

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ, ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА ИМЕНИ А.А. ГВОЗДЕВА – 90 ЛЕТ В СТРОИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ

RESEARCH, DESIGN AND TECHNOLOGICAL INSTITUTE OF CONCRETE AND REINFORCED CONCRETE NAMED AFTER A. A. GVOZDEV – 90 YEARS IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY

А. Н. ДАВИДЮК, д-р техн. наук

Дана краткая история создания НИИЖБ им. А.А. Гвоздева и показано доминирующее положение железобетона по объему применения по отношению к другим строительным материалам, что определяет его ключевую роль в развитии всей строительной индустрии.

НИИЖБ им. А.А. Гвоздева на сегодняшний день является разработчиком основополагающих нормативов по железобетону и новым видам бетона и армирующих материалов для различных областей их применения в строительстве. Важную роль играет НИИЖБ в области научно-технического сопровождения проектируемых, строящихся, эксплуатируемых и реконструируемых зданий и сооружений.

Ключевые слова:

бетон, железобетон, строительные материалы, строительная индустрия, строительная наука, нормы, стандарты, научно-техническое сопровождение, здания, сооружения

The article shows the dominant position of reinforced concrete according to volume of use compared to other building materials, and this determines its key role in the development of the entire construction industry.

NIIZHB Named after A. A. Gvozdev today is the developer of the fundamental standards for reinforced concrete and new types of concrete and reinforcing materials for various fields of application in construction. NIIZHB plays an important role in the field of scientific and technical support for designed, constructed, operated and renovated buildings and structures.

Key words:

concrete, reinforced concrete, building materials, building industry, building science, regulations, standards, scientific and technical support for, building, construction

Ордена Трудового Красного Знамени Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона им. А.А. Гвоздева, отметивший 90-летие со дня основания, является одной из ведущих организаций, осуществляющих научно-техническое обеспечение развития строительного комплекса Российской Федерации. Отсчет своей истории НИИЖБ ведет от 1927 года, когда был создан первый в стране научно исследовательский институт в строительной отрасли – Государственный институт сооружений (ГИС), который вскоре претерпел ряд реорганизаций: сначала во Всесоюзный государственный научно-экспериментальный институт гражданских, промышленных и инженерных сооружений (ВИС), а затем — в Центральный научно-исследовательский институт промышленных сооружений (ЦНИПС). Крупнейшим строительным подразделением в ЦНИПСе был Сектор бетона, железобетонных и каменных конструкций в составе трех лабораторий. В общем объеме научных работ ЦНИПСа в те годы тематика по бетону и железобетону занимала более 40%. Коллектив сектора составил впоследствии кадровую основу образованного в 1956 г. Постановлением Правительства самостоятельного научно-исследовательского института бетона и железобетона, ныне НИИЖБ им А.А. Гвоздева.

До настоящего времени НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство» по-прежнему является ведущей научной организацией отрасли. В Институте ныне работают около 200 специалистов высокой квалификации, из них 49 докторов и кандидатов технических наук.

В данный момент в структуре НИИЖБ сформированы три крупных научных направления:

- совершенствование расчет и конструирование железобетонных конструкций и конструктивных систем зданий и сооружений и мониторинг в процессе их возведения и эксплуатации;
- разработка и исследование новых эффективных вяжущих, модификаторов, бетонов, арматуры, арматурных изделий, методов их защиты от коррозии и технологий изготовления;
- внедрение в практику проектирования и строительства инновационных разработок.

Эти направления объединяют 18 научно-технических лабораторий, отделов и центров, на базе которых развивается 9 научных школ.

Объемы применения бетона и железобетона в настоящее время более чем вдвое превышают объемы применения всех остальных строительных материалов вместе взятых. За последнее двадцатилетие железобетон уверенно расширяет области своего применения в строительстве, вытесняя другие строительные материалы, прежде всего — стальной прокат.

