http://www.AlienTechnologies.ru

Научно-исследовательский
институт бетона и железобетона
Госстроя СССР НИИЖБ

Институт строительства и
архитектуры Госстроя БССР
ИС жд

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАСЧЕТУ КОНСТРУКЦИЙ СО СТЕКЛОПЛАСТИКОВОЙ АРМАТУРОЙ

Р-16-78

Утверждены

директором НИИЖБ
19 января 1976 г.

директором ИС жд
20 сентября 1977 г.

Москва – 1978

www.alientechnologies.ru

http://www.AlienTechnologies.ru

УДК 624.012.35:691.618.92

Рекомендованы к изданию секцией по коррозии, спецбетонам к физико-механическим исследованиям НТС НИИЖБ Госстроя СССР (протокло от 31 августа 1977 г.)

Рекомендации по расчету конструкций со стеклопластиковой армсатурой.М., НИИЖБ Гостроя СССР, 1978, 21с.

Рекомендации содержат основные положения по расчету конструкций из бетона со стеклопластиковой арматурой.

Приведен требования к материалам для стеклопластбетонных конструкций. рекомендованы области их применения.

Рекомендации предназначены для инженерно-технических работников проектных и научно-исследовательских организаций.

Табл.4

www.alientechnologies.ru

© Научно-исследовательских институт бетона и железобетона
Госстроя СССР, 1978

http://www.AlienTechnologies.ru

ПРЕДИСЛОВИЕ

Возможность применения стекловолокна для армирования бетонных конструкций обусловлена специфическими свойствами этого материала: стекловолокно имеет высокое временное сопротивление (стекловолокно алюмоборосиликатного состава диаметром 9-11 мкм – 20-25 тыс.кгс/см^2); коэффициент температурной деформации стекла незначительно отличается от коэффициента температурной деформации бетона.

Один из способов армирования бетона стекловолокном предусматривает его применение в составе высокопрочной стеклопластиковой арматуры. Основой такой арматуры служит пучок непрерывных стеклянных волокон., объединенных в арматурный элемент синтетическим связующим, которое обеспечивает совместную работу волокон, защищает их от механических повреждений в процессе изготовления конструкций, ослабляет воздействие на стекловолокно внешней среды, в том числе среды бетона.

Стеклопластиковая арматура обладает высокой химической стойкостью и электрической прочностью; низкий модуль упругости снижает величину потерь при ее предварительном напряжении; в некоторых случаях могут быть использованы немагнитность и радиопрозрачность этого вида арматуры.

Вместе с тем прочность стеклопластиковой арматуры снижается при длительном воздействии некоторых агрессивных сред. Значительно сужает области рационального применения стеклопластбетонных конструкций высокая стоимость стеклопластиков. Однако, несмотря на перечисленные недостатки, уже в настоящее время стеклопластиковая арматура может быть эффективно использована для создания из специальных бетонов несущих электроизолирующих конструкций – (безизоляторных траверс опор ЛЭП, изолирующих колонн линий электропередачи высоких и сверхвысоких напряжений и т.п.) и конструкций с высокой сопротивляемостью воздействию агрессивных сред. В этих конструкциях бетон с предварительно напряженной стеклопластиковой арматурой успешно заменяет дефицитные и дорогие материалы.

Настоящие Рекомендации распространяются на проектирование опытных конструкций из бетонов со стеклопластиковой арматурой.

Рекомендации разработан в соответствии с главой СНиП II- 21-75 «Бетонные и железобетонные конструкции» с учетом специфических свойств арматуры из стеклопластиков и особенностей ее работы в бетоне. Принимая во внимание небольшой опыт применения стеклопластиковой арматуры, каждый тип стеклобетонных конструкций должен подвергаться испытаниям

http://www.AlienTechnologies.ru

с целью определения несущей способности и пригодности к нормальной эксплуатации.

