

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

УДК 69.059

ДАНИЛОВ
Сергей Васильевич

**ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ
ВЫБОРА СПОСОБА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ
КАЧЕСТВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОЛОНН**

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

Минск 2019

Работа выполнена в Межгосударственном образовательном учреждении высшего образования «Белорусско-Российский университет».

Научный руководитель **Опанасюк Иван Лукьянович**,
кандидат технических наук, доцент, доцент
кафедры «Промышленное и гражданское
строительство» Межгосударственного образова-
тельного учреждения высшего образования
«Белорусско-Российский университет»,
г. Могилев

Официальные оппоненты: **Богомолов Юрий Михайлович**,
доктор технических наук, профессор, директор
ООО «ФОРДЖЕТ», г. Минск

Юськович Виталий Иванович,
кандидат технических наук, доцент, заведующий
кафедрой «Технология строительного производ-
ства» Учреждения образования «Брестский госу-
дарственный технический университет», г. Брест

Оппонирующая организация Учреждение образования «Белорусский
государственный университет транспорта»,
г. Гомель

Защита состоится 17 января 2020 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, главный корпус, ауд. 202. Телефон ученого секретаря: 8(017) 293-96-73. E-mail: kovshar-36@tut.by.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Белорусского национального технического университета.

Автореферат разослан 12 декабря 2019 г.

Ученый секретарь совета
по защите диссертаций
кандидат технических наук

С. Н. Ковшар

© Данилов С. В., 2019
© Белорусский национальный
технический университет, 2019

ВВЕДЕНИЕ

Железобетонные колонны, являясь конструктивными элементами каркасов зданий и сооружений, относятся к конструкциям первой степени ответственности, снижение эксплуатационных показателей качества которых может привести к ограниченному или полному отказу работы несущих конструкций, вплоть до разрушения.

Снижение эксплуатационных показателей качества железобетонных колонн является следствием влияния дефектов, полученных и накапливающихся в процессе эксплуатации колонн в различных производственных условиях.

Выбор рационального варианта восстановления эксплуатационных показателей качества железобетонных колонн связан с рассмотрением значительного числа возможных способов производства ремонтных работ, характеризующихся различными конструктивными и организационно-технологическими решениями для их реализации. Однако до настоящего времени отсутствуют научно обоснованные критерии отнесения железобетонных колонн к определенной категории технического состояния, что не позволяет принять правильное решение о выборе способа восстановления железобетонных колонн.

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.).

Цель и задачи исследования. Целью исследования является определение и систематизация критериев оценки дефектности эксплуатируемых железобетонных колонн, разработка методики оценки вариантов и выбора рационального конструктивного и организационно-технологического решения, обеспечивающего восстановление эксплуатационных показателей качества железобетонных колонн для конкретных условий ведения работ при минимальных трудовых и материальных затратах.

Для достижения поставленной цели было необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать и определить перечень дефектов, значимо влияющих на снижение эксплуатационных показателей качества железобетонных колонн, и разработать оценочные критерии для обоснованного отнесения их совокупности к соответствующим категориям технического состояния (к I–V категориям);

- систематизировать дефекты по группам и степени их воздействия на техническое состояние эксплуатируемых железобетонных колонн для последующего выбора рационального комплекса ремонтно-строительных мероприятий по восстановлению их эксплуатационных показателей качества в зависимости от установленной категории их технического состояния (I–V);

- установить базовые варианты восстановления эксплуатационных показателей качества железобетонных колонн для I, II, III и IV категорий технического состояния, определить технико-экономические показатели базовых вариантов производства ремонтных работ и выполнить их анализ;

- разработать методику оценки степени дефектности для последующего выбора рационального варианта технологии восстановления железобетонных колонн для IV категории их технического состояния как неработоспособного (неудовлетворительного) состояния конструкций, предшествующего их отказу – разборке и замене (V категория);

- выполнить теоретические и экспериментальные исследования с оценкой совместной работы элементов усиления и восстанавливаемых железобетонных колонн;

- произвести производственную апробацию результатов исследований при восстановлении работоспособности колонн главного корпуса АЦИ ОАО «Кричевцементношифер»;

- нормализовать исходные данные для технологических расчетов и составить методические рекомендации по технологии производства арматурных, опалубочных и бетонных ремонтно-восстановительных работ, а также по устройству стальных обойм для восстановления требуемых эксплуатационных качеств железобетонных колонн.

Научная новизна результатов исследований заключается в развитии методов оценки дефектности эксплуатируемых железобетонных колонн, методики оценки степени физического износа и отнесения их к соответствующей категории технического состояния, а на этой основе – в совершенствовании технологии 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 дополняют и развивают методологию установления степени дефектности, т. е. отнесения к той или иной категории технического состояния конструкции, что позволяет производить достоверную оценку фактического технического состояния железобетонных колонн, оперативно выбирать эффективные конструктивные и организационно-технологические решения восстановления их эксплуатационных показателей, а в результате обеспечивает восстановление требуемой несущей способности колонн с минимальными материальными и трудовыми затратами.

Научную и практическую значимость имеют разработанные, экспериментально проверенные в производственных условиях технологические решения и приемы производства ремонтно-восстановительных работ, направленные на обеспечение работоспособности железобетонных колонн.

Положения, выносимые на защиту

Принципиальные основы организационно-технологического обоснования выбора рационального способа 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 эффективные конструктивные и организационно-технологические решения по восстановлению их эксплуатационных качеств;

- методику выбора способа восстановления железобетонных колонн, которая позволяет учитывать существующие временные и пространственные ограничения для конкретного объекта производства ремонтно-восстановительных работ, а также

методику технико-экономической оценки эффективных организационно-технологических решений (способов ремонта и усиления железобетонных колонн), обеспечивающих снижение трудоемкости на 9 % и стоимости на 11 %;

- результаты теоретических и экспериментальных исследований по оценке несущей способности восстанавливаемых железобетонных колонн, показавшие, что она возрастает на не менее 70 % при передаче нагрузки на бетон восстановленного оголовка и обетонирование, но без передачи нагрузки на стальную обойму, и дополнительно не менее 7 % при передаче нагрузки на оголовок, стальную обойму и обетонирование;

- научно обоснованные и внедренные в практику ведомственные рекомендации по ремонту и восстановлению эксплуатируемых железобетонных колонн, применение которых позволяет выполнять работы без остановки основного производства и связанных с этим потерь от снижения объёмов производства у заказчика, а также повысить эффективность ремонтно-восстановительных работ за счет сокращения их срока на 9 %, что подтверждается их реализацией на главном корпусе АЦИ ОАО «Кричевцементношифер».

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 «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 железобетонных колонн 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 27 работ, включенных в список публикаций соискателя, в том числе 5 статей в рецензируемых научных изданиях (2,3 авт. листа), 5 статей в сборниках научных трудов, материалы 5 конференций, 10 тезисов докладов, 1 патент, 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 182 страницы, включая 51 рисунок, 14 таблиц, 9 приложений. Библиографический список включает 100 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 и мероприятия по восстановлению их эксплуатационных качеств.

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 документов, то это означает, что железобетонная колонна имеет дефект.

На основании длительных наблюдений на многочисленных обследуемых объектах в развитие к ТКП 45-1.04-305-2016* и ТКП 45-1.04-119-2008 выполнены анализ и классификация характерных дефектов и повреждений, которые показали, что все они в той или иной мере снижают несущую способность эксплуатируемых железобетонных колонн вследствие уменьшения их поперечного сечения. Дефекты и повреждения железобетонных колонн разделены на три класса (таблица 1). При уменьшении поперечного сечения колонны до 10 % дефекты относятся к малозначительным, от 10 до 40 % – к значительным, а 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 строительных конструкций производят по пяти категориям технического состояния. Установленная и детализированная классификация дефектов (таблица 1) позволила актуализировать категории технического состояния применительно к железобетонным колоннам (таблица 2).

Таблица 2. – Категории технического состояния железобетонных колонн

Класс дефекта (по таблице 1)	Категория технического состояния при степени 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
<i>Примечание</i> – Римскими цифрами I, II, III, IV и V обозначены категории технического состояния железобетонных колонн			

В зависимости от характерных дефектов и повреждений, соответствующих категорий технического состояния (I–V) разработаны мероприятия по восстановлению эксплуатационных качеств железобетонных колонн, приведенные в таблице 3.

