**Ведомственные строительные нормы по проектированию и основным положениям технологий производства фибробетонных конструкций ВСН 56-97**

ВСН 56-97

ВЕДОМСТВЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ

ВЕДОМСТВЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ОСНОВНЫМ ПОЛОЖЕНИЯМ
ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА ФИБРОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Дата введения 1997-07-01

ВНЕСЕНЫ НИИЖБом, МНИИТЭПом, фирмой "Фибробетон"

УТВЕРЖДЕНЫ Научно-техническим управлением Департамента строительства 1 июля 1996 г.

ВВОДЯТСЯ ВПЕРВЫЕ

Настоящие строительные нормы разработаны НИИЖБом, МНИИТЭПом и фирмой "Фибробетон" в соответствии с [Постановлением Правительства Москвы N 992 от 1 ноября 1994 г. "О комплексной программе по разработке и выпуску Московских городских строительных норм и правил, отраслевых стандартов и технических условий для строительства в г.Москве"](http://docs.cntd.ru/document/3602671) по заданию Научно-технического управления Департамента строительства. Нормы подготовлены и вводятся впервые.

Разработке 1-й редакции норм предшествовало обобщение отечественного и зарубежного опыта исследований, проектирования и технологии изготовления, устройства и возведения стеклофибробетонных, сталефибробетонных, базальтофибробетонных элементов, конструкций и сооружений.

При подготовке норм учтены основные положения действующих нормативных документов по проектированию и изготовлению бетонных, железобетонных, армоцементных и сталефибробетонных конструкций ([СНиП 2.03.01-84](http://docs.cntd.ru/document/871001190); [СНиП 2.03.03-85](http://docs.cntd.ru/document/9056431); [СНиП 2.03.11-85](http://docs.cntd.ru/document/871001005); [СНиП 10-01-94](http://docs.cntd.ru/document/5200307) и др.), а также рекомендаций, стандартов, технических условий и регламентов на материалы и технологию изготовления конструкций, приведенные в приложениях.

Настоящие ВСН согласованы с ведущими Научно-исследовательскими, проектными и производственными организациями.

В разработке ВСН участвовали: от НИИЖБ - к.т.н. Волков И.В., д.т.н. Хайдуков Г.К., инж. Газин Э.М., от МНИИТЭП - д.т.н. Жуковский Э.З., к.т.н. Шабля В.Ф., от фирмы "Фибробетон" - к.т.н. Анацкий Ф.И., Рудой В.М.

Нормы разработаны при участии Департамента строительства Правительства Москвы (к.т.н. Дмитриев А.Н.) и НИЦ "Строительство" (к.т.н. Гурьев В.В.).

Научное редактирование ВСН выполнено к.т.н. Волковым И.В. и к.т.н. Анацким Ф.И.

 ЧАСТЬ 1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТЕКЛОФИБРОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

1.1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1.1.1. Настоящие нормы распространяются на проектирование элементов несущих и ограждающих конструкций и изделий из стеклофибробетона для зданий и сооружений различного назначения.

Стеклофибробетон является разновидностью фибробетона и изготавливается из мелкозернистого бетона (бетон-матрица) и армирующих его отрезков стекловолокна (фибр), равномерно распределенных по объему бетона изделия или отдельных его частей (зон). Совместность работы бетона и фибр обеспечивается за счет сцепления по их поверхности.

1.1.2. Нормы содержат указания по проектированию стеклофибробетонных конструкций, предназначенных для работы при систематическом воздействии температуры не выше 50 °С и не ниже минус 70 °С.

При проектировании стеклофибробетонных конструкций, предназначенных для работы в условиях с систематическим воздействием температуры выше 50 °С, а также агрессивных по отношению к стеклофибробетону сред, необходимо учитывать дополнительные требования, предъявляемые к таким конструкциям соответствующими нормативными документами.

По показателям прочности, морозостойкости и водонепроницаемости приняты классы бетона в соответствии с [ГОСТ 25192](http://docs.cntd.ru/document/1200000342), [ГОСТ 26633](http://docs.cntd.ru/document/9052221), [СНиП 2.03.01](http://docs.cntd.ru/document/871001190) и СТ СЭВ 3978.

Основные буквенные обозначения, принятые согласно [СТ СЭВ 1565](http://docs.cntd.ru/document/1200000354), и используемая в настоящих нормах терминология приведены в справочном приложении 1.1.

1.1.3. Нормы предназначены для проектирования стеклофибробетонных конструкций и стеклофибробетонных конструкций с комбинированным армированием согласно классификации по п.1.1.5.

1.1.4. Допускается проектирование фибробетонных конструкций с применением фибр из полипропилена, нейлона, углерода, арамида или карбона при соответствующем обосновании и согласовании с НИИЖБ.

Основные положения

1.1.5. Стеклофибробетонные конструкции в зависимости от их армирования подразделяют на конструкции:

с фибровым армированием - при их армировании только фибрами из стекловолокна, равномерно распределенными по объему бетона всего элемента или его части;

с комбинированным армированием - при их армировании фибрами из стекловолокна, равномерно распределенными по объему (сечению) элемента, в сочетании со стержневой, проволочной стальной арматурой (или стержневой стеклопластиковой арматурой при соответствующем обосновании и согласовании с НИИЖБ).

1.1.6. Стеклофибробетонные конструкции, аналогично железобетонным согласно СТ СЭВ 1505, должны быть обеспечены с требуемой надежностью от возникновения всех видов предельных состояний расчетом, выбором материалов, назначением размеров и конструированием.

1.1.7. Конструкции из стеклофибробетона на портландцементе и глиноземистом цементе могут применяться в неагрессивных и агрессивных средах при соблюдении требований [СНиП 2.03.11](http://docs.cntd.ru/document/871001005) и указаний п.1.1.8 настоящих норм.

1.1.8. Степень агрессивного воздействия сред для стеклофибробетонных конструкций с фибровым армированием принимается по указаниям пп.2.42.8 [СНиП 2.03.11](http://docs.cntd.ru/document/871001005) как для конструкций из бетона-матрицы.

Для стеклофибробетонных конструкций с комбинированным армированием степень агрессивного воздействия сред принимается по указаниям пп.2.42.8 [СНиП 2.03.11](http://docs.cntd.ru/document/871001005) как для конструкций из железобетона.

Толщину защитного слоя фибробетона для рабочей стальной стержневой или проволочной арматуры в сборных конструкциях и изделиях рекомендуется принимать уменьшенной по сравнению с требованиями пп.5.4 и 5.5 [СНиП 2.03.03](http://docs.cntd.ru/document/9056431), но не более чем на 12 мм соответственно п.2.19 [СНиП 2.03.11](http://docs.cntd.ru/document/871001005).

1.1.9. Стеклофибробетон рекомендуется применять в тонкостенных элементах и конструкциях зданий и сооружений, для которых существенно важным является: снижение собственного веса, повышение трещиностойкости, обеспечение водонепроницаемости бетона и его долговечности (в т.ч., в агрессивных средах), повышение ударной вязкости и сопротивления истиранию, наличие радиопрозрачности, а также повышение архитектурной выразительности и экологической чистоты.

1.1.10. Выбор конструктивных решений стеклофибробетонных конструкций выполняется с учетом технико-экономической целесообразности применения таких конструкций в конкретных условиях строительства, максимального снижения их материало-, трудо- и энергоемкости, повышения долговечности и архитектурной выразительности. При этом следует учитывать методы изготовления, монтажа и условия эксплуатации конструкций.

1.1.11. Форма и размеры сечений элементов принимаются исходя из наиболее полного учета свойств стеклофибробетона, возможности заводского механизированного и автоматизированного изготовления, удобства транспортирования и монтажа конструкций.

1.1.12. При проектировании стеклофибробетонных конструкций следует учитывать наиболее эффективные технологии их изготовления (см. часть 2 настоящих норм).

1.1.13. Стеклофибробетон рекомендуется для изготовления конструкций, в которых могут быть наиболее эффектно использованы следующие его технические преимущества по сравнению с бетоном и железобетоном:

- повышенные трещиностойкость, ударная вязкость, износостойкость, морозостойкость и атмосферостойкость;

- возможность использования более эффективных конструктивных решений, чем при обычном армировании, например: применение тонкостенных конструкций, конструкций без стержневой или сетчатой распределительной и поперечной арматуры и др.;

- возможность снижения или полного исключения расхода стальной арматуры, например, в конструкциях с экономической ответственностью;

- снижение трудозатрат и энергозатрат на арматурные работы, повышение степени механизации и автоматизации при производстве фибробетонных конструкций, например, сборных тонкостенных оболочек, складок, ребристых плит покрытий и перекрытий, дорожных покрытий, монолитных и сборных полов промышленных и общественных зданий, конструкций несъемной опалубки и др.;

- возможность применения новых, более производительных приемов формования армированных конструкций, например, пневмонабрызга, погиба свежеотформованных листовых изделий и др.

Рекомендуемая номенклатура эффективных стеклофибробетонных конструкций приведена в справочном приложении 1.2.

1.1.14. Для приготовления стеклофибробетона применяется мелкозернистый бетон (матрица) на мелком плотном заполнителе по [ГОСТ 8736](http://docs.cntd.ru/document/901700280), портландцементе по [ГОСТ 10178](http://docs.cntd.ru/document/871001094) или глиноземистом цементе по [ГОСТ 969](http://docs.cntd.ru/document/9055871), а также модифицированном портландцементе с ультрадисперсной кремнеземной добавкой или ВНВ. Применение других вяжущих допускается при соответствующем обосновании.

