

В. Т. Ерофеев Ю. М. Баженов Е. В. Завалишин
А. Д. Богатов А. М. Асташов С. А. Коротаев
Л. В. Никитин

**Силикатные и полимерсиликатные
композиты каркасной структуры
роликового формирования**



СИЛИКАТНЫЕ И ПОЛИМЕРСИЛИКАТНЫЕ КОМПОЗИТЫ КАРКАСНОЙ СТРУКТУРЫ РОЛИКОВОГО ФОРМОВАНИЯ

**Под общей редакцией
академика РААСН Ю.М. Баженова
и члена-корреспондента РААСН В.Т. Ерофеева**



Издательство Ассоциации строительных вузов
Москва 2009

УДК 691:620.193.8

Авторы:

**В.Т. Ерофеев, Ю.М. Баженов, Е.В. Завалишин,
А.Д. Богатов, А.М. Асташов, С.А. Коротаев, Л.В. Никитин**

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор, проректор по качеству образования,
заведующий кафедрой «Производство строительных изделий и конструкций»

Тверского государственного технического университета *В.В. Белов*;

доктор технических наук, профессор, советник Российской академии архи-
тектуры и строительных наук, заведующий кафедрой «Производство строи-
тельных изделий и конструкций» Саратовского государственного техниче-
ского университета *Ю.Г. Иващенко*

Силикатные и полимерсиликатные композиты каркасной структуры
роликового формования : монография / В.Т. Ерофеев, Ю.М. Баженов,
Е.В. Завалишин, А.Д. Богатов, А.М. Асташов, С.А. Коротаев, Л.В. Никитин;
под общ. ред. Ю.М. Баженова и В.Т. Ерофеева. – М. : Издательство Ассо-
циации строительных вузов, 2009. — 160 с.

ISBN 978-5-93093-608-7

В монографии приводятся результаты научных исследований силикат-
ных и полимерсиликатных композитов каркасной структуры роликового
формования. Рассмотрены процессы структурообразования и технологии
получения каркасных композитов роликового формования. Проведена оп-
тимизация составов по показателям прочности, деформативности, долго-
вечности в условиях воздействия химических и биологических агрессивных
сред, циклически действующих температур.

УДК 691:620.193.8

© В. Т. Ерофеев, Ю. М. Баженов,
Е. В. Завалишин и др., 2009

ISBN 978-5-93093-608-7

© Издательство АСВ, 2009

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
Глава 1. Обзор отечественной и зарубежной литературы по структурообразованию, технологии изготовления и применению силикатных и полимерсиликатных материалов	6
1.1. Силикатные и полимерсиликатные материалы. Применение в строительной отрасли.....	6
1.2. Структурообразование силикатных и полимерсиликатных композиционных материалов	12
1.3. Составы и свойства композитов на основе жидкого стекла....	20
1.4. Особенности технологии изготовления силикатных и полимерсиликатных композиций.....	26
Глава 2. Теоретические предпосылки создания композитов каркасной структуры роликового формования	29
2.1. Структурные аспекты формования каркасных композитов	29
2.2. Особенности безвибрационного роликового формования бетонных смесей	33
2.3. Механизм формирования структуры жесткой бетонной смеси при безвибрационном уплотнении.....	37
Глава 3. Исследование структуры и свойств матричных составов на основе жидкого стекла	44
3.1. Компоненты и составы, использованные при проведении исследований	44
3.2. Прочность жидкостекольных композитов	47
3.3. Усадка композиций.....	48
3.4. Водостойкость.....	50
3.5. Стойкость композитов в водном растворе едкого натра.	57
3.6. Химическая стойкость в средах метаболитов мицелиальных грибов.....	61
3.7. Стойкость композитов в стандартной среде мицелиальных грибов.....	64
Глава 4. Структурообразование и свойства композитов на основе стеклобоя	78
4.1. Химические процессы, происходящие на стадии твердения композиций на основе вяжущего из боя стекла	78
4.2. Оптимизация составов.....	81
4.3. Водостойкость связующих.....	87

4.4. Химическое сопротивление в водных растворах щелочей	89
4.5. Химическое сопротивление в растворах кислот	90
4.6. Химическое сопротивление в нефтепродуктах	93
4.7. Биологическое сопротивление связующих	96
4.8. Изучение влияния показателя рН строительных композитов на их биосопротивление	98