Таблица 3. – Мероприятия по восстановлению эксплуатационных качеств железобетонных колонн

Категория технического состояния железобетонных колонн	Характерные дефекты и повреждения	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 – работоспособное (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 удалением повре- жденного бетона, исправление поврежденной арматуры, бе- тонирование сколов, инъекци- рование трещин, усиление по- врежденных 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

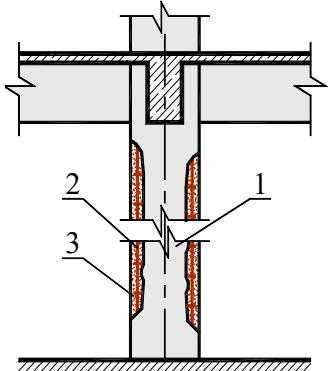
1	2	3
V – предельное (предаварийное) состояние. <i>Требуется вывод людей из опасной зоны, срочная разгрузка колонн и устройство временных креплений с последующей разборкой и заменой</i>	Массовые значительные или многочисленные, массовые критические дефекты	В отдельных случаях применяются технические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

Наиболее технически сложными и трудоемкими являются мероприятия по восстановлению эксплуатационных качеств железобетонных колонн, относящихся к IV категории, которые характеризуются многочисленными значительными дефектами.

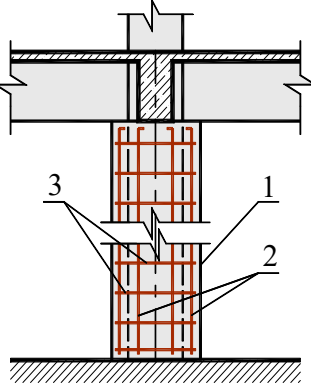
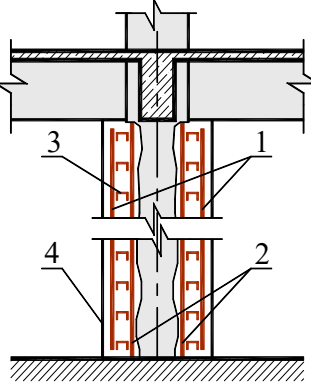
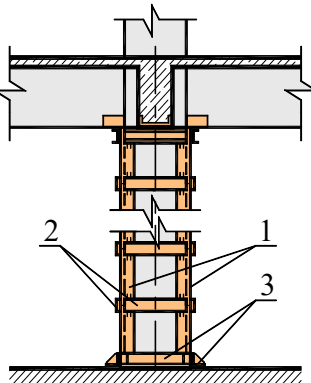
Во **второй** главе рассмотрены технические и организационно-технологические решения по восстановлению эксплуатационных показателей качеств железобетонных колонн; установлены характерные (базовые) технические решения, а также их организационно-технологическая структура; определены технико-экономические показатели базовых вариантов производства работ; обоснована методика выбора рационального варианта ремонтно-восстановительных работ.

Организационно-технологическая структура базовых способов восстановления и усиления железобетонных колонн содержит перечень, последовательность и продолжительность выполнения работ, выраженную в процентах от общей продолжительности ремонтно-восстановительных работ (таблица 4).

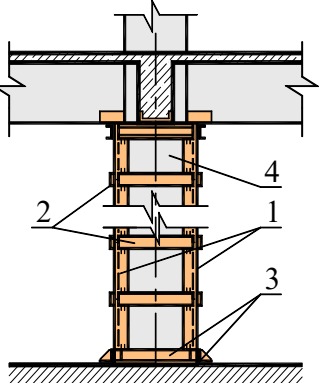
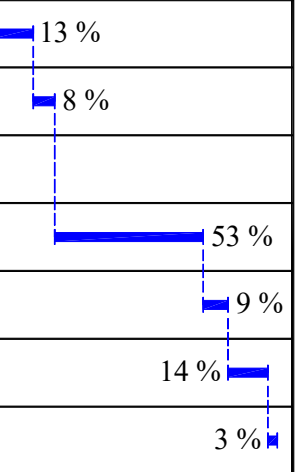
Таблица 4. – Организационно-технологическая структура базовых способов производства работ по восстановлению и усилению железобетонных колонн

Способ восстановления	Эскиз	Структура и последовательность выполнения работ									
1	2	3									
<i>I Ремонт с помощью сухих ремонтных составов</i>	 <p>1 – железобетонная колонна; 2 – существующая арматура колонны; 3 – ремонтный состав</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Структура работ</th> <th>Последовательность и относительная трудоемкость выполнения работ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 Подготовительные работы</td> <td>52 %</td> </tr> <tr> <td>2 Подготовка поврежденных участков колонны</td> <td>30 %</td> </tr> <tr> <td>3 Нанесение ремонтных составов</td> <td>18 %</td> </tr> </tbody> </table>	Структура работ	Последовательность и относительная трудоемкость выполнения работ	1 Подготовительные работы	52 %	2 Подготовка поврежденных участков колонны	30 %	3 Нанесение ремонтных составов	18 %	
Структура работ	Последовательность и относительная трудоемкость выполнения работ										
1 Подготовительные работы	52 %										
2 Подготовка поврежденных участков колонны	30 %										
3 Нанесение ремонтных составов	18 %										