1.1.15. Для фибрового армирования мелкозернистого бетона на портландцементе и его разновидностях используются фибры из щелочестойкого стекла марки СЦ-6 в виде отрезков комплексных нитей рассыпающегося ровинга по ТУ 21-38-233-92.

Для фибрового армирования матрицы на глиноземистом цементе может использоваться фибра из обычного алюмоборосиликатного стекловолокна по [ГОСТ 17139](http://docs.cntd.ru/document/1200030342) при соответствующем обосновании.

При экспериментальном и экономическом обосновании и согласовании с НИИЖБ возможно применение фибр из стеклянного волокна со специальными защитными покрытиями.

1.1.16. Размеры и форма фибр из стекловолокна принимаются с учетом вида, назначения конструкции, технологических требований по ее изготовлению, с целью максимального использования прочностных свойств и обеспечения долговечности фибры в стеклофибробетоне.

1.1.17. Стеклофибробетонные элементы с фибровым армированием рекомендуется применять в конструкциях, работающих:

- преимущественно на ударные нагрузки, истирание, продавливание и атмосферные воздействия;

- на сжатие при эксцентриситетах приложения продольной силы, не превышающих величин, указанных в п.3.3 [СНиП 2.03.01](http://docs.cntd.ru/document/871001190) (например, в элементах пространственных покрытий);

- на изгиб при соблюдении условий, исключающих их хрупкое разрушение в конструкциях с экономической ответственностью;

- в условиях, указанных в п.1.7б [СНиП 2.03.01](http://docs.cntd.ru/document/871001190).

1.1.18. Стеклофибробетонные конструкции с комбинированным армированием применяются аналогично обычным или предварительно напряженным железобетонным конструкциям в зданиях и сооружениях, для которых существенное значение имеют снижение собственного веса, уменьшение раскрытия трещин, обеспечение водонепроницаемости, долговечность, стойкость при воздействии ударных нагрузок.

1.1.19. При проектировании сборных стеклофибробетонных конструкций особое внимание необходимо обращать на прочность, долговечность и технологичность соединений и узлов. Соединения и узлы сборных ограждающих конструкций должны удовлетворять также специальным требованиям к этим ограждениям (обеспечивать передачу усилий элементам несущих конструкций, выполнение теплотехнических требований, заданной деформативности, водонепроницаемости и др.).

1.1.20. Для предотвращения появления трещин, местных выколов и других дефектов стеклофибробетонных конструкций или изделий при их подъеме в процессе изготовления, складирования, транспортирования и монтажа следует применять специальные приспособления, в т.ч. беспетлевые захваты стеклофибробетонных конструкций и изделий.

Основные расчетные требования

1.1.21. Стеклофибробетонные конструкции с фибровым или комбинированным армированием должны удовлетворять требованиям по несущей способности (предельные состояния первой группы) и по пригодности к нормальной эксплуатации (предельные состояния второй группы) согласно [СТ СЭВ 1406](http://docs.cntd.ru/document/901708171).

1.1.22. Проектирование конструкций выполняется по методике, аналогичной методике проектирования армоцеметных и сталефибробетонных конструкций с учетом прочностных и деформативных характеристик стеклофибробетона. При проектировании стеклофибробетонных конструкций следует руководствоваться общими положениями [СНиП 2.03.01](http://docs.cntd.ru/document/871001190) (пп.1.1-1.6, 1.8-1.9, 1.22), [СНиП 2.03.03](http://docs.cntd.ru/document/9056431) и настоящими нормами.

1.1.23. Расчет стеклофибробетонных конструкций, в т.ч. с комбинированным армированием, производится по несущей способности (предельные состояния первой группы) и по пригодности к нормальной эксплуатации (предельные состояния второй группы) в соответствии с положениями настоящих норм, учитывающих следующие особенности стеклофибробетонных конструкций:

- дисперсность армирования;

- тонкостенность конструкций;

- уменьшенный (по сравнению с железобетонными конструкциями) защитный слой для стержневой или проволочной арматуры при комбинированном армировании;

- возможное изменение прочности на растяжение стеклофибробетона во времени в зависимости от влажности среды эксплуатации.

1.1.24. Значения нагрузок и воздействий, коэффициентов перегрузок, коэффициентов сочетаний нагрузок, а также разделение нагрузок на постоянные и временные (длительные, кратковременные, особые) должны приниматься в соответствии с требованиями СНиП II-6, с учетом дополнительных указаний [СНиП 2.03.01](http://docs.cntd.ru/document/871001190) и пп.1.12 и 1.13 [СНиП 2.03.03](http://docs.cntd.ru/document/9056431).

1.1.25. Трещиностойкость стеклофибробетонных конструкций с фибровым и комбинированным армированием должна отвечать требованиям п.1.13 [СНиП 2.03.03](http://docs.cntd.ru/document/9056431) и настоящих норм.

1.1.26. Категории требований к трещиностойкости стеклофибробетонных конструкций с комбинированным армированием в зависимости от условий их работы и вида арматуры, а также величины предельно допустимой ширины раскрытия трещин приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| Условия работы элементов конструкций | Категория требований к трещиностойкости стеклофибробетонных конструкций с комбинированным армированием и предельно допустимая ширина и , мм, раскрытия трещин при армировании |
|  | стержневой классов A-I, A-II, A-III, A-IIIв и A-IV; проволочной классов B-I и Bp-I | стержневой классов A-V и A-VI; проволочной классов B-II, Bp-II, К-7 и К-9 при диаметре проволоки 4,5 мм и более | проволочной классов B-II, Bp-II и К-7при диаметре проволоки 3 мм и менее |
| Элементы: |  |  |  |
| 1. С полностью растянутым или частично сжатым сечением, воспринимающие давление жидкостей или газов | 2-я категорияВСН 56-97 Ведомственные строительные нормы по проектированию и основным положениям технологий производства фибробетонных конструкций0,10ВСН 56-97 Ведомственные строительные нормы по проектированию и основным положениям технологий производства фибробетонных конструкций0,06 | 1-я категория | 1-я категория |
| 2. Эксплуатируемые в отапливаемых зданиях с относительной влажностью внутреннего воздуха помещений выше 75%, а также на открытом воздухе и в неотапливаемых зданиях в условиях увлажнения атмосферными осадками | 2-я категорияВСН 56-97 Ведомственные строительные нормы по проектированию и основным положениям технологий производства фибробетонных конструкций0,12ВСН 56-97 Ведомственные строительные нормы по проектированию и основным положениям технологий производства фибробетонных конструкций0,09 | 1-я категория | 1-я категория |
| 3. Эксплуатируемые в отапливаемых зданиях с относительной влажностью внутреннего воздуха помещений от 60 до 75% | 2-я категорияВСН 56-97 Ведомственные строительные нормы по проектированию и основным положениям технологий производства фибробетонных конструкций0,15ВСН 56-97 Ведомственные строительные нормы по проектированию и основным положениям технологий производства фибробетонных конструкций0,12 | 2-я категорияВСН 56-97 Ведомственные строительные нормы по проектированию и основным положениям технологий производства фибробетонных конструкций0,12ВСН 56-97 Ведомственные строительные нормы по проектированию и основным положениям технологий производства фибробетонных конструкций0,08 | 1-я категория |
| 4. Эксплуатируемые в отапливаемых зданиях с относительной влажностью внутреннего воздуха помещений до 60% и при отсутствии возможности систематического увлажнения конструкции конденсатом | 2-я категорияВСН 56-97 Ведомственные строительные нормы по проектированию и основным положениям технологий производства фибробетонных конструкций0,20ВСН 56-97 Ведомственные строительные нормы по проектированию и основным положениям технологий производства фибробетонных конструкций0,15 | 2-я категорияВСН 56-97 Ведомственные строительные нормы по проектированию и основным положениям технологий производства фибробетонных конструкций0,15ВСН 56-97 Ведомственные строительные нормы по проектированию и основным положениям технологий производства фибробетонных конструкций0,10 | 2-я категорияВСН 56-97 Ведомственные строительные нормы по проектированию и основным положениям технологий производства фибробетонных конструкций0,07ВСН 56-97 Ведомственные строительные нормы по проектированию и основным положениям технологий производства фибробетонных конструкций0,05 |

Нагрузки, учитываемые при расчете стеклофибробетонных конструкций с фибровым или комбинированным армированием по образованию и раскрытию трещин, должны приниматься согласно табл.2 [СНиП 2.03.03](http://docs.cntd.ru/document/9056431).

1.1.27. Несущие стеклофибробетонные элементы, как правило, должны выполняться с комбинированным армированием.

Несущие элементы из стеклофибробетона без комбинированного армирования не должны иметь трещин при продолжительном действии нагрузки с коэффициентом перегрузки  и удовлетворять требованиям по несущей способности.

1.1.28. Определение прогибов стеклофибробетонных конструкций с комбинированным армированием следует производить согласно положениям [СНиП 2.03.01](http://docs.cntd.ru/document/871001190) и указаниям пп.1.4.9-1.4.14 настоящих норм. Значения предельно допустимых прогибов следует принимать по [СНиП 2.03.01](http://docs.cntd.ru/document/871001190).

Расчет прогибов стеклофибробетонных конструкций без комбинированного армирования не производится.

1.1.29. Статический расчет стеклофибробетонных конструкций в виде оболочек и складок следует выполнять как тонкостенных пространственных конструкций. Перераспределение усилий в статически неопределимых стеклофибробетонных конструкциях следует обосновывать экспериментальным путем.

1.1.30. Расстояния между температурно-усадочными швами в стеклофибробетонных конструкциях покрытий и др. следует устанавливать расчетом с учетом требований [СНиП 2.03.01](http://docs.cntd.ru/document/871001190).

