

Доклад.

Перспективы нормативного обеспечения внедрения сталефибробетона в строительстве .

Докладчик доцент кафедры ТОЭС СПбГПУ Войлоков И.А.

Новые требования по долговечности к такому традиционному виду строительного материала как бетон вынуждает искать новые виды армирования. В качестве армирующего материала в последнее время все более широко применяется дисперсное армирование волокнами. Для их изготовления фибр используются различные материалы: металл, базальт, полипропилен, стекло.

Развитие дисперсного армирования как альтернатива стержневому во всем мире происходила постепенно и изначально рассматривалась в качестве помощи к традиционному. Анализируя его российскую историю, в нашей стране работы, посвященные получению дисперсно-армированных товарных бетонов и растворов с применением волокон ассоциируют с именем русского инженера В. П. Некрасова.

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 были продолжены уже в Советском Союзе в середине прошлого века. Чему свидетельствует заинтересованность наших специалистов в улучшении свойств такого традиционного строительного материала как бетон. Всплеск активности и разработка данной тематики, шла посредством публикаций и авторских патентов.

Вопрос о качестве и новых возможностях бетона волновал не только наших ученых. В подкрепление к их научным разработкам середины 70-х годов , как это было принято в то время вышло Постановление Совмина СССР «О некоторых мерах по повышению технического уровня производства железобетонных конструкций и более эффективному использованию в строительстве».

Благодаря данному документу, строители получили базу для внедрения дисперсно - армирующих волокон в качестве упрочняющей добавки для бетона. В дальнейшем это позволило говорить о создании нового высокопрочного материала фибробетона.

К сожалению , сроки изучения и последующего внедрения новых строительных материалов, увы , достаточно длительные. Изначально это связано с нежеланием понимать новое, мол и так все хорошо , а также определенными предрассудками по освоению всего нового.

В Советском союзе было много перспективных и передовых разработок, многие ученые работали в стол, на внедрение новых, передовых материалов могли уйти десятилетия. Определенные трудности во внедрении новых технологий в производстве строительных материалов возникали и при изготовлении бетона, асфальтобетона и железобетона. Ведь до последнего времени и даже сегодня во многих наших регионах при изготовлении бетона не используют такие перспективные и давно себя хорошо зарекомендовавшие добавки как поликорбаксилаты и ниткал. Хотя производители бетона могли бы получить от их применения значительную выгоду.

Хотя надо признать ,что в теоретической части и в области лабораторных исследований мы добились действительно выдающихся результатов.

Западные производители тем более не дремали. За последнее время проведено значительное количество международных научно-технических симпозиумов, конференций и семинаров, посвященных результатам научных исследований и практическому применению фибробетонов в строительстве США, Великобритании, Канаде, ФРГ и других странах. Только на выставке World of concrete 2006 ,в Лас-Вегасе я насчитал порядка 10 производителей синтетической фибры и порядка 5 металлической. А это выставка не революционных технологий, а того, что применяется повсеместно на западе. Так сказать технологии шаговой доступности.

Да многое пришло к нам из страны восходящего солнца , конечно особое развитие и применение фибробетон получил именно в Японии. Именно поэтому Японская ассоциация по цементу, одной из первых, еще аж в 1960 г. , специально учредила комитет по изучению фибробетона.

Данный комитет сделал основной своей задачей подготовку нормативной документации , руководящих материалов (РТМ), именно они должны были обеспечить и расширить возможность последующего использования фибры как при производстве бетонов в промышленном секторе и на заводах товарного бетона, дальнейшее исследование характеристик фибробетона, а также изучение конструкций дорожных покрытий и других конструкций из бетона, армированного различного рода волокнами как стальными так и искусственными .

В 70-е годы прошлого века исследования наконец приняли систематический характер и стали нацелены на практическое внедрение этого материала. Большинство исследований было связано с изучением именно сталефибробетона.

На мировом рынке , стальные волокна как материал для промышленного армирования появились в 1973 г. Появление фибры как самостоятельного технологического продукта для армирования стимулировало их исследование и дальнейшее применение для использования в дорожных одеждах и в отделке тоннелей. Благодаря полученным результатам были подтверждены уникальные эксплуатационные свойства сталефибробетона , это позволило увеличить число конструкций из него и использовать его при возведении различных объектов строительства.