Продолжение таблицы 4

1	2	3																																	
<p>2 Усиление колонны железобетонной обоймой</p>	 <p>1 – железобетонная обойма; 2 – продольная арматура железобетонной обоймы; 3 – поперечная арматура железобетонной обоймы</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Структура работ</th> <th>Последовательность и относительная трудоемкость выполнения работ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 Подготовительные работы</td> <td>13 %</td> </tr> <tr> <td>2 Подготовка поврежденных участков колонны</td> <td>7 %</td> </tr> <tr> <td>3 Устройство железобетонной обоймы</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.1 Выполнение дополнительного армирования</td> <td>32 %</td> </tr> <tr> <td>3.2 Установка опалубки обоймы усиления</td> <td>18 %</td> </tr> <tr> <td>3.3 Подача и укладка бетонной смеси в обойму</td> <td>24 %</td> </tr> <tr> <td>3.4 Демонтаж опалубки обоймы и уход за бетоном</td> <td>6 %</td> </tr> </tbody> </table>	Структура работ	Последовательность и относительная трудоемкость выполнения работ	1 Подготовительные работы	13 %	2 Подготовка поврежденных участков колонны	7 %	3 Устройство железобетонной обоймы		3.1 Выполнение дополнительного армирования	32 %	3.2 Установка опалубки обоймы усиления	18 %	3.3 Подача и укладка бетонной смеси в обойму	24 %	3.4 Демонтаж опалубки обоймы и уход за бетоном	6 %	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Структура работ</th> <th>Последовательность и относительная трудоемкость выполнения работ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 Подготовительные работы</td> <td>13 %</td> </tr> <tr> <td>2 Подготовка поврежденных участков колонны</td> <td>7 %</td> </tr> <tr> <td>3 Устройство железобетонной обоймы</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.1 Выполнение дополнительного армирования</td> <td>32 %</td> </tr> <tr> <td>3.2 Установка опалубки обоймы усиления</td> <td>18 %</td> </tr> <tr> <td>3.3 Подача и укладка бетонной смеси в обойму</td> <td>24 %</td> </tr> <tr> <td>3.4 Демонтаж опалубки обоймы и уход за бетоном</td> <td>6 %</td> </tr> </tbody> </table>	Структура работ	Последовательность и относительная трудоемкость выполнения работ	1 Подготовительные работы	13 %	2 Подготовка поврежденных участков колонны	7 %	3 Устройство железобетонной обоймы		3.1 Выполнение дополнительного армирования	32 %	3.2 Установка опалубки обоймы усиления	18 %	3.3 Подача и укладка бетонной смеси в обойму	24 %	3.4 Демонтаж опалубки обоймы и уход за бетоном	6 %
Структура работ	Последовательность и относительная трудоемкость выполнения работ																																		
1 Подготовительные работы	13 %																																		
2 Подготовка поврежденных участков колонны	7 %																																		
3 Устройство железобетонной обоймы																																			
3.1 Выполнение дополнительного армирования	32 %																																		
3.2 Установка опалубки обоймы усиления	18 %																																		
3.3 Подача и укладка бетонной смеси в обойму	24 %																																		
3.4 Демонтаж опалубки обоймы и уход за бетоном	6 %																																		
Структура работ	Последовательность и относительная трудоемкость выполнения работ																																		
1 Подготовительные работы	13 %																																		
2 Подготовка поврежденных участков колонны	7 %																																		
3 Устройство железобетонной обоймы																																			
3.1 Выполнение дополнительного армирования	32 %																																		
3.2 Установка опалубки обоймы усиления	18 %																																		
3.3 Подача и укладка бетонной смеси в обойму	24 %																																		
3.4 Демонтаж опалубки обоймы и уход за бетоном	6 %																																		
<p>3 Усиление колонны двухсторонним наращиванием</p>	 <p>1 – продольная арматура наращивания; 2 – существующая арматура колонны; 3 – соединительные стержни; 4 – двухстороннее бетонное наращивание</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Структура работ</th> <th>Последовательность и относительная трудоемкость выполнения работ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 Подготовительные работы</td> <td>13 %</td> </tr> <tr> <td>2 Подготовка поврежденных участков колонны</td> <td>20 %</td> </tr> <tr> <td>3 Устройство двухстороннего наращивания</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.1 Выполнение дополнительного армирования</td> <td>45 %</td> </tr> <tr> <td>3.2 Установка опалубки наращивания</td> <td>9 %</td> </tr> <tr> <td>3.3 Подача и укладка бетонной смеси вручную</td> <td>10 %</td> </tr> <tr> <td>3.4 Демонтаж опалубки и уход за бетоном</td> <td>3 %</td> </tr> </tbody> </table>	Структура работ	Последовательность и относительная трудоемкость выполнения работ	1 Подготовительные работы	13 %	2 Подготовка поврежденных участков колонны	20 %	3 Устройство двухстороннего наращивания		3.1 Выполнение дополнительного армирования	45 %	3.2 Установка опалубки наращивания	9 %	3.3 Подача и укладка бетонной смеси вручную	10 %	3.4 Демонтаж опалубки и уход за бетоном	3 %	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Структура работ</th> <th>Последовательность и относительная трудоемкость выполнения работ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 Подготовительные работы</td> <td>13 %</td> </tr> <tr> <td>2 Подготовка поврежденных участков колонны</td> <td>20 %</td> </tr> <tr> <td>3 Устройство двухстороннего наращивания</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.1 Выполнение дополнительного армирования</td> <td>45 %</td> </tr> <tr> <td>3.2 Установка опалубки наращивания</td> <td>9 %</td> </tr> <tr> <td>3.3 Подача и укладка бетонной смеси вручную</td> <td>10 %</td> </tr> <tr> <td>3.4 Демонтаж опалубки и уход за бетоном</td> <td>3 %</td> </tr> </tbody> </table>	Структура работ	Последовательность и относительная трудоемкость выполнения работ	1 Подготовительные работы	13 %	2 Подготовка поврежденных участков колонны	20 %	3 Устройство двухстороннего наращивания		3.1 Выполнение дополнительного армирования	45 %	3.2 Установка опалубки наращивания	9 %	3.3 Подача и укладка бетонной смеси вручную	10 %	3.4 Демонтаж опалубки и уход за бетоном	3 %
Структура работ	Последовательность и относительная трудоемкость выполнения работ																																		
1 Подготовительные работы	13 %																																		
2 Подготовка поврежденных участков колонны	20 %																																		
3 Устройство двухстороннего наращивания																																			
3.1 Выполнение дополнительного армирования	45 %																																		
3.2 Установка опалубки наращивания	9 %																																		
3.3 Подача и укладка бетонной смеси вручную	10 %																																		
3.4 Демонтаж опалубки и уход за бетоном	3 %																																		
Структура работ	Последовательность и относительная трудоемкость выполнения работ																																		
1 Подготовительные работы	13 %																																		
2 Подготовка поврежденных участков колонны	20 %																																		
3 Устройство двухстороннего наращивания																																			
3.1 Выполнение дополнительного армирования	45 %																																		
3.2 Установка опалубки наращивания	9 %																																		
3.3 Подача и укладка бетонной смеси вручную	10 %																																		
3.4 Демонтаж опалубки и уход за бетоном	3 %																																		
<p>4 Усиление колонны стальной обоймой</p>	 <p>1 – продольные уголки; 2 – поперечные планки; 3 – опорные уголки</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Структура работ</th> <th>Последовательность и относительная трудоемкость выполнения работ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 Подготовительные работы</td> <td>13 %</td> </tr> <tr> <td>2 Подготовка и восстановление поврежденных участков колонны</td> <td>25 %</td> </tr> <tr> <td>3 Устройство стальной обоймы усиления</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.1 Установка стальных элементов обоймы</td> <td>57 %</td> </tr> <tr> <td>3.2 Установка опорного башмака и оголовка</td> <td>5 %</td> </tr> </tbody> </table>	Структура работ	Последовательность и относительная трудоемкость выполнения работ	1 Подготовительные работы	13 %	2 Подготовка и восстановление поврежденных участков колонны	25 %	3 Устройство стальной обоймы усиления		3.1 Установка стальных элементов обоймы	57 %	3.2 Установка опорного башмака и оголовка	5 %	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Структура работ</th> <th>Последовательность и относительная трудоемкость выполнения работ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 Подготовительные работы</td> <td>13 %</td> </tr> <tr> <td>2 Подготовка и восстановление поврежденных участков колонны</td> <td>25 %</td> </tr> <tr> <td>3 Устройство стальной обоймы усиления</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.1 Установка стальных элементов обоймы</td> <td>57 %</td> </tr> <tr> <td>3.2 Установка опорного башмака и оголовка</td> <td>5 %</td> </tr> </tbody> </table>	Структура работ	Последовательность и относительная трудоемкость выполнения работ	1 Подготовительные работы	13 %	2 Подготовка и восстановление поврежденных участков колонны	25 %	3 Устройство стальной обоймы усиления		3.1 Установка стальных элементов обоймы	57 %	3.2 Установка опорного башмака и оголовка	5 %								
Структура работ	Последовательность и относительная трудоемкость выполнения работ																																		
1 Подготовительные работы	13 %																																		
2 Подготовка и восстановление поврежденных участков колонны	25 %																																		
3 Устройство стальной обоймы усиления																																			
3.1 Установка стальных элементов обоймы	57 %																																		
3.2 Установка опорного башмака и оголовка	5 %																																		
Структура работ	Последовательность и относительная трудоемкость выполнения работ																																		
1 Подготовительные работы	13 %																																		
2 Подготовка и восстановление поврежденных участков колонны	25 %																																		
3 Устройство стальной обоймы усиления																																			
3.1 Установка стальных элементов обоймы	57 %																																		
3.2 Установка опорного башмака и оголовка	5 %																																		

Окончание таблицы 4

1	2	3	
<p>5 Усиление колонны стальной обоймой с обетонированием</p>	 <p>1 – продольные уголки; 2 – поперечные планки стальной обоймы; 3 – опорные уголки; 4 – бетонная обойма</p>	<p>Структура работ</p>	<p>Последовательность и относительная трудоемкость выполнения работ</p> 
		1 Подготовительные работы	13 %
		2 Подготовка поврежденных участков колонны	8 %
		3 Устройство стальной обоймы с обетонированием	
		3.1 Установка стальных элементов обоймы	53 %
		3.2 Установка опалубки обоймы усиления	9 %
		3.3 Подача и укладка бетонной смеси вручную	14 %
		3.4 Демонтаж опалубки обоймы и уход за бетоном	3 %

Выполнена оценка базовых способов производства работ по трудовым и прямым затратам (рисунки 1 и 2) с использованием составленной нормативной базы для технологических расчетов.

Оценка показала, что наибольшие трудовые и прямые затраты характерны для IV категории технического состояния железобетонных колонн.

