

Чалов Д. Л, Слепухо В.Н

Научный руководитель – Юхневский П.И

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Фибробетон – композиционный материал, в котором монолитно соединены и совместно работают в конструкции фибры различных волокон и бетон. Фибра – это волокна из металлов, стекла, полимеров, которые добавляются в бетон для улучшения его механических характеристик.

Утверждение о том, что фибробетон – новейший композиционный материал верно лишь отчасти. Еще в Древнем Египте при строительстве жилья в глину подмешивали солому, шерсть, что придавало стенам дополнительную прочность и трещиностойкость. Такой материал называли саманом и его можно назвать предком фибробетона. Во всем мире развитие дисперсного армирования как альтернатива стержневому происходило постепенно. И изначально оно рассматривалось в качестве помощи к традиционному.

Большой вклад в развитие дисперсноармированных товарных бетонов и растворов с применением волокон внес русский инженер В.П.Некрасов. На заре 20 века он провел исследования по применению дисперсного армирования, в качестве фибровой арматуры он использовал отрезки проволоки малых диаметров. Результаты исследований он подробно изложил в своих работах. Тогда же был получен и первый в мире патент на конструкцию из фибробетона.

Дальнейшее развитие тематики дисперсного армирования было продолжено уже в Советском Союзе в середине прошлого века, было много перспективных и передовых разработок, в теоретической части и в области лабораторных исследований советские ученые добились действительно выдающихся результатов. Но на внедрение новых, передовых материалов уходили десятилетия.

Опыт таких развитых стран, как США, Великобритания, Германия, Франция и Австралия убедительно доказал технико-экономическую эффективность применения сталефибробетона в строительных конструкциях. Не зря производством стальной фибры занимается более 20-ти зарубежных фирм и корпораций. Только в Японии 7 крупных фирм выпускает стальную фибру различных форм, профилей, размеров и прочности, в том числе из коррозионностойкой стали.

Наибольшее распространение, в настоящее время, получила стальная фибра. Объемы ее производства и применения постоянно растут. В миро-

вой практике используется свыше 300 тыс. т. стальной фибры в год. В Белоруссии, к сожалению, объем применения этого перспективного материала значительно меньше. Небольшие объемы применения сталефибробетона (СФБ) в значительной степени объясняются недостаточным его производством и пониманием строителями возможностей и преимуществ материала, дефицитом нормативной документации, недостатком рекламы и отсутствием целенаправленной работы по его применению, особенно со стороны проектных институтов.

Немаловажным фактором, влияющим на невостребованность фибробетона в отечественном строительстве, является его относительно более высокая исходная цена по сравнению с обычным бетоном или железобетоном. Этот фактор действует в первую очередь на уровне отношений между заводом-производителем фибробетона или конструкций из него и подрядной организацией-строителем, которая не хочет брать более дорогой материал, не предусмотренный проектировщиками. Также немаловажным является вопрос качества стальной фибры.

Металлическая фибра улучшает механические характеристики бетона после набора им прочности, т.е. выполняет силовые функции. Армирование бетона такой фиброй способствует увеличению его прочностных характеристик (предел прочности при растяжении увеличивается в 2,5 раза, при изгибе в 3,5 раза и при сжатии в 1,5 раза), ударная прочность повышается в 10 раз, вязкость при достижении предела прочности – в 20 раз, сопротивление истираемости – в 2 раза, трещиностойкость – до 6 раз. Значительно повышается деформативность, морозостойкость, термостойкость, водонепроницаемость и коррозионностойкость бетонных конструкций. Повышение физико-механических свойств СФБ позволяет снизить массу бетонных конструкций.

Как строительный материал, сталефибробетон дает так называемый отложенный экономический эффект. Это происходит за счет более высокой долговечности и износостойкости, эксплуатационной пригодности, увеличения межремонтного ресурса и повышения безопасности сооружений при сейсмических воздействиях и пожарах.

Спектр применения сталефибробетона широк. И каждая из этих областей предъявляет к сталефибробетонным конструкциям свои специфические требования как по механическим, так и по реологическим свойствам.

Однако у проектировщиков и строителей бытует мнение, что на прочностные свойства сталефибробетона влияет только тот фактор – на сколько прочно сцепляется фибра с бетоном. Стальная же фибра является по своей сути той же арматурой и, в связи с этим, в не меньшей мере стоит вопрос – из какого материала должна изготавливаться фибра.

ГОСТ на стальную арматуру делит ее на 6 классов, отличающихся друг от друга в первую очередь по механическим свойствам. А производство стальной фибры ограничивается несколькими марками углеродистой стали, которые изготовители рекомендуют на все случаи жизни.