Глава 5. Получение и свойства композитов каркасной

структуры роликового формования	103
5.1. Определение расходов компонентов каркаса и матрицы с учетом структурных особенностей каркасных бетонов	103
5.2. Оптимизация гранулометрического состава наполнителей для матричных составов	104
5.3. Оптимизация гранулометрического состава заполнителей каркаса	107
5.4. Физико-механические свойства композитов каркасной структуры	109
5.5. Химическое сопротивление бетонов	115
5.6. Использование составов на основе щелочно-известково- силикатных стекол и пористых заполнителей для получения каркасных композитов	117
5.7. Технология изготовления композитов каркасной структуры с применением жидкостекольных связующих	129
Заключение	138
Библиографический список	142

ВВЕДЕНИЕ

При проектировании производственных и сельскохозяйственных зданий и сооружений всегда существует проблема выбора материалов для изготовления строительных изделий и конструкций. В связи с тем что в современном промышленном производстве неотъемлемыми факторами являются агрессивные среды, задача выпуска долговечных и эффективных материалов, способных обеспечивать длительную и надежную работу конструкций и сооружений в агрессивных средах, является чрезвычайно актуальной. Одним из радикальных способов повышения долговечности материалов и изделий является применение композитов на полимерном вяжущем. В то же время известно, что растворы и бетоны на основе жидкого стекла обладают высокой стойкостью к действию кислот, что позволяет использовать силикатные и полимерсиликатные композиты в условиях агрессивного воздействия большинства концентрированных минеральных и органических кислот, стоимость же их в 2—3 раза меньше, чем полимербетонов. Более широкое применение данных композитов в условиях воздействия агрессивных сред сдерживается тем, что они имеют недостаточно высокую прочность, слабо устойчивы к воздействию воды и разбавленных кислот.

В последнее время актуальными становятся исследования, направленные на изучение биологического сопротивления различных строительных материалов, разрабатываются способы защиты изделий и конструкций от биоразрушений. Следует отметить, что поведение в биологических средах силикатных и полимерсиликатных композиций, используемых в качестве антикоррозионных покрытий, для химического закрепления оснований зданий и сооружений, пропитки поровой структуры различных изделий, изучено недостаточно полно. В связи с этим исследования, посвященные установлению биологического сопротивления композитов на основе жидкого стекла от основных структурообразующих факторов и разработке способов их защиты от биоразрушений, являются актуальными. Также существуют проблемы получения низкопористых плотных изделий при укладке и уплотнении высоконаполненных силикатных и полимерсиликатных композитов.

Одним из эффективных направлений дальнейшего совершенствования строительных композитов является получение и внедрение материалов каркасной структуры. Технология их производства включает предварительное создание каркаса путем склеивания зерен заполнителя друг с другом с последующим заполнением пустот матричными составами. Такая технология позволяет максимально наполнить бетоны крупным заполнителем. В настоящее время получены эффективные каркасные бетоны на полимерных, цементных, полимерцементных и серных связующих. Эффект при получении каркасных бетонов повышенной плотности может быть достигнут за счет использования для заполнения пустот каркаса высоконаполненных матричных композиций с применением вяжущего на основе жидкого стекла. Сложность получения высокоплотных кислотоупорных силикатных растворов и бетонов обуславливается значительной их вязкостью, даже при содержании в жидком стекле большого количества воды, что усложняет заполнение пустот каркасов матричными составами без силового воздействия. На наш взгляд, перспективным представляется способ заполнения пустот каркаса матрицей методом безвибрационного роликового уплотнения, при котором может быть достигнуто повышение плотности и улучшение физико-механических и эксплуатационных характеристик получаемых материалов и изделий.

Целью данных исследований явилось экспериментально-теоретическое обоснование приемов и методов получения каркасных композитов с применением безвибрационного роликового формования на жидкостекольных связующих.

Глава 1

ОБЗОР ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И ЗАРУБЕЖНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ПО СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЮ, ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЮ СИЛИКАТНЫХ И ПОЛИМЕРСИЛИКАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

1.1. Силикатные и полимерсиликатные материалы. Применение в строительной отрасли

Силикатными называют материалы, в которых в качестве вяжущего (связующего) применяют жидкие стекла (натриевое или калиевое), а также кислото- и щелочеотверждающиеся органические соединения (мономеры или олигомеры). Полимерсиликатные строительные материалы отличаются от силикатных содержанием в них полимерной добавки. Название таким материалам дано по аналогии с уже широко известными полимерцементными бетонами, т. е. полимерсиликаты — это усовершенствованная модификация композиций на основе жидкого стекла [170, 183, 231].