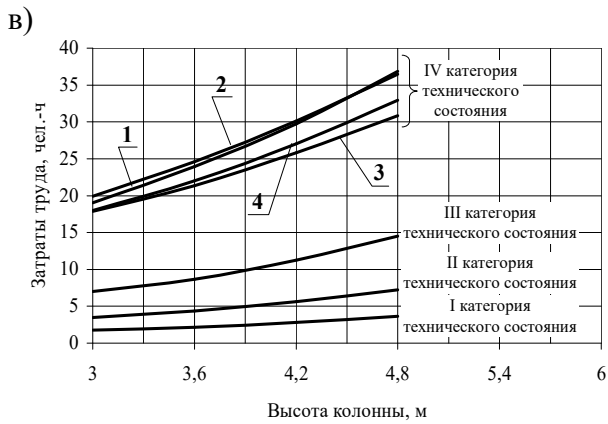
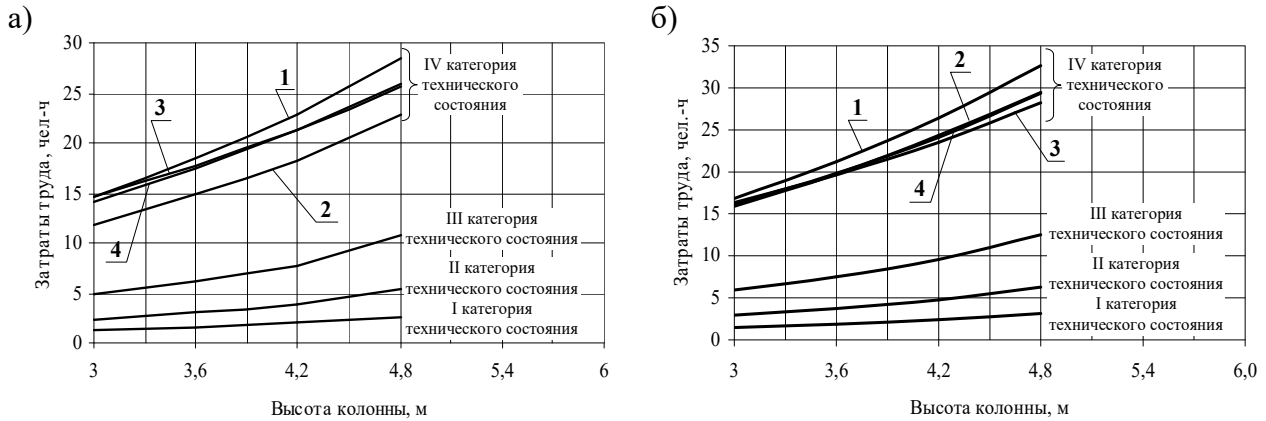
При восстановлении железобетонных колонн сечением 300×300 мм наименее трудоёмко способ двухстороннего наращивания сечения (рисунок 1, а). Данный способ является также и наиболее экономичным по прямым затратам (рисунок 2, а).

Для 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).

Данные, приведенные на рисунках 1 и 2, свидетельствуют о том, что каждая категория технического состояния железобетонных колонн характеризуется различными по величине технико-экономическими показателями. Трудовые и прямые затраты имеют близкие по величине значения для каждой категории технического состояния, а усиления колонн железобетонной обоймой, двухсторонним наращиванием, стальной обоймой и стальной обоймой с обетонированием характеризуются незначительным разбросом трудовых и прямых затрат.

В связи с этим достаточно сложно отдать предпочтение одному из рассматриваемых вариантов, так как в отдельных случаях способ восстановления может быть эффективен по показателю трудоемкости, а в другом – по приведенным затратам, а в некоторых случаях и по срокам производства работ.



а – колонн сечением 300×300 мм;

б – колонн сечением 400×400 мм;

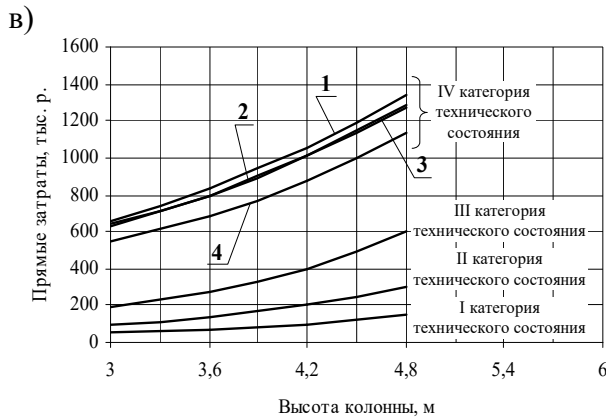
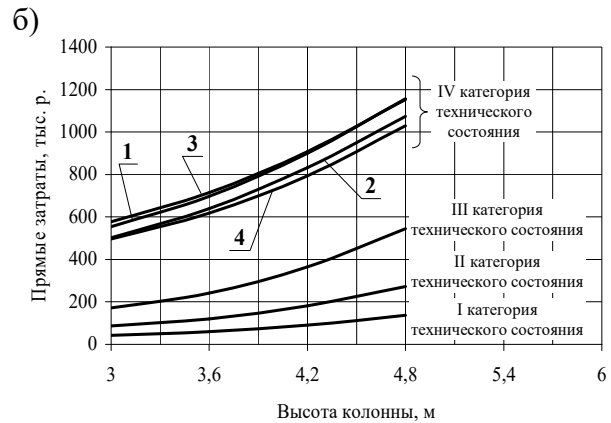
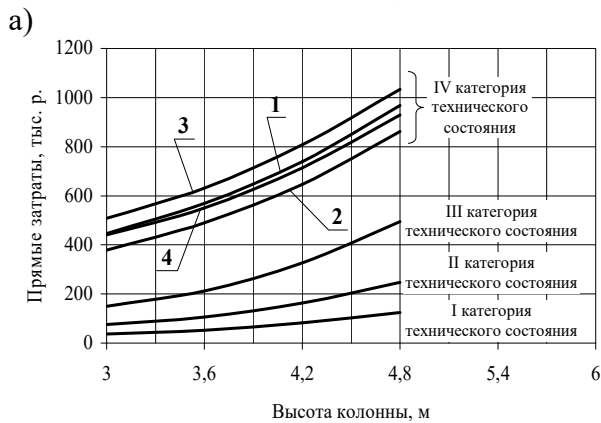
в – колонн сечением 500×500 мм;

1 – усиление железобетонной облоймой;

2 – усиление двухсторонним наращиванием;

3 – усиление стальной облоймой; 4 – усиление стальной облоймой 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 облоймой;

2 – усиление двухсторонним наращиванием;

3 – усиление стальной облоймой; 4 – усиление стальной облоймой с обетонированием

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

Важнейшими принципами оценки проектных решений являются комплексный подход к анализу оценочных показателей и системный подход к выбору рациональных решений, которым удовлетворяет алгоритм обоснования рационального варианта с использованием метода выбора множества недоминируемых вариантов (рисунок 3).

Данный метод позволяет учитывать разноразмерные показатели эффективности (стоимость, материалоемкость, продолжительность, трудоемкость производства работ и другие показатели), существующие временные и пространственные ограничения (сжатые сроки, стесненные условия производства работ); оптимизировать методы и минимизировать технологические расчеты с помощью ЭВМ и обосновать наиболее рациональный вариант восстановления эксплуатационных качеств железобетонных колонн.

Метод выбора множества недоминируемых вариантов реализуется в несколько этапов (рисунок 3): составление исходной матрицы принятия решения; составление нормализованной матрицы принятия решения; определение взвешенной матрицы; определение множества согласия и несогласия; определение матриц согласия и несогласия; определение агрегированной матрицы доминирования; удаление менее предпочтительных вариантов.

ЦЕЛЬ - выбор рационального способа восстановления эксплуатационных качеств железобетонных колонн