1.1.31. Средняя плотность мелкозернистого бетона, учитываемая при расчете стеклофибробетонных конструкций, принимается равной 2300 кг/м. Средняя плотность стеклофибробетона принимается равной 2400 кг/м. При наличии конкретных данных о средней плотности стеклофибробетона допускается принимать другие значения, обоснованные в установленном порядке.

1.1.32. В рабочих чертежах конструкций из стеклофибробетона следует указывать требования к материалам, а также сведения о технологических приемах изготовления, контроля качества и хранения конструкций.

Дополнительные указания по проектированию предварительно напряженных конструкций

1.1.33. Предварительно напряженные стеклофибробетонные конструкции следует проектировать в соответствии с требованиями пп.1.23-1.30 [СНиП 2.03.01](http://docs.cntd.ru/document/871001190); пп.1.21 и 1.25 [СНиП 2.03.03](http://docs.cntd.ru/document/9056431) и настоящих норм.

1.1.34. Потери напряжения в предварительно напряженной арматуре для стеклофибробетонных конструкций следует определять по указаниям пп.1.25-1.27 [СНиП 2.03.01](http://docs.cntd.ru/document/871001190)как для конструкций из мелкозернистого бетона.

Потери от усадки стеклофибробетона допускается принимать с коэффициентом 0,9 при соответствующем обосновании.

Дополнительные указания по проектированию изгибаемых трехслойных элементов с эффективным утеплителем и наружными слоями из стеклофибробетона

1.1.35. Настоящие нормы могут быть использованы при проектировании ограждающих трехслойных элементов, выполняемых с наружными слоями из стеклофибробетона и внутренним слоем - из фибролита по [ГОСТ 8928](http://docs.cntd.ru/document/822912837), легкого бетона или плит из ячеистого бетона.

1.1.36. Наружные слои трехслойных элементов принимаются толщиной 1530 мм и выполняются из стеклофибробетона на основе мелкозернистого бетона класса не ниже В25 группы А.

1.1.37. Дисперсное армирование выполняется из отрезков щелочестойкого стекловолокна длиной 2040 мм, изготавливаемого по ТУ 21-38-233-92.

1.1.38. Внутренний слой толщиной 75220 мм выполняется из фибролита по [ГОСТ 8928](http://docs.cntd.ru/document/822912837)объемной массой не ниже 400, а также из легкого монолитного бетона или плит из ячеистого бетона, отвечающих соответствующим стандартам.

1.1.39. Настоящие указания по расчету распространяются на трехслойные элементы, изготавливаемые методом приформовывания слоев, т.е. с обеспеченным сцеплением слоев стеклофибробетона и внутреннего слоя утеплителя.

1.1.40. При проектировании с целью обеспечения прочности, жесткости и трещиностойкости трехслойных стеклофибробетонных элементов, рассчитываемых по настоящим нормам, следует принимать величину отношения расчетного пролета изгибаемого элемента к его полной высоте не менее 8.

1.2. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СТЕКЛОФИБРОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Мелкозернистый бетон

1.2.1. Для стеклофибробетонных конструкций, проектируемых в соответствии с настоящими нормами, следует предусматривать конструкционный мелкозернистый бетон по [ГОСТ 26633](http://docs.cntd.ru/document/9052221)средней плотности не менее 2000 кг/м на кварцевом песке с крупностью зерен от 1,5 мм до 2,5 мм в соответствии с [ГОСТ 8736](http://docs.cntd.ru/document/901700280).

Бетон должен иметь водопоглощение не более 8% по массе.

1.2.2. Мелкозернистый бетон для стеклофибробетонных конструкций в зависимости от вида и условий их работы предусматривается следующих классов и марок:

а) классов по прочности на сжатие:

бетон группы А (естественного твердения или подвергнутый тепловой обработке при атмосферном давлении, на песке с модулем крупности свыше 2,0, но не более 2,5) - В20, В25, В30, В35, В40;

бетон группы Б (естественного твердения или подвергнутый тепловой обработке при атмосферном давлении, на песке с модулем крупности 2,01,5) - В20, В25, В30 и В35.

Допускается применение бетона промежуточных классов В22,5 и В27,5 при условии, что это приводит к экономии цемента по сравнению с применением бетона соответственно классов В25 и В30 и не снижает других технико-экономических показателей конструкций,

б) классов по прочности на осевое растяжение - B1,6; B2; B2,4; B2.8; B3.2; B3.6; B4;

в) марок по морозостойкости - F50; F75; F100; F150; F200; F250; F300; F400, F500;

г) марок по водонепроницаемости - W4; W6; W8; W10; W12.

1.2.3. В качестве вяжущих для приготовления мелкозернистого бетона стеклофибробетонных конструкций следует применять портландцемент по [ГОСТ 10178](http://docs.cntd.ru/document/871001094), глиноземистый цемент по [ГОСТ 969](http://docs.cntd.ru/document/9055871) марок не ниже М400, а также добавки микрокремнезема по ТУ 7-249533; ТУ 7-249533-02; ТУ 2-249533-03 или вяжущее низкой водопотребности (ВНВ) по ТУ 21-26-20.

1.2.4. Возраст бетона, отвечающий его классу по прочности на сжатие и осевое растяжение, назначается при проектировании, исходя из возможных реальных сроков фактического загружения конструкций проектными нагрузками, способа возведения и условий твердения бетона. При отсутствии этих данных класс бетона устанавливается в возрасте 28 суток.

Значение отпускной прочности бетона в элементах сборных конструкций назначается в соответствии с указаниями [ГОСТ 13015.0](http://docs.cntd.ru/document/871001191)\* и стандартов или технических условий на конструкции конкретных видов.
\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_
\* На территории Российской Федерации действует [ГОСТ 13015-2003](http://docs.cntd.ru/document/1200036309). - Примечание изготовителя базы данных.

1.2.5. Для предварительно напряженных стеклофибробетонных элементов бетон, в котором расположена напрягаемая арматура, принимается класса по прочности на сжатие в зависимости от вида и класса напрягаемой арматуры, ее диаметра и наличия анкерных устройств не ниже, указанного в табл.8 [СНиП 2.03.01](http://docs.cntd.ru/document/871001190).

1.2.6. Минимальные марки по морозостойкости и водонепроницаемости стеклофибробетона в зависимости от условий работы стеклофибробетонных конструкций принимаются в соответствии с указаниями п.2.9 [СНиП 2.03.01](http://docs.cntd.ru/document/871001190) или проектных требований.

1.2.7. Для замоноличивания стыков стеклофибробетонных элементов следует принимать бетон или стеклофибробетон с прочностными характеристиками в зависимости от условий работы соединяемых элементов, но не ниже, чем фибробетона соединяемых элементов.

Нормативные и расчетные характеристики мелкозернистого бетона

1.2.8. Нормативные и расчетные сопротивления мелкозернистого бетона, а также коэффициенты условий работы принимаются в соответствии с указаниями пп.2.11-2.13 [СНиП 2.03.01](http://docs.cntd.ru/document/871001190).

1.2.9. Значения начального модуля упругости , коэффициента линейной температурной деформации , начального коэффициента поперечной деформации (коэффициента Пуассона) и модуля сдвига стеклофибробетона могут быть приняты как для мелкозернистого бетона в соответствии с указаниями пп.2.14-2.16 [СНиП 2.03.01](http://docs.cntd.ru/document/871001190). Допускается принимать уточненные опытным путем значения этих характеристик при соответствующем обосновании.

Арматура

1.2.10. Для фибрового армирования стеклофибробетонных конструкций принимается фибра в виде отрезков стекловолокна, как правило, длиной от 10 мм до 60 мм, изготавливаемая путем рубки:

- ровинга из щелочестойкого (цементостойкого) стекловолокна, выпускаемого по ТУ 21-38-233-92;

- ровинга из алюмоборосиликатного (нещелочестойкого) стекловолокна по [ГОСТ 17139](http://docs.cntd.ru/document/1200030342).

Длина фибры принимается в зависимости от размеров и армирования конструкций, вида технологического оборудования по приготовлению и укладке стеклофибробетонной смеси.

1.2.11. Для армирования мелкозернистого бетона на портландцементе используется фибра из щелочестойкого стекловолокна.

1.2.12. Фибра из нещелочестойкого (алюмоборосиликатного) стекловолокна может использоваться в случаях армирования бетона (матрицы) на основе глиноземистого цемента, портландцемента с добавкой гипса или микрокремнезема на ограниченный срок службы при соответствующем обосновании.

Использование фибры из алюмоборосиликатного (нещелочестойкого) стекловолокна для армирования стеклофибробетона на портландцементе допускается в качестве фибровой арматуры, рассчитываемой на восприятие технологических нагрузок при работе бетона конструкций в раннем возрасте в срок до одного месяца.

1.2.13. Допускается применение для фибрового армирования капроновых, нейлоновых, полипропиленовых высокомодульных волокон при соответствующем технико-экономическом и экспериментальном обосновании в установленном порядке.

1.2.14. Стержневая и проволочная арматура при комбинированном армировании стеклофибробетонных конструкций принимается в соответствии с указаниями [СНиП 2.03.01](http://docs.cntd.ru/document/871001190).

1.2.15. Выбор стержневой и проволочной арматуры в зависимости от типа конструкции, наличия предварительного напряжения, условий возведения и эксплуатации, а также выбор марок стали для закладных деталей производится по соответствующим указаниям [СНиП 2.03.01](http://docs.cntd.ru/document/871001190)и [СНиП 2.03.03](http://docs.cntd.ru/document/9056431).