В Рекомендациях обобщены результаты испытаний, выполненных в НИИЖБ Госстроя СССР, ИС ж д Госстроя БССР и ряде других научно-исследовательских организаций. Большая часть экспериментальных данных, положенных в основу Рекомендаций, получена на круглой стеклопластиковой арматуре периодического профиля диаметром до 6 мм.

Рекомендации разработаны НИИ бетона и железобетона Госстроя СССР (д-р техн.наук, проф. К.В.Михайлов, канд.техн.наук О.М. Вильдавский) и Институтом строительства и архитектуры Госстроя БССР (кандидат техн. наук Н.П. Фролов; И.В. Подмостко, С.С. Жаврид, Ю.В. Кондратьев, К.В. Зеленский, В.Ф. Залого; инженеры Л.П. Зайцева, Л.Я. Самосюк, Л.С.Фридман).

Все замечания и предложения по содержанию настоящих Рекомендаций просим направлять в НИИЖБ Госстроя ССР по адресу: 109389, Москва, :-389? 2-z Институтская ул., д.6 в ИС жд Госстроя БССР по адресу: 20023, Минск-ГСП, Староборисовский тракт.

Дирекция НИИЖБ

www.alientechnologies.ru

http://www.AlienTechnologies.ru

1. Общие положения

1.1. Рекомендации предназначен для использования при проектировании опытных конструкций из бетона с арматурой из высокопрочных стеклопластиков – стеклопластбетонных конструкций. Несущая способность и пригодность к нормальной эксплуатации каждого типа таких конструкций подлежат экспериментальной проверке. Массовое применение стеклопластбетонных конструкций может быть рекомендовано только после их апробации в реальных эксплуатационных условиях на объектах экспериментального строительства.

1.2. Учитывая высокую стоимость и дефицитность стеклопластиков, применение стеклопластбетонных конструкций должно в каждом конкретном случае технически и экономически обосноваться.

Стеклопластики обладают высокой стойкостью в ряде агрессивных сред, высокими электроизолирующими и рядом других специфических свойств. Использованием этих свойств в первую очередь определяется целесообразность применения стеклопластиков в качестве арматуры.

Основными областями применения стеклопластиковой арматуры в бетонах являются конструкции из специальных бетонов с высокой сопротивляемостью воздействию агрессивных сред и несущие электроизолирующие конструкции.

1.3. Расчет стеклопластбетонных конструкций производится согласно СНиП II- 21-75 «Бетонные и железобетонные конструкции» с учетом специфических свойств арматуры из стеклопластиков и особенностей ее работы в бетоне, наложенных в настоящих Рекомендациях.

1.4. Вследствие низкого модуля упругости и высокой прочности стеклопластиков их применяют в качестве арматуры с предварительным напряжением. Рекомендуются продольные линейные или кольцевые арматурные элементы; в некоторых случаях допустима оттяжка линейной арматуры.

Применение стеклопластиковой арматуры для ненапряженных каркасов, сеток и хомутов в большинстве случаев нецелесообразно и их использование должно быть специально обосновано.

1.5. Стеклопластиковую арматуру напрягают механическим способом.

Мгновенная передача усилия обжатия на бетон для стеклопластиковой арматуры периодического профиля не допускается.

http://www.AlienTechnologies.ru

1.6. Закладные детали в стеклопластбетонных конструкциях, предназначенных для эксплуатации в агрессивных средах, изготавливаются из нержавеющих сталей либо из обычных сталей с защитным покрытием.

1.7. Допускается применение смешанного армирования, когда в одном элементе наряду со стеклопластиковой арматурой устанавливают напряженную и ненапряженную стальную арматуру (поперечную или продольную). Такое армирование должно быть специально обосновано.

1.8. К трещиностойкости стеклопластбетонных конструкций должны предъявляться требования I – категории. Применение конструкций с с трещинами требует специального обоснования.

1.9. Величины напряжений в стеклопластиковой арматуре не должны превышать расчетные сопротивления, определяемые для всех характерных фаз изготовления и работы стеклопластбетонных конструкций.