Силикаты натрия и калия как клеи используют в отечественной и зарубежной практике с начала XX века, однако у нас в стране они получили широкое распространение лишь в 30-х годах после фундаментальных исследований П. Н. Григорьева (1930 г.) [68], И. И. Лагутина (1931 г.) [128], П. А. Пшеницына (1932 г.) [184], В. М. Москвина (1935 г.) [150, 151], А. И. Жилина (1936—1939 гг.) [85], П. П. Будникова (1939 г.) [46, 47].

Изучением композиций на основе щелочных силикатов в настоящее время занимаются многие исследователи. Здесь в первую очередь можно назвать работы М. А. Матвеева с сотрудниками [69, 138, 1389, 140], П. Н. Григорьева [69], К. А. Полякова [175], Е. А. Климановой [111], К. Д. Некрасова и А. П. Тарасовой [157, 233], Ю. С. Курицыной и М. И. Субботкина [231], Н. А. Мощанского [152, 183], И. Е. Путляева [170, 183], Ю. М. Баженова [28, 29], В. И. Соломатова [109, 223, 224, 226], В. Т. Ерофеева [83, 109, 225], Ю. Г. Иващенко [96, 97, 98].

Исследования композиций на основе жидкого стекла за рубежом шли в основном по линии фирменных лабораторий и различных патентных заявок. Так, например, многолетние исследования в этом направлении проведены фирмой «Хёст» в ФРГ. Согласно проспектам этой фирмы, на основе щелочных силикатов можно получить не только кислотостойкие, но и весьма плотные, а также водостойкие и даже умеренно стойкие к щелочам замазки [261, 263].

Во многих зарубежных публикациях преимущество отдается калиевому жидкому стеклу [267, 268, 269]. В качестве инициаторов отверждения предлагаются смеси полимеров, содержащие кислотные группы (например, сополимер стирола с малеиновым ангидридом), а также кремнийфосфорная кислота. Сообщается об улучшении свойств, когда в состав жидкостекольных

композиций вводится метилметакрилат (до 6 %), обработанный щелочью. Большое внимание за рубежом уделяется подбору состава наполнителей и заполнителей, а также способу приготовления и уплотнения смесей [170].

В нашей стране появление полимерсиликатов в основном связано с предложением сотрудников ЦНИИ-Промзданий В. Я. Далматова и И. П. Кима [1], в котором было рекомендовано вводить в силикатные вяжущие фуриловый спирт с солянокислым анилином. В дальнейшем это предложение было усовершенствовано в НИИЖБ, в частности расширен ассортимент уплотняющих добавок, а также подобраны водопоглощающие и пластифицирующие соединения [2].

В настоящее время силикаты и полимерсиликаты в больших объемах применяют в различных областях для изготовления специальных строительных конструкций. Из многочисленных видов силикатных и полимерсиликатных композиционных строительных материалов наиболее широкое применение в строительстве находят кислотоупорные материалы (замазки, растворы, бетоны), материалы, работающие в условиях повышенных температур (жаростойкие бетоны), лакокрасочные и антикоррозионные материалы [209, 105, 111, 119, 133, 234, 157, 165, 166, 170, 183, 184, 192, 231, 233]. Также жидкостекольные композиции применяются в качестве пропиточных составов для бетонов [27, 28, 29, 64, 72] и при химическом закреплении грунтов [90, 194, 215].

Кислотоупорные материалы на основе жидкого стекла стали применяться в 50—60-х годах в связи с развитием антикоррозионной техники. И сегодня, несмотря на разработку новых видов коррозионно-стойких материалов — специальных видов сталей, полимерных композитов (замазок, полимербетонов, стеклопластиков и т. д.), композиционные материалы на основе жидкого стекла не потеряли своего значения. Это связано с тем, что новые эффективные полимерные материалы дороги, дефицитны, требуют больших трудозатрат, в ряде случаев не имеют необходимой сырьевой базы, порой обладают повышенной токсичностью. Кислотоупорные материалы на жидком стекле лишены этих недостатков [30, 119, 137, 149, 148, 182, 231].