Начало 80х г. прошлого века, стало новым этапом в развитии Японской школы фибробетона. Специалистами Японской ассоциации по тоннелестроению было разработано руководство по проектированию и изготовлению сталефибробетона, предназначенного для отделки тоннелей, для конструкций дорог и гидротехнических сооружений. Японское общество инженеров гражданского строительства подготовило руководство по подбору состава и приготовлению сталефибробетона, а также разработало ряд методов его испытаний. Уже в конце 80-х г.г. количество произведенных и использованных в Японии стальных волокон достигло 10000 т. Нынешний годовой объем производства стальной фибры в России, страны металла и углеводородов , приблизительно равен количеству производимому в Японии 30 лет назад. Хотя определенная часть российского производства стальной фибры и идет на экспорт. Правда, сегодня на дворе 2009 год. Думаю, комментарии излишни.

Также на нашем рынке представлены производители фибры из Бельгии и Германии, а также Белоруссии и Украины. В странах ближнего зарубежья данные производства налажены практически самостоятельно. За аналог оборудования взяты импортные станки, в качестве сырья в Белоруссии используется некондиционный корд от шинопроизводства, что не всегда кстати соответствует высокому качеству изготовленной из него фибры, это связано с тем, что используемая при производстве проволока не всегда имеет одинаковую толщину.

Продвижение внедрения дисперсно армированных бетонов в практику строительства должно быть связано в первую очередь с решением вопросов использования волокнистой (фибровой) арматуры **необходимого качества** и **освоением технологических процессов** на действующих заводах строительного комплекса, а также при внедрении данного материала непосредственно на строительных площадках.

В России исследования и разработки по созданию дисперсно армированных бетонов и конструкций с их применением основываются в значительной мере на фундаментальных

исследованиях, относящихся к технологии изготовления, теории, расчету и проектированию железобетонных конструкций.

В их развитие большой вклад внесли известные ученые Ю.М.Баженов, В.Н.Байков, О.Я.Берг, В.М.Бондаренко, А.А.Гвоздев, Ю.В.Зайцев, Б.А.Крылов, К.В.Михайлов, А.В.Носарев, В.Б.Рашинов, Б.Г.Скрамтаев, М.М.Холмянский, А.Е.Шейкин и др.

Работы, относящиеся к исследованиям стеклоармированных композиций на основе цементных вяжущих, получили свое отражение в трудах К.Л.Бирюковича, П.П.Будникова, М.Т.Дулбы, М.А.Краснова, Т.Г.Маркаряна, Р.М.Мхикяна, А.А.Пашенко, В.М.Рудого, В.П.Сербина. Большая заслуга в исследованиях сталефибробетонных конструкций принадлежит Г.И.Бердичевскому, И.В.Волкову, Ф.А.Гофштейну, К.М.Королеву, О.В.Коротышевскому, Л.Г.Курбатову, И.А.Лобанову, В.П.Романову, К.В.Талантовой, Г.К.Хайдукову, Г.А.Шикунову, В.В.Шугаеву, Ф.Ц.Янkelовичу.

Значительный вклад в организацию и развитие научно-исследовательских и опытно-промышленных работ в области дисперсно армированных бетонов внесли Б.А.Крылов, Л.Г.Курбатов, К.В.Михайлов, Д.Л.Орлов, Ф.Н.Рабинович, Г.К.Хайдуков, Ю.В.Пухаренко, Петраков, Канаев.

Основные проблемы возникающие при применении тех или других видов волокон лежат в области того, что не все искусственные волокна способны противостоять воздействиям среды гидратирующихся цементов, особенно это актуально при решении вопросов дисперсного армирования бетонных материалов.

При проведенных исследованиях и как показывает практика стеклянные волокна обычного состава подвергаются интенсивной коррозии в твердеющем бетоне на портландцементе и практически не вступают в химическое взаимодействие с продуктами гидратации гипсовых вяжущих.

Совсем другая картина в ситуации со стальными волокнами, так они заметно корродируют в композициях на основе гипса, причем те же волокна надежно защищаются от процессов коррозии в гидратирующейся среде цементных вяжущих. Эти обстоятельства должны учитываться при назначении оптимальных составов композиции "бетон-волокно".

По анализу проведенных экспериментов и исследований можно сделать вывод о том, что дисперсное армирование обеспечивает повышение прочности сечений сжатых, растянутых и изгибаемых элементов конструкций, увеличивает их трещиностойкость, ударную вязкость, термическое сопротивление и другие физико-механические показатели.

Благодаря годам исследований и множеству натурных(стендовых) испытаний у нас уже есть много примеров успешного применения дисперсно армированных бетонов в конструкциях различного назначения: стеновых панелях, плитах покрытий, днищах резервуаров, сваях, трубах, лотках коммуникационных каналов, полах промышленных зданий, дорожных и аэродромных покрытиях, несъемной опалубке для возведения монолитных конструкций и др.