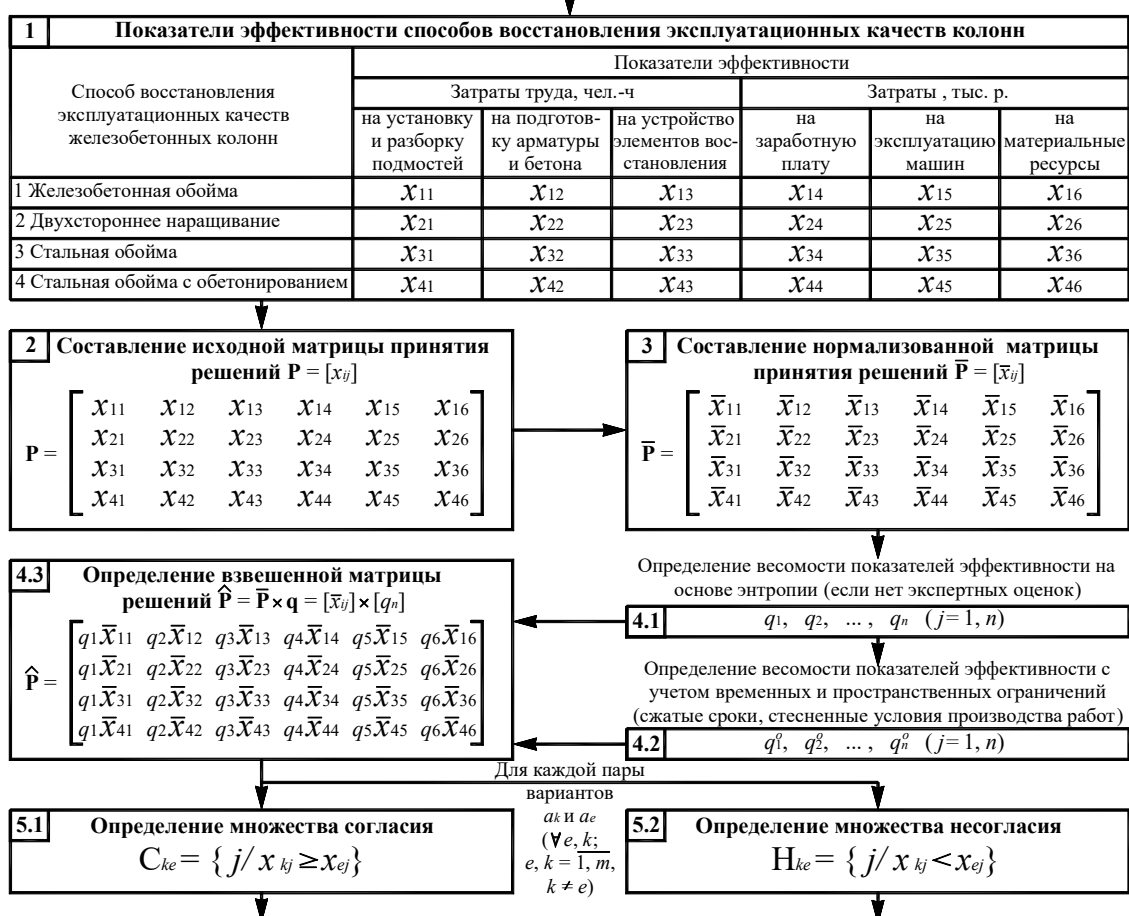
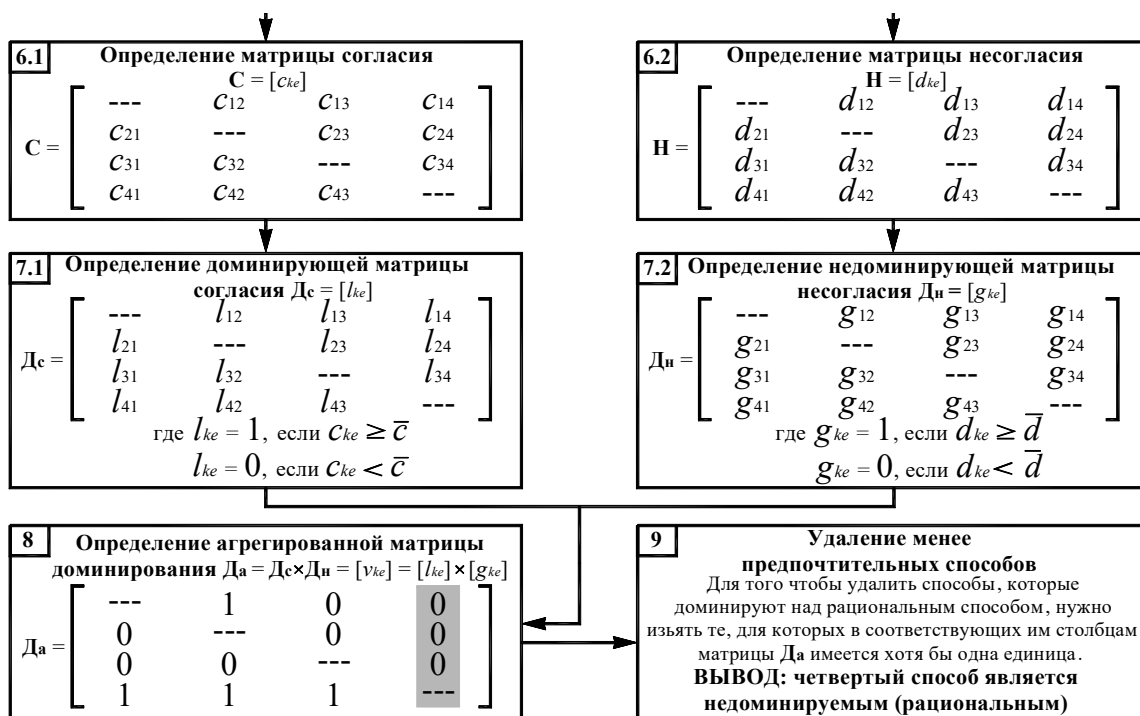
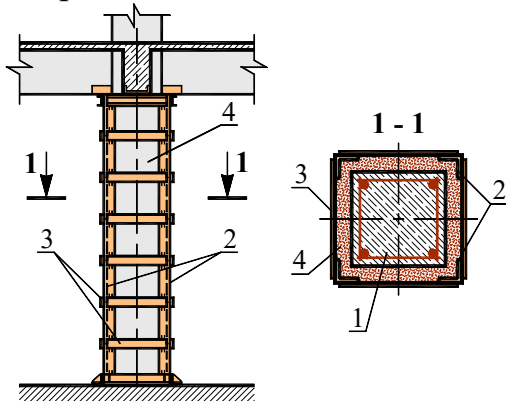


Рисунок 3. – Алгоритм выбора рационального способа восстановления эксплуатационных качеств железобетонных колонн



Окончание рисунка 3

Выполненные расчеты по обоснованию способа восстановления эксплуатационных показателей качества железобетонных колонн, относящихся к IV категории технического состояния, с использованием метода выбора множества недоминируемых вариантов показали, что наиболее рациональным является способ усиления



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

Рисунок 4. – Усиление железобетонной колонны стальной обоймой с обетонированием

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

Третья глава посвящена обоснованию наиболее эффективного способа нагружения железобетонных колонн, усиленных стальной обоймой с обетонированием.

Затраты труда при восстановлении 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, представленных 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 потребовало разработки эффективных конструктивно-технологических решений по устройству оголовка (рисунок 6).

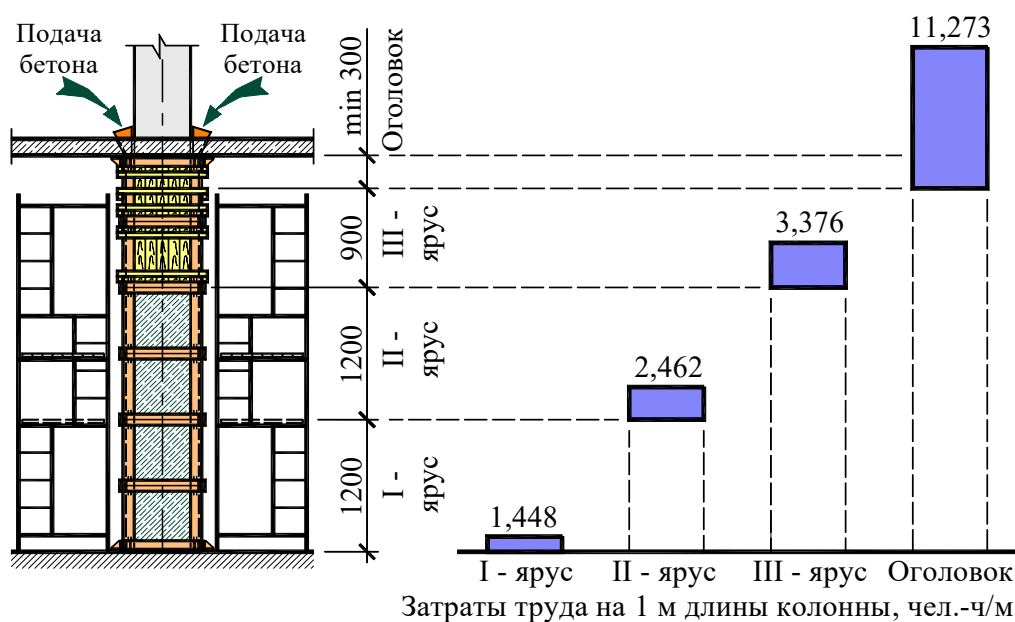
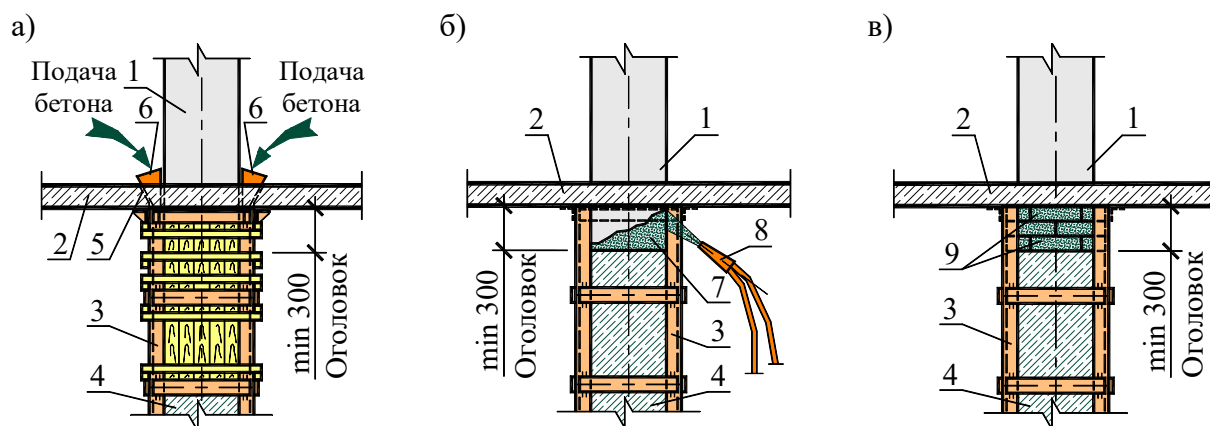