Нормативные и расчетные характеристики арматуры

1.2.16. За нормативные сопротивления растяжению фибровой арматуры  принимаются наименьшие контролируемые значения временного сопротивления разрыву для фибры в виде отрезков комплексной нити или элементарного волокна в зависимости от предусмотренной проектом технологии изготовления конструкций.

Указанные контролируемые характеристики фибровой арматуры принимаются в соответствии с техническими условиями на фибру и гарантируются с вероятностью не менее 0,95.

1.2.17. Расчетные сопротивления фибровой арматуры растяжению для предельных состояний первой группы  определяются путем деления нормативных сопротивлений на коэффициент надежности по фибровой арматуре , принимаемый в зависимости от вида фибровой арматуры.

1.2.18. Нормативные сопротивления, коэффициенты надежности и расчетные сопротивления растяжению для фибровой арматуры приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
| Вид фибровой арматуры | Нормативные сопротивлениярастяжению  ирасчетные сопротивлениярастяжению дляпредельных состоянийвторой группы ВСН 56-97 Ведомственные строительные нормы по проектированию и основным положениям технологий производства фибробетонных конструкций,Мпа | Коэффициент надежностипо фибровой арматуре при расчете конструкцийпо предельным состояниям | Расчетное сопротивление растяжению фибровой арматуры для предельных состояний первой группы |
|  |  | первой группы | второй группы |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Фибра из:1. Щелочестойкого стекловолокна в виде отрезков комплексных нитей, получаемых из ровинга по ТУ 21-38-223 при марках стекла: |  |  |  |  |
| Щ-15ЖТ | 1100 | 1,3 | 1,0 | 845 |
| СЦ-6 | 1100 | 1,2 | 1,0 | 910 |
| СЦ-6ПУ | 1100 | 1,1 | 1,0 | 1000 |
| 2. Алюмоборосиликатного (нещелочестойкого) стекловолокна по [ГОСТ 17139](http://docs.cntd.ru/document/1200030342) в виде отрезков комплексных нитей | 1200 | 1,3 | 1,0 | 930 |

1.2.19. Модуль упругости стекловолокна фибровой арматуры, приведенной в таблице 1.2, принимается равным  МПа.

Для фибры из других видов волокон модуль упругости может приниматься по опытным данным при соответствующем обосновании.

1.2.20. При комбинированном армировании нормативные и расчетные сопротивления стержневой и проволочной арматуры, коэффициенты условий работы и модули упругости этой арматуры принимаются согласно указаниям [СНиП 2.03.01](http://docs.cntd.ru/document/871001190).

1.2.21. Длину зоны передачи напряжений  для напрягаемой арматуры без анкеров при комбинированном армировании стеклофибробетонных конструкций рекомендуется определять по указаниям п.2.29 [СНиП 2.03.01](http://docs.cntd.ru/document/871001190), как для используемого мелкозернистого бетона-матрицы.

Допускается принимать уменьшенные значения  в зависимости от интенсивности фибрового армирования и технологии изготовления конструкций при соответствующем обосновании.

1.3. РАСЧЕТ СТЕКЛОФИБРОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПО ПРЕДЕЛЬНЫМ СОСТОЯНИЯМ ПЕРВОЙ ГРУППЫ

1.3.1. Стеклофибробетонные конструкции при расчете по прочности рассматриваются как дисперсно армированные фибровой арматурой, равномерно распределенной по всему сечению (объему) элемента.

1.3.2. Расчет стеклофибробетонных конструкций по предельным состояниям первой группы производится с учетом основных положений [СНиП 2.03.01](http://docs.cntd.ru/document/871001190), методики [СНиП 2.03.03](http://docs.cntd.ru/document/9056431) и в соответствии с п.п.1.3.5-1.3.30 настоящих норм.

1.3.3. Расчет элементов стеклофибробетонных конструкций по прочности производится для сечений, нормальных и наклонных к продольной оси. В случае надобности производится расчет элементов на местное действие нагрузки (смятие и продавливание).

1.3.4. Расчет элементов стеклофибробетонных конструкций на смятие следует производить в соответствии с указаниями п.п.3.39, 3.40 [СНиП 2.03.01](http://docs.cntd.ru/document/871001190).

Расчет стеклофибробетонных элементов на продавливание производится в соответствии с указаниями п.1.3.30 настоящих норм.

Расчет по прочности сечений, нормальных к продольной оси элемента

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

- сопротивление стеклофибробетона сжатию выражается напряжениями, равными , равномерно распределенными по сжатой зоне сечения;

- сопротивление стеклофибробетона растяжению выражается напряжениями, равными , распределенными равномерно в пределах частей сечения по растянутой зоне сечения с учетом коэффициента полноты эпюры напряжений  (см. п.1.3.16) в зависимости от армирования и формы сечения элемента;

- напряжения в стержневой или проволочной арматуре, расположенной в сжатой зоне сечения, принимаются равными расчетному сопротивлению при сжатии обычной  и преднапряженной  арматуры;

- напряжения в стержневой или проволочной арматуре, расположенной в растянутой зоне сечения, принимаются равными расчетному сопротивлению растяжению  и .

При этом значения сопротивлений стеклофибробетона сжатию  и растяжению принимаются в зависимости от армирования, формы и размеров элемента по указаниям п.п.1.3.6-1.3.12 настоящих норм.

1.3.6. Расчетное сопротивление растяжению стеклофибробетона  определяется в зависимости от класса бетона, количества, вида и размеров фибры, а также размеров элемента по указаниям пп.1.3.7-1.3.9.

1.3.7. Значение  определяются по формуле:

, (1)

где:  - коэффициент, учитывающий влияние бетона-матрицы на прочность фибробетона и принимаемый по указаниям п.1.3.8;

 - коэффициент фибрового армирования по объему;

 - расчетное сопротивление растяжению фибровой арматуры, принимаемое по таблице 1.2;

 - коэффициент, учитывающий ориентацию фибр в объеме элемента, и принимаемый по указаниям п.1.3.9;

 - коэффициент, учитывающий влияние длины фибр, и принимаемый по указаниям п.1.3.10;

 - коэффициенты условий работы, учитывающие особенности свойств бетона, длительность действия и многократную повторяемость нагрузки, условия и стадию работы конструкции, способ ее изготовления и др. Значения коэффициентов  принимаются по указанию п.1.3.11.

При этом должно соблюдаться условие:

, (2)

где:  - критический процент фибрового армирования, определяемый по указаниям п.1.5.1 настоящих норм.

1.3.8. Значения коэффициента  при вычислении величины  для стеклофибробетона принимаются по данным, приведенным на рис.1.1. Для промежуточных значений коэффициент  принимается по интерполяции.

Рис.1.1. Изменение коэффициента m(1) в зависимости от нормативной прочности на сжатие бетона-матрицы и объемного содержания стекловолокна



Рис.1.1. Изменение коэффициента  в зависимости от нормативной прочности
на сжатие бетона-матрицы и объемного содержания стекловолокна

При  >2,8 значения коэффициента  должны приниматься по опытным данным и согласованию с НИИЖБ.

1.3.9. Значения коэффициента  в формуле 1 принимаются:

0,37 при 10 мм 15 мм;

0,35 при 15 мм 25 мм;

0,32 при 25 мм 30 мм;

Значения  для элементов толщиной менее 10 мм и более 30 мм могут быть уточнены в опытном порядке при соответствующем обосновании.

1.3.10. Значения коэффициента  в формуле 1 принимаются:

0,95 - при длине фибры 60 мм;

0,9 - при длине фибры 40 мм;

0,85 - при длине фибры 20 мм;

0,70 - при длине фибры 10 мм.

1.3.11. При вычислении величины  в формулу вводится коэффициент , значения которого принимаются в зависимости от вида фибробетона и влажности среды, в которой эксплуатируется конструкция, по табл.1.3.

Таблица 1.3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| Вид бетона | Значения коэффициента , при условиях эксплуатации конструкции |
|  | Воздушно-сухих | Влажных 80% | На открытом воздухе |
| Стеклофибробетон на портландцементе и щелочестойком волокне при проценте фибрового армирования |  |  |  |
| 1,2 | 0,9 | 0,70 | 0,70 |
| 2,0 | 0,95 | 0,73 | 0,75 |
| 2,8 | 1,0 | 0,75 | 0,80 |
| При 3% | 1,0 | 0,80 | 0,90 |

1.3.12. Расчетное сопротивление сжатию стеклофибробетона  определяется по формуле:

, (3)

где:  - коэффициент условий работы, принимаемый равным:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
|  | ВСН 56-97 Ведомственные строительные нормы по проектированию и основным положениям технологий производства фибробетонных конструкций1 | при |  <  <1,5%; |  |
|  | ВСН 56-97 Ведомственные строительные нормы по проектированию и основным положениям технологий производства фибробетонных конструкций1,1 | при | 1,5% <  <2,5%; |  |
|  | ВСН 56-97 Ведомственные строительные нормы по проектированию и основным положениям технологий производства фибробетонных конструкций0,95 | при | >2,5%. |  |

1.3.13. Расчет по прочности сечений, нормальных к продольной оси стеклофибробетонного внецентренно нагруженного элемента, когда сила действует в плоскости оси симметрии, производится согласно основным положениям [СНиП 2.03.01](http://docs.cntd.ru/document/871001190) и рекомендациям пп.3.3-3.40 [СНиП 2.03.03](http://docs.cntd.ru/document/9056431) по приведенным в нем формулам с учетом указаний п.1.3.5-1.3.18 настоящих норм.

