

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Машталера Сергея Николаевича на тему:

«Прочность и деформации элементов из высокопрочного сталефибробетона при сжатии в условиях нагрева до $+200^{\circ}\text{C}$ », представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 - Строительные конструкции, здания и сооружения.

Актуальность избранной темы

Дисперсное армирование повышает предельную сжимаемость бетона, что эффективно для применения высокопрочной стержневой арматуры в железобетонных колоннах. Фибровое армирование сдерживает поперечные деформации и препятствует выпучиванию продольной арматуры. Высокие показатели трещиностойкости сталефибробетона позволяют снизить температурные повреждения конструкций, особенно, изготовленных из высокопрочного бетона, обладающего повышенной хрупкостью, внезапным характером разрушения. Перспективным представляется применение высокопрочных сталефибробетонов для возведения конструкций дымовых труб, градирен, резервуаров, защитных оболочек предприятий энергетического комплекса, работающих в условиях повышенных температур. Вместе с тем, недостаточно изученными остаются вопросы влияния режимов температурного воздействия на физико-механические и эксплуатационные характеристики сталефибробетона. Нет достаточно четкого разделения между прочностными и деформационными параметрами для оценки несущей способности и живучести сталефибробетонных конструкций. Особого внимания заслуживает параметр предельной деформативности на спадающем участке диаграммы деформирования и оценка на его основе живучести конструкций. Поэтому задача нормирования параметров диаграммы сжатия и растяжения сталефибробетона при соответствующем проценте фибрового армирования весьма актуальна. Выполнение упругих и неупругих расчетов конструкций, работающих при повышенных температурах в программных комплексах требует корректировки в существующих стандартах значений проч-

ностных характеристик сжатия, растяжения, модуля упругости сжатого бетона, предельных деформаций.

Таким образом, выбранная тема диссертационной работы направлена на решение актуальной проблемы - изучение влияния повышенных температур на характеристики физико-механических свойств высокопрочного сталефибробетона, развитие методов расчета сжатых сталефибробетонных элементов на основе исследования закономерностей их деформирования и разрушения при температурах до +200°C.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, изложенных в диссертации, подтверждается результатами экспериментальных исследований, выполненных с применением современных методов, приборов и оборудования в лабораторных условиях, а также удовлетворительной сходимостью результатов расчетов с данными опытов и натурных исследований.

Диссертационная работа выполнена в соответствии с государственными программами Д-2-04-11 «Разработка новых высококачественных композиционных материалов в виде стойких к коррозии и высокопрочных бетонов и исследование особенностей их работы в условиях объемного напряженно-деформированного состояния и повышенных температур» №0111U001805 (2011-2015 гг.), Д-2-03-13 «Исследование характеристик физико-механических и реологических свойств высокопрочных модифицированных бетонов с фибровым армированием в диапазоне температур от +20° до +300°C» №0113U001921 (02.01.2013 г. – 31.12.2013 г.), а также с кафедральной научно-исследовательской работой К-02-04-16 «Экспериментальные исследования и разработка методов расчета железобетонных конструкций зданий и сооружений на температурно-влажностные воздействия с учетом сложных режимов нагружения и нагрева» №0117D000260 (2016 – 2020 гг.).

Диссертационная работа апробирована на восьми международных научно-практических конференциях: «Международная конференция молодых ученых, аспирантов, студентов» (г. Макеевка, 2013 г., 2014 г., 2017 г., 2018 г.); VIII Академические чтения РААСН – Международная научно-техническая конферен-

ция «Механика разрушения строительных материалов и конструкций» (г. Казань, РФ, 2014 г.); IX Международная научная конференция «Долговечность, прочность и механика разрушения бетона, железобетона и других строительных материалов» (г. Санкт-Петербург, РФ, 2016 г.); 1-я международная конференция «Fibromix – композиционные материалы и конструкции в современном строительстве (г. Санкт-Петербург, РФ, 2018 г.); Международная научно-практическая конференция «Лолейтовские чтения – 150» «Современные методы расчета железобетонных и каменных конструкций по предельным состояниям» (г. Москва, РФ, 2018 г.).