Рисунок 5. – Распределение затрат труда с формированием оголовка усиления при сопряжении усиливаемой колонны с безбалочным плоским перекрытием

При сопряжении железобетонной колонны с балочным перекрытием бетон укладывают непосредственно в опалубку, а при сопряжении колонны с безбалочным плоским перекрытием формирование оголовка конструкции усиления возможно с укладкой бетона через технологические отверстия в перекрытии, торкретированием и укладкой в оголовок бетонных вкладышей (рисунок 6) [5].



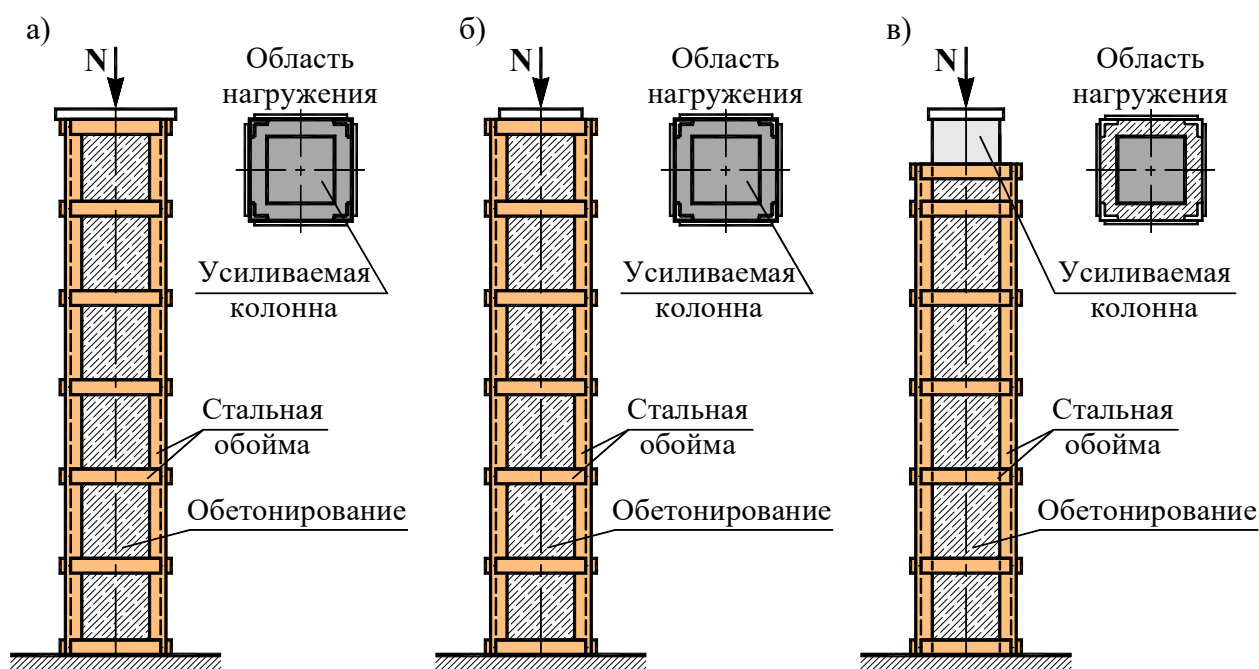
а – формирование оголовка через технологические отверстия в перекрытии; б – устройство оголовка торкретированием; в – формирование оголовка бетонными вкладышами; 1 – усиливаемая колонна; 2 – безбалочное плоское перекрытие; 3 – стальная обойма; 4 – обетонирование; 5 – технологическое отверстие; 6 – распределительная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

Рисунок 6. – Технические решения формирования оголовка конструкции усиления железобетонной колонны при сопряжении с безбалочным плоским перекрытием

Анализ трудовых затрат на реализацию приведенных технических решений показал, что наиболее рациональным и перспективным является устройство оголовка на основе запатентованного технического решения с использованием бетонных вкладышей [26]. При таком решении трудозатраты на 2–4 % ниже.

Учитывая значительную трудоемкость и сложность устройства оголовка усиления колонны, становится очевидным, что при определенных условиях (неразрушенной верхней части железобетонной колонны) усиление стальной облоймой с обетонированием может быть выполнено без формирования оголовка.

При наличии оголовка конструкции усиления нагрузка на усиливаемую железобетонную колонну может передаваться по всему сечению усиления или на бетонное ядро, а при его отсутствии – только на сечение усиливаемой колонны (рисунок 7).



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

Рисунок 7. – Способы нагружения усиливаемых железобетонных колонн

С целью обоснования необходимости устройства оголовка проведены теоретические и экспериментальные исследования несущей способности железобетонных колонн, усиленных стальной облоймой с обетонированием, при различных способах нагружения.

Теоретические исследования выполнены с использованием метода конечных элементов, позволяющего учесть конструктивно-технологические особенности и характер взаимодействия элементов усиления и усиливаемой колонны. Исследования проводились для усиливаемых моделей колонн сечением 400×400 мм и высотой 3,6 м. Результаты теоретических исследований моделей усиливаемых железобетонных колонн приведены на рисунке 8.

Для подтверждения теоретических проведены экспериментальные исследования по определению несущей способности опытных образцов колонн при тех же схемах нагружения, данные которых подтвердили результаты теоретических исследований. Экспериментальные исследования выполнены на 16 опытных образцах колонн сечением 100×100 мм и высотой 600 мм, усиленных стальной облоймой, и 8 опытных контрольных образцах без усиления.

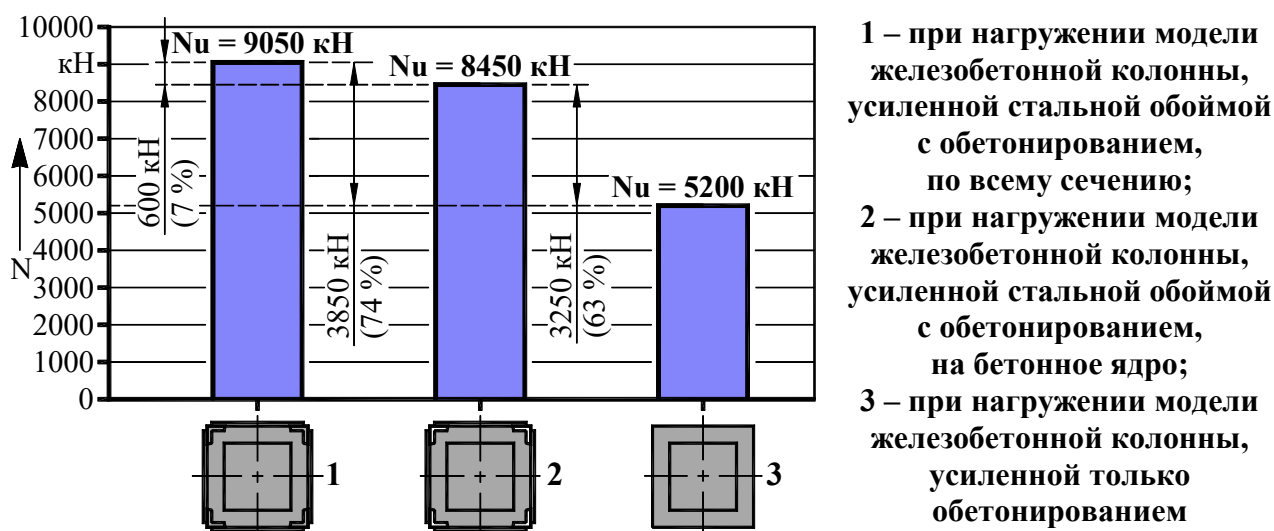


Рисунок 8. – Результаты исследований способов нагружения усиляемых железобетонных колонн

Полученные результаты исследований свидетельствуют о том, что наиболее эффективным является первый способ нагружения – приложение нагрузки по всему сечению усиления, что позволяет на 7 % и более повысить несущую способность усиляемой колонны по сравнению со вторым способом – приложение нагрузки на бетонное ядро, что значительно повышает надежность и безопасность эксплуатации железобетонных колонн. Усиление железобетонных колонн стальной обоймой с обетонированием даёт возможность в целом повысить их несущую способность на 74 % (рисунок 8).