Кислотоупорные растворы на основе жидкого стекла представляют собой смеси тонкомолотого кварцевого песка и кремнефтористого натрия. Смесью затворяется калиевым или натриевым жидким стеклом, после чего при твердении на воздухе образуется кислотостойкий камень. Эти растворы применяют в качестве связующего для укладки штучных химически стойких материалов (кирпича, плитки) при защите корпусов химической аппаратуры [231].

Одним из основных потребителей кислотоупорных растворов и бетонов на жидком стекле является целлюлозно-бумажная промышленность (производство целлюлозы сульфитным способом), где материалы такого типа применяют для защиты варочных котлов, отстойников и т. д. Технологическая аппаратура в этом случае изготавливается из стали или цементного бетона, а коррозионная защита выполняется в виде кислотоупорной ке-

рамической плитки или кирпича, уложенных на жидкостекольной замазке [75]. Основными характеристиками защитного кислотостойкого материала являются коррозионная стойкость, непроницаемость, нетоксичность, дешевизна. В этом отношении преимущество имеют композиционные материалы на основе жидкостекольных связующих с добавками фурилового спирта [1, 2]. При изготовлении жидкостекольных композиций для кислотостойких замазок в качестве наполнителя могут применяться андезитовая мука [85], тонкомолотый кварцевый песок [119, 231], цементный порошок [231]. Для усиления адгезионной связи между связующим и наполнителем в качестве последнего следует применять тонкомолотый перлит [119]. Этот наполнитель содержит активный кремнезем, который и позволяет повысить адгезию за счет связывания воды и щелочи, а также интенсификации гелеобразования в жидкостекольной системе.

Перспективным направлением применения кислотоупорного бетона в строительстве является использование блочных конструкций различных типоразмеров и конфигураций [170]. Применение блочных изделий из кислотоупорного бетона для футеровки строительных конструкций и химической аппаратуры вполне себя оправдало. Блоки и крупногабаритные изделия из кислотоупорного бетона нашли применение при сооружении электрофильтров, вентиляционных каналов, газоходов, бортовых полов и т. д. Опыт сооружения электрофильтров с применением блоков и крупногабаритных изделий из кислотоупорного бетона показал, что такие изделия, изготовленные в стационарных условиях, с успехом могут заменить кислотоупорный кирпич. Их рекомендуется использовать при изготовлении оборудования для производства серной кислоты контактным способом и способом мокрого катализа, а также в производстве других кислот [69, 119].

В производственных цехах, где возможно воздействие кислых сред, предусматривается специальная защита полов на основе данных материалов [183].

Опыт эксплуатации показал, что применение блоков из кислотоупорного кирпича для футеровки пола, подвергающегося воздействию кислот или солей, а также временному воздействию воды, возможно при условии, если тщательно соблюдаются требования технологического режима их изготовления и вводятся специальные добавки, повышающие водостойкость кислотоупорного бетона [172, 231].

Жидкое стекло находит широкое применение для изготовления жаростойких бетонов, которые предназначены для сооружения тепловых агрегатов в различных отраслях промышленности: нефтехимической, химической, машиностроительной, строительных материалов, металлургической, целлюлозно-бумажной и др. [119, 157, 165, 233]. В соответствии с требованиями ГОСТа, предельно допустимая температура применения таких бетонов от 300 до 1800 °С. При этом бетоны, предназначенные для эксплуатации при высоких температурах, делятся на жароупорные с огнеупорностью до 1580 °С и огнеупорные, огнеупорность которых выше 1580 °С. Такие бетоны являются продуктами твердения бетонных смесей, состоящих из

огнеупорного заполнителя, жидкостекольного связующего и различных добавок — отвердителей, пластификаторов, регуляторов сроков схватывания и т. д. [119].

Бетонные смеси, включающие жидкое стекло, огнеупорный наполнитель и добавки, применяют и для изготовления легких и ячеистых бетонов [119]. В легких огнеупорных бетонах в качестве заполнителя используют керамзит или другой пористый материал. Пористая структура газобетона формируется за счет введения в состав тонкомолотой массы газообразователя с последующим автоклавным твердением бетона.

Жидкостекольные связующие и бетоны находят также применение при ремонте аэродромных покрытий, изготовлении красок. Так, например, в аэропорту Домодедово были проведены опытно-производственные работы по ремонту цементно-бетонных покрытий быстротвердеющим мелкозернистым бетоном на основе жидкого стекла [233]. В результате обследования отремонтированных участков после 3 лет службы было установлено, что бетон не имеет разрушений, поверхность его достаточно плотная и ровная [233].

