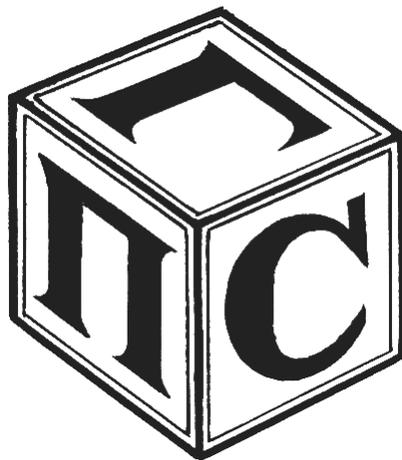


ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Промышленное и гражданское строительство»

ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ

*Методические указания к практическим занятиям
для студентов специальности 1-70 02 01
«Промышленное и гражданское строительство»*



Могилев 2014

УДК 69.05
ББК 38.6
Т 38

Рекомендовано к опубликованию
Центром менеджмента качества образовательной деятельности
ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет»

Одобрено кафедрой «Промышленное и гражданское строительство»
25 марта 2014 г., протокол № 9.

Составители: канд. техн. наук, доц. И. Л. Опанасюк;
ст. преподаватель С. В. Данилов

Рецензент канд. техн. наук, доц. А.М. Кургузиков

Методические указания предназначены к практическим занятиям по дисциплине «Технология строительства в особых условиях» для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство».

Учебное издание

ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ

Ответственный за выпуск	Е. Е. Корбут
Технический редактор	А. А. Подошевка
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать Формат 60x84 /16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л Уч.-изд. л. Тираж 56 экз. Заказ №

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 г. Могилев.

© ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет», 2014

Содержание

Введение.....	4
1 Общие методические указания.....	5
2 Оценка технического состояния железобетонных колонн.....	6
2.1 Общие положения.....	6
2.2 Показатели качества железобетонных колонн.....	8
2.3 Категории технического состояния железобетонных колонн.....	16
3 Мероприятия по восстановлению эксплуатационных качеств железобетонных колонн.....	18
4 Технические решения по восстановлению эксплуатационных качеств железобетонных колонн.....	20
Список литературы	26
Приложение А.....	28
Приложение Б.....	29

Введение

Нормативный срок службы железобетонных конструкций, эксплуатирующихся в нормальных условиях, обычно составляет 60–100 лет, а строительных конструкций, подвергающихся неблагоприятным производственным воздействиям, – 30–45 лет [1].

Снижение эксплуатационных качеств строительных конструкции протекает неравномерно. Это объясняется их конструктивными особенностями, условиями эксплуатации, технологическими процессами, качеством технической и технологической эксплуатации зданий и сооружений и другими факторами.

Увеличение срока службы зданий и сооружений обеспечивается восстановлением эксплуатационных качеств отдельных конструктивных элементов, особенно элементов первой степени ответственности, локальный отказ которых может привести к полному или ограниченному отказу системы элементов [3]. К таким конструктивным элементам относятся и железобетонные колонны, так как они воспринимают и передают на фундаменты постоянные и временные нагрузки, обеспечивают жесткость и устойчивость каркасов гражданских и промышленных зданий.

При восстановлении эксплуатационных качеств железобетонных колонн выполняют оценку их технического состояния, определяют несущую способность, выбирают способ восстановления, снижают нагрузки с усиливаемых конструкций, проводят ряд подготовительных работ, а при степени физического износа свыше 30 % применяют нетрадиционные способы усиления и производства работ.

1 Общие методические указания

Методические указания разработаны для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» дневной и заочной форм обучения, изучающих дисциплину «Технология строительства в особых условиях» на тему «Ремонт и восстановление строительных конструкций».

Целью проведения практических занятий является оценка технического состояния железобетонных колонн с определением их категории технического состояния и выбора мероприятий по восстановлению эксплуатационных качеств железобетонных колонн в стесненных условиях реконструкции и модернизации зданий и сооружений.

Задание на практические занятия выбирается для каждого студента индивидуально согласно таблице А.1.

