

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

УДК: 69.059

ДАНИЛОВ
Сергей Васильевич

**ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ
СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ
КАЧЕСТВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОЛОНН**

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук
по специальности 05.23.08 – технология и организация строительства

Минск, 2016

Работа выполнена в Государственном учреждении высшего профессионального образования «Белорусско-Российский университет»

Научный руководитель **Опанасюк Иван Лукьянович**,
кандидат технических наук, доцент, доцент
кафедры «Промышленное и гражданское
строительство» Государственного учреждения
высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет»

Официальные оппоненты: **Богомолов Юрий Михайлович**,
доктор технических наук, профессор, профессор
кафедры «Организация строительства и управ-
ления недвижимостью» Белорусского нацио-
нального технического университета

Юськович Виталий Иванович,
кандидат технических наук, доцент, заведующий
кафедрой «Технология строительного производ-
ства» Учреждения образования «Брестский
государственный технический университет»

Оппонирующая организация Научно-исследовательское республиканское
унитарное предприятие по строительству
«Институт БелНИИС», г. Минск

Защита состоится «30» июня 2016 г. в 14⁰⁰ на заседании совета по защите
диссертаций Д 02.05.05 при Белорусском национальном техническом
университете по адресу: Республика Беларусь, 220013, г. Минск, пр-т
Независимости, 65, корп. 1, ауд. 202. Телефон ученого секретаря: (+375 17)
267-92-01. E-mail: kovshar-36@tut.by.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Белорусского
национального технического университета.

Автореферат разослан «27» мая 2016 г.

Ученый секретарь совета
по защите диссертаций
кандидат технических наук

С.Н. Ковшар

© Данилов С.В., 2016

© Белорусский национальный
технический университет, 2016

ВВЕДЕНИЕ

Железобетонные колонны являются конструктивными элементами каркасов зданий и сооружений, относятся к конструкциям первой степени ответственности, снижение эксплуатационных качеств которых может привести к полному или ограниченному отказу работы несущих конструкций.

Снижение эксплуатационных качеств железобетонных колонн является следствием дефектов, полученных в результате длительной их эксплуатации в различных производственных условиях.

Восстановление железобетонных колонн требует рассмотрения и применения значительного числа возможных конструктивных и организационно-технологических решений, представляющих различные способы производства работ. Поэтому актуальным является выбор рациональных способов восстановления железобетонных колонн, обеспечивающих их несущую способность с минимальными материальными и трудовыми затратами.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами, темами. Настоящая работа является составной частью тематики выполненных по заданиям Министерства образования Республики Беларусь исследований, в которых принимал участие автор: «Разработка и организационно-технологическое обоснование эффективных решений по производству работ и восстановлению эксплуатационных качеств строительных конструкций в условиях реконструкции» (№ ГБ 2000039, 2000–2001 гг.); «Организационно-технологическое обоснование эффективных решений по восстановлению эксплуатационных качеств строительных конструкций» (№ ГБ 2001366, 2001–2002 гг.).

Цели и задачи исследования. Целью исследований явилась разработка рациональных организационно-технологических решений, обеспечивающих восстановление несущей способности железобетонных колонн с минимальными трудовыми и экономическими затратами.

Для достижения поставленной цели были назначены следующие задачи:

- определить перечень дефектов, наиболее значимо влияющих на ухудшение технического состояния железобетонных колонн и разработать оценочные показатели, позволяющие обоснованно отнести их к определенной категории (I–V) фактического технического состояния обследуемых колонн;

- систематизировать конструктивные и производственные дефекты по группам и степени их воздействия на техническое состояние эксплуатируемых железобетонных колонн для определения экономически обоснованных комплексов ремонтно-строительных мероприятий по восстановлению эксплуатационных качеств колонн в зависимости от категорий (I–V) их фактического технического состояния;

- обосновать (путем решения задачи с использованием теории множества недоминируемых вариантов) рациональный вариант технологии производства ремонтно-восстановительных работ эксплуатируемых железобетонных колонн

для IV категории технического состояния, как неработоспособного, неудовлетворительного и наиболее сложного для осуществления ремонта;

- разработать методические рекомендации и технологические схемы производства арматурных, опалубочных и бетонных работ, а также устройства стальных обойм для восстановления эксплуатационных качеств железобетонных колонн, включая теоретическое и экспериментальное обоснование совместной работы элементов усиления и восстанавливаемых железобетонных колонн;

- выполнить опытно-экспериментальную апробацию результатов исследований при восстановлении работоспособности колонн главного корпуса АЦИ ОАО «Кричевцементношифер».

Научная новизна результатов исследований заключается в развитии и совершенствовании технологий производства ремонтно-восстановительных работ строительных конструкций эксплуатируемых (восстанавливаемых, реставрируемых) зданий и сооружений, представляющих собой сложную научно-техническую и инженерную задачу.

Полученные в диссертации результаты теоретических и экспериментальных исследований позволяют производить достоверную оценку фактического технического состояния железобетонных колонн, оперативно выбирать наиболее эффективные конструктивные и организационно-технологические решения по восстановлению их эксплуатационных качеств, что в результате обеспечивает восстановление расчетной несущей способности колонн с минимальными материальными и трудовыми затратами.

Научную и практическую значимость имеют разработанные, экспериментально проверенные в производственных условиях технологические решения и схемы производства ремонтных работ, направленные на восстановление работоспособности железобетонных колонн.

Положения, выносимые на защиту

Принципиальные основы организационно-технологического обоснования способов восстановления эксплуатационных качеств железобетонных колонн, включающие:

- классификацию дефектов с использованием разработанных и предложенных оценочных показателей фактического состояния железобетонных колонн, что позволяет в зависимости от степени физического износа относить их к I, II, III, IV или V категориям технического состояния и назначать наиболее эффективные конструктивные и организационно-технологические решения по восстановлению их эксплуатационных качеств;

- методику выбора способа восстановления железобетонных колонн с использованием теории множества недоминируемых вариантов, которая позволяет учитывать существующие временные и пространственные ограничения для конкретного объекта производства ремонтно-восстановительных работ, а также методику технико-экономического обоснования наиболее эффективных организационно-технологических решений (способов) ремонта и усиления железобетонных колонн, обеспечивающих снижение трудоемкости на 9–10 %, стоимости на 14 %, а также минимизацию затрат времени и материальных ресурсов на осуществление работ;

- результаты теоретических и экспериментальных исследований совместной работы элементов усиления и восстанавливаемых железобетонных колонн, показавшие, что приложение нагрузки по всему сечению усиливаемой колонны позволяет на 7 % и более повысить ее несущую способность по сравнению с нагружением только бетонного ядра;

- научно обоснованные и внедренные в практику ведомственные рекомендации по ремонту и восстановлению эксплуатируемых железобетонных колонн, реализация которых на АЦИ ОАО «Кричевцементношифер» обеспечила экономию в 4,0 млн бел. р. в ценах 2001 г. (стоимость на текущий момент 63,9 млн бел. р.).

Личный вклад соискателя ученой степени. Автором самостоятельно получены основные результаты теоретических и экспериментальных исследований, выносимые на защиту. Определение целей и задач исследований, обобщение полученных результатов проводилось при консультации с научным руководителем И.Л. Опанасюком.

Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов.

Результаты исследований докладывались на следующих научно-технических конференциях и семинарах: Международной научно-технической конференции «Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии» (г. Могилев, 21–22 апреля 2005 г.); Международной научно-технической конференции «Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди» (г. Ровно, 25 декабря 2008 г.); XV Международном научно-методическом семинаре «Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров Республики Беларусь» (г. Новополоцк, 27–28 ноября 2008 г.); XVI Международном научно-методическом семинаре «Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров Республики Беларусь» (г. Брест, 28–30 мая 2009 г.); Международной научно-технической конференции «Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди» (г. Ровно, 27 сентября 2011 г.).

Результаты теоретических и экспериментальных исследований внедрены при восстановлении эксплуатационных качеств железобетонных колонн подготовительного и машинного отделений главного корпуса АЦИ ОАО «Кричевцементношифер», а также в учебный процесс ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет», что подтверждается соответствующими актами внедрения.

Опубликование результатов диссертации. По результатам диссертационных исследований опубликовано 26 работ, включенных в список публикаций соискателя, в том числе: 4 статьи в рецензируемых научных изданиях (2,5 авт. листа), 4 статьи в сборниках научных трудов, материалы 5 конференций, 12 тезисов докладов, 1 производственно-практическое издание.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, четырех глав, заключения, библиографического списка и приложений. Полный объем диссертации составляет 167 страниц, включая 64 рисунка, 18 таблиц, 6 приложений. Библиографический список включает 117 наименований.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В первой главе выполнен анализ результатов исследований, проведенных Н.М. Онуфриевым, М.Д. Бойко, С.В. Бондаренко, Т.М. Пецольдом, Д.Н. Лазовским, В.Г. Казачком, В.Д. Гриневым, А.А. Васильевым и другими учеными в области оценки технического состояния и усиления строительных конструкций. Определены эксплуатационные показатели качества железобетонных колонн; систематизированы факторы, снижающие их эксплуатационные показатели качества; рассмотрены характерные дефекты, которые определяют критерии оценки технического состояния железобетонных колонн; в соответствии с категориями технического состояния предложены мероприятия по восстановлению эксплуатационных качеств железобетонных колонн.

Техническое состояние железобетонных колонн определяется их соответствием показателям качества, предъявляемым при проектировании, изготовлении, монтаже и эксплуатации. Если, по меньшей мере, один из показателей качества вышел за предельное значение или не выполняется одно из требований нормативной документации, то это означает, что железобетонная колонна имеет дефект.