Предельную величину предварительного напряжения σ_0 (а так же σ^1_0) следует начинать с учетом допустимых отклонений ρ, которые принимаются равными 0,05 $Б_0$ (0,05 $Б^1_0$) таким образом, чтобы выполнялось условие

$$\sigma_0 + \rho \leq 0{,}8\ R_{aII}, \quad (I)$$

где R_{aII} - расчетное сопротивление арматуры растяжению для предельных состояний второй группы.

1.10. Потери предварительного напряжения стеклопластиковой арматуры должны определяться по табл.I, при этом суммарную величину потерь при проектировании конструкций следует принимать не менее 500 мгс/см^2.

1.11. Если при определении потерь предварительного напряжения по табл. 1, заранее известен срок загружения конструкции, потери от усадки к ползучести бетона умножаются на коэффициент β, определяемый по формуле СНиП II-21-75

$$\beta = \frac{4\tau}{100+3\tau} \qquad (2)$$

и принимаемый не более единицы, а потери от релаксации напряжений вычисляются по формуле

$$\alpha\tau^b Б_0 \qquad (3)$$

http://www.AlienTechnologies.ru

где τ – время в сутках, отсчитываемое при определении потерь от ползучести - со дня обжатия бетона, от усадки – со дня окончания бетонирования, от релаксации напряжений – со дня натяжения арматуры;

α и b - принимаемые равными соответственно 0,013 и 0,17 в воздушно-сухих условиях при температуре 20ºС, 0,02 и 0,2 в воздушно-сухих условиях при температуре 80 ºС, 0,027 и 0,2 в водонасыщенном состоянии и температуре 20 ºС.

Таблица 1

Потери предварительного напряжения стеклопластиковой арматуры

Наименование факторов, вызывающих потери предварительного напряжения	Величина потерь предварительного напряжения, кгс/см^2
1	2
1. Релаксация напряжений арматуры СПА -6 (ТУ 7 БССР) а) в воздушно-сухих условиях при температуре 20 ºС б) в воздушно-сухих условиях при температуре 80 ºС в) в водонасыщенном состоянии и температуре 20 ºС	0,06 $б_0$ 0,11 $б_0$ 0,16 $б_0$ При определении потерь от релаксации $б_0$ принимается без учета потерь в кгс/см^2. При временном воздействии повышенной температуры и влажности в процессе изготовления или эксплуатации конструкции, релаксацию определяют по формуле п.1а табл.1 и по формуле (3) п.1.11 настоящих Рекомендаций для τ с момента напряжения арматуры до окончания действия повышенной температуры или влажности; в дальнейших расчетах принимают большее значение
2. Температурный перепад (разность температур натянутой арматуры и устройства, воспринимающего	$\&_{\delta t} E_a \Delta t$ где &δt – коэффициент линейной температурной деформации бетона в

http://www.AlienTechnologies.ru

усилие натяжения при пропаривании или прогреве бетона, а та же при экзотермическом разогреве полимербетона)	1/град.С; E_a – модуль упругости стеклопластиковой арматуры в кгс/см^2; Δt – разность между температурой прогреваемой конструкции и устройства, воспринимающего усилие натяжения, в град.С
3. Ползучесть и усадка бетона	Потери вычисляются умножением величины соответствующих потерь предварительного напряжения стальной арматуры, определенной с учетом вида бетона, технологии изготовления и условий эксплуатации на $\frac{Ea}{2 \cdot 10^6 \text{ кгс/см}^2}$

1.12. Величина предварительного напряжения в стеклопластиковой арматуре вводится в расчет с коэффициентом точности натяжения арматуры

$$m_r = 1 \mp \Delta m_T \quad (4)$$

где Δm_t принимают равным 0,1.

Знак «плюс» принимается при неблагополучном влиянии предварительного напряжения, знак «минус» - при благоприятном.

При определении потерь предварительного напряжения арматуры, а так же при расчете по деформациям, значение Δm_T допускается принимать равным нулю.