При этом расчет стеклофибробетонных элементов ведется:

- при фибровом армировании (см. п.1.1.4) - как армоцементных элементов с арматурой, приведенной к равномерно распределенной по сечению элемента (см. п.3.2 [СНиП 2.03.03](http://docs.cntd.ru/document/9056431));

- при комбинированном армировании (см. п.1.1.4) - как армоцементных элементов с комбинированным армированием (см. п.3.2 [СНиП 2.03.03](http://docs.cntd.ru/document/9056431)).

Расчет стеклофибробетонных элементов производится по расчетным формулам для армоцемента согласно [СНиП 2.03.03](http://docs.cntd.ru/document/9056431) с изменениями, приведенными в пп.1.3.14-1.3.18 настоящих норм, с использованием приведенных в них расчетных схем, усилий и эпюр напряжений в сечениях стеклофибробетонного элемента.

1.3.14. Расчет прочности нормальных сечений изгибаемых, внецентренно сжатых, центрально и внецентренно растянутых стеклофибробетонных элементов производится по формулам 1-43 пп.3.4-3.19 [СНиП 2.03.03](http://docs.cntd.ru/document/9056431) с заменой в них величин, используемых для армоцемента, на величины для стеклофибробетона в соответствии с табл.1.4.

Таблица 1.4

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Расчетные величины, заменяемые в формулах [СНиП 2.03.03](http://docs.cntd.ru/document/9056431) | Расчетные величины, используемыедля стеклофибробетона по настоящим нормам |
| ВСН 56-97 Ведомственные строительные нормы по проектированию и основным положениям технологий производства фибробетонных конструкций |  |
|  или ВСН 56-97 Ведомственные строительные нормы по проектированию и основным положениям технологий производства фибробетонных конструкций |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
| ВСН 56-97 Ведомственные строительные нормы по проектированию и основным положениям технологий производства фибробетонных конструкций |  |

Другие обозначения и величины в указанных формулах принимаются без изменений.

Величины , ,  (для полки),  (для ребра или стенки) и ,  (для кольцевого сечения) определяют по указаниям п.1.3.7-1.3.12, принимая в формулах 4-6 значения коэффициентов ориентации соответственно для отдельных частей сечения элемента:

сжатой полки двутаврового сечения - ;

растянутой полки двутаврового сечения - ;

растянутой зоны сечения ребра или стенки - ;

растянутой зоны кольцевого сечения - .

Равномерно распределенная по высоте сечения стальная стержневая или проволочная арматура может быть учтена в расчете путем ее приведения к фибровому армированию в соответствии с п.3.2 [СНиП 2.03.03](http://docs.cntd.ru/document/9056431) по формуле:

 (4)

1.3.15. При расчете стеклофибробетонных конструкций по указаниям пп.1.3.13-1.3.14 настоящих норм используются расчетные схемы внутренних усилий и напряжений, приведенные соответственно для элементов:

изгибаемых - на рис.1.2-1.7;

внецентренно сжатых - на рис.1.8 и 1.9;

внецентренно растянутых - на рис.1.10 и 1.11.

Рис.1.2. Схема усилий и эпюра напряжений в сечении, нормальном к продольной оси изгибаемого стеклофибробетонного элемента прямоугольного сечения, при расчете его по прочности



Рис.1.2. Схема усилий и эпюра напряжений в сечении, нормальном к продольной оси
изгибаемого стеклофибробетонного элемента прямоугольного сечения, при расчете его по прочности

Рис.1.3. Схема усилий и эпюра напряжений в сечении, нормальном к продольной оси изгибаемого стеклофибробетонного с комбинированным армированием элемента прямоугольного сечения при расчете его по прочности



Рис.1.3. Схема усилий и эпюра напряжений в сечении, нормальном к продольной оси
изгибаемого стеклофибробетонного с комбинированным армированием элемента
прямоугольного сечения при расчете его по прочности

Рис.1.4. Схема усилий и эпюра напряжений в сечении, нормальном к продольной оси изгибаемого стеклофибробетонного элемента двутаврового сечения, при расчете его по прочности при х меньше или равно t'(f)



Рис.1.4. Схема усилий и эпюра напряжений в сечении, нормальном к продольной оси
изгибаемого стеклофибробетонного элемента двутаврового сечения,
при расчете его по прочности при 

Рис.1.5. Схема усилий и эпюра напряжений в сечении, нормальном к продольной оси изгибаемого стеклофибробетонного элемента двутаврового сечения, при расчете его по прочности при x больше t'(f)



Рис.1.5. Схема усилий и эпюра напряжений в сечении, нормальном к продольной оси
изгибаемого стеклофибробетонного элемента двутаврового сечения,
при расчете его по прочности при 

Рис.1.6. Схема усилий и эпюра напряжений в сечении, нормальном к продольной оси изгибаемого стеклофибробетонного с комбинированным армированием элемента двутаврового сечения, при расчете его по прочности при x меньше или равно t'(f)



Рис.1.6. Схема усилий и эпюра напряжений в сечении, нормальном к продольной оси
изгибаемого стеклофибробетонного с комбинированным армированием элемента
двутаврового сечения, при расчете его по прочности при 

Рис.1.7. Схема усилий и эпюра напряжений в сечении, нормальном к продольной оси изгибаемого стеклофибробетонного с комбинированным армированием элемента двутаврового сечения, при расчете его по прочности при x больше t'(f)



Рис.1.7. Схема усилий и эпюра напряжений в сечении, нормальном к продольной оси
изгибаемого стеклофибробетонного с комбинированным армированием элемента
двутаврового сечения, при расчете его по прочности при 

Рис.1.8. Схема усилий и эпюра напряжений в сечении, нормальном к продольной оси внецентренно сжатого стеклофибробетонного элемента двутаврового сечения, при расчете его по прочности при x меньше или равно t'(f)



Рис.1.8. Схема усилий и эпюра напряжений в сечении, нормальном к продольной оси
внецентренно сжатого стеклофибробетонного элемента двутаврового сечения,
при расчете его по прочности при 

Рис.1.9. Схема усилий и эпюра напряжений в сечении, нормальном к продольной оси внецентренно сжатого стеклофибробетонного элемента двутаврового сечения, при расчете его по прочности при х больше t'(f)



Рис.1.9. Схема усилий и эпюра напряжений в сечении, нормальном к продольной оси
внецентренно сжатого стеклофибробетонного элемента двутаврового сечения,
при расчете его по прочности при 

Рис.1.10. Схема усилий и эпюра напряжений в сечении, нормальном к продольной оси внецентренно растянутого стеклофибробетонного элемента с комбинированным армированием, в расчете его по прочности при приложении продольной силы N в пределах ядра сечения



Рис.1.10. Схема усилий и эпюра напряжений в сечении, нормальном к продольной оси
внецентренно растянутого стеклофибробетонного элемента с комбинированным армированием,
в расчете его по прочности при приложении продольной силы  в пределах ядра сечения

1 - стержневая или проволочная арматура

Рис.1.11. Схема усилий и эпюра напряжений в сечении, нормальном к продольной оси внецентренно растянутого стеклофибробетонного элемента с комбинированным армированием, в расчете его по прочности при приложении продольной силы N за пределами ядра сечения



Рис.1.11. Схема усилий и эпюра напряжений в сечении, нормальном к продольной оси
внецентренно растянутого стеклофибробетонного элемента с комбинированным армированием,
в расчете его по прочности при приложении продольной силы  за пределами ядра сечения

1 - стержневая или проволочная арматура

При этом условие п.3.19в [СНиП 2.03.03](http://docs.cntd.ru/document/9056431) (формула 42) заменяется формулой:



1.3.16. При расчете прочности стеклофибробетонных изгибаемых элементов прямоугольного сечения по схеме, приведенной на рис.1.3, значение  умножается на коэффициент, определяемый по формулам:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| при  5; | ВСН 56-97 Ведомственные строительные нормы по проектированию и основным положениям технологий производства фибробетонных конструкций; | (5) |
| при  5; | ВСН 56-97 Ведомственные строительные нормы по проектированию и основным положениям технологий производства фибробетонных конструкций | (6) |

1.3.17. При расчете прочности стеклофибробетонных изгибаемых элементов двутаврового сечения по схеме, приведенной на рис.1.4 и 1.5 значение  в пределах стенки элемента умножается на коэффициент , определяемый по формуле п.1.3.16. В пределах растянутой полки принимается полная величина .

1.3.18. При расчете прочности стеклофибробетонных с комбинированным армированием изгибаемых элементов двутаврового сечения по схеме, приведенной на рис.1.6 и 1.7 значение  для растянутой зоны сечения в пределах стенки принимается с коэффициентом , принимаемый равным:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| 0,5 | при | 1,2%; |
| 0,7 | при | 2,0%; |
| 0,9 | при | 2,8%. |

Для стеклофибробетона, расположенного в растянутой полке, значение  принимается с коэффициентом , назначаемым при армировании растянутой полки стальной арматурой:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  | классов А-I, А-II, А-III, A-IV, Вр-I | ВСН 56-97 Ведомственные строительные нормы по проектированию и основным положениям технологий производства фибробетонных конструкций; |  |
|  | классов A-V, A-VI, Вр-II, К7 и К19 | ВСН 56-97 Ведомственные строительные нормы по проектированию и основным положениям технологий производства фибробетонных конструкций. |  |

1.3.19. При расчете по прочности изгибаемых стеклофибробетонных элементов складчатого сечения с комбинированным армированием арматурой класса Вр-II значение величины  в расчетных формулах 7-22 пп.3.7-3.12 [СНиП 2.03.03](http://docs.cntd.ru/document/9056431) (см. рис.1.4 и 1.5), принимается умноженным на коэффициент условий работы , принимаемый равным:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  | 0,8 при условии | ВСН 56-97 Ведомственные строительные нормы по проектированию и основным положениям технологий производства фибробетонных конструкций; |  |
|  | 0,85 при условии | ВСН 56-97 Ведомственные строительные нормы по проектированию и основным положениям технологий производства фибробетонных конструкций; |  |
|  | 0,9 при условии | ВСН 56-97 Ведомственные строительные нормы по проектированию и основным положениям технологий производства фибробетонных конструкций, |  |

где:  - суммарное предельное усилие в растянутой проволочной арматуре.