Основными видами силикатных лакокрасочных материалов, имеющих долголетний опыт применения, являются два вида красок — фасадные силикатные и цинконаполненные. Последняя в большей мере используется для противокоррозионной защиты металла — крупногабаритных конструкций, работающих в неблагоприятных атмосферных условиях, в местах периодического воздействия коррозионной среды, нефтепродуктов, растворителей и т. д. [209, 111, 166]. В качестве наполнителей жидкостекольных лакокрасочных строительных материалов применяются тальк, мел, цинковый порошок (цинконаполненные силикатные краски), а также кальцит, алюмосиликаты, рутил (дисперсионные силикатные краски) [119]. Примерами цинксилкатных красок могут служить краски «Силикацинк-2», ВЖС-41 [119]. Краска «Силикацинк-2» предназначена для защиты от коррозии стальных поверхностей при эксплуатации на открытом воздухе, в морской, пресной воде и в нефтепродуктах. Краска является трехупаковочной композицией, состоящей из высокомолекулярного натриевого жидкого стекла (связующего), цинкового порошка (активный наполнитель), водного раствора диэтиленгликоля и фосфорнокислого кальция (отвердитель). Краска ВЖС-41 отличается от «Силикацинк-2» видом жидкого стекла (калиевое вместо натриевого), более низким содержанием металлического цинка, типом отвердителя и способом отверждения, наличием в составе алюминиевой пудры. Считается перспективным для производства цинконаполненных силикатных покрытий применение в качестве связующего литийсиликатных растворов, которые при сушке в нормальных условиях образуют труднорастворимые пленки [166]. Следует отметить, что, хотя и цинксилкатные краски находят применение в условиях воздействия атмосферных факторов и морской воды, биостойкость их не исследована.

Второе традиционное направление в области исследования лакокрасочных материалов на основе жидких стекол представлено разработкой составов, технологии и применения силикатных фасадных красок, предна-

значенных для наружной и внутренней отделки зданий и сооружений, т. е. для окраски кирпичных, бетонных и оштукатуренных поверхностей. В настоящее время выпускаются два вида красок — с использованием в качестве силикатизатора в составе сухой пигментной части сухих цинковых белил (марка А) и бората кальция. Краски выпускаются пяти цветов: белая, желтая, красная, розовая и светло-серая [119].

Жидкостекольные полимерные композиты, высокостойкие в холодных и горячих кислотах и практически непроницаемые для них, находят все более широкое применение как антикоррозионные защитные материалы [158, 159, 168, 183]. Полимерсиликатные композиции можно применять для устройства таких конструктивных элементов химически стойких полов, как подстилающий слой и прослойки, стяжка, покрытие. При устройстве кислотостойких полов полимерсиликаты применяют как с традиционными, так и с полимерными материалами. В комбинации с полимерами представляется широкая возможность проектирования новых конструкций кислотостойких полов [183].

В настоящее время на основе полимерсиликатов разработаны и рекомендованы для применения следующие виды кислотостойких полов: из шлакоситалловых плит на полимерсиликатной замазке или растворах; из каменного литья или кислотоупорной керамики на полимерсиликатной замазке или растворах; из полимербетонных плит на полимеррастворе по подстилающему слою или стяжке из полимерсиликатного бетона или раствора; монолитный из полимерсиликатного раствора с ковровой плиткой; монолитный из полимерсиликатного бетона (без дополнительного покрытия) [170, 183]. Во многих зданиях и сооружениях, например, таких, как мясо-молочные комбинаты, сельскохозяйственные объекты и другие, покрытия полов подвержены интенсивному разрушающему воздействию микроскопических организмов, что следует учитывать при выборе составов.

Жидкостекольные композиции используются для пропитки бетонных изделий, штукатурных покрытий, грунтовых оснований и др. При пропитке бетона жидким стеклом с последующей его полимеризацией в теле бетона возникает особая структура, которая состоит из затвердевшего цементного камня, скрепляющего зерна заполнителя в единый монолит, и разветвленной системы нитей и включений жидкого стекла. Жидкостекольная композиция заполняет поры и капилляры цементного камня, заполнителя и контактной зоны между ними, делая их газо- и водонепроницаемыми, «заклеивает» дефекты структуры цементного камня, заполнителя и контактной зоны и связывает тысячами нитей различные участки бетона, повышая их сопротивление нагрузке и трещиностойкость. Образовавшуюся в бетоне сетку полимера можно рассматривать как особого рода дисперсионное армирование. При полимеризации композиция стремится сократиться в объеме, что вызывает обжатие в минеральной части материала. В результате создается разновидность предварительно напряженного состояния материала, что также способствует повышению его прочности и трещиностойкости [64].