1.13. Величины напряжений в бетоне и стеклопластиковой арматуре, а та же усилий предварительного обжатия бетона, вводимые в расчет предварительно напряженных конструкций, определяется в соответствии с указаниями СНиП II – 21-75, а так же с учетом физико-механических свойств стеклопластиковой арматуры.

1.14. Изменение температуры стеклопластбетонных конструкций вызывает изменение напряжений в бетоне и арматуре; при этом величина напряжений в арматуре определяется по формуле

$$\sigma_a = \sigma_0 + (\&_{\delta t} - a_{at}) \Delta t \cdot E_a \quad (5)$$

http://www.AlienTechnologies.ru

где a_{at} - коэффициент линейной температурной деформации арматуры в 1/град.С;

Δt – разность между последующей и предыдущей температурой конструкции в град.С.

Соответствующее изменение напряжений в бетоне при обычных коэффициентах армирования в расчетах можно не учитывать.

1.15. Эксплуатация стеклопластбетонных конструкций при длительных воздействиях температуры выше 80ºС допускается при специальном обосновании.

1.16. Предел огнестойкости изгибаемых стеклопластбетонных элементов на основе цементных бетонов, в зависимости от их конструкции, составляет от 15 до 20 мин., что дает основание для их применения в зданиях, относящихся к IV степени огнестойкости.

2. Материалы для стеклопластбетонных конструкций

2.1. Основным видом арматуры для стеклопластбетонных конструкций является специально выпускаемая стеклопластиковая арматура периодического профиля, отвечающая требованиям соответствующих технических условий.

2.2. В качестве арматуры стеклопластбетонных конструкций допускается применять другие виды выпускаемых промышленностью высокопрочных стеклопластиков с однонаправленным расположением волокна и высоким его содержанием (до 80% по массе), а так же стеклопластики, формируемые в процессе изготовления конструкции путем навивки стекложгута, пропитанного связующим. Такая арматура должна отвечать требованиям технических условий и может применяться для непрерывного армирования или в виде линейных замкнутых петлевых элементов с анкерами на концах.

2.3. Рабочая диаграмма растяжения стеклопластиковой арматуры практически прямолинейна вплоть до разрыва, а деформации на любом участке диаграммы могут быть вычислены по формуле

$$E_a = \frac{\sigma_a}{E_a}. \quad (6)$$

2.4. За нормативные сопротивления стеклопластиковой арматуры R_a принимаются наименьшие контролируемые значения временного

http://www.AlienTechnologies.ru

сопротивления разрыву, начинаются в соответствии с техническими условиями на арматуру и гарантируются с обеспеченностью не менее 0,95.

Механические свойства стеклопластиковой арматуры периодического профиля диаметром 6 мм (СПА-6) по ТУ 7 БССР приведен в табл. 2.

2.5. Расчетные сопротивления арматуры растяжению для предельных состояний первой и второй групп определяются по формуле

$$R_a = \frac{R_a}{K_a} \quad (7)$$

где $К_а$ - коэффициент безопасности по арматуре, принимаемый для арматуры СПА-6 равным:

при расчете конструкций по предельным состояниям первой группы и $\xi \geq \xi_a$ (см.п.3.4 настоящих Рекомендаций) – 1,30;

при расчете конструкций по предельным состояниям второй группы – 1,0.

Таблица 2

Характеристики стеклопластиковой арматуры периодического профиля - СПА -6 (ТУ 7 БССР)

Наименование характеристик	Единица измерения	Величина характеристик
1. Диаметр	мм	6
2. Шаг спиральной оплетки (периодического профиля)	мм	2
3. Браковочный минимум временного сопротивления (нормативное сопротивление)	кгс/см^2	12500
4. Доверительная вероятность (обеспеченность) величины нормативного сопротивления	-	0,98
5. Начальный модуль упругости	кгс/см^2	500000
6. Относительное удлинение перед разрывом	%	2,7
7. Объемная масса	т/м^3	1,9

2.6. Расчетные сопротивления арматуры для предельных состояний первой и второй группы снижаются путем умножения на соответствующие коэффициенты условий работы m_a, учитывающие возможность неполного использования прочностных характеристик арматуры в связи с

http://www.AlienTechnologies.ru

продолжительным действием напряжений, неравномерным распределением напряжений в сечении, условиями анкеровки, изменением свойств арматуры в зависимости от условий работы конструкций и т.п.

