.

$$A_{s \text{ АСП}} = A_{s \text{ металл}} \cdot R_{s \text{ металл}} / R_{s \text{ АСП}}$$

$$A_{s \text{ АСП}} = 7,85 \text{ см}^2 \cdot 400 \text{ МПа} / 1100 \text{ МПа} = 2,854 \text{ см}^2$$

Определяем количество арматуры АСП

$$10 \text{ АСП } n_s = A_{s \text{ АСП}} / f_s = 2,854 / 0,644 = 4,43 \text{ или } 5 \text{ шт.}$$

Принимаем 5 Ø 10 АСП $A_s = 0,6444 \text{ см}^2 \cdot 5 = 3,22 \text{ см}^2$, при шаге $S=200$ мм.

Или

$$8 \text{ АСП } n_s = A_{s \text{ АСП}} / f_s = 2,854 / 0,393 = 7,31 \text{ или } 8 \text{ шт.}$$

Принимаем 8 Ø 8 АСП $A_s = 0,393 \text{ см}^2 \cdot 8 = 3,14 \text{ см}^2$, при шаге $S=125$ мм.

УРАВНЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ АРМАТУРЫ ПРИ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Зависимость прочностных характеристик (напряжение разрыва, нормативное сопротивление при растяжении, R_{sn} ; расчетное сопротивление при растяжении, R_s) от температуры можно описать следующими эмпирическими уравнениями:

– для арматуры АСП в интервале температур от +50°C до +100°C

$$\sigma_t = \sigma_0 - 6(t - 50), (6)$$

где

σ_t – напряжение разрыва (нормативное сопротивление при растяжении, R_{sn} ; расчетное сопротивление при растяжении, R_s ,) при температуре, t

σ_0 – напряжение разрыва при температуре +50°C (расчетное, нормативное сопротивление при растяжении в интервале -40°C +50°C)

– для арматуры АСП в интервале температур от +100°C до +250°C

$$\sigma_t = \sigma_0 - 300 - 2(t - 100) (7)$$

– для арматуры АБП в интервале температур от +50°C до +100°C

$$\sigma_t = \sigma_0 - 4(t - 50) (8)$$

– для арматуры АБП в интервале температур от +100°C до +250°C

$$\sigma_t = \sigma_0 - 200 - 2(t - 100) (9)$$