Пропитка легких и ячеистых бетонов в несколько раз повышает их прочность и долговечность, делает материал практически газо- и водонепроницаемым. Однако вследствие более высокой пористости легкого бетона возрастает расход полимера и уменьшается эффективность его использования. В тяжелом бетонополимере каждый процент полимера повышает прочность бетона на 10—20 МПа (в обычном бетоне для этого потребуется около 100 кг цемента) [64, 65]. В легких бетонах большое количество средних и крупных пор. В этих условиях система полимерной сетки в бетоне имеет на нитях большое количество утолщений, в которых полимер с точки зрения прочностных свойств используется нерационально. В результате снижается эффективность пропитки до 0,4—4 МПа на каждый процент полимера, поэтому обработка легких бетонов производится с поверхности на небольшую глубину.

Результаты наших исследований в области технологии изготовления бетонополимеров могут служить основой для разработки технологии пропитки изделий и конструкций существующих зданий и сооружений с целью «лечения» от биологических разрушений и повышения биологического сопротивления.

В последнее время становятся актуальными вопросы повышения биологической стойкости различных материалов. Обеспечение долговечной работы композитов на основе жидкого стекла невозможно без знания их работоспособности в средах, оптимизации структуры и составов материалов различного назначения. Следует отметить, что данные о биологической стойкости жидкостекольных композитов в литературе являются малочисленными.

Химическое закрепление грунтов растворимым стеклом начало широко развиваться в нашей стране с 1931 года. Существуют два способа силикатизации грунтов — двухрастворный и однорастворный [90, 194, 215]. Двухрастворный способ применим только в тех случаях, когда требуется в основном прочное закрепление и песчаные грунты имеют коэффициент фильтрации от 2 до 80 м/сут. Для случаев, когда необходимо закрепление с небольшой прочностью или устройство водонепроницаемой завесы в песках с коэффициентом фильтрации менее 2 м/сут, используется однорастворный способ силикатизации [194, 215]. Сущность двухрастворного способа заключается в том, что в песчаный грунт любой влажности через забитую металлическую перфорированную трубу (инъектор) поочередно нагнетаются растворы силиката натрия и хлористого кальция. В результате химической реакции между ними в порах грунта образуется гидрогель кремниевой кислоты и грунт быстро и прочно закрепляется. Закрепленный силикатизацией грунт обладает высокой водонепроницаемостью. Прочность закрепленного грунта не снижается при воздействии на него агрессивных вод. Однорастворный способ основан на создании гелеобразующих растворов с малой вязкостью, которая должна сохраняться в течение всего времени нагнетания раствора в грунт. Продолжительность нагнетания зависит от проницаемости грунта в зоне распространения раствора. Следовательно,

Научное издание

Владимир Трофимович **Ерофеев**
Юрий Михайлович **Баженов**
Евгений Васильевич **Завалишин**
Андрей Дмитриевич **Богатов**
Алексей Михайлович **Асташов**
Сергей Александрович **Коротаев**
Леонид Валерьевич **Никитин**

СИЛИКАТНЫЕ И ПОЛИМЕРСИЛИКАТНЫЕ КОМПОЗИТЫ КАРКАСНОЙ СТРУКТУРЫ РОЛИКОВОГО ФОРМОВАНИЯ

**Под общей редакцией академика РААСН Ю.М. Баженова
и члена-корреспондента РААСН В.Т. Ерофеева**

Компьютерная верстка: *М.И. Точкина*
Редактор: *Р.Н. Бусарова*
Дизайн обложки: *Н.С. Романова*

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98.
Подписано к печати 20.11.08. Формат 60х90/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.

Усл. 10 п.л. Тираж 1000 экз. Заказ №

Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ)
129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, отдел реализации – КМК, оф. 348
тел., факс: (499)183-56-83, e-mail: iasv@mgsu.ru, <http://www.iasv.ru/>