Переход на всесезонное строительство. Экспериментальные исследования по этой проблеме с момента основания института велись в специализированной лаборатории. Из общего объема в 100 млн кубометров монолитного бетона и железобетона в 80-х годах почти половину составлял бетон, укладываемый зимой. Значительная трудоемкость монолитного строительства зданий (недостаток, и поныне сохраняющийся в отечественном монолитном строительстве) сделала неизбежным **развитие сборного строительства**. Особенно бурно строительство из сборных железобетонных конструкций начало развиваться в стране после Постановления Правительства в 1954 г. Переход от монолитных конструкций к сборным снижал трудоемкость возведения объектов до 50%, а сроки строительства сокращались в несколько раз, особенно в зимний период.

В современном строительстве сборный железобетон широко применяется в промышленном и других видах строительства и, главное, в жилищном строительстве. В улучшении жилищных условий населения преимущественное применение сборного железобетона по-прежнему играет весомую роль.

Предварительно напряженный железобетон. Техническая концепция создания предварительного напряжения арматуры железобетонных конструкций была разработана в 30-х годах одновременно во Франции и в России. За счет создания предварительного напряжения, например, в плитах перекрытий, расход арматуры может быть снижен на 25-40% по сравнению с плитами с обычной арматурой, а в балках, соответственно, на 50%. К началу 80-х годов на долю предварительно напряженных конструкций приходилось более 20% общего объема сборного железобетона.

Работы в области стандартизации. Сектор железобетонных конструкций ЦНИПСа и его преемник НИИЖБ всегда уделяли большое внимание нормативному и информационному обеспечению отрасли производства и применения в строительстве бетона и железобетона. С начала 30-х годов в нарастающих объемах разрабатывались и пересматривались заново нормативные и рекомендательные документы, основные ГОСТы, СНиПы и Пособия к ним. основополагающий вклад в разработку и развитие отечественных норм по расчету железобетонных конструкций внес в свое время профессор А.А. Гвоздев, чье имя носит НИИЖБ.

НИИЖБ им. А.А. Гвоздева и сегодня является разработчиком и автором (по некоторым документам – соавтором) ряда базовых нормативов, включенных в утверждённый Правительством РФ постановлением от 26 декабря 2014 г. № 1521 перечень национальных стандартов и сводов правил, в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона ФЗ-384 «Технический регламент безопасности зданий и сооружений»:

- СНиП 52-01 (СП 63 13330) Бетонные и железобетонные конструкции;
- СНиП 2.03.11 (СП 28.13330) Защита строительных конструкций от коррозии;
- СНиП 3.03.01 (СП 70.13330) Несущие и ограждающие конструкции;
- ГОСТ 31937-2011 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния;
- ГОСТ 18105 Бетоны. Правила контроля и оценки прочности.

Кроме того, НИИЖБ им. А.А. Гвоздева является автором основных нормативно-технических документов по технологии бетона, в том числе ГОСТ 26633 Бетоны тяжелые и мелкозернистые, ГОСТ 25820 Легкие бетоны, ГОСТ 7473 Смеси бетонные, ГОСТ 24211 Добавки для бетонов и растворов, ГОСТ 27006 Правила подбора состава бетонов — всего более ста национальных и межгосударственных стандартов и сводов правил.

Объем нормотворческой деятельности института сопоставим с результатами аналогичной деятельности крупных международных организаций. Так, например, за все время своего существования профильные комитеты Европейского комитета по стандартизации (CEN) ТК 104 «Бетон и составляющие материалы» и ТК 229 «Сборный железобетон» подготовили 220 стандартов, Американский институт бетона — 270 стандартов и обзорных докладов, технический комитет ТК 71 Международной организации по стандартизации ISO «Бетон, железобетон, преднапряженный железобетон» — немногим более 40 стандартов. Кроме того, НИИЖБ им. А.А. Гвоздева, начиная с 1967 г. по настоящее время, было разработано около трехсот документов в статусе стандартов организаций по проектированию, изготовлению и испытанию бетона и железобетонных конструкций. Эти документы охватывают широкий спектр областей применения бетона и железобетона в строительстве, включая такие как рекомендации по электрическому прогреву бетона, радиопоглощающий и радиопрозрачный бетон, базовые детали агрегатированного оборудования, изготовление и применение защитных покрытий, рекомендации по снижению брака при изготовлении железобетонных конструкций, реко-

мендации по предотвращению трещин, по отделке поверхностей свежесформованных изделий, по ультразвуковому контролю.