1.3.20. При расчете по прочности изгибаемых элементов стеклофибробетонных конструкций рекомендуется соблюдать условие: .

В случае, когда площадь сечения растянутой арматуры по конструктивным соображениям или из расчета по предельным состояниям второй группы принята большей, чем это требуется для соблюдения условия , то для элементов из бетона класса В30 и ниже при комбинированном армировании ненапрягаемой арматурой классов А-I, А-II, А-III, Вр-I допускается производить расчет по формулам (4), (7), (10), (11), (14) и (15) [СНиП 2.03.03](http://docs.cntd.ru/document/9056431), принимая .

Для элементов из бетона классов выше В30 и армируемых стержневой или проволочной арматурой, обычной или преднапряженной, более высоких классов, чем указанные в настоящем пункте, допускается производить уточненный расчет, пользуясь общими указаниями п.3.17 (формулы 28, 31, 33, 34 и 35) [СНиП 2.03.01](http://docs.cntd.ru/document/871001190), с учетом положений пп.1.3.14-1.3.18 настоящих норм.

1.3.21. Расчет прочности сечений, нормальных к продольной оси изгибаемого трехслойного элемента с наружными слоями из стеклофибробетона без стальной арматуры производится из условия обеспеченного сцепления между слоями и их совместной работы до разрушения.

1.3.22. При расчете трехслойных элементов с наружными слоями из стеклофибробетона используется расчетная схема внутренних усилий и эпюра напряжений, приведенная на рис.1.12 настоящих норм. Прочность нормального сечения изгибаемого трехслойного элемента определяется из условия:

, (7)

где:  - плечо внутренней пары сил (см. рис.1.12), определяемое как расстояние между центрами тяжести эпюр напряжений в стеклофибробетоне сжатого и растянутого слоя;

 - коэффициент полноты эпюры напряжений в растянутом стеклофибробетонном слое.

Рис.1.12. Схема усилий и эпюра напряжений в сечении, нормальном к продольной оси изгибаемого трехслойного элемента с наружными слоями из стеклофибробетона



Рис.1.12. Схема усилий и эпюра напряжений в сечении, нормальном к продольной оси
изгибаемого трехслойного элемента с наружными слоями из стеклофибробетона

1.3.23. При расчете прочности нормальных сечений изгибаемых элементов по схеме, приведенной на рис.1.12, для растянутого стеклофибробетонного слоя значение коэффициента  принимаются по данным таблицы 1.5.

Таблица 1.5

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |
| Процент фибрового армирования по объему | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 5,0 |
| коэффициент полноты эпюры растягивающих напряжений | 0,9 | 0,93 | 0,95 | 0,97 | 1,00 |

1.3.24. Высота сжатой зоны стеклофибробетона и значение плеча внутренней пары сил определяются из условий:

, (8)

. (9)

При этом напряжения сжатия определяют по относительным деформациям из условий упругой работы, используя следующие зависимости:

;

;

.

Значения  принимаются по таблице 1.6.

Таблица 1.6

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |
| Класс бетона | Значения  при величине процента фибрового армирования  |
|  | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 5,0 |
| 25 | 30 | 35 | 45 | 50 | 65 |
| 35 | 25 | 30 | 40 | 50 | 60 |
| 40 | 25 | 30 | 40 | 45 | 55 |

1.3.25. В расчете прочности нормального сечения по формуле 7 значение  принимается в зависимости от высоты сжатой зоны:

при  принимается ;

при  принимается .

Расчет по прочности сечений, наклонных к продольной оси элемента

1.3.26. Расчет стеклофибробетонных элементов по наклонным сечениям выполняется на действие: поперечной силы по наклонной полосе между наклонными трещинами; поперечной силы по наклонной трещине; изгибающего момента по наклонной трещине в соответствии с указаниями пп.3.21-3.23 [СНиП 2.03.03](http://docs.cntd.ru/document/9056431) и пп.1.3.27-1.3.29 настоящих норм.

1.3.27. Расчет стеклофибробетонных элементов прямоугольного сечения на действие поперечной силы для обеспечения прочности по наклонной полосе между наклонными трещинами выполняется с учетом указаний и по формулам (44) и (46) [СНиП 2.03.03](http://docs.cntd.ru/document/9056431). При этом: значение  определяется по формуле:

, (10)

где:  (значение  принимается по указаниям п.1.3.15).

Значение правой части неравенства в формуле (44) [СНиП 2.03.03](http://docs.cntd.ru/document/9056431) принимается не более 1,3.

1.3.28. Расчет стеклофибробетонных элементов по прочности на действие поперечной силы по наклонной трещине выполняется с учетом указаний и по формулам (47)-(51) [СНиП 2.03.03](http://docs.cntd.ru/document/9056431). При этом в формулах (48), (49), (50) и (51) производится замена величин:

 - на ;  - на ;  на ,

где:  - определяется согласно указаниям пп.1.3.7-1.3.12.

1.3.29. Расчет сечений, наклонных к продольной оси стеклофибробетонных элементов, на действие изгибающего момента выполняется в соответствии с положениями п.3.23 и по формуле (52) [СНиП 2.03.03](http://docs.cntd.ru/document/9056431). При этом в формуле (52) производится замена величин:

 - на ;  - на ,

где:  и  - величины, определяемые по указаниям пп.1.3.7-1.3.9 и 1.3.15 настоящих норм.

Расчет на продавливание

1.3.30. Расчет на продавливание плитных конструкций из стеклофибробетона без поперечной арматуры рекомендуется производить с учетом положений п.3.42 [СНиП 2.03.01](http://docs.cntd.ru/document/871001190), заменяя условие формулы (107) на условие формулы:

*,* (11)

где:  - принимается в соответствии с указаниями п.1.3.7-1.3.9 и формулам (4) и (5) настоящих норм;

 - полная высота сечения элемента;

 - среднеарифметическое значение параметров верхнего и нижнего оснований пирамиды, образующейся при продавливании в пределах рабочей высоты сечения (см. рис.16[СНиП 2.03.01](http://docs.cntd.ru/document/871001190)).

1.4. РАСЧЕТ СТЕКЛОФИБРОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПО ПРЕДЕЛЬНЫМ СОСТОЯНИЯМ ВТОРОЙ ГРУППЫ

Расчет по образованию трещин

1.4.1. Расчет по образованию трещин производится для стеклофибробетонных элементов и стеклофибробетонных элементов с комбинированным армированием стальной арматурой.

1.4.2. Расчет стеклофибробетонных элементов и стеклофибробетонных элементов с комбинированным армированием по образованию трещин, нормальных и наклонных к продольной оси элемента, производится в соответствии с основными положениями пп.2.2-4.9, 4-11 [СНиП 2.03.01](http://docs.cntd.ru/document/871001190) и указаниями пп.4.1, 4.13 [СНиП 2.03.03](http://docs.cntd.ru/document/9056431) для армоцементных элементов из мелкозернистого бетона соответствующего класса и по указаниям п.1.4.3 настоящих норм из условия формулы (124) [СНиП 2.03.01](http://docs.cntd.ru/document/871001190).

, (12)

1.4.3. Момент, воспринимаемый сечением, нормальным к продольной оси элемента при образовании трещин -  определяется из условий:

- для стеклофибробетонных элементов и элементов с комбинированным армированием без предварительного напряжения стальной арматуры

 (13)

- для элементов с комбинированным армированием и предварительно напрягаемой стальной арматурой

, (14)

Значение  определяется по формуле:

, (15)

где: .

1.4.4. Значение  определяется по формуле

, (16)

где: , ,  - момент инерции сжатой зоны стеклофибробетона, площадей сечения фибровой и стержневой или проволочной арматуры, расположенной соответственно в сжатой и растянутой зонах сечения, относительно нулевой линии;

 - статический момент площади растянутой зоны стеклофибробетона относительно нулевой линии;

 - отношение модулей упругости фибровой арматуры  и бетона .

Положение нулевой линии определяется по формуле:

 (17)

где: , ,  - статические моменты площадей сечений сжатой зоны стеклофибробетона, площадей сечения фибровой и стержневой или проволочной арматуры, расположенной в сжатой и растянутой зонах сечения относительно нулевой линии.

Значения ,   и  определяются с учетом коэффициентов армирования по площади фибрового ,  или суммарного приведенного фибрового и стержневого или проволочного армирования,. При этом приведенные коэффициенты армирования в общем случае определяются аналогично положениям п.4.9 [СНиП 2.03.03](http://docs.cntd.ru/document/9056431) по формулам:

для сжатой полки

 , (18)

для стенки

, (19)

для растянутой полки

 , (20)

Коэффициенты ,  и  определяются по формулам:

; (21)

; (22)

; (23)

где: , и  - коэффициенты, учитывающие ориентацию фибры в полках и ребре, принимаются по указаниям пункта 1.3.9.

Значение коэффициента условий работы , учитывающего влияние процента фибрового армирования, принимается в формуле (15) следующим:

при 1,5% равным 1;

при  2,0% равным 1,05;

при  3,0% равным 1,10;

при  5,0% равным 1,20.

Значения  для промежуточных величин  принимаются по интерполяции.