Анализ характерных дефектов, присущих железобетонным колоннам, показал, что все они в той или иной мере влияют на снижение несущей способности железобетонных колонн вследствие уменьшения их поперечного сечения. В соответствии с существующей методикой, изложенной в ТКП 45-1.04-208-2010, и степенью воздействия дефектов на уменьшение поперечного сечения железобетонных колонн дефекты разделены на три класса (таблица 1). При разрушениях поперечного сечения колонны до 10 % дефекты относятся к малозначительным, при разрушениях от 10 до 40 % – к значительным, а при разрушениях поперечного сечения колонны свыше 40 % – к критическим.

Таблица 1. – Характерные дефекты и повреждения железобетонных колонн

Класс дефекта	Характерный дефект и повреждение	Уменьшение поперечного сечения колонны, Δ , %
3 класс – малозначительные дефекты	Шелушение граней и поверхности бетона	До 5
	Отслоение лещадок бетона	До 5
	Сколы бетона на гранях, выбоины, раковины	До 5
	Усадочные трещины	До 10
2 класс – значительные дефекты	Трещины вдоль продольной арматуры, ее обнажение и коррозия	До 11
	Трещины вдоль поперечной арматуры, ее обнажение и коррозия	До 30
	Сколы бетона, обнажение и коррозия арматуры	До 40
1 класс – критические дефекты	Трещины в консолях и в местах опирания балок	Св.40
	Продольные силовые трещины	Св. 40
	Поперечные (нормальные) силовые трещины	Св. 40
	Разрушение сечения колонны, коррозия и разрывы арматуры	Св. 50

Оценку технического состояния железобетонных колонн производят по пяти категориям технического состояния. Категорию технического состояния железобетонных колонн следует определять по сочетанию наиболее значимого класса дефекта и степени его распространения по длине колонны (таблица 2).

Таблица 2. – Категории технического состояния железобетонных колонн

Класс дефекта (по таблице 1)	Категория технического состояния железобетонных колонн		
	Степень распространения дефектов по длине колонны, %		
	Единичные (до 10)	Многочисленные (от 10 до 40)	Массовые (свыше 40)
3 класс (малозначительные дефекты) – уменьшение поперечного сечения до 10 %	I, II	II	III
2 класс (значительные дефекты) – уменьшение поперечного сечения от 10 до 40 %	III	IV	V
1 класс (критические дефекты) – уменьшение поперечного сечения свыше 40 %	IV	IV, V	V

Рекомендуемые мероприятия по восстановлению эксплуатационных качеств железобетонных колонн в соответствии с категориями их технического состояния приведены в таблице 3.

Таблица 3. – Мероприятия по восстановлению эксплуатационных качеств железобетонных колонн

Категория технического состояния железобетонных колонн	Признак технического состояния железобетонных колонн	Мероприятие по восстановле- нию эксплуатационных качеств железобетонных колонн
1	2	3
I – исправное (хорошее) состояние. <i>Дефекты устраняются в про- цессе технического обслужи- вания</i>	Единичные малозначи- тельные дефекты, не снижающие несущую способность и долговеч- ность колонны	Покрытие защитными соста- вами во время технического обслуживания колонн
II – неисправное (удовлетворительное) состояние. <i>Дефекты устраняются в процес- се технического обслуживания и текущего ремонта</i>	Единичные или много- численные малозначи- тельные дефекты, суще- ственно не снижающие несущую способность и долговечность колонны	Затирка трещин ремонтными составами, восстановление защитного слоя бетона во время текущего ремонта ко- лонн
III – ограниченно работоспособное (не вполне удовлетворительное) состояние. <i>Дефекты устраняются в процессе ремонта и усиления</i>	Многочисленные мало- значительные или еди- ничные значительные дефекты. Несущая спо- собность и долговечность существенно снижены	Ремонт с частичной разборкой бетона, исправление повре- жденной арматуры, бетониро- вание сколов, инъектирование трещин, усиление поврежден- ных участков колонн
IV – неработоспособное (неудовлетворительное) состояние. <i>Дефекты устраняются в процессе капитального ремонта и усиления посредством увеличения попереч- ного сечения с предварительной разгрузкой</i>	Многочисленные значи- тельные или единичные, многочисленные крити- ческие дефекты	Усиления с увеличением по- перечного сечения на всю высоту колонн путем устрой- ства железобетонных обойм, односторонних и двухсто- ронних наращиваний, сталь- ных обойм и стальных обойм с обетонированием

Окончание таблицы 3

1	2	3
<p>V – предельное (предаварийное) состояние. <i>Требуется вывод людей из опасной зоны, срочная разгрузка колонн и устройство временных креплений с последующей разборкой и заменой</i></p>	<p>Массовые значительные или многочисленные, массовые критические дефекты</p>	<p>В отдельных случаях применяют технические решения, характерные для IV категории технического состояния, либо разборку и замену конструкции колонны</p>

Наиболее сложными и трудоемкими в исполнении являются технические решения по восстановлению эксплуатационных качеств железобетонных колонн, относящихся к IV категории технического состояния, которые характеризуются многочисленными значительными дефектами и физическим износом 41–60 %.

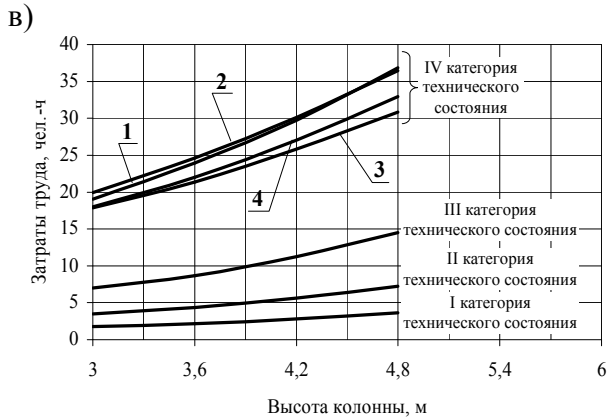
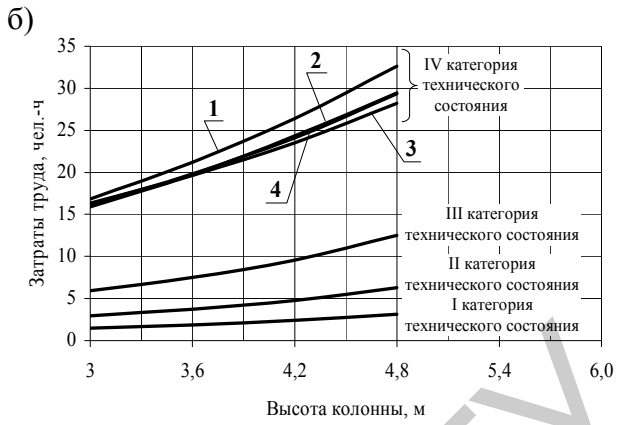
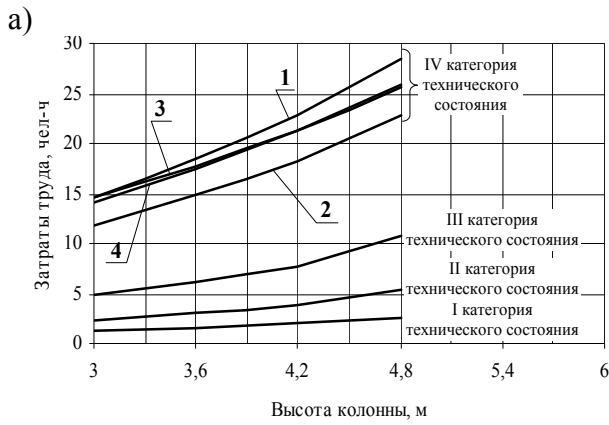
Во **второй главе** рассмотрены технические решения по восстановлению эксплуатационных качеств железобетонных колонн; выявлены их базовые варианты; установлена структура работ по реализации базовых вариантов технических решений; определены их технико-экономические показатели.

Базовыми вариантами технических решений по восстановлению эксплуатационных качеств железобетонных колонн являются: *ремонт и восстановление с помощью ремонтных составов; устройство железобетонных обойм и рубашек; одностороннее и двухстороннее наращивания сечения колонны; усиление стальными обоями без обетонирования и с обетонированием*. Кроме этого, при сопряжении железобетонной колонны с безбалочным плоским перекрытием приведенные базовые технические решения имеют организационно-технологические особенности, связанные со сложностью устройства оголовка в верхней части конструкции колонны.

Для оценки технических решений на стадии организационно-технологического проектирования используют отдельные оценочные показатели, а именно: прямые затраты, состоящие из затрат на материалы, затрат на эксплуатацию машин и механизмов и основной заработной платы рабочих; трудоемкость и продолжительность выполнения работ.