Коэффициенты условий работы для арматуры СПА-6 приведены в табл.3.

Таблица 3

Коэффициенты условий стеклопластиковой арматур периодического профиля – СПА-6 (ТУ 7 -БССР)

Факторы, обуславливающие введение коэффициентов условий работы	Коэффициент условий работы	
	Условное обозначение	Значения коэффициентов
1	2	3
1. Продолжительное приложение напряжения (см. примечание 1)	$\eta_{a\delta}$	0,65
2. Зона передачи напряжений	η_{a3}	$l_x/25<1$, где l_x – расстояние от начала зоны передачи напряжений до рассматриваемого сечения в см
3. Воздействие повышенных температур а) кратковременное нагревание арматуры в сухом состоянии в процессе изготовления конструкции со скоростью не более 2ºС в мин. до температуры (см. примечание 2): 80ºС 100 ºС 150 ºС 200 ºС б) длительное воздействие	η_{at}	 0,95 0,90 0,85 0,80

http://www.AlienTechnologies.ru

температуры 80 ºС более 20 ºС и менее 80 ºС в) пропаривание в конструкциях на портландцементе не более 6 час при температуре пара: 60 ºС 70 ºС 80 ºС		0,9 По интерполяции 0,90 0,85 0,80
4. Воздействие на конструкцию при эксплуатации агрессивных сред: а) воды б) однонормального раствора H_2SO_4 (см. примечание 3) в) однонормального раствора NaOH г) растворов солей	η_{ak}	 0,8 0,7 0,8 0,8

Примечание: 1. Коэффициент $\eta_{a\delta}$ учитывается при расчете конструкций на действие всех основных сочетаний нагрузок, определяемых согласно СНиП II – 6-74 «Нагрузки и воздействия».

2. Сопротивление растяжению стеклопластиковой арматуры, кратковременно нагретой в сухом состоянии до температуры не выше 200 ºС, полностью восстанавливается после охлаждения.

3. Эксплуатация стеклопластиковой арматуры в конструкциях из полимербетона ФАМ с кислым отвердителем во влажных условиях приравнивается к воздействию раствора кислоты.

При действии на конструкции растворов кислот рекомендуется применять стеклопластиковую арматуру на основе стекловолокна 7 тм и 7тк.

Расчет конструкций, изготавливаемых из других видов стеклопластиковой арматуры, а так же эксплуатируемых в отличных от предусмотренных настоящими Рекомендациями условиях, следует производить с учетом соответствующих характеристик материалов, принимаемых по экспериментальным данным и согласуемых в

http://www.AlienTechnologies.ru

установленном порядке, а полученные расчетом результаты рассматривать как ориентировочные.

2.7. Величины коэффициентов линейной температурной деформации стеклопластиковой арматуры $\&_{at}$ определяются составом волокна, из которого изготовлена арматура, и принимаются по табл.4.

Таблица 4

Коэффициенты линейной температурной деформации стеклопластиковой арматуры

Химический состав волокна арматуры	Величина коэффициентов $\&_{at} \cdot 10^5$, 1/град.С
Алюмоборосиликатное стекло	0,58
Стекло № 7	0,84
Базальт	0,53

Примечание. Стеклопластиковая арматура СПА-6 (ТУ 7 БССР) изготавливается из стекловолокна алюминоборосиликатного состава.