Наряду с традиционно применяемым виброформованием при производстве работ с фибробетоном, ныне используют такие эффективные приемы, как раздельная укладка, торкретирование, прогиб свежотформованных плоских заготовок, вакуум-прессование, пневмонабрызг, роликовая обкатка и многие др.

Как показывает опыт благодаря дисперсному армированию удается добиться снижения материалоемкости конструкций, стоимости и трудоемкости изготовления по сравнению с традиционными армирующими решениями. Такие показатели удается получить за счет частичного или полного отказа от необходимости применения в конструкциях традиционных арматурных сеток и каркасов, а также в результате перевода во многих случаях комплекса производства арматурных работ в процессе изготовления армированной бетонной смеси непосредственно в бетоносмеситель. Армирующие фибровые волокна можно добавлять как на заводе, так и непосредственно на строительной площадке.

Глобальные исследования в области технологии и изучения свойств сталефибробетона начинались в НИИЖБ(Москва) в середине 70-х гг. прошлого века. В то же время они проводились в ЛенЗНИИЭП(Ленинград), а позже и в ЛатНИИС. Не отставали и другие научные центры. Работы по дисперсному армированию проводились в: ОАО "ЦНИИПромзданий", Ростовский Водоканалпроект, Карагандинский Промстройпроект, ВНИИСтроммаш, НИИЦемент, Киевский

Политехнический институт, МИСИ (МГСУ) им. В.В.Куйбышева, МХТИ (МГХТУ) им. Д.И.Менделеева, ЛИСИ(ГАСУ).

Именно сегодня мы можем использовать как зарубежный опыт, который убедительно доказал технико-экономическую эффективность применения сталефибробетона в строительных конструкциях, так и собственный, накопленный и наработанный в достаточно долгий период времени. Таким образом, обобщенный накопленный опыт показывает, что использование дисперсно-армированных бетонов различной плотности и прочности позволяет интенсифицировать процессы, повысить качество и снизить ресурсопотребление при возведении новых, а также реконструкции и реставрации существующих строительных объектов.

На сегодняшний день благодаря проведенной работе НИИЖБ совместно с ЛенЗНИИЭП, МНИИТЭП, ЦНИИпромзданий, ООО «Фибробетон», Центральным банком РФ и другими организациями у нас разработан ряд рекомендательных документов .

Это ВСН 56-97, РТМ-17-01-2002, РТМ-17-02-2003, РТМ-17-03-2005, ВВП-001-01 Банка России. Данная нормативная база позволяет проектировать и применять строительные конструкции из сталефибробетона и стеклофибробетона. Однако прямых норм уровня СНиПа и стандартов для фибробетонов до настоящего времени не было.

Конец прошлого века и начало этого ознаменовалось тем, что на предприятиях ЗАО «Курганстальмост», ООО НПО «Магфибрастрой», ОАО «Северстальметиз» удалось организовать отечественное серийное промышленное производство стальной фибры в объемах, позволяющих уже сейчас увеличить в десятки раз применение фибробетона в отечественном строительстве. Однако такого увеличения в ближайшее время нельзя ожидать из-за особенностей строительной экономики. Кроме того, отставание России в объемах применения сталефибробетона отчасти объясняется известными кризисными явлениями во всей нашей экономике.

За рубежом постоянно расширялись инвестиции в исследования, разработку и применение фибробетонов, то в отечественной практике финансирование в этом направлении велось по остаточному принципу и бессистемно, независимо от мнения и пожеланий научных организаций.

На примере опыта 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. В Германии производится стальная фибра фирмами «Манесман Ханде», «Харекс» и др. Бельгийская фирма «Драмикс» изготавливает фибру из проволоки в виде блок-пластин, склеенных водорастворимым клеем, что облегчает ее интеграцию в бетон матрицу.

Увы, но до сих пор не были разработаны типовые конструкции из СФБ, которые могли бы широко применять проектировщики.

Немаловажным фактором влияющим на не востребованность 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.

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.

Перечисленные выше факторы наиболее эффективны в узлах и конструкциях многоэтажных и высотных зданий, особенно в зданиях и сооружениях, возводимых в сейсмических районах.

Дисперсное фибровое армирование обеспечивает диссипацию энергии в объеме конструкции, узла или зоны за счет многократно большей энергии деформирования и разрушения по сравнению с обычным бетоном .

Проблема в данной ситуации заключается в том , что реальную оценку можно дать только организация, эксплуатирующая готовое здание или сооружение, но не участвующая, как правило, на первом этапе в выборе конструктивного решения конструкции или сооружения.