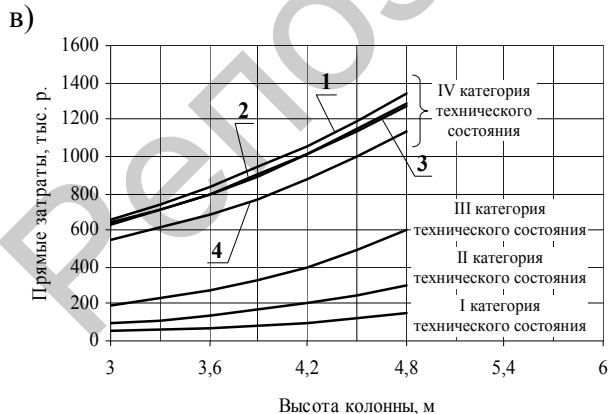
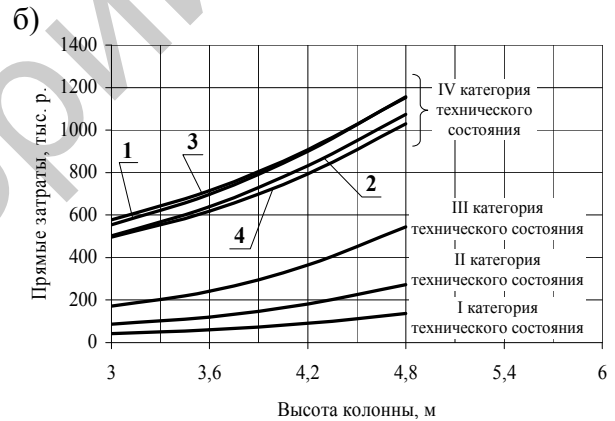
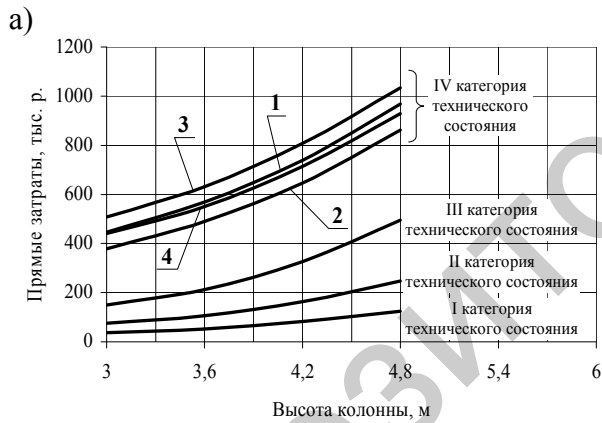
Выполненные аналитически-расчетным методом исследования позволили сделать оценку базовых технических решений по трудоемкости производства работ (рисунок 1) и прямым затратам (рисунок 2), в основу которых заложены нормативные данные ресурсно-сметных норм и затрат труда. Эти показатели в достаточной мере характеризуют рассматриваемые организационно-технологические и конструктивные решения, относящиеся к различным категориям технического состояния.

Наибольшие трудовые и прямые затраты характерны для IV категории технического состояния железобетонных колонн. Для этой категории при восстановлении эксплуатационных качеств железобетонных колонн сечением 300×300 мм наименее трудоёмок способ двухстороннего наращивания сечения (рисунок 1, а). Способ двухстороннего наращивания сечения является также и наиболее экономичным по прямым затратам (рисунок 2, а).



**а – колонн сечением 300×300 мм;
б – колонн сечением 400×400 мм;
в – колонн сечением 500×500 мм;
1 – усиление железобетонной обоймой;
2 – усиление двухсторонним наращиванием;
3 – усиление стальной обоймой; 4 – усиление стальной обоймой с обетонированием**

Рисунок 1. – Затраты труда на восстановление железобетонных колонн



**а – колонн сечением 300×300 мм;
б – колонн сечением 400×400 мм;
в – колонн сечением 500×500 мм;
1 – усиление железобетонной обоймой;
2 – усиление двухсторонним наращиванием;
3 – усиление стальной обоймой; 4 – усиление стальной обоймой с обетонированием**

Рисунок 2. – Прямые затраты на восстановление железобетонных колонн (в ценах 2006 г.)

При восстановлении эксплуатационных качеств железобетонных колонн сечением 400×400 мм наименее трудоёмко устройство стальной обоймы (рисунок 1, б). Однако наиболее экономичным по прямым затратам является устройство стальной обоймы с обетонированием (рисунок 2, б).

При восстановлении эксплуатационных качеств железобетонных колонн сечением 500×500 мм наименее трудоёмко устройство стальной обоймы (рисунок 1, в). В свою очередь, наиболее экономичным является устройство стальной обоймы с обетонированием (рисунок 2, в).

Анализ полученных результатов показывает, что при незначительном разбросе отдельных оценочных показателей по прямым затратам и трудоёмкости выполнения работ они не сопоставимы по присущей им размерности. Также в одном случае прямые затраты приоритетны для одного варианта усиления, а затраты труда более оптимальны для другого варианта.

В связи с этим предложен алгоритм выбора рационального способа восстановления эксплуатационных качеств железобетонных колонн на базе разноразмерных оценочных показателей (показателей эффективности) с использованием теории выбора множества недоминируемых вариантов. Данная методика реализуется в несколько этапов: составление исходной матрицы; составление нормализованной матрицы; определение матриц согласия и несогласия; определение доминирующих матриц согласия и несогласия; определение агрегированной матрицы доминирования (матрицы принятия решения) (рисунок 3).

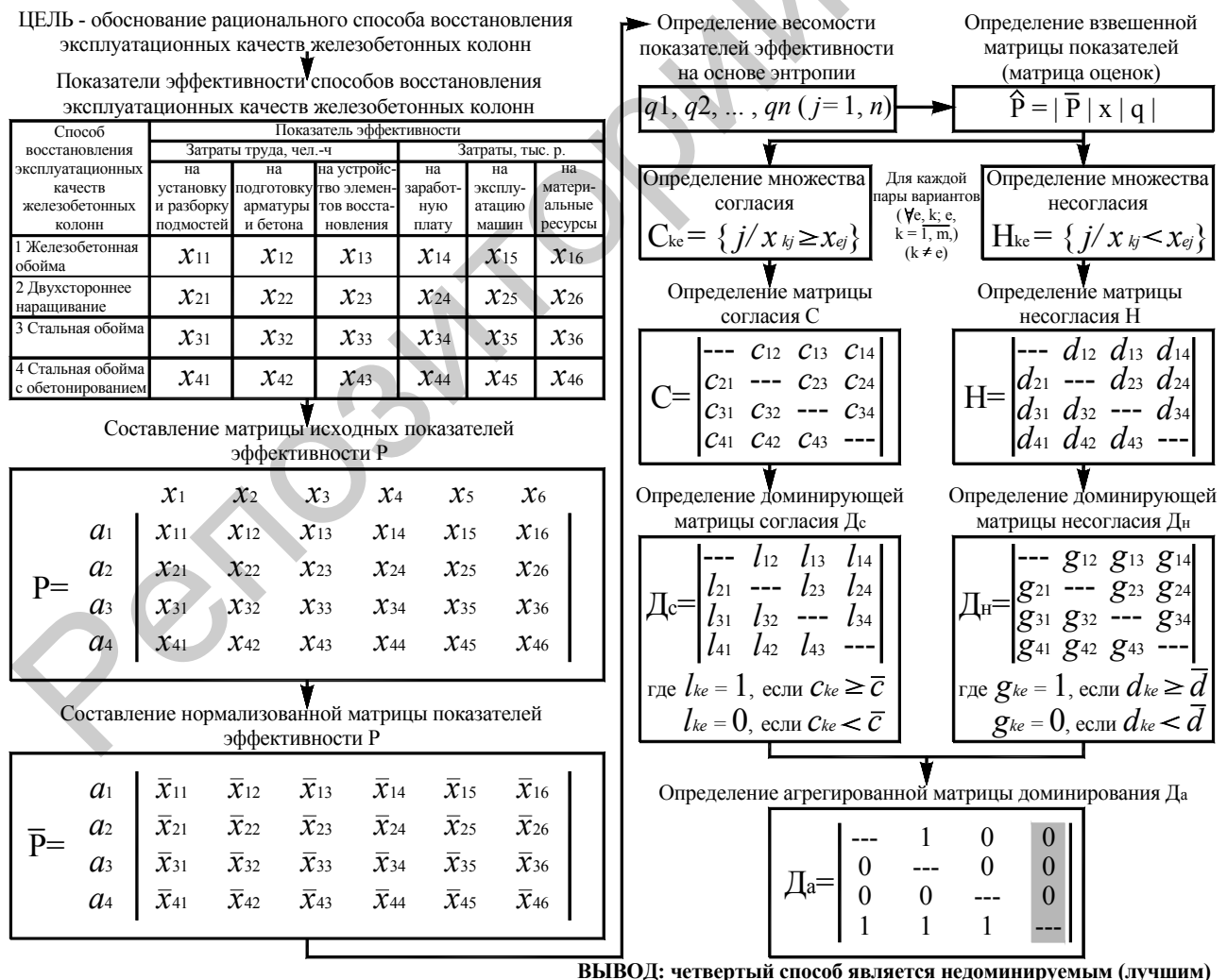
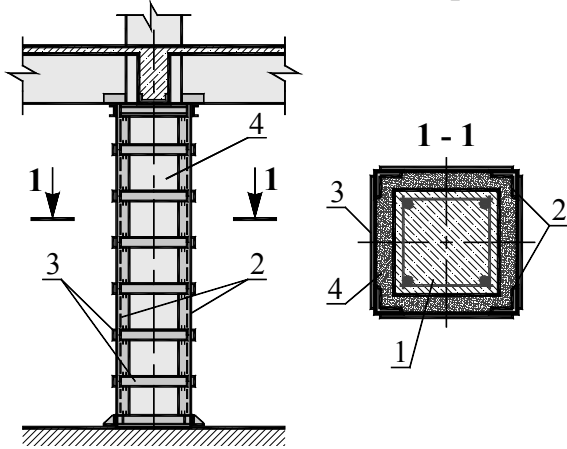


Рисунок 3. – Алгоритм выбора рационального способа восстановления эксплуатационных качеств железобетонных колонн

Выполненные расчеты по восстановлению эксплуатационных качеств железобетонных колонн, относящихся к IV категории технического состояния, с использованием теории выбора множества недоминируемых вариантов показали, что наиболее надежным в работе и экономически обоснованным является



- 1 – усиливаемая колонна;
 2 – продольные уголки стальной обоймы;
 3 – поперечные планки стальной обоймы;
 4 – бетонная обойма

Рисунок 4. – Усиление железобетонной колонны стальной обоймой с обетонированием

усиление железобетонных колонн посредством устройства *стальной обоймы с обетонированием* (рисунок 4).