2.8. Стеклопластбетонные конструкции целесообразно изготавливать из различных видов спецбетонов, в которых наиболее эффективно используются специфические свойства стеклопластиковой арматуры (см.1.2 настоящих Рекомендаций), а так же обеспечивается ее химическая стойкость при воздействии внешней сред, в том числе сред самого бетона. К таким спецбетонам относятся полимербетоны, в которых роль вяжущего выполняет полимерное связующее, и бетонполимеры, изготавливаемые на основе цементных бетонов с последующей пропиткой конструкции мономерами. Расчетные характеристики этих бетонов для предельных состояний, при наличии данных о составе бетона, условиях изготовления и т.п., принимаются по специальным инструктивным материалам или экспериментальным данным.

2.9. Проектная марка бетона для изготовления стеклопластбетонных конструкций с самоанкерующейся стеклопластиковой арматурой периодического профиля диаметров до 6 мм включительно должна назначаться в соответствии со СНиП II – 21-75, но не ниже марки М250.

http://www.AlienTechnologies.ru

3. Расчет элементов стеклопластбетонных конструкций по предельным состояниям первой группы

Расчет по прочности сечений, нормальных к продольной оси элемента

3.1. Предельные усилия в сечении, нормальном к продольной оси элемента, определяются исходя из следующих условий:

сопротивление бетона растяжению принимается равным нулю;

сопротивление бетона сжатию предоставляются напряжениями, равными расчетному сопротивлению $R_{пр}$, равномерно распределенными по сжатой зоне бетона;

растягивающие напряжения в арматуре принимаются не более расчетного сопротивления растяжению R_a;

напряжения в стеклопластиковой арматуре, имеющей сцепление с бетоном и расположенной в сжатом от внешних сил зоне $б_C$, принимаются не менее величины предварительного напряжения $б_C'$? уменьшенного на 1000 кгс/см^2.

3.2. Расчет сечений, нормальных к продольной оси элемента, должен производиться в зависимости от соотношения между величиной относительной высоты сжатой зоны бетона

$$\xi = \frac{x}{h_0},$$

определяемой на соответствующих условиях равновесия, и граничным значением относительной высоты сжатой зоны бетона (см.п.3.3 настоящих Рекомендаций), при котором предельное состояние элемента наступает одновременно с достижением в растянутой арматуре напряжения, равного расчетному сопротивлению R_a.

3.3. Величина ξ_R определяется по формуле

$$\xi_R = \frac{\xi_0}{1+\frac{R_a - б_0}{K}\left(1-\frac{\xi_0}{1{,}1}\right)} \quad (8)$$

где ξ_0 - характеристика сжатой зоны бетона, определяемая по формуле (31) СНиП II – 21-75

$$\xi_0 = 0{,}85 - 0.0008\, R_{np}; \quad (9)$$

http://www.AlienTechnologies.ru

R_a – расчетное сопротивление арматуры растяжению в кгс/см^2 с учетом соответствующих коэффициентов условий работы арматуры;

$Б_0$ - в кгс/см^2

К- коэффициент, принимаемый равным 1000 для конструкций на основе тяжелого цементного бетона и 1400 для тяжелого полимербетона ФАМ.

3.4 При проектировании стеклопластбетонных элементов рекомендуется соблюдать условие $X \geq \xi_R h_0$ где ξ_R определяется для наиболее растянутого в предельном состоянии стержня продольной арматуры при $m_r > 1$.

С точки зрения полного использования сопротивления арматуры, оптимальным является сечение, для которого соблюдается условие

$$X = \xi_R h_0 .$$

Учитывая опасность хрупкого разрушения от разрыва арматуры, проектирование элементов, в которых

$$X < \xi_R h_0,$$

в каждом случае требует экспериментального обоснования, а их расчет должен производиться по специальным рекомендациям.