Учитывая дефекты и повреждения железобетонных колонн, следует:

- выполнить оценку технического состояния железобетонных колонн с определением их категории технического состояния;
- выбрать мероприятия и технические решения по восстановлению эксплуатационных качеств железобетонных колонн;
- обозначить перечень работ, необходимых для восстановления эксплуатационных качеств железобетонных колонн;
- определить объемы выполняемых ремонтно-восстановительных работ;
- составить калькуляцию трудовых затрат (таблица Б.1);
- подобрать наиболее приемлемый состав бригады исполнителей с учетом возможного совмещения профессий;
- увязать работы между собой с учетом технологии их выполнения, требований техники безопасности и охраны труда, максимально совмещая их во времени и пространстве с построением почасового календарного графика производства ремонтно-восстановительных работ.

Ремонтно-восстановительные работы должны выполняться на основе передовых методов труда, предусматривающих комплексную механизацию процессов производства работ с учетом дестабилизирующих факторов, характерных для реконструкции и модернизации зданий и сооружений.

Результаты работы (согласно выбранному заданию) оформляются в отчете для практических работ.

2 Оценка технического состояния железобетонных колонн

2.1 Общие положения

Оценку технического состояния железобетонных колонн производят на основании результатов их технического обследования по схеме, приведенной на рисунке 2.1 [3].



Рисунок 2.1 – Схема последовательности выполнения технического обследования железобетонных колонн

Общему обследованию предшествует предварительный осмотр здания с целью определения объемов и сроков выполнения работ, объема имеющейся проектной, исполнительной и эксплуатационной документации, условий доступа к обследуемым элементам здания, выполняемый до составления технического задания на проведение обследования [3].

При общем обследовании выполняют следующие работы [3]:

- анализ планировочных и конструктивных решений, их соответствие проектной документации;
- осмотр и фотографирование обследуемых железобетонных колонн;
- составление по результатам осмотра и измерений железобетонных колонн ведомостей дефектов в виде схем, разверток, таблиц со ссылками на фотоиллюстрации, содержащих подробную информацию о конкретном месте расположения дефекта и его основных параметрах;
- определение места вскрытий и зондирования конструкций железобетонных колонн для последующего детального обследования;
- изучение близлежащих участков территории, вертикальной планировки, состояния благоустройства участка, организации отвода поверхностных вод;
- выявление вблизи здания опасных геологических явлений;
- оценку расположения здания в застройке.

При отсутствии проектной документации в полном объеме или несоответствии здания проектной документации выполняют обмерные чертежи, включающие:

- поэтажные планы здания или его отдельных участков, подлежащих обследованию;
- поперечные и продольные разрезы;
- схемы расположения конструкций железобетонных колонн;
- эскизы обследуемых конструкций колонн и их узловых соединений (виды, развертки, сечения).

На основании результатов, полученных на этапе общего обследования, необходимо:

- выполнить общую оценку технического состояния железобетонных колонн здания, их пригодности к эксплуатации с разработкой (в необходимых случаях) указаний по восстановлению их технического состояния;
- решить вопрос о необходимости проведения детального обследования железобетонных колонн.

Детальное обследование проводят в следующих случаях:

- при паспортизации, если отсутствуют необходимые данные о допустимых нагрузках на железобетонные колонны;
- при увеличении нагрузки на железобетонные колонны и (или) изменении условий их эксплуатации;
- при отсутствии проектной и исполнительной документации с необходимыми данными о допустимых нагрузках на железобетонные колонны;
- при усилиях от предполагаемых (расчетных) нагрузок, превышающих расчетную несущую способность, определенную по проектным данным;
- при выявлении железобетонных колонн или их отдельных участков с III категорией технического состояния.

Детальное обследование должно включать [3]:

- подробные обмеры железобетонных колонн и узлов их сопряжений, геодезическую съемку, измерение параметров трещин, деформаций, наклонов колонн, определение армирования и оценку степени коррозионного износа;
- определение фактических характеристик материалов железобетонных колонн неразрушающими методами или путем проведения испытаний отобранных образцов;
- уточнение исходных данных, необходимых для выполнения расчетов железобетонных колонн;
- окончательную схематизацию и классификацию дефектов;
- испытание железобетонных колонн нагружением (при необходимости);
- разработку указаний (рекомендаций) по ремонту и восстановлению эксплуатационных качеств железобетонных колонн и их дальнейшей безопасной эксплуатации;
- разработку технических решений по усилению железобетонных колонн.