Третья глава посвящена анализу технико-экономических показателей и обоснованию эффективного способа нагружения железобетонных колонн, усиленных стальной обоймой с обетонированием.

Затраты труда при производстве работ по восстановлению железобетонной колонны посредством устройства стальной обоймы с обетонированием распределены по длине колонны (ярусам производства работ) неравномерно (рисунок 5).

Наиболее технически сложным и трудоемким является устройство оголовка конструкции усиления, особенно при сопряжении усиливаемой железобетонной колонны с безбалочным плоским перекрытием. Как видно из гистограмм, представленный на рисунке 5, трудоемкость устройства оголовка усиления колонны, приведенная к 1 м длины, в 3–5 раз больше трудоемкости усиления основной части железобетонной колонны, что требует разработки эффективных конструктивно-технологических решений по устройству оголовка.

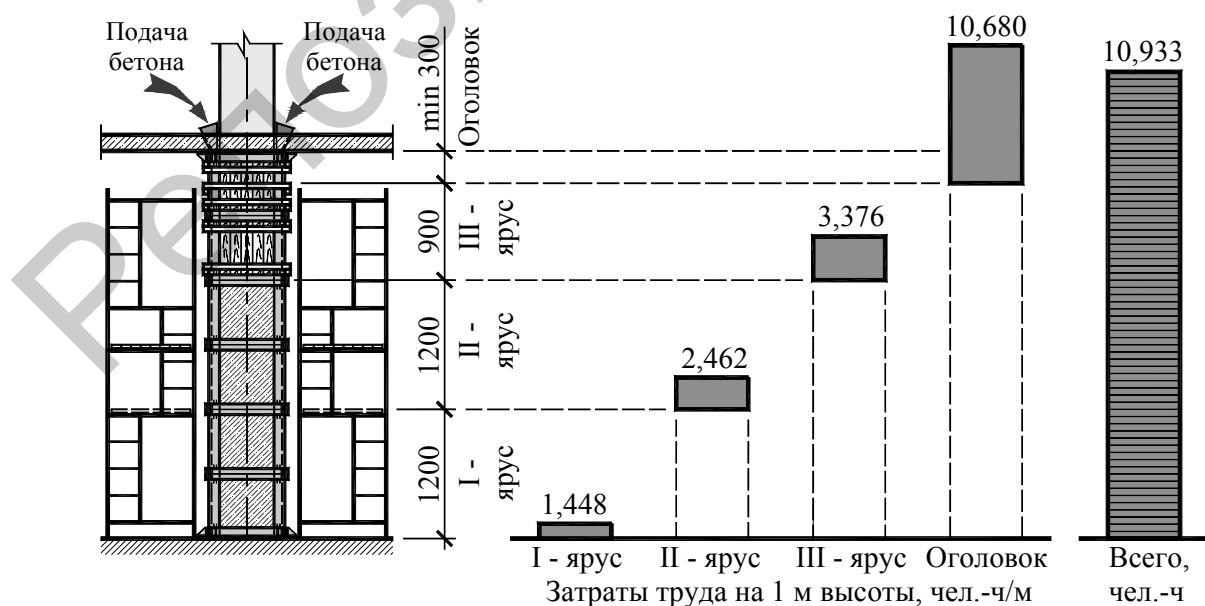
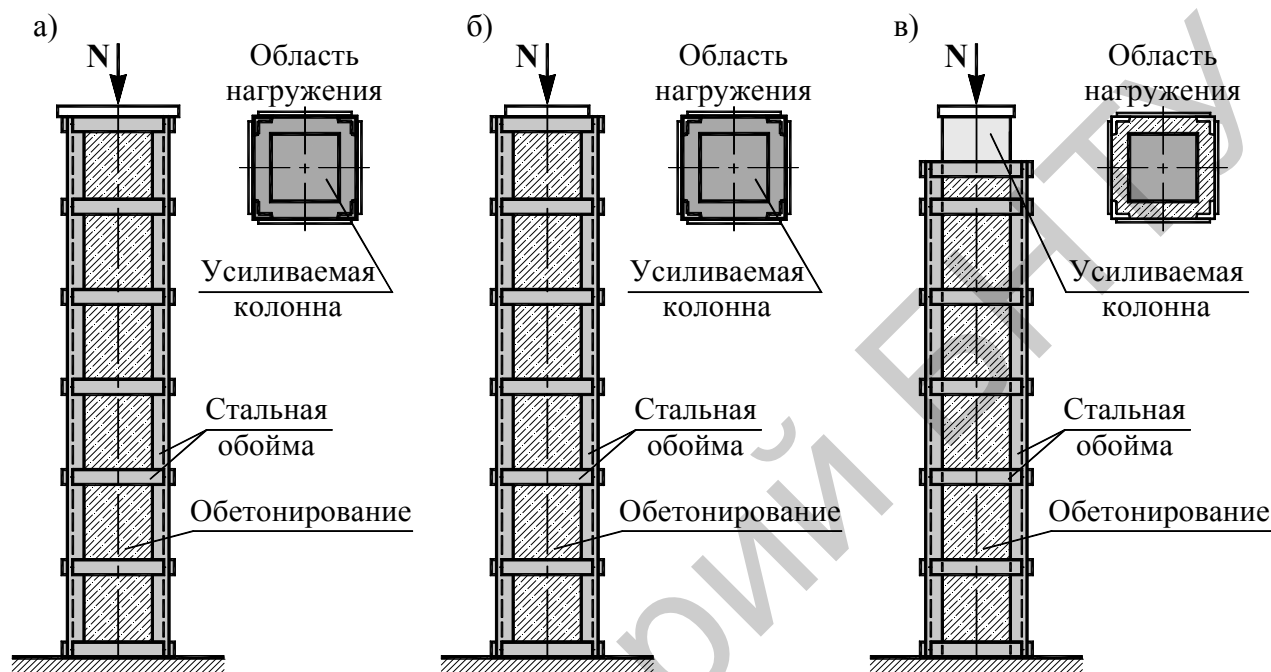


Рисунок 5. – Распределение затрат труда с формированием оголовка усиления при сопряжении усиливаемой колонны с безбалочным плоским перекрытием

Нагрузка на усиленную железобетонную колонну может передаваться по всему сечению усиления или на бетонное ядро оголовка, а при его отсутствии – только на сечение усиливается железобетонной колонны (рисунок 6). Вместе с тем в нормативных источниках и технической литературе отсутствуют данные о степени влияния способа нагружения оголовка на несущую способность усиливается железобетонной колонны.



- а – передача нагрузки по всему сечению усиливается железобетонной колонны;
 б – передача нагрузки на бетонное ядро усиливается железобетонной колонны;
 в – передача нагрузки только на сечение усиливается железобетонной колонны

Рисунок 6. – Способы нагружения усиливается железобетонных колонн

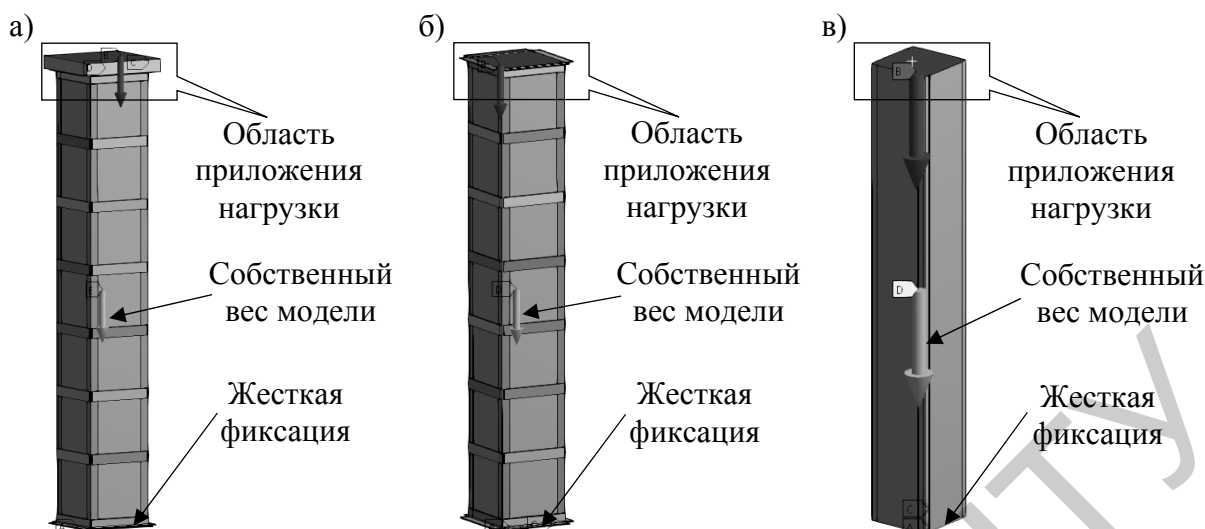
С целью обоснования эффективного способа нагружения железобетонных колонн, усиленных стальной обоймой с обетонированием, были выполнены теоретические исследования с использованием метода конечных элементов, позволяющего учесть конструктивно-технологические особенности и характер взаимодействия элементов усиления и усиливается колонны. Исследования проводились для усиливается моделей колонн сечением 400×400 мм и высотой 3,6 м, представленных на рисунке 7.

Нагружение модели железобетонной колонны, усиленной стальной обоймой с обетонированием, проводилось двумя способами.

Способ 1. Нагружение модели железобетонной колонны, усиленной стальной обоймой с обетонированием по всему сечению (рисунок 7, а).