3.5. Расчет сечений изгибаемых и внецентренно-сжатых, имеющих гибкость $L_0/h \leq 30$, стеклопластбетонных элементов следует проводить на условии (65) СНиП II – 21-75 для общего случая

$$\bar{M} \leq R_{np} S_0 - \Sigma Б_{ai} S_{al}, \ (10)$$

где $\bar{\bar{M}}$ - в изгибаемых элементах – проекция момента внешних сил на плоскость, перпендикулярную прямой, ограничивающей сжатую зону сечения;

во внецентренно-сжатых элементах – момент продольной силы N относительно оси, параллельно прямой, ограничивающей сжатую зону, и проходящей через центр тяжести сечения наиболее растянутого стерня продольной арматуры;

http://www.AlienTechnologies.ru

S_0 и S_{ai} - статические моменты площади сечения сжатой зоны бетона и i – го стержня продольной арматуры относительно оси, параллельной прямой, ограничивающей сжатую зону, и проходящей через тяжести сечения наиболее растянутого стержня продольной арматуры;

$б_{ai}$ - напряжение в i – м стержне продольной арматуры.

Высота сжатой зоны X и напряжение $б_{ai}$ в кгс/см^2 определяются из совместного решения уравнения:

$$R_{пр} F\sigma - \Sigma б_{ai} f_{ai} - N = 0 \quad (11)$$

и

$$б_{ai} = \frac{K}{1 - \frac{\xi_0}{1.1}} \left(\frac{\xi_0}{\xi_i} - 1\right) + б_{ai}. \quad (12)$$

При этом во всех случаях необходимо соблюдать условие

$$R_{ai} \geq б_{ai} \geq б_{ci}.$$

В формулах (11) и (12):

f_{ai} – площадь сечения i-го стержня продольной арматуры;

$б_{oi}$ – предварительное напряжение в i - и стержне продольной арматуры, определяемое при коэффициенте m_r, принимаемом в зависимости от расположения стержня в соответствии с п.1.12 настоящих Рекомендаций:

ξ_i - относительная высота сжатой зоны бетона, равная

$$\xi_i - \frac{X}{h_{oi}}, \quad (13)$$

здесь h_{oi} - расстояние от оси, проходящей через центр тяжести сечения i - го стержня арматуры и параллельной прямой, ограничивающей зону, до наиболее удаленной точки сжатой зоны сечения.

3.6. При расчете внецентренно-сжатых стеклопластбетонных элементов необходимо учитывать случайный начальный эксцентриситет согласно указаниями СНиП II – 21-75 для внецентренно-сжатых железобетонных элементов, а также влияние на их несущую способность прогиба.

www.alientechnologies.ru

http://www.AlienTechnologies.ru

3.7. Влияние прогиба на несущую способность внецентренно-сжатых элементов следует учитывать, как правило, путем расчета конструкций по деформированной схеме.

Допускается производить расчет конструкций на основе тяжелого цементного бетона по недеформированной схеме, учитывая при гибкости

$$l_0/r > 14$$

влияние прогиба элемента на его прочность путем умножения e_0 на коэффициент η, определяемый по формуле (24) СНиП II – 21-75

$$\eta = \frac{1}{1-\frac{N}{N_{кр}}} \quad (14)$$

Условная критическая сила $N_{кр}$ определяется по формуле

$$Nкр = \frac{0{,}55\ E0J}{l_0^2\ K_{ал}\ (0{,}07+\frac{t}{К_н})}, (15)$$

где

l_o - расчетная длина элемента;

J – момент инерции сечении относительно оси, проходящей через центр тяжести сечения и параллельной линии, ограничивающей сжатую зону;

t – коэффициент, принимаемый равным e_0/h, но не менее величины $t_{мин}$, определяемой по формуле (27) СНиП II – 21-75

$$t_{мин.} = 0.5 - 0.01\ \frac{l_o}{h} - 0.001\ R_{пр} \quad (16)$$

$К_{ая}$ - коэффициент, учитывающий влияние длительного действия нагрузки на прогиб элемента в предельном состоянии;

$К_н$ - коэффициент, учитывающий влияние предварительного напряжения арматуры на жесткость элемента в предельном состоянии.

