

ИЗМЕНЕНИЕ № 1 к своду правил СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения»

Утверждено и введено в действие приказом Министерства строительства и ЖКХ от 08 июля 2015 г. № 493/пр и от 5 ноября 2015 г. № 786/пр

Дата введения 13 июля 2015 г.

Элемент «Содержание» дополнить словами: «Приложение Л (рекомендуемое) Расчет конструкций с композитной полимерной арматурой».

Раздел 1. Второй абзац дополнить словами: «и содержит рекомендации по расчету и конструированию конструкций с композитной полимерной арматурой»; третий абзац. Исключить слова: «сборно-монолитных конструкций»; последний абзац исключить.

Раздел 2 дополнить нормативными документами:

«ГОСТ 13087-81 Бетоны. Методы определения истираемости

ГОСТ 18105-2010 Бетоны. Правила контроля и оценки прочности

ГОСТ 31938-2012 Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Общие технические условия»

Раздел 3. Статью 3.7 исключить.

Раздел 5 дополнить пунктом 5.1.15:

«5.1.15 Расчет и конструирование конструкций с композитной полимерной арматурой рекомендуется проводить по специальным правилам с учетом приложения Л».

Свод правил дополнить приложением Л.



Дата регистрации 01 декабря 2015г

Приложение Л

Расчет конструкций с композитной полимерной арматурой

Л.1 Общие положения

Л.1.1 Рекомендации по расчету распространяются на конструкции, армированные композитной полимерной арматурой (далее - АКП).

Л.1.2 АКП рекомендуется применять для армирования конструкций, эксплуатируемых в условиях агрессивного воздействия окружающей среды.

Для армирования конструкций следует применять соответствующую требованиям ГОСТ 31938 АКП следующих видов:

- стеклокомпозитную (АСК);
- базальтокомпозитную (АБК);
- углекомпозитную (АУК);
- арамидокомпозитную (ААК);
- комбинированную (АКК).

Вид АКП следует выбирать с учетом условий эксплуатации конструкций, характера их нагружения и экономических показателей.

Л.2 Нормативные и расчетные характеристики композитной полимерной арматуры

Л.2.1 Нормативное значение сопротивления растяжению $R_{f,n}$ ¹⁾ и значение модуля упругости E_f АКП определяют с обеспеченностью 0,95 по результатам испытаний образцов в соответствии с ГОСТ 31938.

Л.2.2 Расчетное значение сопротивления растяжению R_f АКП определяют по формуле

$$R_f = \frac{\gamma_{f1} \cdot R_{f,n}}{\gamma_f}, \quad (\text{Л.1})$$

¹⁾ Буквенные обозначения с индексом «f» относятся к характеристикам и параметрам конструкций с АКП.

где γ_f – коэффициент надежности по материалу, принимаемый при расчете по предельным состояниям второй группы равным 1,0, а при расчете по предельным состояниям первой группы – равным 1,5;

γ_{f1} – коэффициент, учитывающий условия эксплуатации конструкций с АКП, принимаемый по таблице Л.1.

Таблица Л.1

Условие эксплуатации конструкций	Вид АКП				
	АСК	АБК	АУК	ААК	АКК
Во внутренних помещениях	0,8	0,9	1,0	0,9	0,9
На открытом воздухе	0,7	0,8	1,0	0,8	0,8

Л.2.3 При расчете конструкций по предельным состояниям первой группы на действие только постоянных и длительных нагрузок расчетное значение сопротивления растяжению АКП следует определять по формуле

$$R_f = \gamma_{f,d} \cdot R_{fn}, \quad (Л.2)$$

где $\gamma_{f,d}$ – коэффициент снижения сопротивления растяжению АКП при длительном действии нагрузки, принимаемый по таблице Л.2.

Таблица Л.2

Вид нагрузки	Вид АКП				
	АСК	АБК	АУК	ААК	АКК
Кратковременная	1	1	1	1	1
Длительная	0,3	0,4	0,6	0,4	0,4

Л.2.4 Расчетное значение предельных относительных деформаций АКП $\varepsilon_{f,ult}$ следует вычислять по формуле

$$\varepsilon_{f,ult} = \frac{R_f}{E_f}. \quad (Л.3)$$

Л.2.5 Расчетное значение сопротивления АКП сжатию следует принимать равным нулю.