Способ 2. Нагружение модели железобетонной колонны, усиленной стальной обоймой с обетонированием на бетонное ядро, без нагружения стальной обоймы усиления (рисунок 7, б).

Для сопоставления исследуемых данных также проводилось нагружение модели железобетонной колонны, усиленной только обетонированием (рисунок 7, в).

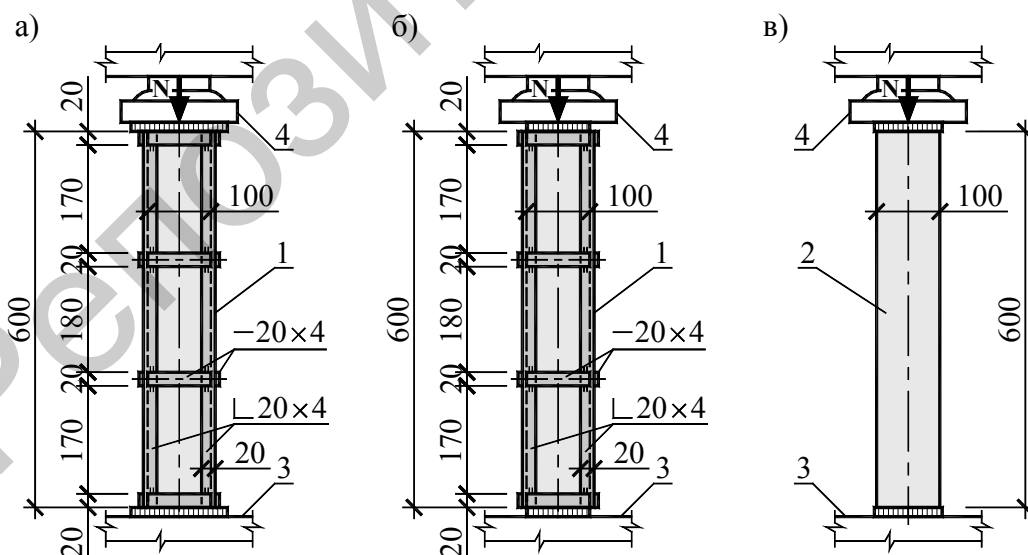


а – схема нагружения модели железобетонной колонны, усиленной стальной обоймой с обетонированием по всему сечению (способ 1); б – схема нагружения модели железобетонной колонны, усиленной стальной обоймой с обетонированием на бетонное ядро (способ 2); в – схема нагружения модели железобетонной колонны, усиленной только обетонированием

Рисунок 7. – Схемы нагружения моделей усиливаемых железобетонных колонн

Для подтверждения теоретических исследований были проведены экспериментальные исследования по определению несущей способности опытных образцов колонн при тех же схемах нагружения (рисунок 8).

Для этого было изготовлено 16 опытных образцов колонн сечением 100×100 мм и высотой 600 мм, усиленных стальной обоймой. Кроме того, было изготовлено 8 опытных контрольных образцов колонн без усиления с геометрическими размерами, аналогичными образцам с усилением (рисунок 8).



а – схема нагружения по всему сечению усиленного опытного образца;
 б – схема нагружения бетонного ядра усиленного опытного образца;
 в – схема нагружения контрольного опытного образца без усиления;
 1 – опытный образец, усиленный стальной обоймой; 2 – контрольный образец без усиления; 3 – опорная плита прессы; 4 – опорный шарнир прессы

Рисунок 8. – Схемы испытания опытных образцов

Результаты теоретических исследований моделей усиливаемых железобетонных колонн приведены на рисунке 9, а экспериментальных исследований опытных образцов – на рисунке 10.

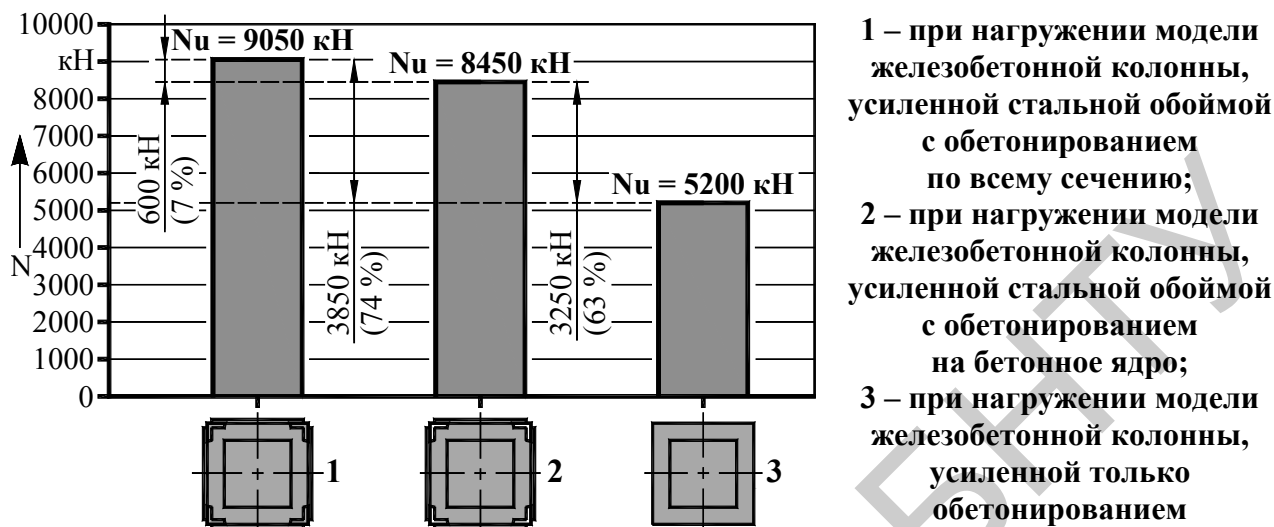


Рисунок 9. – Результаты теоретических исследований моделей усиливаемых железобетонных колонн

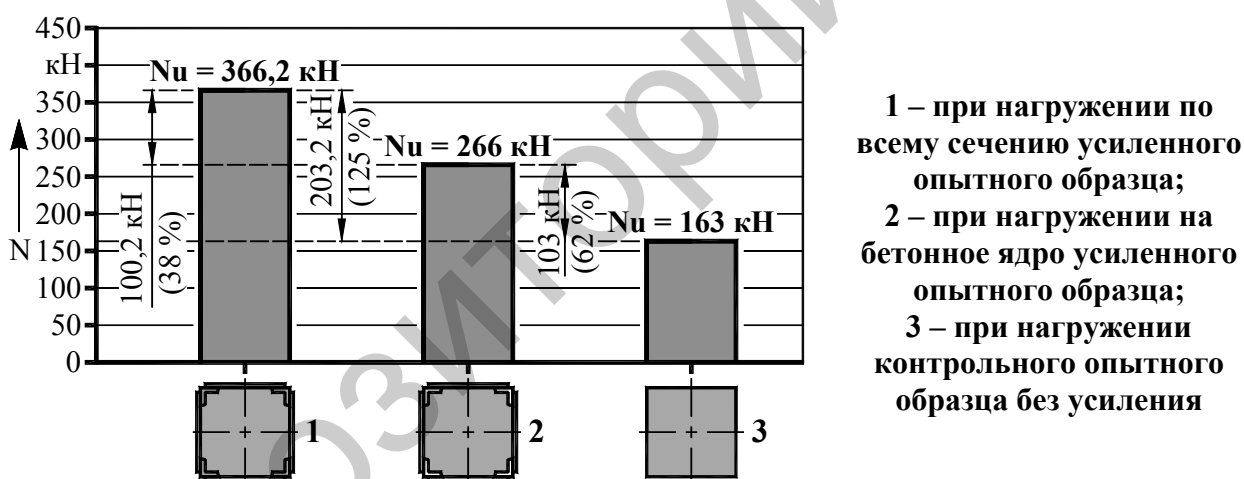
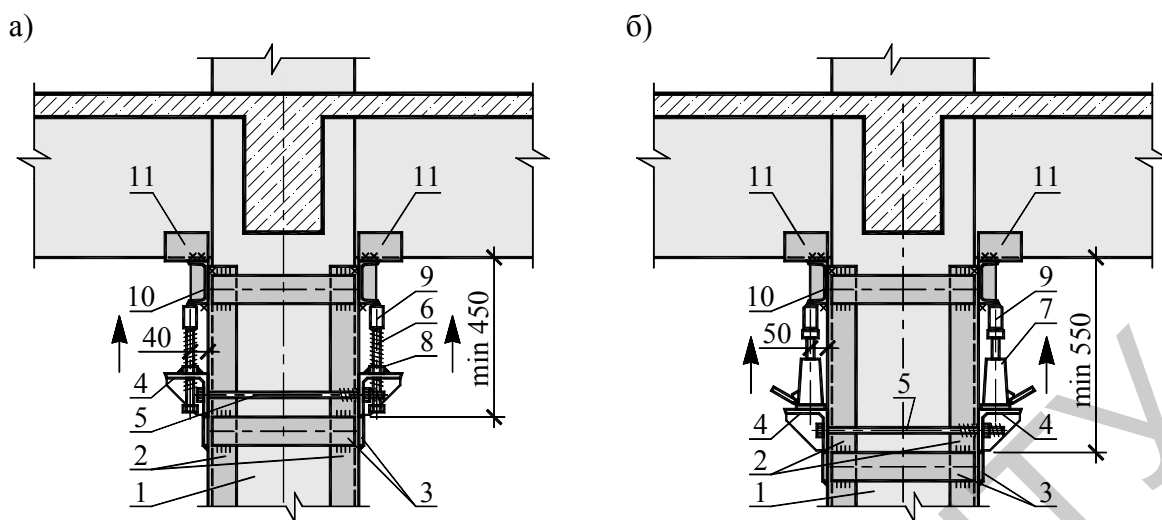


Рисунок 10. – Результаты экспериментальных исследований опытных образцов

Результаты теоретических и экспериментальных исследований свидетельствуют о том, что наиболее эффективен первый способ нагружения – приложение нагрузки по всему сечению усиления, что позволяет на 7 % и более повысить несущую способность, а также надежность и безопасность эксплуатации железобетонных колонн, усиленных стальной обоймой с обетонированием. Таким образом, включение в работу всех элементов усиления совместно с железобетонной колонной является обязательным конструктивным решением, обеспечивающим требуемые их эксплуатационные показатели качества.