1.4.5. Расчет по образованию трещин, наклонных к продольной оси элемента, производится по указаниям п.4.11 [СНиП 2.03.01](http://docs.cntd.ru/document/871001190) из формул (141), (142) и (143). Значение коэффициента  в формуле (142) принимается равным:

 0,02 при  1,5%;

 0,015 при  2,0%;

 0,012 при  3,0%;

 0,010 при  5,0%.

При этом значение  заменяется на величину , умноженную на коэффициент (см. п.1.4.4).

Расчет по раскрытию трещин

1.4.6. Расчет по раскрытию трещин производится только для стеклофибробетонных элементов с комбинированным армированием.

Расчет по раскрытию производится только для трещин, нормальных к продольной оси элемента.

1.4.7. Ширину раскрытия трещин, нормальных к продольной оси элемента при комбинированном армировании, следует определять по формуле:

 . (24)

Значение  определяется по формуле (57) [СНиП 2.03.03](http://docs.cntd.ru/document/9056431) с заменой величины  на для сечения, приведенного к условному эквивалентному сечению из стеклофибры, в соответствии со схемой на рис.1.13.

Рис.1.13. Схема приведения сечения стеклофибробетонного элемента к стеклянному, при расчете его по раскрытию трещин, нормальных к продольной оси элемента



Рис.1.13. Схема приведения сечения стеклофибробетонного элемента к стеклянному,
при расчете его по раскрытию трещин, нормальных к продольной оси элемента

а) - сечение стеклофибробетонного элемента;

б) - сечение, приведенное к стеклянному

Коэффициент , учитывающий влияние длительной нагрузки, принимается равным 3 для стеклофибробетона из мелкозернистого бетона групп А и Б. При кратковременном действии нагрузки значение коэффициента  принимается равным 1.

Коэффициент , учитывающий влияние объемного содержания стеклофибры, принимается равным:

=5,0 при = 1,5%;

=4,0 при = 2,0%;

=2,6 при = 2,8%;

=2,0 при = 2,8%;

=1,5 при = 5,0%.

При промежуточных значениях  значения  определяются по интерполяции.

1.4.8. Расчет по раскрытию трещин, наклонных к продольной оси элемента, не производится. Для предотвращения чрезмерного раскрытия трещин, наклонных к продольной оси элемента, при комбинированном армировании стеклофибробетонного элемента следует соблюдать условие:

, (25)

где: значения  и  принимаются по указаниям п.4.11 [СНиП 2.03.01](http://docs.cntd.ru/document/871001190).

Значения коэффициента условий работы  принимаются в зависимости от процента фибрового армирования:

=1,0 при 1,3%;

=1,05 при =1,5%;

=1,10 при =2,0%;

=1,20 при =3,0%.

Промежуточные значения  вычисляются по интерполяции.

Расчет элементов стеклофибробетонных конструкций по деформациям

1.4.9. Деформации (прогибы, углы поворота) элементов стеклофибробетонных конструкций вычисляются по формулам строительной механики, определяя значения кривизны согласно общим указаниям пп.4.23-4.30 [СНиП 2.03.01](http://docs.cntd.ru/document/871001190) и п.п.1.4.10-1.4.13 настоящих норм.

Величина кривизны и деформаций фибробетонных элементов отсчитываются от их начального состояния. При наличии предварительного напряжения - от состояния до обжатия.

1.4.10. Кривизна стеклофибробетонных элементов и элементов с комбинированным армированием определяется:

а) для участков элемента, где в растянутой зоне не образуются трещины, нормальные к продольной оси элемента - как для сплошного тела;

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

Элементы или участки элементов рассматриваются без трещин в растянутой зоне, если трещины не образуются при действии постоянных, длительных и кратковременных нагрузок, при этом нагрузки вводятся в расчет с коэффициентом надежности по нагрузке =1,0 согласно п.1.20 [СНиП 2.03.01](http://docs.cntd.ru/document/871001190).

Определение кривизны стеклофибробетонных элементов на участках без трещин в растянутой зоне

1.4.11. Полное значение кривизны изгибаемых, внецентренно сжатых и внецентренно растянутых элементов на участках, где не образуются нормальные или наклонные к продольной оси элемента трещины, определяются по формуле:

, (26)

где:  и  - кривизна соответственно от кратковременных (принимаемых согласно п.1.2 [СНиП 2.03.01](http://docs.cntd.ru/document/871001190)) и от постоянных и длительных временных нагрузок (без учета усилия ), определяемая по формулам:

; (27)

; (28)

здесь:  - момент от соответствующей внешней нагрузки относительно оси, нормальной к плоскости действия момента и проходящей через центр тяжести приведенного сечения;

 - жесткость стеклофибробетонного элемента при кратковременном действии нагрузки, определяемая по формуле:

; (29)

, (30)

где:  - модуль упругости бетона, принимаемый по указаниям [СНиП 2.03.01](http://docs.cntd.ru/document/871001190);

 - момент инерции сечения, приведенного к бетонному и включающего площадь бетона, фибровой или фибровой и стержневой арматуры, приведенной к бетону. При этом коэффициент приведения для фибровой арматуры , для стержневой или проволочной арматуры ; а приведенные коэффициенты армирования фибровой и стержневой (проволочной) арматурой определяются в соответствии с рекомендациями п.1.4.4.

 - жесткость стеклофибробетонного элемента при учете продолжительного действия нагрузки, определяемая по формуле:

; (31)

 - коэффициент, учитывающий влияние длительной ползучести бетона и принимаемый равным

 , (32)

где:  - коэффициент, учитывающий возраст бетона и момент () приложения длительной нагрузки и принимаемый

=1 при =28 суток;

=0,9 при 365 суток.

 - кривизна, обусловленная выгибом элемента от непродолжительного действия усилия предварительного обжатия и определяемая по формуле:

; , (33)

где:  - эксцентриситет приложения силы  относительно центра тяжести элемента.

 - кривизна, обусловленная выгибом элемента вследствие усадки и ползучести бетона от усилия предварительного обжатия, определяемая по формуле:

. (34)

Здесь  и  - относительные деформации бетона, вызванные его усадкой и ползучестью под действием усилия предварительного обжатия, определяемые соответственно на уровне растянутой и сжатой грани сечения по формулам:

 (35)

 (36)

Значение  принимается численно равным сумме потерь предварительного напряжения арматуры от усадки и ползучести бетона по указаниям пп.6, 8 и 9 табл.5 [СНиП 2.03.01](http://docs.cntd.ru/document/871001190) для арматуры растянутой зоны (условно принимаемой расположенной на растянутой грани сечения), а  - то же для напрягаемой арматуры, если бы она имелась на уровне крайнего сжатого волокна бетона.

При этом сумма  принимается не менее . Значения кривизны  и  для элементов без предварительного напряжения допускается принимать равным нулю.

Определение кривизны на участках с трещинами в растянутой зоне

1.4.12. Кривизна изгибаемых, внецентренно сжатых и внецентренно растянутых стеклофибробетонных с комбинированным армированием элементов прямоугольного, таврового и двутаврового сечений на участках, где образуются нормальные к продольной оси элемента трещины шириной раскрытия меньше 0,1 мм, определяется по рекомендациям и с использованием формул пп.4.12-4.15 [СНиП 2.03.03](http://docs.cntd.ru/document/9056431) с учетом дополнений, приведенных в п.1.4.10 настоящих норм. При ширине раскрытия трещин в сечении комбинированно армированного элемента более 0,10 мм прогибы и деформации рассчитываются как для железобетонного элемента (без учета стеклянной фибры).

1.4.13. Полное значение кривизны стеклофибробетонных элементов определяется в соответствии с п.4.12 [СНиП 2.03.03](http://docs.cntd.ru/document/9056431) со следующими изменениями:

- значения  в формуле (72) заменяется на  c соответствующими индексами: ; ; …и т.д.;

- определение величины ; ; , производится по формуле (73) и указаниями п.4.13 [СНиП 2.03.03](http://docs.cntd.ru/document/9056431), при этом значение  определяется по формуле (19) настоящих норм.

Значение  при кратковременном действии нагрузки принимается равным:

 (37)

Значение  при длительном действии нагрузки принимается равным:

, (38)

где:  - коэффициент, учитывавший снижение жесткости элемента при длительном действии нагрузки и равный:

; (39)

 - коэффициент, принимаемый по формуле 32 настоящих норм;

 - момент инерции сечения, приведенного к бетонному.

Значение  определяется по формуле 34 настоящих норм.

Определение прогибов

1.4.14. Прогибы  стеклофибробетонных элементов определяются в соответствии с положениями п.4.31 [СНиП 2.03.01](http://docs.cntd.ru/document/871001190), требованиями п.4.16, [СНиП 2.03.03](http://docs.cntd.ru/document/9056431), используя общие указания настоящих норм.

1.5. КОНСТРУКТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

1.5.1. При проектировании стеклофибробетонных конструкций и конструкций с комбинированным армированием с целью обеспечения их технологичности, требуемой надежности, долговечности и совместной работы арматуры и бетона следует выполнять конструктивные требования пп.1.5.2-1.5.17 настоящих норм и основных положений раздела 5 [СНиП 2.03.01](http://docs.cntd.ru/document/871001190) и раздела 5 [СНиП 2.03.03](http://docs.cntd.ru/document/9056431).

1.5.2. Минимальные значения коэффициента фибрового армирования при проектировании стеклофибробетонных конструкций следует принимать исходя из условия:

 (40)

1.5.3. Размеры сечений элементов и конструкции следует назначать исходя из следующих условий:

а) толщину плоских плит или полок ребристых плит сборных конструкций принимать не менее 15 мм;

б) толщину элементов несъемной опалубки и слоев стеновых панелей принимать не менее 10 мм;

в) толщину элементов ограждений балконов, лоджий и архитектурной отделки фасадов принимать по условиям эксплуатации, но не менее 15 мм;

г) толщину монолитных оболочек и складок покрытий принимать не менее 20 мм.