Л.2.6 Расчетное значение сопротивления АКП растяжению при расчете прочности сечений, наклонных к продольной оси элемента, определяют:

- при радиусе загиба хомутов не менее $6d$:

$$R_{fw} = 0,004 \cdot E_f \leq 0,5 \cdot R_f, \quad (\text{Л.4})$$

- при радиусе загиба хомутов менее $6d$ – по данным изготовителя АКП, но не более значения, вычисленного по формуле (Л.4).

Во всех случаях расчетное значение $R_{f,w}$ сопротивления АКП растяжению следует принимать не более 300 МПа.

Л.2.7 Расчетные диаграммы деформирования (состояния) АКП, устанавливающие связь между напряжениями и относительными деформациями при растяжении, следует принимать линейными.

Л.3 Конструкции без предварительного напряжения композитной полимерной арматуры

Расчет конструкций по предельным состояниям первой группы

Л.3.1 Расчет конструкций без предварительного напряжения АКП по предельным состояниям первой группы выполняют по разделу 8.1, при этом в расчетные формулы вместо значений характеристик и параметров стальной арматуры подставляют значения соответствующих характеристик и параметров АКП, принимают значение площади сечения расположенной в сжатой зоне АКП $A'_f = 0$ и учитывают указания Л.3.2 – Л.3.3.

Л.3.2 При расчете по прочности нормальных сечений изгибаемых, внецентренно сжатых, центрально и внецентренно растянутых конструкций по предельным усилиям:

- значение граничной относительной высоты сжатой зоны ξ_R , при котором предельное состояние конструкции наступает одновременно с достижением в

растянутой АКП напряжения, равного расчетному сопротивлению R_f , определяют по формуле

$$\xi_R = \frac{x}{h_0} = \frac{\omega}{1 + \frac{\varepsilon_{f,ult}}{\varepsilon_{b2}}}, \quad (Л.5)$$

где ω – характеристика сжатой зоны бетона, принимаемая для тяжелого бетона классов до В60 включительно равной 0,8, а для тяжелого бетона классов В70 – В100 и для мелкозернистого, легкого и ячеистого бетонов – равной 0,7;

$\varepsilon_{f,ult}$ – предельное значение относительной деформации удлинения АКП, вычисляемое по формуле (Л.3);

ε_{b2} – относительные деформации сжатого бетона, принимаемые по 6.1.20;

- при $x > \xi_R \cdot h_0$ значение высоты сжатой зоны сечения при определении предельного изгибающего момента M_{ult} для изгибаемых конструкций прямоугольного сечения вычисляют по формуле

$$x = \sqrt{(0,5\mu_f\alpha_{f2}h_0)^2 + \mu_f\alpha_{f2}\omega h_0^2} - 0,5\mu_f\alpha_{f2}h_0, \quad (Л.6)$$

где
$$\mu_f = \frac{A_f}{b \cdot h_0}; \quad \alpha_{f2} = \frac{E_f}{E_{b2}}; \quad E_{b2} = \frac{R_b}{\varepsilon_{b2}};$$

A_f - площадь сечения АКП, расположенной в растянутой зоне сечения.

Расчет по прочности изгибаемых конструкций таврового или двутаврового сечения с полкой в сжатой зоне при $x > \xi_R \cdot h_0$ проводят на основе деформационной модели по 8.1.20 -8.1.30 с учетом Л.3.3.

Л.3.3 При расчете по прочности нормальных сечений конструкций на основе деформационной модели:

- в расчетных формулах принимают $A'_f = 0$ и $\nu_{fj} = 1$;

- расчет по прочности проводят из условия (8.37) и дополнительного условия:

В НАБОР

$$\varepsilon_{f,max} \leq \varepsilon_{f,ult}, \quad (Л.7)$$

где $\varepsilon_{f,max}$ – относительная деформация наиболее растянутого стержня АКП в нормальном сечении конструкции от действия внешней нагрузки;

$\varepsilon_{f,ult}$ – предельное значение относительной деформации удлинения АКП, вычисляемое по формуле (Л.3).

Расчет конструкций по предельным состояниям второй группы

Л.3.4 Расчет конструкций по предельным состояниям второй группы, включающий расчеты по образованию, раскрытию трещин и по деформациям, проводят по подразделу 8.2, при этом в расчетные формулы вместо значений характеристик и параметров стальной арматуры подставляют значения соответствующих характеристик и параметров АКП, принимают значение площади сечения расположенной в сжатой зоне АКП $A'_f = 0$ и учитывают Л.3.5, Л.3.6.