Значительная часть «Рекомендаций» была подготовлена для проектировщиков и содержала более подробное разъяснение отдельных положений СНиП и стандартов.

В основу норм и рекомендаций, упомянутых выше, были положены результаты многих научных исследований по созданию новых материалов, которые нашли широкое применение в строительной практике. Среди них уместно упомянуть следующие:

Новые виды бетонов

- Высокопрочные бетоны классов от В60 до В100. За последние 15 лет возведено более 3 млн куб. м конструкций, из которых около 400 тыс. куб. м — из бетонов классов В80-В90, 25 тыс. куб. м — класса В100. Примеры — объекты на Москва-Сити, конструкции некоторых сложных сооружений АЭС;

- Самоуплотняющиеся бетоны классов В35, В50, В60, В90, не требующие виброуплотнения, что значительно повышает качество бетонных работ и снижает энергозатраты. С применением таких бетонов возведено около 45 тыс. куб. м фундаментных плит только на объектах Москва-Сити;

- Высокопрочные бетоны классов В50-В60 с компенсированной усадкой и расширением для тепловодов в Москве и Казани. Общий объем конструкций из такого бетона составил около 55 тыс. куб. м;

- Бетоны сверхнизкой проницаемости и повышенной коррозионной стойкости, обеспечивающие долговечность конструкций без защитных обмазок и покрытий. Внедрено на строительстве водоотводных сооружений Юмагузинского водохранилища в Башкирии и других объектах;

- Сверхвысокопрочный фибробетон классов В119-В150 с пределом прочности на осевое растяжение 8-12 МПа, при изгибе – 16-25 Мпа.

В основе технологии указанных бетонов – использование нового типа добавок – органоминеральных модификаторов, которые являются поликомпонентными порошкообразными продуктами, содержащими в своём составе разные ингредиенты, способствующие формированию высокопрочной и плотной структуры цементного камня и бетона. Эти продукты впервые разработаны специалистами НИИЖБа и не имеют аналогов в мире.

С появлением новых модифицированных бетонов разрабатывались новые и актуализировались некоторые действующие нормативные документы. Среди них новые стандарты: ГОСТ 56178-2014 «Бетоны высокопрочные тяжелые и мелкозернистые. Методы контроля качества при возведении монолитных конструкций», ГОСТ Р 31914-3014 «Модификаторы бетона органоминеральные типа МБ. Общие технические условия» и актуализированный СНиП 52-01-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции» (СП 63 13330), СНиП «Защита конструкций от коррозии» (СП 28.13330).

Новые материалы для ограждающих конструкций

В НИИЖБе им. А.А. Гвоздева создан новый вид легких конструкционно-теплоизоляционных бетонов на различных стекловидных заполнителях – стеклогранулятах (СГ). СГ представляет собой заполнитель с насыпной плотностью 150-300 кг/м³, полученный путем предварительной обработки кремнеземистых пород и последующего обжига. Исходной сырьевой базой для производства СГ могут служить осадочные и вулканические породы.

В сравнении с наиболее распространенным аналогом обжиговых заполнителей равноплотным керамзитом прочность СГ при сдавливании в цилиндре выше до 100%, а теплопроводность и водо-

поглощение – ниже на 30-50%. Реализация повышенных физико-механических характеристик СГ при низкой насыпной плотности предопределяет их эффективное и рациональное использование, прежде всего — в конструкционно-теплоизоляционных бетонах ограждающих конструкций плотностью 500-660 кг/м³ и прочностью В2,5-В5,0 с $R > 3,5$ и $K_{\text{тепл}} < 0,12$ °С/м².