Расширение применения фибробетонов в строительстве может быть достигнуто только в результате совместного взаимодействия научных и проектных организаций в согласии с организациями - заказчиками объектов, эксплуатирующими их в дальнейшем.

На сегодняшний день просто необходимо разработать методику оценки экономической эффективности фибробетонных конструкций, учитывая более высокие физико-механические свойства, долговечность, технологичность, большой межремонтный ресурс и т. п. по сравнению с железобетоном. И это надо рассматривать , через призму того, что конструкции из СФБ несомненно дадут больший экономический эффект на конец эксплуатации здания как системы в целом. При этом как мне кажется актуально именно то, что различные виды выпускаемой фибры в зависимости от своих как экономических так и технических параметров должны применяться в разных видах конструкций и в соответствии с разработанной технологией.

Главным препятствием на пути массового индустриального применения сталефибробетона в строительстве до последнего времени являлось отсутствие норм проектирования конструкций из него.

На основе результатов исследований опытного производства и применения сталефибробетонных конструкций НИИЖБ, ЛенЗНИИЭП и ЦНИИП был в 1987 г. разработан первый нормативный документ в этой области - «Рекомендации по проектированию и изготовлению сталефибробетонных конструкций» (НИИЖБ, Москва, 1987) , ориентированный на применение тех видов стальной фибры, которые производились в то время в опытном порядке. Однако фибра была недостаточно высокого качества и выпускалась в малых объемах. Сейчас такая фибра вообще не производится.

В 1997 г. НИИЖБ были разработаны для г. Москвы ВСН 56-97 для проектирования и технологии производства стеклофибробетонных конструкций (НИИЖБ, Москва, 1997).

Большой вклад в научно-исследовательские работы, нормативное обеспечение и практику массового применения сталефибробетона внесли производственные объединения ЗАО «Курганстальмост» и НПО «Магфибрастрой», впервые организовавшие промышленное производство стальной фибры.

В конце 90-х гг. XX в. - начале 2000-х гг. производственными объединениями ЗАО «Курганстальмост», НПО «Магфибрастрой» и ЗАО «Северсталь-Метиз» организовано устойчивое промышленное производство стальной фибры трех различных видов: фрезерованной из сляба по ТУ0991-125-46854090-2001; резаной из тонкого стального листа по ТУ 0991-123-53832025-2001 и рубленой из проволоки по ТУ 1211-205-46854090-2005. Производимая этими организациями фибра отличается высокими техническими характеристиками, однородностью свойств и технологичностью при применении.

НИИЖБ были разработаны технические условия на все эти виды фибры и сертифицировано ее производство. Для создания возможности опытно-промышленного применения производимой фибры и проектирования конструкций из сталефибробетона НИИЖБ были разработаны руководящие технические материалы (РТМ) по проектированию и применению

сталефибробетонных конструкций соответственно для указанных видов фибры. Это позволило организовать опытно-промышленное производство и применение сталефибробетона с упорядочением проектирования и технологии производства.

К сожалению, РТМ не являются юридически нормативными документами уровня СНиПа. Об этом и говорили неоднократно и проектировщики. Кроме того, в действующих до 2004 г. нормативных документах (СНиП 2.03.01-84") фибробетон вообще отсутствовал как узаконенный строительный материал, что создавало дополнительные трудности в его применении.

Большим успехом отечественной науки и практики явилось то, что в новый СНиП 52-01-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции» фибробетон включен как узаконенный вид железобетона с дисперсным армированием, а приложением В к нему была предусмотрена разработка «Свода правил по проектированию железобетонных дисперсно-армированных конструкций», в том числе сталефибробетонных.

Разработанный НИИЖБом свод правил СП-52-104-2006 «Сталефибробетонные конструкции» является значимым этапом в развитии норм проектирования железобетонных конструкций и расширении сферы и объемов строительства из сталефибробетона.

Содержание и построение СП--52-104-2006 аналогично СП 52-101-2003 и СП 52-102-2004. При этом содержание разделов и проектные положения учитывают специфику свойств и работы сталефибробетона в конструкциях.

Самым первым нормативным документом в области проектирования конструкций из дисперсно-армированных бетонов явился СНиП 2.03.03-85 «Армоцементные конструкции», разработанный НИИЖБ и ЛенЗНИИЭП в 1984 г. Основные расчетные и конструктивные предпосылки были положены в основу проектных положений, разработанных НИИЖБ еще в 1987 г., «Рекомендаций по проектированию и изготовлению сталефибробетонных конструкций», а позднее серии упомянутых РТМ.