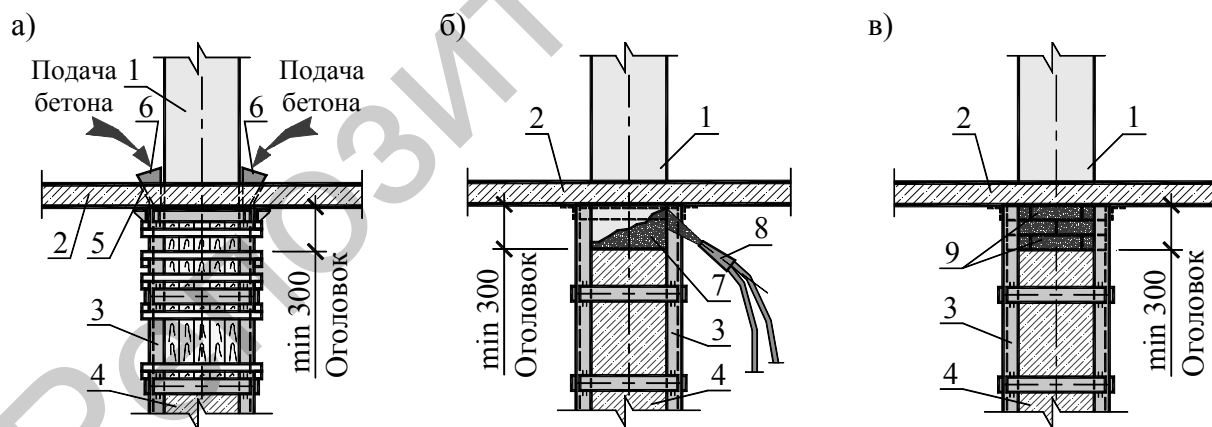
Нагружение стальной обоймы и включение её в совместную работу с усиливаемой железобетонной колонной рекомендуется выполнять с помощью винтовых или гидравлических домкратов (рисунок 11).



а – с помощью винтовых домкратов; **б** – с помощью гидравлических домкратов;
1 – усиливаемая колонна; **2** – стойки стальной обоймы; **3** – поперечные планки стальной
 обоймы; **4** – съёмный опорный столик (после усиления демонтировать); **5** – стяжной
 болт М16 опорного столика; **6** – натяжной винт (винтовой домкрат); **7** – гидравлический
 домкрат; **8** – гайка; **9** – динамометр; **10** – упорный элемент (швеллер); **11** – прокладка

**Рисунок 11. – Нагружение стальной обоймы усиления железобетонной
 колонны с помощью домкратов**

При сопряжении железобетонной колонны с плоским перекрытием формирование оголовка конструкции усиления рекомендуется выполнять через технологические отверстия в перекрытии, торкретированием и укладкой бетонных вкладышей (рисунок 12).



а – формирование оголовка конструкции усиления через технологические отверстия;
б – устройство оголовка конструкции усиления торкретированием;
в – формирование оголовка конструкции усиления бетонными вкладышами;
1 – усиливаемая колонна; **2** – безбалочное плоское перекрытие; **3** – стальная обойма;
4 – обетонирование; **5** – технологическое отверстие; **6** – распределительная воронка;
7 – торкрет-бетон; **8** – сопло торкрет-установки; **9** – бетонные вкладыши на растворе с
 расширяющимся цементом

**Рисунок 12. – Технические решения формирования оголовка конструкции усиления
 железобетонной колонны при сопряжении с безбалочным плоским перекрытием**

В четвертой главе приведены практические рекомендации по технологии и организации производства работ восстановления эксплуатационных качеств железобетонных колонн, позволяющие осуществлять выбор рационального способа восстановления железобетонных колонн для I, II, III, IV или V категорий их технического состояния с учетом факторов, снижающих эксплуатационные показатели качества железобетонных колонн, технико-экономические показатели различных вариантов производства работ и рационального способа нагружения железобетонных колонн.

Восстановление эксплуатационных качеств железобетонных колонн состоит из *подготовительных, основных и заключительных работ*.

Подготовительные работы должны включать: установку и сдачу в эксплуатацию подъемных механизмов; подведение воды и сжатого воздуха к рабочему месту; демонтаж технологического оборудования; разгрузку усиливаемой колонны на 35–40 %; установку и закрепление средств подмащивания.

В состав *основных работ* входят: подготовка поверхности усиливаемой колонны; дополнительное армирование элементов усиления; монтаж стальных элементов обойм усиления и их включение в совместную работу; установка опалубки; приготовление, подача и укладка бетонной смеси; распалубливание конструкции усиления.

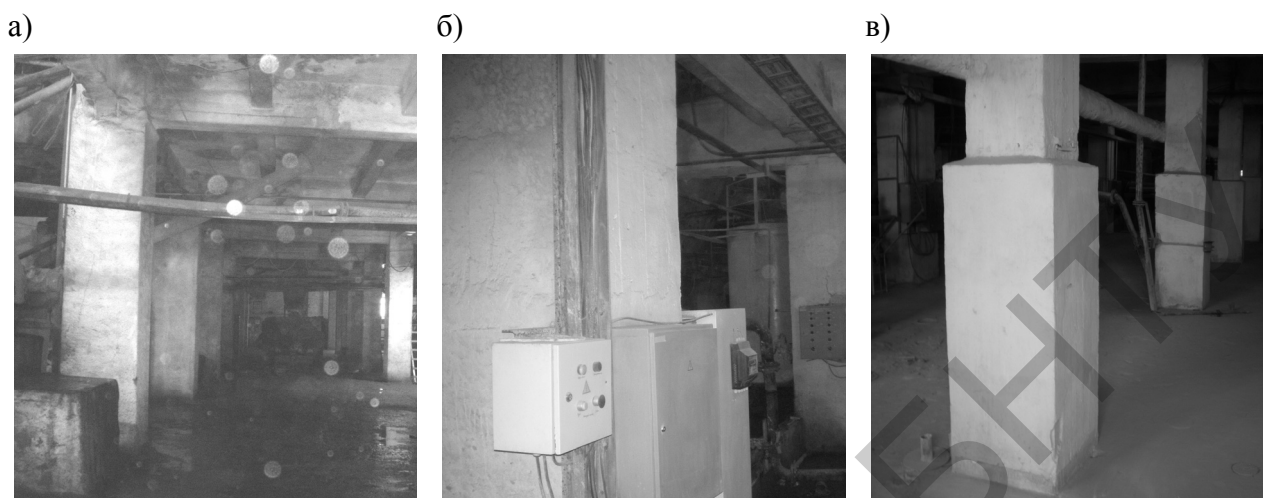
К *заключительным работам* относят: уход за бетоном; приемку и сдачу выполненных работ.

Составленные практические рекомендации нашли свое отражение в разработанных и изданных организационно-технологических правилах восстановления эксплуатационных качеств железобетонных колонн [26], которые внедрены в производство работ при восстановлении монолитных железобетонных колонн подготовительного и машинного отделений главного корпуса АЦИ ОАО «Кричевцементношифер».

По характеру повреждений и дефектов железобетонные колонны подготовительного отделения соответствовали IV категории технического состояния (неработоспособное, неудовлетворительное) и требовали капитального ремонта и усиления. Восстановление железобетонных колонн выполнялось посредством устройства стальных обойм с обетонированием и без обетонирования на всю высоту либо частично (рисунок 13).

Разгрузка усиливаемых железобетонных колонн производилась опорожнением 60-тонных бункеров от сырьевых составляющих, используемых для производства асбестоцементных листов. Для подготовки арматуры и бетона к усилению был применен гидромонитор фирмы «KARCHER». Включение в совместную работу стальных элементов усиления и усиливаемых колонн производилось с помощью винтовых домкратов, которые устанавливались на съёмные опорные столики и упирались в вышерасположенные конструкции перекрытия через упорные элементы (швеллера). При производстве опалубочных работ применялась инвентарная мелкощитовая опалубка из щитов МОДОСТР-КОМБИ. Монтаж элементов опалубки выполнялся с использованием лебедки

и подъемника, в стесненных местах под балочным перекрытием – вручную. Бетонная смесь на этажи после ее разгрузки с автобетоносмесителя в бункера подавалась с помощью грузового мачтового подъемника, а укладка бетонной смеси в конструкцию усиления производилась со стоечных лесов вручную.