Бетон на стекловидном заполнителе обладает достаточной защитной способностью по отношению к стальной арматуре при выполнении следующих условий: ограничения в применении мелких наполнителей или песков, обладающих повышенной гидравлической активностью; обеспечение уровня клинкерного фонда не ниже допустимого 250 кг/м³ и умеренной поризации растворной составляющей, не превышающей 6-8%.

Бетоны для строительства дорог

Строительство бетонных дорог начало развиваться в 80-х годах, но потом было прекращено из-за низкого качества бетона. За истекшее время технология бетона сделала большой скачок вперед. Неслучайно в Стратегии развития инновационной деятельности Росавтодора на период 2016-2020 гг. указано, что для транспортного строительства должны применяться модифицированные бетоны

В утвержденной Правительством Стратегии развития промышленности строительных материалов указано, что цементобетонные покрытия в 5-6 раз долговечнее асфальтобетонных. Следует подчеркнуть, что этот показатель может быть обеспечен только при применении высокофункциональных модифицированных бетонов и только при высоком качестве производства работ. НИИЖБ может предложить для дорожного строительства целую гамму модифицированных бетонов, среди них следует назвать фиброармированные бетоны и бетоны на расширяющихся цементах

В таких бетонах отсутствуют усадка и образование трещин в процессе твердения. Благодаря особенностям структуры, эти бетоны являются водонепроницаемыми, обладают высокой морозостойкостью и устойчивостью к воздействию агрессивных сред. Это особенно важно для протяженных конструкций, таких как дороги, взлетно-посадочные полосы аэродромов, фундаменты различных сооружений, подземные конструкции, метрополитены и др. Среди ответственных сооружений, где был применен такой бетон, следует назвать фундамент длиной 240 м нового терминала аэропорта Внуково, торговый комплекс Манеж и др.

Расширение применения смешанных цементов

При бетонировании массивных конструкций различных объектов НИИЖБ рекомендует применять смешанные цементы, что позволяет избежать технологических трещин вследствие их пониженной экзотермии. Такие цементы были применены при возведении фундаментов и несущих конструкций Большой спортивной арены «Лужники», где на таких цементах были возведены фундаментная плита высотой 500-900 мм, колонны 600 × 600 мм и 800 × 800 мм, а также наклонные балки зрительских трибун шириной 500-1400 мм при высоте сечения 950-1500 мм. Был применен цемент с минеральной добавкой в виде шлака до 15% ЦЕМ I 42,5/A-III или комплексной добавкой в виде шлака и карбоната. В рамках научно-технического сопровождения совместная работа АО «Мосинжпроект» и НИИЖБа позволила обеспечить бездефектное производство всех бетонных работ. Общий объем уложенного бетона составил 170 тыс. кубометров.

Новые виды арматуры

Железобетонные конструкции с разработанными НИИЖБом им А. А. Гвоздева новыми видами стальной арматуры, отличаются меньшей металлоёмкостью (на 5 - 10% при использовании арматуры

ры класса А500СП и на 10 – 12% при использовании бунтовой арматуры оптимизированного сортамента); большей долговечностью благодаря повышенной трещиностойкости. Несущие конструкции с арматурой класса А500СП более сейсмостойки, так как улучшенное за счет нового периодического профиля сцепление стержней с бетоном способствует более интенсивному пластическому перераспределению усилий и существенно повышает надежность и безопасность несущей системы здания.

Благодаря высокой хладостойкости новые виды арматуры эффективны и для объектов, возводимых в регионах с низкими расчетными зимними температурами, в том числе в районах Арктики.

НИИЖБом им А. А. Гвоздева разработана технология и создано опытно-промышленное производство базальтопластиковой арматуры; разработаны также высокопрочные цементные композиции, армированные базальтовыми волокнами, для защиты железобетонных конструкций от коррозии и для ремонтно-восстановительных работ в дорожном и транспортном строительстве.