Таким образом, включение в совместную работу с колонной всех элементов усиления обеспечивает максимальную несущую способность и требуемые эксплуатационные показатели качества. Нагружение и включение в совместную работу стальных элементов усиления и колонны рационально выполнять с помощью винтовых или гидравлических домкратов.

Четвертая глава содержит результаты внедрения теоретических и практических исследований диссертационной работы по восстановлению эксплуатационных качеств железобетонных колонн подготовительного отделения цеха 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 9).

Разгрузка усиляемых железобетонных колонн на 35–40 % производилась предварительно установленными стальными обоймами усиления. Для очистки арматуры и подготовки поверхностей колонн к усилению был применен гидромонитор фирмы KARCHER. Включение в совместную работу стальных обойм усиления и усиляемых колонн производилось с помощью винтовых домкратов, которые устанавливались на съёмные опорные столики и упирались в вышерасположенные конструкции перекрытия через неопреновые прокладки. При производстве опалубочных работ применялась инвентарная мелкощитовая опалубка из щитов МОДОСТР-КОМБИ, а в труднодоступных местах – неинвентарная деревянная опалубка. 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. Работы выполнялись без остановки основного производства.



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

Рисунок 9. – Вид на усиленные железобетонные колонны подготовительного отделения цеха АЦИ ОАО «Кричевцементношифер»

Экономический эффект от применения практических рекомендаций по восстановлению эксплуатационных качеств железобетонных колонн подготовительного отделения цеха АЦИ ОАО «Кричевцементношифер» обеспечен за счет сокращения сроков производства ремонтно-восстановительных работ на 9 % (в результате соответствующего снижения их трудоемкости) и на 11 % стоимости работ, что составило в ценах 2001 г. 4,0 млн белорус. р. Результат получен без учета эффекта от того, что Заказчик, в лице ОАО «Кричевцементношифер», не понес материальных и финансовых потерь, так как все работы были выполнены без остановки его основного производства. Практическое использование результатов диссертационного исследования подтверждено актами на внедрение в производство работ, а также в учебный процесс ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет».

Практические рекомендации по их применению нашли свое отражение в разработанных и изданных организационно-технологических правилах восстановления эксплуатационных качеств железобетонных колонн [27].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. Разработаны научно-практические основы организационно-технологического обоснования выбора рационального способа восстановления эксплуатационных качеств железобетонных колонн, включающие: обоснование классов дефектов, степени дефектности и установление категории технического состояния оцениваемых железобетонных колонн; способы ремонта и усиления железобетонных колонн, отнесенных к I, II, III и IV категориям технического состояния; методику оценки и технико-экономического обоснования выбора эффективного варианта ремонтно-восстановительных работ; конструктивно-технологические решения по включению в совместную работу элементов усиления с восстанавливаемыми

железобетонными колоннами; научно обоснованные методические рекомендации по производству ремонтно-восстановительных работ обследуемых железобетонных колонн, подлежащих ремонту [1–27].

2. Предложена усовершенствованная классификация дефектов, учитывающая степень их влияния на физический износ железобетонных колонн и позволяющая установить соответствующую степени дефектности I, II, III, IV или V категорию их технического состояния, а на этом основании принять эффективные организационно-технологические решения и мероприятия по восстановлению эксплуатационных качеств ремонтируемых колонн [4, 16–18, 20, 22, 23, 27].

3. Разработаны, применительно к разным категориям технического состояния восстанавливаемых колонн, эффективные организационно-технологические решения и способы ремонта (усиления), которые отражают структуру и технологическую последовательность ремонтно-строительных работ, необходимую для конкретных условий реконструируемых зданий (предприятий), что позволяет снизить их трудоёмкость на 9 % и стоимость на 11 %. 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, 9, 14, 27].

4. Теоретически и экспериментально обоснованы конструктивно-технологические решения, обеспечивающие включение в совместную работу элементов усиления и восстанавливаемых железобетонных колонн, что увеличивает их несущую способность на не менее 70 % при передаче нагрузки на бетон восстановленного оголовка и обетонирование, но без передачи нагрузки на стальную обойму, и дополнительно не менее 7 % при передаче нагрузки на оголовки, стальную обойму и обетонирование, а в результате повышает надежность и безопасность эксплуатации восстанавливаемых строительных конструкций несущих каркасов зданий и сооружений [1, 3, 5, 6, 13].

5. На основе результатов теоретических и экспериментальных исследований разработаны рекомендации производства ремонтно-восстановительных работ, содержащие организационно-технологические решения по ремонту и усилению, схемы производства необходимых опалубочных, арматурных и бетонных работ, а также устройства стальных обойм для усиления железобетонных колонн, внедрение которых при ремонте главного корпуса АЦИ ОАО «Кричевцементношифер» позволило получить экономический эффект в 4,0 млн белорус. р. в ценах 2001 г. (стоимость на текущий момент – 7030 белорус. р.) без учета эффекта от того, что работы выполнены без остановки основного производства предприятия [5, 8, 10–12, 15, 21, 24–27].

Рекомендации по практическому использованию результатов

Результаты теоретических и экспериментальных исследований и практические правила 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 ПУБЛИКАЦІЙ СОІСКАТЕЛЯ

Статті в рецензованих наукових виданнях

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. / КНУБА ; отв. ред. Н.Н. Осетрин. – Киев, 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. 498–505.
5. Опанасюк, И.Л. Технические решения по устройству оголовков конструкции усиления железобетонных колонн / И.Л. Опанасюк, С.В. Данилов // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Серия Ф. Строительство. Прикладные науки. – 2019. – № 8. – С. 55–60.

Статті в збірниках наукових трудов

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.
9. Опанасюк, И.Л. Восстановление эксплуатационных качеств железобетонных колонн / И.Л. Опанасюк, С.В. Данилов // Сучасні технології та методи розрахунку в будівництві : сб. науч. тр. / Луцький національний технічний університет ; под ред. В.І. Шваб'юк. – Луцьк, 2016. – Вып. 5 – С. 329–335.
10. Опанасюк, И.Л. Восстановление эксплуатационных качеств железобетонных колонн ОАО «Кричевцементношифер» / И.Л. Опанасюк, С.В. Данилов // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2019. – № 2. – С. 80–91.

Материалы конференций

11. Опанасюк, И.Л. Способы восстановления и усиления железобетонных колонн / И.Л. Опанасюк, 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. 367–372.

12. 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.

13. 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.

14. 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.

15. 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. / Грод. гос. уни-т им. Я. Купалы ; редкол.: В.Г. Барсуков [и др.]. – Гродно, 2016. – С. 282–287.

Тезисы докладов

16. 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.

17. 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.

18. 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.

19. 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.

20. 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.

21. 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.

22. 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.

23. 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.

24. Данилов, С.В. Усиление железобетонных колонн стальными обоями / С.В. Данилов, Л.М. Фомичева // *Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии : материалы Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 27–28 апр. 2017 г. / ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет» ; редкол.: И.С. Сазонов [и др.]*. – Могилев, 2017. – С. 240–241.

25. Данилов, С.В. Технические решения по устройству оголовка конструкции усиления железобетонной колонны / С.В. Данилов // *Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии : материалы Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 25–26 апр. 2019 г. / Белорусско-Российский университет ; редкол.: М.Е. Лустенков [и др.]*. – Могилев, 2019. – С. 242–243.