Основные научные результаты и значимость для науки и производства

Основные научные результаты, полученные автором, заключаются в следующем:

- получены характеристики физико-механических свойств высокопрочного сталефибробетона в условиях осевого сжатия, кратковременного и длительного действия повышенных температур;

- результаты экспериментальных исследований влияния масштабного фактора на температурно-усадочные деформации и характеристики физико-механических свойств сталефибробетона при кратковременном осевом сжатии и растяжении;

- составлены рекомендации по учету влияния повышенных температур и масштабного фактора на характеристики прочностных и деформационных свойств высокопрочных сталефибробетонов;

- результаты теоретических исследований напряженно-деформированного состояния железобетонных элементов конструкций при осевом сжатии с учетом физической нелинейности деформирования бетона;

- выполнены предложения по уточнению методик СП 63.13330.2012, СП 27.13330.2017 и СП 360.1325800.2017 в части нормирования характеристик физико-механических свойств высокопрочного сталефибробетона, а также расчетов прочности и деформаций элементов из высокопрочных бетонов с дисперсным и косвенным сетчатым армированием при кратковременных нагружениях сжатием.

Научную новизну полученных результатов составляют:

- результаты экспериментальных исследований о влиянии интенсивности фибрового армирования, кратковременного и длительного нагрева до $+200^{\circ}\text{C}$ на характеристики физико-механических свойств высокопрочного сталефибробетона в условиях осевого сжатия и растяжения;
- результаты экспериментальных исследований о влиянии масштабного фактора на температурно-усадочные деформации, характеристики прочностных и деформационных свойств высокопрочного сталефибробетона;
- результаты экспериментальных исследований о влиянии фибрового и косвенного сетчатого армирования на прочность и деформации железобетонных элементов из высокопрочного бетона при нагружении сжатием в условиях нормальной температуры;
- результаты экспериментальных и теоретических исследований закономерностей изменения НДС железобетонных элементов конструкций из высокопрочного сталефибробетона при нагружении сжатием, в том числе с учетом масштабного фактора и воздействия повышенных температур.

Практическое значение полученных результатов состоит в разработке рекомендаций по нормированию характеристик температурно-усадочных деформаций, прочностных и деформационных свойств высокопрочного сталефибробетона применительно к условиям воздействия повышенных температур до $+200^{\circ}\text{C}$, в том числе с учетом масштабного фактора, а также в развитии методик расчета по СП 63.13330.2012, СП 27.13330.2017, СП 360.1325800.2017 в части расчетов сжатых элементов из высокопрочных бетонов с косвенным сетчатым и фибровым армированием по прочности и деформациям.

Результаты исследований внедрены:

- при выполнении обследования строительных конструкций действующего башенного копра клетьевого ствола №4 шахты им. В.И. Ленина ГП «Макеевуголь и разработке рекомендаций по их усилению;
- при разработке лекционных курсов дисциплин «Физические модели бетона и железобетона. Основы построения диаграммных методов расчета строи-

тельных конструкций», «Действительная работа железобетонных конструкций в условиях совместных силовых, температурных и влажностных воздействий».

Диссертация состоит из четырех разделов. В первом разделе приведен обзор физико-механических свойств высокопрочных бетонов и фибробетонов, дана оценка влияния дисперсного армирования на характеристики высокопрочных бетонов при воздействии повышенных температур. Выполнен анализ методов расчета сталефибробетонных конструкций.

Во втором разделе приведены состав бетона, конструкция опытных образцов, методика экспериментальных исследований. В экспериментальных исследованиях испытано 172 куба и 74 образца-призмы разных размеров, в том числе 8 армированных и 33 призмы в условиях нагрева.

В третьем разделе представлены результаты экспериментальных исследований влияния кратковременного и длительного нагрева до $+200^{\circ}\text{C}$ на температурно-усадочные деформации, прочность при сжатии и осевом растяжении, начальный модуль упругости, предельные деформации, коэффициент поперечной деформации, деформации относительного изменения объема высокопрочного сталефибробетона с процентом фибрового армирования $\mu_{sfb} = 0\%, 0,6\%$ и $2,5\%$. Учет влияния температуры, продолжительности нагрева, масштабного фактора и коэффициента фибрового армирования на величины прочности и модуля упругости высокопрочного бетона предложено осуществлять умножением их исходного значения на корректирующие коэффициенты, представленные в табличной форме для каждого процента фибрового армирования и температуры от $+20^{\circ}\text{C}$ до $+200^{\circ}\text{C}$. Приведены рекомендации по нормированию характеристик физико-механических свойств сталефибробетона с соответствующими значениями коэффициентов условий работы, температурных деформаций для высокопрочных сталефибробетонов в диапазоне температур от $+20^{\circ}\text{C}$ до $+200^{\circ}\text{C}$. Приведено моделирование физико-механических свойств высокопрочного бетона с различным процентом армирования.