Величина коэффициента $К_{ая}$ определяется по формуле (26) СНиП II – 21-75

$$К_{ал} = 1 + \beta\frac{M_1^{ал}}{М_1}, \quad (17)$$

http://www.AlienTechnologies.ru

где β – коэффициент, принимаемый равным 1,0 для конструкций на основе тяжелого цементного бетона;

M_1 – нагибающий момент относительно растянутой или менее сжатой грани сечения от совместного воздействия постоянных, длительных и кратковременных нагрузок;

$M_1^{ая}$ - то же, от действия постоянных и длительных нагрузок.

При равномерном обжатии сечения напрягаемой стеклопластиковой арматуры $К_н$ определяется по формуле

$$К_н = 1 + 45\frac{\sigma_{\delta н}}{R_{ап}II} \cdot \frac{e_0}{(5e_0+h)}, (18)$$

где $\sigma_{\delta н}$ - напряжение обжатия бетона, определяемое при коэффициенте

$m_r < 1$.

Расчет по прочности сечений, наклонных к продольной оси элемента

3.8. При расчете элементов на действие поперечной силы должно соблюдаться условие

$$Q \leq 0.3\, R_{пр} \cdot bh_0, (19)$$

при этом значение $R_{пр}$ для бетона проектных марок выше М400 принимается как для бетона марки М400.

3.9. Расчет на действие поперечной силы сечений, наклонных к продольной оси предварительно напряженных элементов на основе тяжелого цементного бетона, должен производиться их условия

$$Q \leq \frac{1.8\, R_p \cdot bh_0^2}{C}, \quad (20)$$

В котором правая часть неравенства принимается не менее 0,9 $R_p bh_0$ и не более $3R_p bh_0$;

здесь Q – поперечная сила, действующая в наклонном сечении, т.е. равнодействующая всех поперечных сил от внешней нагрузки, расположенных по одну сторону от рассматриваемого наклонного сечения;

C – длина проекции наклонного сечения на продольную ось элемента.

http://www.AlienTechnologies.ru

3.10.Расчет сечений, наклонных к продольной оси предварительного напряжения элементов без поперечной арматуры, на действие нагибающего момента должен производиться на условия

$$M \leq \sigma_a F_a Z \quad (21)$$

где M – момент всех внешних сил, расположенных в одну сторону от рассматриваемого наклонного сечения относительно оси, проходящей через точку приложения равнодействующей усилий в сжатой зоне и перпендикулярной плоскости действия момента;

$б_a$ - напряжение в растянутой продольной стеклопластиковой арматуре, определяемое согласно п.п.3.1 – 3.5 настоящих Рекомендаций в сечении, полученном проекцией наклонного сечения на плоскость, нормальную к продольной оси элемента, с учетом снижения R_a и $б_a$ в зоне передачи напряжений (см. табл. 3 настоящих Рекомендаций);

Z – расстояние от продольной арматуры до указанной выше оси.

4. Расчет элементов стеклопластбетонных конструкций по предельным состояниям второй группы.

4.1. Расчет про образованию трещин, нрмальных и наклонных к продольной оси элемента, должен производиться в соответствии с указаниями раздела 4 СНиП II – 21-75, а так же с учетом свойств стеклопластиковой арматуры, изложенных в разделе 1 и 2 настоящих Рекомендаций.

4.2. Учитывая 1-ю категорию трещиностойкости (см.п. 1.8. настоящих Рекомендаций), деформации стеклопластбетонных конструкций могут вычисляться в соответствии с указаниями п.п.4.22 – 4.26 СНиП II – 21-75для элементов без трещин.

http://www.AlienTechnologies.ru

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Предисловие

1. Общие положения……5

2. Материалы для стеклопластбетонных конструкций……9

3. Расчет элементов стеклопластбетонных конструкций по предельным состояниям первой группы……14

4. Расчет элементов стеклопластбетонных конструкций по предельным состояниям второй группы……19

www.alientechnologies.ru