На основании результатов испытаний и с учетом данных обследования состояния мостовых, ограждающих и дорожных конструкций после 10-15 лет эксплуатации была разработана нормативно-техническая документация на применение неметаллической композитной арматуры, в том числе ГОСТ 31938 – 2012 «Арматура композитная - КА», СП «Правила проектирования КА».

Последние пять лет в мировой строительной индустрии активно применяются системы внешнего армирования углеволокном (ленты, ламели, ткани). Этот способ усиления инженерных конструкций экономически более выгоден по сравнению с традиционными методами усиления железобетона. Для практического применения институтом разработан СП «Ремонт и усиление железобетонных конструкций композитными материалами».

Публикации и подготовка кадров

К концу 80-х годов более чем в 30 строительных вузах были организованы специализированные кафедры железобетонных конструкций. Многие из них имеют тесные творческие контакты с НИИЖБом, и нередко их возглавляют выпускники аспирантуры института. Всего для строительного комплекса страны за истекшие годы НИИЖБом через аспирантуру и докторантуру подготовлено более 1000 специалистов высшей квалификации – кандидатов и докторов технических наук. Сотрудниками института за 90 лет опубликовано более 200 монографий в области бетона и железобетона и несколько тысяч статей в периодической печати и докладов на отечественных и международных конференциях.

Научно-техническое сопровождение

Научно-техническое сопровождение силами специалистов института осуществляется в целях обеспечения качества и надежности проектируемых, строящихся, эксплуатируемых и реконструируемых зданий и сооружений. Для особо ответственных объектов ведется мониторинг – периодическая или постоянная оценка технического состояния сооружения с целью обеспечения его надежной и безопасной эксплуатации с помощью визуального и инструментального контроля. После обработки полученных результатов и анализа изменения контролируемых параметров во временном диапазоне делается заключение об их соответствии или несоответствии проектным значениям. Специалисты НИИЖБа принимали активное участие в строительстве и научно-техническом сопровождении многочисленных крупных и уникальных объектов. Только в Москве в числе таких объектов можно назвать храм Христа Спасителя, монумент Победы на Поклонной горе, высотные здания ММДЦ «Москва-Сити», Лефортовский транспортный тоннель, Третье транспортное кольцо, восстановление Останкинской телебашни после пожара, участие в реконструкции Большого театра, Устьинского,

Астаховского и Новоспасского мостов и многие другие здания и сооружения. Фотографии ряда объектов, на которых институтом выполнялись различные виды сопровождения, даны в конце статьи. Реализация ряда уникальных проектов оказалась возможной благодаря разработкам НИИЖБа, на основе которых удалось в предельно короткие сроки создать научно-техническую, нормативную и производственную базу для проектирования и возведения уникальных сложных сооружений — модернизировать технологию производства бетонов, внедрить в практику строительства новые модифицированные бетоны, о которых упоминалось выше.

Международное сотрудничество

Проблемы развития бетона и железобетона являются предметом широкого интернационального сотрудничества. В мире эффективно работает целый ряд организаций, где НИИЖБ им А.А. Гвоздева представлен или в составе технических комитетов, или ведет сотрудничество путем переписки. Среди них следует назвать такие как Международная федерация по железобетону (ФИБ), Европейская ассоциация по бетонным дорогам (EUPAVE), Европейская ассоциация по готовым бетонным смесям (ERMCO), Европейская ассоциация по сборному железобетону (BIBM), Международный союз лабораторий по испытанию материалов (RILEM), Американский институт бетона (ACI), имеющий региональные отделения более чем в 120 странах, Международная организация по стандартизации (ISO), где вопросы стандартизации в области бетона ведет технический комитет ТК 71 ИСО в составе восьми рабочих групп. Впервые в России в мае 2018 г. состоится Конференция ТК 71 ИСО. НИИЖБ им. А. А. Гвоздева ведет национальный секретариат ТК 71 ИСО и представляет в этом Комитете непосредственно Росстандарт. В перспективе НИИЖБ планирует представить несколько российских стандартов по бетону на придание им статуса стандартов ИСО.