Патент

26. Способ усиления железобетонной колонны : пат. 22687 С1 Респ. Беларусь, МПК Е 04G 23/02 (2006.01) / С.В. Данилов, И.Л. Опанасюк ; заявитель Белорус.-Рос. ун-т. – № а 20180131 ; заявл. 06.04.2018 ; опубл. 30.08.2019 // *Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці*. – 2019. – № 4. – С. 78.

Производственно-практическое издание

27. 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.

РЭЗЬЮМЭ

Данілаў Сяргей Васільевіч

Арганізацыйна-тэхналагічнае абгрунтаванне выбару спосабу аднаўлення эксплуатацыйных якасцяў жалезабетонных калон

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

Мэта працы: вызначэнне і сістэматызацыя крытэрыяў ацэнкі дэфектнасці эксплуатаемых жалезабетонных калон, распрацоўка метадыкі ацэнкі варыянтаў і выбару рацыянальнага канструктыўнага і арганізацыйна-тэхналагічнага рашэння, якое забяспечвае аднаўленне эксплуатацыйных паказчыкаў якасці жалезабетонных калон для канкрэтных умоў вядзення работ пры мінімальным працоўным і матэрыяльным выдатках.

Распрацавана ўдасканаленая класіфікацыя дэфектаў эксплуатаемых жалезабетонных калон з выкарыстаннем прапанаванай аўтарам сістэмы паказчыкаў і ўсталяваны базавыя варыянты тэхналогіі аднаўленчых работ у залежнасці ад ступені дэфектнасці калон для I, II, III, IV або V катэгорый іх тэхнічнага стану, а таксама складзена нарматыўная база ацэначных паказчыкаў найбольш распаўсюджаных і ўжывальных спосабаў аднаўлення эксплуатацыйных якасцяў жалезабетонных калон.

Прапанаваны метадыка ацэнкі ступені дэфектнасці і метадыка выбару на гэтай аснове спосабу аднаўлення эксплуатацыйных якасцяў жалезабетонных калон, якая забяспечвае ўлік існуючых часавых і прасторавых абмежаванняў для канкрэтнага аб'екта вытворчасці рамонтна-аднаўленчых работ, а таксама метадыка тэхніка-эканамічнага Абгрунтавання найбольш эфектыўнага арганізацыйна-тэхналагічнага рашэння (спосабу рамонтна і ўзмацнення жалезабетонных калон), якое забяспечвае зніжэнне працаёмкасці на 9 % і іх кошту на 11 %.

На падставе вынікаў даследаванняў па ацэнцы апорнай здольнасці аднаўленых жалезабетонных калон паказана, што яна ўзрастае на не менш за 70 % пры перадачы на грузкі на бетон аднаўленага агалоўка і абетанаванне (але без яе перадачы на сталёвую абойму) і дадаткова не менш за 7 % пры перадачы на грузкі на агалоўка, сталёвую абойму і абетанаванне.

Распрацаваны рэкамендацыі, якія змяшчаюць арганізацыйна-тэхналагічныя рашэнні па рамонце і ўзмацненні калон, схемы вытворчасці неабходных апалубачных, арматурных і бетонных работ, а таксама ўстройства сталёвых абоймаў для іх узмацнення, укараненне якіх пры рамонце галоўнага корпуса АЦВ ААТ «Крычаўцэментнашыфер» дазволіла атрымаць эканамічны эфект у 4,0 млн беларус. р. у цэнах 2001 г. (кошт на бягучы момант – 7030 беларус. р.) без уліку эфекту ад таго, што работы выкананы без прыпынку асноўнай вытворчасці прадпрыемства і звязаных з гэтым страт для Заказчыка.

РЕЗЮМЕ

Данилов Сергей Васильевич

Организационно-технологическое обоснование выбора способа восстановления эксплуатационных качеств железобетонных колонн

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

Цель работы: определение и систематизация критериев оценки дефектности эксплуатируемых железобетонных колонн, разработка методики оценки вариантов и выбора рационального конструктивного и организационно-технологического решения, обеспечивающего восстановление эксплуатационных показателей качества железобетонных колонн для конкретных условий ведения работ при минимальных трудовых и материальных затратах.

Разработана усовершенствованная классификация дефектов эксплуатируемых железобетонных колонн с использованием предложенной автором системы показателей и установлены базовые варианты технологии восстановительных работ в зависимости от степени дефектности колонн для I, II, III, IV или V категорий их технического состояния, а также составлена нормативная база оценочных показателей наиболее распространенных и применяемых способов восстановления эксплуатационных качеств железобетонных колонн.

Предложены методика оценки степени дефектности и методика выбора на этой основе способа восстановления эксплуатационных качеств железобетонных колонн, которая обеспечивает учет существующих временных и пространственных ограничений для конкретного объекта производства ремонтно-восстановительных работ, а также методика технико-экономического обоснования наиболее эффективного организационно-технологического решения (способа ремонта и усиления железобетонных колонн), обеспечивающего снижение трудоемкости на 9 % и их стоимости на 11 %.

На основании результатов исследований по оценке несущей способности восстановленных железобетонных колонн показано, что она возрастает на не менее 70 % при передаче нагрузки на бетон восстановленного оголовка и обетонирование (но без ее передачи на стальную обойму) и дополнительно не менее 7 % при передаче нагрузки на оголовок, стальную обойму и обетонирование.

Разработаны рекомендации, содержащие организационно-технологические решения по ремонту и усилению колонн, схемы производства необходимых опалубочных, арматурных и бетонных работ, а также устройства стальных обойм для их усиления, внедрение которых при ремонте главного корпуса АЦИ ОАО «Кричевцементношифер» позволило получить экономический эффект в 4,0 млн белорус. р. в ценах 2001 г. (стоимость на текущий момент – 7030 белорус. р.) без учета эффекта от того, что работы выполнены без остановки основного производства предприятия и связанных с этим потерь для Заказчика.

SUMMARY

Danilov Sergei Vasilevich

Organizational and technological justification of the method choice restoration of operational qualities of reinforced concrete columns

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

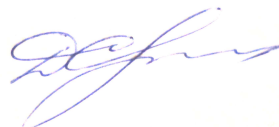
The purpose of the work is to define and systematize the criteria for assessing the defects of the operated reinforced concrete columns, to develop a methodology for evaluating the options and choosing a rational constructive and organizational-technological solution that ensures the restoration of operational indicators of the quality of reinforced concrete columns for specific conditions of work with minimal labor and material costs.

An improved classification of defects in operating reinforced concrete columns using the system of indicators proposed by the author was developed and the basic options for the restoration work technology were established depending on the degree of defectiveness of the columns for I, II, III, IV or V categories of their technical condition, and a regulatory framework was drawn up evaluation indicators of the most common and used methods of restoring the performance of reinforced concrete columns.

A technique is proposed for assessing the degree of defectiveness and a method for choosing on this basis a method for restoring the performance of reinforced concrete columns, which takes into account the existing time and spatial limitations for a particular object of repair and restoration work, as well as a technique for the feasibility study of the most effective organizational and technological solution (method of repair and reinforcement of reinforced concrete columns), which reduces labor intensity by 9 % and their cost by eleven 11 %.

Based on the results of studies evaluating the load-bearing capacity of reconditioned reinforced concrete columns, it was shown that it increases by at least 70 % when transferring the load to the concrete of the reconditioned head and concrete (but without transferring it to the steel cage) and additionally not less than 7 % at transfer of load to the head, steel cage and concrete coating.

Recommendations have been developed containing organizational and technological solutions for repair and reinforcement of columns, production schemes for the necessary formwork, reinforcement and concrete work, as well as the construction of steel cages for reinforcing them, the introduction of which during the repair of the main building of the ACI OJSC «Krichev cementnoshifer» allowed to achieve an economic effect of 4,0 million belarusian rubles in 2001 prices (the current price is 7030 belarusian rubles) excluding the effect of the fact that the work was performed without stopping the main production of the enterprise and the associated losses for the Customer.



Научное издание

ДАНИЛОВ

Сергей Васильевич

**ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ
ВЫБОРА СПОСОБА 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 09.12.2019. Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. 1,63. Уч.-изд. л. 1,56. Тираж 60 экз. Заказ № 767.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.

Пр-т Мира, 43, 212022, Могилев.