а – усиленные железобетонные колонны 1-го этажа; б – усиленные железобетонные колонны 2-го этажа; в – местное усиление железобетонных колонн 2-го этажа

Рисунок 13. – Вид на усиленные железобетонные колонны подготовительного отделения цеха АЦИ ОАО «Кричевцементношифер»

Расчеты показали, что годовой экономический эффект от применения практических рекомендаций по восстановлению эксплуатационных качеств железобетонных колонн подготовительного отделения главного корпуса АЦИ ОАО «Кричевцементношифер», достигается за счет сокращения сроков производства ремонтно-восстановительных работ и выполнения их без прекращения выпуска продукции и составил в ценах 2001 г. 4,0 млн бел. р. Практическое внедрение результатов работы подтверждено актами на внедрение в производство работ, а также в учебный процесс ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. Разработаны принципиальные основы организационно-технологического обоснования способов восстановления эксплуатационных качеств железобетонных колонн, включающие: обоснование классов дефектов и категорий технического состояния железобетонных колонн; методику технико-экономического обоснования наиболее эффективных организационно-технологических решений, способов ремонта и усиления железобетонных колонн в процессе их эксплуатации; конструктивно-технологические решения включения в совместную работу элементов усиления с восстанавливаемыми железобетонными колоннами; научно обоснованные методические рекомендации производства ремонтно-восстановительных работ обследуемых железобетонных колонн [1–26].

2. Разработана классификация дефектов и установлена степень их влияния на физический износ железобетонных колонн, позволяющая отнести их к определенной (I, II, III, IV или V) категории технического состояния и на этом основании принять наиболее эффективные организационно-технологические решения и мероприятия по восстановлению их эксплуатационных качеств [4, 9, 15, 18, 19, 22, 24–26].

3. Разработаны применительно к разным категориям технического состояния (степени физического износа) восстанавливаемых колонн совокупности технико-экономически обоснованных, наиболее эффективных организационно-технологических решений, способов ремонта и усиления, которые получены путем применения теории множества недоминируемых вариантов и учитывают структуру и последовательность ремонтно-строительных работ, характерную для конкретных условий реконструируемых предприятий, что позволяет снизить трудоемкость работ на 9–10 % и их стоимость на 14 %. Они систематизированы и приведены в приложении Б диссертационной работы в виде нормативной базы, включающей оценочные показатели основных способов восстановления эксплуатационных качеств железобетонных колонн для I, II, III, IV или V категорий их технического состояния [2, 7, 12, 26].

4. Теоретически и экспериментально обоснованы конструктивно-технологические решения, обеспечивающие включение в совместную работу элементов усиления и восстанавливаемых железобетонных колонн, что обеспечивает увеличение несущей способности колонн на 7 % и более, а в результате повышает надежность и безопасность эксплуатации восстанавливаемых строительных конструкций несущих каркасов зданий и сооружений [1, 3, 6, 11, 14].

5. Научно обоснованы рекомендации производства ремонтно-восстановительных работ, разработанные на основе результатов теоретических и экспериментальных исследований, которые содержат указания и правила производства подготовительных, основных и заключительных работ, включают рекомендуемые решения по ремонту и усилению, схемы производства опалубочных, арматурных и бетонных работ, а также устройства стальных обойм для усиления железобетонных колонн, внедрение которых в производственных условиях на АЦИ ОАО «Кричевцементношифер» позволило получить годовой экономический эффект 4,0 млн бел. р. в ценах 2001 года (стоимость на текущий момент 63,9 млн бел. р.) [8, 10, 13, 16, 17, 20, 21, 23, 26].

Рекомендации по практическому использованию результатов

Результаты теоретических и экспериментальных исследований и практические рекомендации по их реализации рекомендуются к использованию при восстановлении эксплуатационных качеств железобетонных колонн при эксплуатации, реконструкции и модернизации зданий и сооружений.

Результаты исследований явились основой для разработки организационно-технологических правил восстановления эксплуатационных качеств железобетонных колонн, принятых к практическому использованию ОАО «Кричевцементношифер» и ОАО «Могилевхимволокно».

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в рецензируемых научных изданиях

1. Данилов, С.В. Выбор рационального способа нагружения усиленных железобетонных колонн / С.В. Данилов // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : сб. науч. тр.: в 2 ч. / Нац. ун-т водного господарства та природокористування ; под ред. Э.М. Бабича. – Ровно, 2008. – Вып. 16, ч. 1. – С. 329–335.

2. Опанасюк, И.Л. Обоснование технологических и конструктивных решений по восстановлению эксплуатационных качеств железобетонных колонн / И.Л. Опанасюк, С.В. Данилов // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : сб. науч. тр. / Нац. ун-т водного господарства та природокористування ; под ред. Э.М. Бабича. – Ровно, 2011. – Вып. 22. – С. 821–827.

3. Опанасюк, И.Л. Теоретическое обоснование способов нагружения усиленных железобетонных колонн / И.Л. Опанасюк, С.В. Данилов // Градостроительство и территориальное планирование : науч.-техн. сб. / Отв. ред. Н.Н. Осетрин. – Киев : КНУБА, 2014. – Вып. 54. – С. 250–258.

4. Опанасюк, И.Л. Оценка технического состояния железобетонных колонн / И.Л. Опанасюк, С.В. Данилов // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : сб. науч. тр. / Нац. ун-т водного господарства та природокористування ; под ред. Э.М. Бабича. – Ровно, 2015. – Вып. 30. – С. 621–629.

Статьи в сборниках научных трудов

5. Данилов, С.В. Технологическое обоснование эффективных решений восстановления эксплуатационных качеств строительных конструкций / С.В. Данилов // Перспективные технологии, материалы и системы : сб. науч. тр. / Могилев. гос. техн. ун-т ; редкол.: И.С. Сазонов [и др.]. – Могилев, 2001. – С. 129–134.

6. Опанасюк, И.Л. Повышение эксплуатационных качеств усиленных железобетонных колонн / И.Л. Опанасюк, С.В. Данилов // Перспективные технологии, материалы и системы : сб. науч. тр. / Могилев. гос. техн. ун-т ; редкол.: И.С. Сазонов [и др.]. – Могилев, 2003. – С. 247–250.

7. Опанасюк, И.Л. Исследование способов усиления железобетонных колонн с использованием многокритериального анализа оценочных показателей / И.Л. Опанасюк, С.В. Данилов // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2011. – № 4. – С. 157–163.

8. Опанасюк, И.Л. Бетонные работы при восстановлении эксплуатационных качеств железобетонных колонн / И.Л. Опанасюк, С.В. Данилов // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2012. – № 3. – С. 96–103.

Материалы конференций

9. Опанасюк, И.Л. Способы восстановления и усиления железобетонных колонн / И.Л. Опанасюк, С.В. Данилов // Интерстроймех 2002 : материалы Международ. науч.-техн. конф., Могилев, 23–24 мая 2002 г. / Могилев. гос. техн. ун-т ; редкол.: И.С. Сазонов [и др.]. – Могилев, 2002. – С. 367–372.

10. Опанасюк, И.Л. Повышение механизации подачи и укладки бетонной смеси при усилении железобетонных колонн / И.Л. Опанасюк, С.В. Данилов // Материалы науч.-метод. конф., посвящ. 45-летию Белорусско-Российского университета, Могилев, 16 нояб. 2006 г. / ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет»; редкол.: И.С. Сазонов [и др.]. – Могилев, 2007. – С. 55–59.

11. Опанасюк, И.Л. Исследования способов нагружения усиленных железобетонных колонн / И.Л. Опанасюк, С.В. Данилов // Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров Республики Беларусь : сб. тр. XV Междунар. науч.-метод. семинара, Новополоцк, 27–28 нояб. 2008 г. : в 2 т. / Полоц. гос. ун-т ; редкол.: Д.Н. Лазовский [и др.]. – Новополоцк, 2008. – Т. 1. – С. 105–110.

12. Опанасюк, И.Л. Обоснование технологических и конструктивных решений по восстановлению эксплуатационных качеств железобетонных колонн / И.Л. Опанасюк, С.В. Данилов // Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров Республики Беларусь : сб. тр. XVI Междунар. науч.-метод. семинара, Брест, 28–30 мая 2009 г. : в 2 ч. / Брест. гос. техн. ун-т ; редкол.: П.С. Пойта [и др.]. – Брест, 2009. – Ч. 1. – С. 287–291.

13. Опанасюк, И.Л. Производство опалубочных работ при восстановлении эксплуатационных качеств железобетонных колонн / И.Л. Опанасюк, С.В. Данилов // Перспективные направления инновационного развития строительства и подготовки инженерных кадров : материалы XX Междунар. науч.-метод. семинара, Гродно, 17–19 февр. 2016 г. / М-во образования Респ. Беларусь, ГрГУ им. Я. Купалы ; редкол.: В.Г. Барсуков [и др.]. – Гродно : ГрГУ, 2016. – С. 282–287.

Тезисы докладов

14. Опанасюк, И.Л. Несущая способность центрально сжатой железобетонной колонны при усилении металлической обоймой / И.Л. Опанасюк, С.В. Данилов // Создание и применение высокоэффективных наукоемких ресурсосберегающих технологий, машин и механизмов : материалы Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 25–26 окт. 2001 г. / Могилев. гос. техн. ун-т ; редкол.: И.С. Сазонов [и др.]. – Могилев, 2001. – С. 323–324.

15. Данилов, С.В. Методы оценки состояния железобетонных конструкций / С.В. Данилов // Интерстроймех 2002 : материалы Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 23–24 мая 2002 г. / Могилев. гос. техн. ун-т ; редкол.: И.С. Сазонов [и др.]. – Могилев, 2002. – С. 334–335.

16. Данилов, С.В. Подготовка поверхности усиливаемой железобетонной колонны / С.В. Данилов // Прогрессивные технологии, технологические процессы и оборудование : материалы Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 15–16 мая 2003 г. / Могилев. гос. техн. ун-т ; редкол.: И.С. Сазонов [и др.]. – Могилев, 2003. – С. 345.

17. Опанасюк, И.Л. Технология производства бетонных работ при усилении железобетонных колонн / И.Л. Опанасюк, С.В. Данилов // Прогрессивные технологии, технологические процессы и оборудование : материалы Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 15–16 мая 2003 г. / Могилев. гос. техн. ун-т ; редкол.: И.С. Сазонов [и др.]. – Могилев, 2003. – С. 403–404.