Л.3.5 При расчете по раскрытию трещин значение $a_{cr,ult}$ в условии (8.118) принимают не более:

0,7 мм – при непродолжительном раскрытии трещин в нормальных условиях эксплуатации конструкций (эксплуатация в закрытых помещениях);

0,5 мм – при продолжительном раскрытии трещин, а также при непродолжительном раскрытии трещин при эксплуатации конструкций в среде с повышенной влажностью (эксплуатация на открытом воздухе или в грунте) и в агрессивной среде.

Л.3.6 При расчете ширины раскрытия нормальных трещин по формуле (8.128) значение коэффициента φ_2 , учитывающего профиль продольной АКП, принимают равным:

0,7 – для арматуры периодического профиля;

1,2 – для гладкой арматуры.

Л.4 Конструкции с предварительно напряженной АКП

Л.4.1 Расчет конструкций с предварительно напряженной АКП выполняют по разделу 9, при этом в формулы вместо значений характеристик и параметров стальной арматуры подставляют значения соответствующих характеристик и параметров АКП, в расчетных формулах принимают $A'_j = 0$ и учитывают Л.4.2 – Л.4.12.

Л.4.2 Предварительные напряжения АКП σ_{fp} принимают не более:

- $0,5 R_{ft}$ – для ААК;
- $0,65 R_{ft}$ – для АУК;
- $0,45 R_{ft}$ – для АСК и АБК.

Л.4.3 Потери от релаксации напряжений АКП $\Delta\sigma_{fp1}$ определяют по формулам:

для АСК, АБК и ААК:

$$\Delta\sigma_{fp1} = 0,2\sigma_{fp}, \quad (\text{Л.8})$$

для АУК:

$$\Delta\sigma_{fp1} = 0,15\sigma_{fp}. \quad (\text{Л.9})$$

В формулах (Л.8) и (Л.9) значение σ_{fp} принимают без учета потерь.

При наличии более точных данных о релаксации АКП допускается принимать иные значения потерь от релаксации.

Для АКК значения σ_{fp} и $\Delta\sigma_{fp1}$ принимают по данным изготовителя.

Л.4.4 Максимальное значение температуры при пропаривании конструкции не должно превышать значения температуры стеклования полимерной матрицы АКП.

Л.4.5 Предварительные напряжения в бетоне σ_{bp} не должны превышать:

- $0,6 R_{bp}$ – при передаче усилия предварительного обжатия $P_{(1)}$, определяемого с учетом первых потерь;

- $0,45 R_{bp}$ – в эксплуатационной стадии при действии усилия предварительного обжатия $P_{(1)}$, определяемого с учетом полных потерь, и нормативной длительной нагрузки;

- $0,6 R_{bp}$ – в эксплуатационной стадии при действии усилия предварительного обжатия $P_{(2)}$, определяемого с учетом полных потерь, и полной нормативной нагрузки.

Л.4.6 Значение длины зоны передачи предварительного напряжения на бетон для АКП без дополнительных анкерирующих устройств определяют по формуле

$$l_{0,an} = \frac{\sigma_{fp} \cdot A_f}{R_{bond} \cdot u_f}, \quad (\text{Л.10})$$

где σ_{fp} – предварительное напряжение в напрягаемой АКП с учетом первых потерь;

R_{bond} – сопротивление сцепления напрягаемой АКП с бетоном, соответствующее передаточной прочности бетона и определяемое по Л.5.6.

Л.4.7 Расчет по прочности нормальных сечений по предельным усилиям проводят по 9.2 с учетом Л.3.1 – Л.3.3, Л.4.8 - Л.4.10. При этом в формулах обозначения площадей сечения A_f следует относить как к напрягаемой, так и ненапрягаемой АКП.

Л.4.8 Значения относительной деформации ε_f АКП, расположенной в растянутой зоне при вычислении значения граничной высоты сжатой зоны бетона ξ_R определяют по формуле

$$\varepsilon_f = \frac{R_f - \sigma_{fp}}{E_f}, \quad (\text{Л.11})$$

где σ_{fp} – предварительное напряжение в АКП с учетом всех потерь, принимаемое при значении коэффициента $\gamma_{fp}=0,9$.