В четвертом разделе представлены результаты исследований прочности и деформаций коротких железобетонных элементов-колонн с косвенным и дисперсным армированием при центральном сжатии. Предложены уравнения для

описания диаграммы деформирования элементов с косвенным армированием и определения предельных деформаций в зависимости от интенсивности косвенного армирования. Приведены численные исследования железобетонных образцов с косвенным и дисперсным армированием с помощью ПК «ANSYS Workbench 14.5» и сопоставление расчетных и опытных величин деформаций бетона, продольной и поперечной арматуры, разрушающих нагрузок. Представлены результаты численных исследований напряженно-деформированного состояния рамного фундамента под машины непрерывного литья заготовок, работающего в сложных температурно-влажностных условиях. Для учета физической нелинейности диаграмм деформирования бетона и арматуры в ПК «Лира-САПР 2017» принята кусочно-линейная аппроксимация. Приведены численные исследования напряженно-деформированного состояния колонн-столбов фундаментов рамного типа МНЛЗ на основе данных натурных измерений деформаций и неоднородного распределения температуры по объему. Выполнена оценка эффективности применения для фундаментов высокопрочного сталефибробетона в сравнении с бетоном. По результатам диссертационной работы приведены основные выводы.

Замечания по работе

По содержанию работы имеются следующие замечания:

1. В разделе 1.3 «Влияние повышенных температур на физико-механические свойства бетонов и фибробетонов» следовало бы привести диаграммы “напряжения-деформации” сжатого бетона при повышенных температурах, приведенные в Еврокоде ENV 1992-1-2 1995 и данные об уточнение параметра предельных деформаций диаграмм деформирования бетона при повышенных температурах.

2. В разделе 3.1.2 (рис. 3.7, 3.8) следовало бы представить пояснение в различии температурно-усадочных деформаций в интервале температур $+90^{\circ}\text{C}$ - $+150^{\circ}$. Возможно, это связано с окончанием процесса испарения влаги в порах бетона при температуре 120°C .

3. В разделе 3 на основе полученных результатов желательно было бы привести сопоставление динамики прогрева бетона и сталефибробетона по зависимостям «температура - время прогрева».

4. Для определения предельных деформаций (сталефибробетона) при сжатии (рис. 3.10, 3.11) было бы желательно использовать приспособления, позволяющие тормозить процесс разрушения на заключительных стадиях деформирования с целью разделить деформации, соответствующие максимальной прочности образца и предельные, соответствующие нарушению целостности материала.

5. На стр. 107 следовало бы привести формулу расчета значений модуля открытой поверхности M_0 , приведенных в табл. 3.2.

6. В разделе выполнения численных исследований напряженно-деформированного состояния рамного фундамента под машину непрерывного литья заготовок с помощью ПК «LIRA SAPR» (стр. 132), следовало бы привести принятые расчетные характеристики материалов, модуль упругости сталефибробетона, диаграмму деформирования высокопрочного сталефибробетона и принятую аппроксимацию ПК «Лира-САПР» (21 закон), не ограничиваясь лишь ссылкой на рис. 3.22.

7. На стр. 137, следовало бы привести сопоставление деформативных характеристик бетонного и сталефибробетонного монолитного перекрытия по изополям перемещений конечно-элементной модели конструкции рамного фундамента, в дополнение к представленным на рис. 4.11.

Указанные замечания не оказывают существенного влияния на общую положительную оценку диссертации, некоторые из них приведены в форме пожеланий. В целом диссертационная работа выполнена на достаточно хорошем научном и методическом уровне.

Автореферат диссертации отражает основное её содержание. Оформление работы соответствует предъявляемым к диссертациям требованиям. Выводы достоверны в рамках принятых исходных предпосылок.

Заключение

Диссертация представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу, на актуальную тему. Новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют существенное значение для строительной науки и практики в части исследований прочности и деформаций элементов из высокопрочного сталефибробетона, работающих в условиях воздействия повышенных температур. Выводы и рекомендации достаточно обоснованы.

Работа отвечает требованиям п.2.2 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения.

Настоящим я, Давиденко Михаил Александрович, даю согласие на автоматизированную обработку персональных данных с указанием фамилии, имени, отчества.

Официальный оппонент

Давиденко Михаил Александрович

К.т.н., доцент кафедры архитектуры и
строительных конструкций,

Государственного образовательного учреждения

Луганской Народной Республики

«Луганский национальный аграрный университет»,

91008, г. Луганск, городок Луганского

национального аграрного университета, 1

тел.: +38 (0642) 96-60-40

e-mail: mailto:rector@lnau.su

сайт: <http://lnau.su>



Подпись

Подтверждаю:

Нач. отдела кадров

« 07 » 03

20 12 г.



М.А. Давиденко