

толщиной 20 мм, необходимо обеспечить фибровое армирование по объёму 1,8% при длине фибр 24 мм. Это и будет лучшим решением: баланс между длиной стеклянной арматуры и процентом армирования, чтобы обеспечить заданную прочность на растяжение.

5.2.1.4. Алгоритм расчета длины и количества фибр стекловолокна

В идеале подбор смеси и параметров армирования должен производиться на основании проектных вводных. Например, если будет использоваться бетон класса В70, то нужно искать высокоактивный цемент специального помола для изготовления высокопрочных бетонов УНПС (Ultra High Performance Concrete). При этом необходимо учитывать, что большое содержание фибры «уронит» класс бетона, иначе не получится изготовить изделие с требуемыми характеристиками.

Для тех случаев, когда в проекте нет вводных данных, исходя из п. 5.2.1.1–5.2.1.3 предлагается алгоритм:

1. При проектировании, учитывая максимальные расчётные нагрузки, задать минимально допустимые значения R_{fbt} , R_{fb} и R_b для изделия, необходимые, чтобы выдерживать эти нагрузки.

2. Следуя рекомендациям п. 5.2.1.1.1, рассчитать процент фибрового армирования по объёму μ_f . При необходимости, руководствуясь собственной (субъективной) экспертной оценкой, опираясь на имеющийся опыт, скорректировать полученное значение.

3. Следуя рекомендациям п. 5.2.1.2, рассчитать длину волокна для значения объёма μ_f , полученного на предыдущем этапе. При необходимости, руководствуясь субъективной экспертной оценкой, опираясь на имеющийся опыт, а также на возможности используемого пистолета (см. п. 7.6.2.2), скорректировать полученное значение.

4. Следуя рекомендациям п. 5.2.1.3, определить такую длину волокна, которая при минимальном проценте фибрового армирования объёму μ_f позволит обеспечить допустимые значения прочности на растяжение R_{fbt} и сжатие R_{fb} для проектируемого изделия из СФБ. При необходимости, руководствуясь субъективной экспертной оценкой, опираясь на имеющийся опыт, а также на возможности используемого пистолета (см. п. 7.6.2.2), скорректировать полученное значение.

5. Определить класс бетона для приготовления ЦПР, исходя из полученного значения процента фибрового армирования объема μ_f , чтобы обеспечить заданное расчётное сопротивление СФБ сжатию R_{fb} . При необходимости, руководствуясь субъективной экспертной оценкой, опираясь на имеющийся опыт, скорректировать полученное значение.

Все уточнения и корректировки осуществлять и округлять в меньшую сторону, учитывая, что:

- для расчётов используются методики ВСН 56–97, предполагающие использование стекловолокна, у которого $R_f = 1000$ МПа, в то время как у современной фибры $R_f \approx 1700$ МПа;
- нормативные значения R_{fb} и R_{fb} указанные в ВСН 56–97 (разработаны в 1997 году), завышены, т.к. превышают значения, рекомендуемые на сегодня ГОСТ 58757–2019 и Power-Sprays Limited.

6. На основе значения фибрового армирования по объёму μ_f и параметров используемого стекловолокна рассчитать расход стекловолокна по массе.

7. Рассчитать параметры ЦПР, следуя рекомендациям п. 7.6.1.2.

8. При необходимости, руководствуясь собственной экспертной оценкой, опираясь на имеющийся опыт, с учётом используемых добавок скорректировать рецептуру (цемент, песок, В/Ц, добавки).

9. Изготовить тестовое изделие по разработанной рецептуре и рассчитанным параметрам.

10. Осуществить испытания изделия на предмет соответствия расчётным значениям R_{fb} , R_{fb} , а также требованиям, предъявляемым ГОСТ Р 58757–2019 (см. табл. 2 и разд. 5.1 Руководства).

11. Если результат положительный, то использовать данную рецептуру и параметры армирования для серийного производства таких СФБ-изделий.

12. Если на этапе 9 будут выявлены несоответствия, то осуществить корректировку рецептуры ЦПС и/или параметров фибрового армирования, затем повторно изготовить контрольный образец и протестировать его.

Комментарии по данному алгоритму приведены в п. 7.6.1.3 «Рецептуры и особенности приготовления некоторых смесей» Руководства.

Что касается зарубежных рекомендаций относительно длины фибровой арматуры, то регламент британской компании Power-Sprays Ltd гласит [Л]:

С точки зрения влияния на прочностные характеристики, количество и ориентация щелочестойкой стеклянной фибры, используемой для СФБ, являются важным фактором и зависят от способа введения.

СФБ, полученный набрызгом, является самым прочным материалом и обычно включает 4–5% стекловолокна, длиной 25–40 мм.

СФБ, полученный методом предварительного смешения с последующим виброуплотнением, как правило, включает от 2% до 3,5% стекловолокна по весу длиной 12–13 мм.

ЛИТЕРАТУРА

Practical Design Guide for Glassfibre Reinforced Concrete (GRC) / The GRCA Technical Working Group, Chaired by Mr Glyn Jones // The International Glassfibre Reinforced Concrete Association (GRCA). — March 2018. — 22.

5.2.2. Вяжущие материалы (цемент)

Для приготовления СФБ применяется мелкозернистый бетон, вяжущим материалом которого является серый портландцемент бездобавочный по ГОСТ 31108–2016 «Цементы общестроительные», что соответствует стандарту EN 197–1:2000, разработанному Европейским комитетом по стандартизации.

Также для приготовления раствора используется белый портландцемент по ГОСТ 965–89. Белый цемент не должен содержать никаких отбеливающих добавок в виде гипса или же других инертных наполнителей. Рекомендуется использовать цемент первого класса белизны.

При гидратации портландцемента рН примерно 14. Затем щелочность снижается, но **бетон навсегда остаётся щелочной средой** со значением водородного показателя, равным примерно 11. Поэтому для стеклофибробетона используется щелочестойкое стекловолокно, см. п. 5.2.1 Руководства.

Нешелочестойкое (алюмоборосиликатное) стекловолокно используют для производства СФБ при условии применения глинозёмистого