Дальнейшее развитие бетона и железобетона

Инновационное развитие бетона и железобетона в обозримой перспективе будет идти по нескольким направлениям, том числе:

- создание новых видов бетонов, в том числе особо прочных, особо легких, ячеистых, самоуплотняющихся, огне- и жаростойких, особо плотных, морозостойких, коррозионностойких, кислотостойких, полимерных, фиброармированных, мелкозернистых, самоуплотняющихся и др.;
- разработка, исследование и совершенствование бетонов в части повышения строительно-технических свойств, обеспечивающих гарантированные сроки эксплуатации зданий и сооружений на протяжении всего их жизненного цикла путем назначения адекватных классов бетонов по механической прочности и соответствующих марок по морозостойкости и водонепроницаемости;
- исследование и разработка широкой гаммы химических добавок, в том числе ускорителей твердения, противоморозных добавок, комплексных модификаторов полифункционального действия, позволяющих отказаться от вибрации при укладке и тепловой обработки бетона для ускорения набора прочности, повышающих его надежность и безопасность;
- создание новых легких энергоэффективных бетонов для ограждающих конструкций;



Рис 1. Высотные здания Москва – Сити (Разработка бетонов для несущих конструкций зданий, научно-техническое сопровождение строительства, обследование конструкций)



Рис. 2. Стадион «Открытие Арена» (Стадион ФК «Спартак») (научно-техническое сопровождение строительства, обследование конструкций)

- разработка новых видов арматуры для армирования железобетонных конструкций;
- совершенствование технологии защиты, ремонта и восстановления железобетонных конструкций;
- развитие технологии использования в производстве бетона отходов и вторичных продуктов промышленности, энергетики и сельского хозяйства, в первую очередь зол, шлаков, а также материалов от утилизации сносимых бетонных и железобетонных конструкций;
- совершенствование нормативной базы применения бетона и железобетона в проектной и

производственной практике.

- внедрения новых разработок посредством масштабного научно-технического сопровождения проектирования и строительства.

Прогресс в строительстве может осуществляться только путем применения инноваций, которые являются результатами научных исследований. Другого пути попросту не существует.

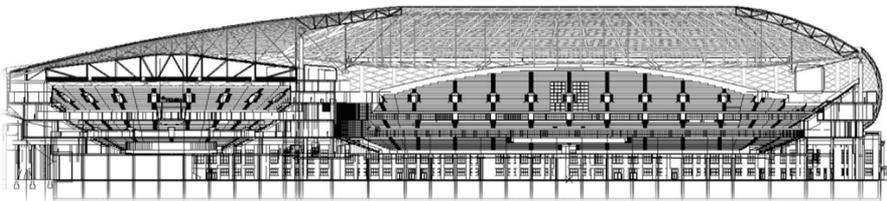
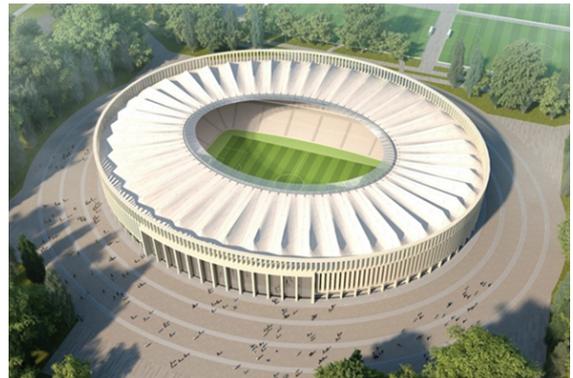


Рис. 3. Стадион «Арена Краснодар» (сопровождение проектирования и строительства)



Рис. 4. Саяно-Шушенская ГЭС (обследование конструкций машинного зала после аварии гидроагрегата)