Л.4.9 При расчете элемента в стадии предварительного обжатия усилие в напрягаемой АКП вводят в расчет как внешнюю продольную силу, равную

$$N_p = \sigma_{fp} \cdot A_{fp}, \quad (\text{Л.12})$$

где A_{fp} – площадь сечения напрягаемой АКП;

σ_{fp} – предварительные напряжения с учетом первых потерь и коэффициента

$$\gamma_{fp} = 1,1.$$

Л.4.10 Расчет по прочности нормальных сечений на основе нелинейной деформационной модели проводят по 9.2.13 – 9.2.15 с учетом Л.3.3.

Расчет предварительно напряженных конструкций по предельным состояниям второй группы

Л.4.11 Расчет предварительно напряженных конструкций по предельным состояниям второй группы, включающий расчеты по образованию, раскрытию трещин и по деформациям, проводят по 9.3 и с учетом Л.3.9, при этом в расчетные формулы вместо значений характеристик и параметров стальной арматуры подставляют значения соответствующих характеристик и параметров АКП и принимают $A'_f = 0$.

Л.5 Конструктивные требования

Требования к геометрическим размерам

Л.5.1 Геометрические размеры конструкций с АКП должны соответствовать требованиям 10.2.

Требования к армированию

Л.5.2 Армирование конструкций АКП должно соответствовать требованиям 10.3 и учитывать рекомендации Л.5.3 – Л.5.7.

Л.5.3 Минимальные значения толщины слоя бетона до АКП принимают равными:

25 мм – при эксплуатации конструкций в закрытых помещениях;

35 мм – при эксплуатации конструкций на открытом воздухе и в грунте (при отсутствии дополнительных защитных мероприятий).

Во всех случаях толщину защитного слоя бетона следует принимать не менее диаметра АКП.

Л.5.4 Коэффициент армирования продольной растянутой АКП μ_f , %, следует принимать не менее, чем:

0,13 % – в изгибаемых, внецентренно растянутых элементах и внецентренно сжатых элементах при гибкости $\frac{l_0}{i} \leq 17$ (для прямоугольных сечений $\frac{l_0}{h} \leq 5$);

0,33 % – во внецентренно сжатых элементах при гибкости $\frac{l_0}{i} \geq 87$ (для прямоугольных сечений $\frac{l_0}{h} \geq 25$);

для промежуточных значений гибкости элементов значение μ_s определяют по интерполяции.

Л.5.5 В линейных конструкциях и плитах с высотой поперечного сечения $h > 150$ мм наибольшее расстояние между осями стержней продольной АКП должны быть не более $1,5 h$ или 300 мм.

Л.5.6 Базовую (основную) длину анкеровки, необходимую для передачи усилия в АКП с полным расчетным значением сопротивления R_s на бетон, определяют по формуле

$$l_{0,an} = \frac{R_f \cdot A_f}{R_{bond} \cdot u_f}, \quad (Л.13)$$

где значение R_{bond} вычисляют по формуле (10.2), принимая в ней значения коэффициентов $\eta_1 = 1,5$ и $\eta_2 = 1$.

Для АКП периодического профиля, с показателями сцепления с бетоном не ниже, чем у стальной арматуры, значение коэффициента η_1 допускается принимать в соответствии с приведенным в 10.3.24 для стальной арматуры.

Л.5.7 Требуемую расчетную длину анкеровки АКП определяют по формуле

$$l_{an} = l_{0,an} \cdot \frac{A_{f,cal}}{A_{f,ef}}, \quad (\text{Л.14})$$

где $l_{0,an}$ – базовая длина анкерки, определяемая по формуле (Л.13);
 $A_{f,cal}$ – площадь поперечного сечения АКП, требуемая по расчету;
 $A_{f,ef}$ – площадь поперечного сечения АКП фактически установленная.

УДК 624.012.3/4(0.83.13)

СП 63.13330

ОКС 91.080.40

Ключевые слова: бетонные конструкции с композитной арматурой, расчетные значения, прочностные и деформационные характеристики композитной арматуры, расчет по прочности, расчет по образованию трещин и расчет по деформациям

Руководитель организации-разработчика:

НИИЖБ им. А.А. Гвоздева
АО «НИЦ Строительство»
директор

А.Н.Давидюк

Руководитель разработки
зав. лабораторией

В.Ф.Степанова

Исполнитель
главный научный сотрудник

Т.А.Мухамедиев