18. Опанасюк, И.Л. Анализ факторов, влияющих на снижение эксплуатационных качеств железобетонных конструкций / И.Л. Опанасюк, С.В. Данилов // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии : материалы Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 22–23 апр. 2004 г. : в 2 ч. / ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет» ; редкол.: И.С. Сазонов [и др.]. – Могилев, 2004. – Ч. 2. – С. 179–180.

19. Данилов, С.В. Современные подходы к оценке состояния железобетонных конструкций / С.В. Данилов, Д.А. Левашов // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии : материалы Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 22–23 апр. 2004 г. : в 2 ч. / ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет» ; редкол.: И.С. Сазонов [и др.]. – Могилев, 2004. – Ч. 2. – С. 150–151.

20. Данилов, С.В. Бетонирование конструкций усиления колонн с помощью шнекового питателя / С.В. Данилов // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии : материалы Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 21–22 апр. 2005 г. : в 2 ч. / ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет» ; редкол.: И.С. Сазонов [и др.]. – Могилев, 2005. – Ч. 1. – С. 291.

21. Данилов, С.В. Подготовка поверхности железобетонной колонны при восстановлении ее эксплуатационных качеств / С.В. Данилов // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии : материалы Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 20–21 апр. 2006 г. : в 2 ч. / ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет» ; редкол.: И.С. Сазонов [и др.]. – Могилев, 2006. – Ч. 2. – С. 90.

22. Данилов, С.В. Факторы, влияющие на снижение эксплуатационных качеств железобетонных конструкций / С.В. Данилов, О.М. Ранцева // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности : материалы Междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых, Могилев, 24–25 янв. 2007 г. / ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет» ; редкол.: И.С. Сазонов [и др.]. – Могилев, 2007. – С. 88.

23. Данилов, С.В. Опалубочные работы при восстановлении эксплуатационных качеств железобетонных колонн / С.В. Данилов, А.М. Ровский, Д.В. Воронич // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии : материалы Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 19–20 апр. 2012 г. : в 2 ч. / ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет» ; редкол.: И.С. Сазонов [и др.]. – Могилев, 2012. – Ч. 2. – С. 85–86.

24. Данилов, С.В. Показатели качества железобетонных колонн / С.В. Данилов // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии : материалы Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 24–25 апр. 2014 г. / ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет» ; редкол.: И.С. Сазонов [и др.]. – Могилев, 2014. – С. 263–264.

25. Данилов, С.В. Категории технического состояния железобетонных колонн / С.В. Данилов // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии : материалы Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 16–17 апр. 2015 г. / ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет» ; редкол.: И.С. Сазонов [и др.]. – Могилев, 2015. – С. 229–230.

Производственно-практическое издание

26. Организационно-технологические правила восстановления эксплуатационных качеств железобетонных колонн : практические рекомендации / И.Л. Опанасюк, С.В. Данилов. – Рекомендовано к опубликованию Советом Белорусско-Российского университета 28.06.2013 г., протокол №10 – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2013. – 75 с.

РЭЗІЮМЭ

Данілаў Сяргей Васільевіч

Арганізацыйна-тэхналагічнае абгрунтаванне спосабаў аднаўлення эксплуатацыйных якасцяў жалезабетонных калон

Ключавыя словы: жалезабетонная калона, катэгорыя тэхнічнага стану, спосаб аднаўлення, аптымізацыя, шматкрытэрыяльная ацэнка, спосаб нагружэння, тэхналогія ўстройства.

Мэта работы – распрацоўка рацыянальных арганізацыйна-тэхналагічных рашэнняў, якія забяспечваюць аднаўленне апорнай спосабнасці жалезабетонных калон з мінімальнымі працоўнымі і эканамічнымі выдаткамі.

Складзена нарматыўная база ацэначных паказчыкаў найбольш развітых і ўжываемых спосабаў аднаўлення эксплуатацыйных якасцяў жалезабетонных калон.

Прапанаваны метады аптымізацыі спосабаў аднаўлення эксплуатацыйных якасцяў жалезабетонных калон з выкарыстаннем шматкрытэрыяльнай ацэнкі разглядаемых варыянтаў і шматмэтавага выбару арганізацыйна-тэхналагічных і канструктыўных рашэнняў, на падставе якога ўстаноўлена, што найбольш складанымі і працаёмкімі з'яўляюцца работы па аднаўленні эксплуатацыйных якасцяў жалезабетонных калон, якія адносяцца да IV катэгорыі тэхнічнага стану. Найбольш надзейным у рабоце і эканамічна абгрунтаваным з магчымых варыянтаў з'яўляецца спосаб аднаўлення эксплуатацыйных якасцяў жалезабетонных калон, якія адносяцца да IV катэгорыі тэхнічнага стану, з дапамогай ўстройства сталёвай абоймы з абетанаваннем пры перадачы нагрузкі на ўвесь перасек ўзмацняемай калоны.

На падставе вынікаў тэарэтычных і эксперыментальных даследаванняў прапанаваны рацыянальны спосаб нагружэння ўзмоцненых жалезабетонных калон сталёвай абоймай з абетанаваннем.

Прапанаваны рацыянальныя метады вытворчасці работ па аднаўленні эксплуатацыйных якасцяў жалезабетонных калон.

Атрыманыя вынікі даследаванняў і практычныя рэкамендацыі па іх рэалізацыі могуць быць выкарыстаны пры аднаўленні эксплуатацыйных якасцяў жалезабетонных калон пры эксплуатацыі, рэканструкцыі і мадэрнізацыі будынкаў і збудаванняў.

РЕЗЮМЕ

Данилов Сергей Васильевич

Организационно-технологическое обоснование способов восстановления эксплуатационных качеств железобетонных колонн

Ключевые слова: железобетонная колонна, категория технического состояния, способ восстановления, оптимизация, многокритериальная оценка, способ нагружения, технология устройства.

Цель работы – разработка рациональных организационно-технологических решений, обеспечивающих восстановление несущей способности железобетонных колонн с минимальными трудовыми и экономическими затратами.

Составлена нормативная база оценочных показателей наиболее распространенных и применяемых способов восстановления эксплуатационных качеств железобетонных колонн.

Предложен метод оптимизации способов восстановления эксплуатационных качеств железобетонных колонн с использованием многокритериальной оценки рассматриваемых вариантов и многоцелевого выбора организационно-технологических и конструктивных решений, на основании которого установлено, что наиболее сложными и трудоемкими являются работы по восстановлению эксплуатационных качеств железобетонных колонн, относящихся к IV категории технического состояния. Наиболее надежным в работе и экономически обоснованным из возможных вариантов является способ восстановления эксплуатационных качеств железобетонных колонн, относящихся к IV категории технического состояния, посредством устройства стальной обоймы с обетонированием при передаче нагрузки на все сечение усиливаемой колонны.

На основании результатов теоретических и экспериментальных исследований предложен рациональный способ нагружения усиленных железобетонных колонн стальной обоймой с обетонированием.

Предложены рациональные методы производства работ по восстановлению эксплуатационных качеств железобетонных колонн.

Полученные результаты исследований и практические рекомендации по их реализации могут быть использованы при восстановлении эксплуатационных качеств железобетонных колонн при эксплуатации, реконструкции и модернизации зданий и сооружений.

SUMMARY

Danilov Sergei Vasilevich

Organizational-technological justification for ways to restore the performance of reinforced concrete columns

Key words: reinforced concrete column, the category of technical condition, the method of restoration, establishment, optimization, multi-criteria evaluation method of loading, the technology of the device.

Objective of the study – rational development of organizational and technological solutions for the restoration of the bearing capacity of reinforced concrete columns with a minimum of labor and economic costs.

Regulatory framework is made up of performance indicators most disseminate and apply methods of recovery of the quality performance of reinforced concrete columns.

A method of optimizing the operating and recovery methods of qualities of reinforced concrete columns using multi-criteria evaluation of the options under consideration and the choice of multi-organizational, technological and constructional solutions on the basis of which was found that the most difficult and time consuming operation is to restore the performance of a reinforced concrete columns relating to the category IV of technical state. The most reliable and economically viable of the options is a way to restore the performance of a reinforced concrete columns relating to the technical state of category IV, through arranging a steel cage with concreting in the transmission load on the entire cross section of the reinforced column.

Based on the results of theoretical and experimental researches a rational method of loading reinforced concrete columns with a steel cage concreting is proposed.

Rational methods of work to restore performance of reinforced concrete columns are proposed.

The obtained research results and practical recommendations for their implementation can be used in the recovery of operating and qualities of reinforced concrete columns in the operation, renovation and modernization of buildings.

Научное издание

ДАНИЛОВ
Сергей Васильевич

**ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ
СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ
КАЧЕСТВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОЛОНН**

Автореферат диссертации
на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.23.08 – технология и организация строительства

Подписано в печать 12.05.2016. Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. 1,63. Уч.-изд. л. 1,80. Тираж 60 экз. Заказ №307.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 24.01.2014.
Пр. Мира, 43, 212000, Могилев.

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ

в обратную сторону обложки автореферата диссертации
Данилова С.В. «Организационно-технологическое обоснование
способов восстановления эксплуатационных качеств
железобетонных колонн»

на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.23.08 – технология и организация строительства

Напечатано:

Оппонирующая организация Научно-исследовательское
республиканское унитарное предприятие по
строительству «Институт БелНИИС»

Следует читать:

Оппонирующая организация Учреждение образования «Белорусский
государственный университет транспорта»

Ученый секретарь совета по
защите диссертаций Д 02.05.05
кандидат технических наук

С.Н. Ковшар