Отечественные производители стальной фибры мало задумываются о качестве готовой продукции. Главным остается лишь вопрос цены. Поэтому многие производители, для снижения себестоимости фибры, используют вместо высококачественных листа и проволоки отбракованную продукцию или технологические отходы, не считаясь с качеством готовой продукции. Это значительно снижает цену продукции, а также и физико-механические свойства армирующего материала.

В качестве сырья для фибры в Беларуси используется некондиционный корд от шинопроизводства, и как следствие не очень высокое качество изделий. Это связано с тем, что используемая при производстве проволока не всегда имеет одинаковую толщину. К тому же данная фибра должна реализовываться по цене металлолома с учетом производственных расходов. Однако фибра стоит много дороже ее себестоимости.

Но для проектировщиков и строителей, также как и для производителей стальной фибры, главным остается один вопрос – вопрос цены. И ориентируются, главным образом, на цену фибры, стремясь к ее минимизации, забывая старую поговорку что «скупой платит дважды».

Сталефибробетон является разновидностью дисперсно-армированного железобетона и изготавливается из мелкозернистого или тяжелого бетона (бетон-матрица), в котором в качестве арматуры используются стальные фибры, равномерно распределенные по объёму бетона. Совместность работы бетона и стальных фибр обеспечивается за счёт сцепления по их поверхности и анкеровки фибры за счёт периодического профиля и её кривизны в продольном и поперечном направлении

Сталефибробетонные конструкции должны быть обеспечены требуемой надежностью от возникновения всех видов предельных состояний расчетом, выбором материалов, назначением размеров и конструированием.

Выбор конструктивных решений сталефибробетонных конструкций следует производить, исходя из технико-экономической целесообразности применения таких конструкций в конкретных условиях с учетом максимального снижения их материало-, трудо-, энергоёмкости и, стоимости, с учетом повышения долговечности и увеличения межремонтного ресурса. Сталефибробетон рекомендуется применять в конструкциях зданий и сооружений, для которых существенное значение имеют снижение собственного веса, уменьшение раскрытия трещин, повышение ударной стойкости, сопротивления истиранию, продавливанию и долговечности.

Сталефибробетон рекомендуется для изготовления конструкций, в которых наиболее эффективно могут быть использованы следующие его технические преимущества по сравнению с традиционным железобетоном:

- повышенные трещиностойкость, ударная стойкость, вязкость разрушения, износостойкость, морозостойкость, сопротивление кавитации;
- пониженные усадка и ползучесть;

Для сталефибробетонных конструкций следует применять конструкционный бетон со средней плотностью не менее 2200 кг/м³.

Для сталефибробетонных конструкций в зависимости от их вида и условий работы рекомендуется применять конструкционные бетоны следующих видов, классов и марок:

а) тяжелый бетон классов по прочности на сжатие: C¹⁶/₂₀; C²⁰/₂₅; C²⁵/₃₀; C³⁰/₃₇; C³⁵/₄₅; C⁴⁰/₅₀; C⁴⁵/₅₅;

б) мелкозернистый бетон группы А (нормального твердения или подвергнутый тепловой обработке, на песке с модулем крупности свыше M_к=2,0) классов по прочности на сжатие: C¹⁶/₂₀; C²⁰/₂₅; C²⁵/₃₀;

в) марок по морозостойкости – F50; F75, F100, F150, F200;

г) марок по водонепроницаемости – W4, W6, W8, W10, W12.

Применению сталефибробетона в Беларуси мешают следующие проблемы:

1. Отсутствие исследований в этом направлении, подтвержденных строительной практикой.

2. Высокие требования к составу бетонной смеси (соблюдение фракций заполнителя и т.п.).

3. Плохое качество фибры. Есть, конечно, хорошего качества, но эта фибра на порядок дороже, и в основном вся идет на экспорт.

4. Дисциплина и квалификация рабочих строительных специальностей.

Пути решения проблем с плохим качеством фибр и как следствие фибробетона следующие:

- Пересмотреть нормативную базу и добиться заинтересованности заказчика в рассмотрении сталефибробетона как материала не только для полов.

- Отслеживать качество продаж изделий.

- Заняться разработкой своих инновационных программ по фибробетону, т.к. в РФ в год производят 8-10 тыс. т. стальной фибры, а в Европе – 150 тыс. т, и мы можем этим воспользоваться. Так как по тенденции каждый год в Европе поставки растут, и если заинтересовать отечественных застройщиков, то в РБ потребность в фибробетоне будет возрастать в геометрической пропорции.