Учитывая апробированность принятых в указанных документах научно-теоретических, конструктивных и технологических, в то же время практически проверенных предпосылок, они приняты за основу и в Своде правил СП 52-104-2006 с определенной модернизацией на базе накопленного опыта применения сталефибробетона.

Цель разработки СП 52-104-2006 является создание узаконенной возможности применения сталефибробетона при проектировании новых и реконструкции существующих конструкций, зданий и сооружений с целью расширения его индустриального применения в строительстве и повышения экономичности строительства и эксплуатации сооружений.

Одновременно введение в действие этого свода правил позволит обеспечить применение качественных строительных материалов, в данном случае фибры, а также обеспечить нужный контроль, надежность и долговечность конструкций. Это обусловливается тем, что СП 52-104-2006 официально предусматривает применение только стальной фибры, указанной в нем, на которую распространяются принятые положения проектирования.

Самое главное, что на фибру других видов и выпускаемую по другим техническим условиям СП 52-104-2006 не распространяется. Это относится и к зарубежной фибре и аналогам из ближнего зарубежья.

Дальнейшим расширением нормативной базы применения сталефибробетона являются разрабатываемые НИИЖБ временные нормы и правила проектирования многофункциональных зданий и зданий-комплексов в г. Москве (МГСН 4.19) и временные рекомендации по технологии и организации строительства многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в г. Москве (МДС 12-23).

Указанные временные нормы впервые содержат положения о применении сталефибробетона в элементах и узлах конструкций каркаса и ограждения зданий.

Нормы МДС 12-23 (по технологии) содержат конкретные указания по оптимальной технологии заводского изготовления и применения сталефибробетона (в том числе по составам, режимам укладки и уплотнения и проч.).

Благодаря , проникновению на наш рынок различных фибр-аналогов имеет место практика применения стальной фибры, не имеющей гарантийной технической документации на нее, а также соответствующей документации на проектирование конструкций из фибробетона на ее основе.

Такую практику в будущем следует исключить, особенно учитывая необходимость проектирования и широкого применения ответственных конструкций и сооружений из сталефибробетона с обеспеченной безопасностью, надежностью и долговечностью эксплуатации.

Как следствие именно такой подход в развитии является реализацией технической политики повышения качества проектирования и производства в строительной индустрии.

В наши дни апробация такой разновидности товарного бетона как СФБ в российских условиях уже закончена с положительным результатом. Малые объемы потребления СФБ в России в значительной степени объясняются недостаточным пониманием российскими строителями возможностей и преимуществ СФБ, дефицитом нормативной документации, недостатком обоснованной рекламы товарных бетонов и растворов, отсутствием целенаправленной работы по применению СФБ, бетона и раствора в строительстве.

В России технология приготовления и укладки такой разновидности товарного бетона, как сталефибробетон в обычных и в зимних условиях была проверена на строительных площадках.

Товарный бетон со стальными волокнами был использован при строительстве многих объектов. Здесь и ряд аэродромных покрытий: «Пулково» в Санкт-Петербурге и «Шереметьево» в Москве. Несколько пролетных конструкций различного рода мостов в Москве и Челябинске. Также он хорошо зарекомендовал себя на участке автодороги Барнаул - Бийск, при устройстве временной крепи тоннелей метро на станциях «Торговый Центр» (Челябинск), «Божова» (Екатеринбург) и «Парк Победы» (Москва), участка автодороги Москва - Лобня, монолитных сейфов хранилища Сбербанка России и Госбанка России. Особенно много сталефибробетон использовался при изготовлении промышленных полов компанией «Конкрит Инжиниринг».

Список литературы:

1. СНиП 2.03.03-85 «Армоцементные конструкции», НИИЖБ и ЛенЗНИИЭП в 1984 г.
2. Железобетон в XXI веке, состояние и перспективы развития бетона и железобетона в России. Госстрой РФ, НИИЖБ, М.: Готика. 2001. С. 123-1333:216-223.
3. Сталефибробетонные конструкции зданий и сооружений. Обзорная информация. ВНИИТПИ, выпуск 7. М. 1990.
4. Стеклофибробетон и конструкции из него. Обзорная информация. ВНИИТПИ, выпуск 5, М. 1991.
5. Рекомендации по проектированию и изготовлению сталефибробетонных конструкций. НИИЖБ Госстроя СССР, М. 1987.
6. РТМ-17-01-2002
7. РТМ-17-02-2003
8. РТМ-17-03-2005
9. Нормативное обеспечение индустриального применения сталефибробетона в строительстве. «Строительный эксперт», №5, 2007
10. Ф.Н. Рабинович, Композиты на основе дисперсно-армированных бетонов. Вопросы теории и проектирования, технология, конструкции. Москва. 2004