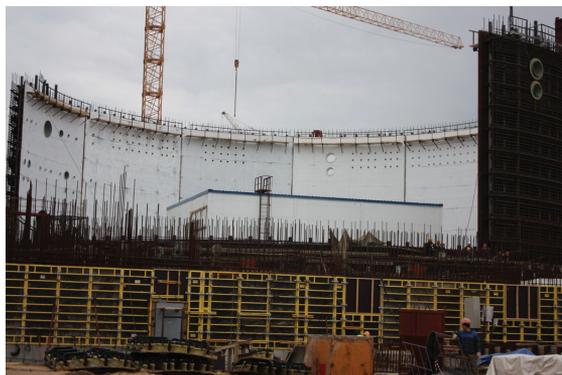


Рис. 5. Нововоронежская АЭС-2 (научно-техническое сопровождение)



Рис. 6. Объекты топливной энергетики – резервуары для сжиженного газа

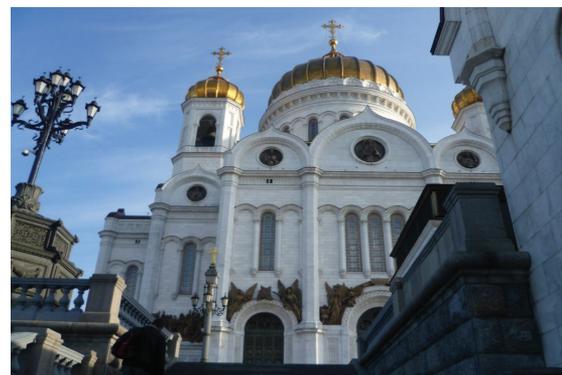


Рис. 7. Храм Христа Спасителя (научно-техническое сопровождение строительства, обследование конструкций)

Библиографический список

1. Давидюк А.Н. НИИЖБ им. А. А. Гвоздева – 90 лет в строительстве // Промышленное и гражданское строительство. — 2017. — № 1. С. 4-7.
2. Давидюк А.Н., Ю.С. Волков. НИИЖБ им. А. А. Гвоздева – 85 лет работы во имя прогресса отечественного строительства // Промышленное и гражданское строительство. — 2013. — №1. — С. 4-6.
3. Давидюк А.Н., В.И. Савин, А.А. Костин, А.В. Федосеев. Легкие бетоны нового поколения на гранулированном пеностекле // Бетон и железобетон. — 2015. — № 5. — С. 2-6.
4. Давидюк А.Н., Л.И. Ёлишина. Опыт научно-технического сопровождения строительства железобетонных резервуаров для сжиженного газа на территории Ямало-Ненецкого автономного округа// Промышленное и гражданское строительство. — 2016. — № 5. — С. 4-8.
5. Давидюк А.Н., М.Я. Якобсон, В.В. Тропин, А.Р. Зейферт, И.И. Починкин, А.Н. Будаев. Проектно-компонованная высокоскоростная технология возведения промышленных зданий // Промышленное и гражданское строительство. — 2017. — № 1. — С. 11-15.

6. Железобетон в XXI веке, Колл. авторов, Москва, изд. «Готика», 2001г.

7. Михайлов К. В., Волков Ю. С. Бетон и железобетон в строительстве. Серия «Курсом ускорения научно-технического прогресса». — М.: Стройиздат, 1987.

8. Михайлов К. В., Волков Ю. С., ред. Бетон и железобетонные конструкции. Состояние и перспективы применения в промышленном и гражданском строительстве. / Сб. тр. НИИЖБ. — М.: Стройиздат, 1983.

9. Очерки истории НИИЖБ за период 1990-2000 гг. и его научные школы: Сборник. — М.: Профиздат, 2004.

10. НИИЖБ 75 лет в строительстве: Сборник. — М.: Центр экономики и маркетинга, 2002.

Автор:

Алексей Николаевич ДАВИДЮК, доктор технических наук, заслуженный строитель РФ, директор НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство», Москва

Alexey DAVIDYUK, Doctor of Sci. (Eng.), honored Builder of Russia, Director of NIIZHB named after A.A. Gvozdev JSC Research Center of Construction, Moscow

e-mail: niizhb@cstroy.ru

тел.: +7 (499) 174-77-24