Толщины стеклофибробетонных элементов, отличающиеся от указанных выше, могут приниматься при соответствующем технико-экономическом обосновании.

1.5.4. Коэффициент фибрового армирования по объему рекомендуется принимать в пределах 0,010,05 для конструкций, работающих на растяжение, изгиб и сжатие. Допускается при экономическом обосновании принимать 0,05 для конструкций, подверженных ударным, истирающим, температурным воздействиям или при предъявлении к конструкциям повышенных требований в части трещиностойкости.

1.5.5. Длина зоны анкеровки стержневой или проволочной арматуры при комбинированном армировании может приниматься по указаниям пп.5.15 главы [СНиП 2.03.01](http://docs.cntd.ru/document/871001190), как для случая наличия косвенной арматуры с учетом количества и ориентации фибровой арматуры.

1.5.6. Толщина слоя до стержневой или проволочной арматуры при условии обеспечения его равномерного фибрового армирования принимается согласно п.5.4 [СНиП 2.03.03](http://docs.cntd.ru/document/9056431).

1.5.7. При проектировании следует учитывать, что радиус свободного погиба () свежеотформованного листа изготавливаемых стеклофибробетонных конструкций рекомендуется принимать не менее 3 используемых фибр; при специальных устройствах листогибочного поддона или повторном вибрировании погиб допускается производить с кривизной вплоть до =0.

1.5.8. Толщину плит или стенок тонкостенных конструкций следует принимать не менее 1/200 их свободного пролета.

Для слоистых элементов, в которых утеплитель может содействовать повышению устойчивости плит, толщина плит может быть принята менее 1/200 их наибольшего размера или расстояния между ребрами. При этом принятая толщина должна быть соответствующим образом обоснована.

1.5.9. Стыки сборных стеклофибробетонных конструкций должны, как правило, замоноличиваться путем заполнения швов между элементами мелкозернистым бетоном. Если при изготовлении элементов обеспечивается плотная подгонка поверхностей друг к другу, допускается выполнение стыков насухо при передаче через стык только сжимающего усилия.

1.5.10. Рекомендуется применять следующие методы соединения элементов:

- с помощью стальных анкеров (рис.1.14);

- с помощью закладных деталей (рис.1.15);

- болтами и заклепками;

- склеиванием накладок из стеклоцемента.

Рис.1.14. Соединение стеклофибробетонных элементов с помощью стальных анкеров



Рис.1.14. Соединение стеклофибробетонных элементов с помощью стальных анкеров

Рис.1.15. Анкеровка закладных деталей



Рис.1.15. Анкеровка закладных деталей

а - анкерами из арматуры;

б - сваркой к рабочей стальной арматуре.

1.5.11. Закладные детали, как правило, предусматриваются штампованными из стальных пластин, а также уголков или швеллеров с приваренными к ним в тавр или внахлестку анкерами в виде арматуры периодического профиля или гладкой арматуры (рис.1.15а). Толщина пластин закладных деталей определяется в соответствии с требованиями сварки. Закладные детали могут быть непосредственно приварены к рабочей арматуре элементов (рис.1.15б). Закладные детали соединяются между собой при помощи стыковых накладок из арматуры или полосовых накладок. Возможные виды закладных деталей показаны на рис.1.16.

Рис.1.16. Возможные конструктивные решения закладных деталей для стеклофибробетонных конструкций



Рис.1.16. Возможные конструктивные решения
закладных деталей для стеклофибробетонных конструкций

1.5.12. Соединения элементов на болтах, заклепках или склеиванием накладок из стеклоцемента можно осуществлять в опытном порядке при соответствующем обосновании.

1.5.13. Стыки сборных стеклофибробетонных и комбинированно армированных элементов могут устраиваться также по указаниям п.5.34, 5.35 [СНиП 2.03.03](http://docs.cntd.ru/document/9056431).

1.5.14. Для обеспечения сохранности стальной арматуры и ее совместной работы со стеклофибробетоном при проектировании следует соблюдать общие требования [СНиП 2.03.01](http://docs.cntd.ru/document/871001190) и[СНиП 2.03.03](http://docs.cntd.ru/document/9056431) по анкеровке ненапрягаемой и напрягаемой стальной арматуры и устройству закладных деталей.

1.5.15. Закладные детали в стеклофибробетонных конструкциях следует проектировать с учетом указаний п.п.5.32, 5.33 [СНиП 2.03.03](http://docs.cntd.ru/document/9056431).

1.5.16. Стыкование внахлестку стержневой и проволочной арматуры, которая используется с полным расчетным сопротивлением, в тонкостенных стеклофибробетонных элементах не допускается.

1.5.17. Для обеспечения анкеровки предварительно напрягаемой арматуры возможно использование указаний п.5.38 [СНиП 2.03.03](http://docs.cntd.ru/document/9056431).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.1. Основные буквенные обозначения. Терминология

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.1

1.1.1. ОСНОВНЫЕ БУКВЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

 - расчетные сопротивления бетона осевому сжатию и растяжению по [СНиП 2.03.01-84](http://docs.cntd.ru/document/871001190);

 - расчетные сопротивления стеклофибробетона соответственно при сжатии и растяжении;

 - расчетное сопротивление растяжению стальной стержневой или проволочной арматуры;

 - расчетное сопротивление стальной обычной и преднапряженной арматуры при сжатии;

 - расчетное сопротивление растяжению фибровой стеклянной арматуры;

 - начальный модуль упругости бетона при сжатии и растяжении;

 - модуль упругости стержневой или проволочной арматуры;

 - модуль упругости стеклянной фибровой арматуры;

 - коэффициент фибрового армирования по массе;

 - коэффициент фибрового армирования по объему;

 - коэффициент фибрового армирования по площади сечения;

 - диаметр фибр (элементарного волокна);

 - диаметр стержневой или проволочной арматуры;

 - длина фибр;

 - коэффициент, учитывающий ориентацию фибр относительно направления главных растягивающих напряжений;

 - коэффициент эффективности косвенного армирования фибровой арматурой;

 - характеристика сцепления фибр с бетоном;

 - момент инерции стеклофибробетонного сечения, приведенного к бетону, относительно его центра тяжести;

 - момент сопротивления стеклофибробетонного сечения, приведенного к бетону.

1.1.2. ТЕРМИНОЛОГИЯ

Стеклофибробетон - бетон, армированный фибрами из стекловолокна, произвольно или ориентированно распределенными в его объеме или части объема.

Стеклянная фибра - короткие отрезки стекловолокна, получаемые путем резки ровинга или комплексной нити.

Процент фибрового армирования по объему - относительное содержание объема фибр в единице объема стеклофибробетона, в процентах.

Процент фибрового армирования по массе - отношение в процентах массы фибр, содержащихся в единице объема фибробетона, к массе этой единицы объема.

Коэффициент фибрового армирования по объему - относительное содержание объема фибр в единице объема стеклофибробетона.

Комбинированные стеклофибробетонные конструкции - конструкции из фибробетона, имеющие также обычную или преднапряженную стержневую или проволочную арматуру.

Самонапряженные стеклофибробетонные конструкции - конструкции из стеклофибробетона (в том числе комбинированные), матрица которого выполняется на напрягающем цементе.

Элементарная нить - моноволокно (одиночное) диаметром 1015 мкм по терминологии [ГОСТ 17139](http://docs.cntd.ru/document/1200030342) "Ровинг из стеклянных нитей. Технические условия".

Комплексная нить - нить, собранная из определенного количества (200400 шт.) элементарных нитей, склеенных замасливателем в техническом процессе.

Ровинг - жгут, состоящий из нескольких комплексных нитей, изготавливаемый по ТУ 21-38-233 "Ровинг рассыпающийся из цементностойкого стекловолокна. Технические условия".

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.2. Рекомендуемые архитектурно-конструктивные формы, типы конструктивных элементов и номенклатура стеклофибробетонных конструкций и изделий

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.2

1.2.1. АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ ФОРМЫ И ТИПЫ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

1. Архитектурно-конструктивные формы и типы конструктивных элементов, определяемые их геометрической формой и размерами, при выполнении их из стеклофибробетона принимаются для:

- зданий общественного назначения;

- жилых зданий;

- подземных сооружений;

- элементов благоустройства и малых архитектурных форм.

2. Архитектурно-конструктивные формы, рекомендуемые для зданий общественного назначения, приведены в табл.1.

Таблица 1. Архитектурно-конструктивные формы общественных зданий

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| NN п/п | Тип формы | Схема | Назначение |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | "Улитка"-1 | ВСН 56-97 Ведомственные строительные нормы по проектированию и основным положениям технологий производства фибробетонных конструкций | Здания торгового назначения, кафе, павильоныШирина здания - 6 м |
| 2 | "Улитка"-2 | ВСН 56-97 Ведомственные строительные нормы по проектированию и основным положениям технологий производства фибробетонных конструкций | Здания торгового назначения, кафе, павильоныШирина здания - 6 м |
| 3 | Складчатый купол | ВСН 56-97 Ведомственные строительные нормы по проектированию и основным положениям технологий производства фибробетонных конструкций | Магазины, муниципальные рынки, кафеПролет 12-15 м |
| 4 | Воронкообразное покрытие | ВСН 56-97 Ведомственные строительные нормы по проектированию и основным положениям технологий производства фибробетонных конструкций | Магазины, муниципальные рынки, кафеПролет 12-15 м |
| 5 | Многогранник-1 |  |  |