2.2 Показатели качества железобетонных колонн

Требования по оценке технического состояния строительных конструкций и инженерных систем, а также показатели, по которым её следует выполнять, приведены в [3].

Соответствие железобетонных колонн требованиям ТНПА и своему назначению устанавливают на основании степени их физического и морального износа, которая характеризуется наличием или отсутствием в них различного рода дефектов.

Термин «*дефект*» применяют при контроле качества железобетонной колонны на стадии изготовления, а также в процессе эксплуатации и восстановлении (при дефектизации, составлении ведомостей дефектов и контроле качества восстановленных колонн) [2, с.5].

Дефекты железобетонных колонн делят на *явные* и *скрытые*.

Явный дефект [2, с. 5] – дефект, для выявления которого в нормативной документации, обязательной для данного вида контроля, предусмотрены соответствующие методы, правила и средства.

Скрытый дефект [2, с. 5] – дефект, для выявления которого в нормативной документации, обязательной для данного вида контроля, не предусмотрены соответствующие методы, правила и средства.

Многие явные дефекты выявляют при внешнем осмотре железобетонных колонн (визуально). Однако если нормативной документацией предусмотрена проверка отсутствия какого-либо дефекта инструментом, прибором или разборкой железобетонной колонны, то такой дефект относят к категории явных, несмотря на невозможность его визуального обнаружения.

Скрытые дефекты, как правило, выявляют при эксплуатации железобетонных колонн или при дополнительных, ранее не предусмотренных, проверках, в связи с обнаружением других (явных) дефектов.

При оценке качества железобетонных колонн дефекты подразделяют на группу А и группу Б [3, с.17].

Группа А – дефекты, которые характеризуют показатели качества, имеющие нормируемые численные значения (*конструктивные дефекты*).

Группа Б – дефекты, связанные с нарушением технологии изготовления колонн, или повреждения, не имеющие нормируемых численных значений (*производственный дефект*).

Если, по меньшей мере, один из показателей качества или параметров вышел за предельное значение или не выполняется (не удовлетворяется) одно из требований нормативной документации к признакам качества продукции, то это означает, что железобетонная колонна имеет дефект. В связи с этим железобетонные колонны должны удовлетворять показателям качества материалов, из которых они состоят (бетон, арматура и закладные детали), и эксплуатационным показателям качества.

Железобетонные колонны изготавливают, как правило, из конструкционных бетонов, показателями качества которых, являются требования по их физико-механическим характеристикам [4].

Основными техническими показателями бетона, контролируемые по соответствующим стандартам, являются [4, с. 20]:

- класс по прочности на сжатие С;
- марка по морозостойкости F;
- марка по водонепроницаемости W;
- марка по самоупрочению S_p (для напрягающих бетонов).

Для арматурных сталей основными показателями качества [4, с. 32]:

- класс арматуры S;
- номинальный диаметр, мм;
- нормативное сопротивление арматуры $f_{yk}(f_{0,2k})$;
- расчетное сопротивление арматуры f_{yd} ;
- деформационные характеристики « σ – ϵ ».

Отклонения этих показателей качества от нормативных представляют собой *производственные дефекты* (группа Б) и устанавливаются лабораторными испытаниями с помощью соответствующих методик, инструментов и приборов.

Эксплуатационными показателями качества железобетонных колонн являются [5–7]:

- требования по предельным отклонениям колонн при их монтаже (таблица 2.1);
- требования к точности изготовления колонн (таблица 2.2);
- требования к качеству поверхности и внешнему виду колонн.

Таблица 2.1 – Предельные отклонения (показатели качества) железобетонных колонн при их монтаже [5, с.7]

Наименование показателей качества	Значение, мм
1	2
1 Отклонение от совмещения рисок геометрических осей, граней в нижнем сечении железобетонных колонн с рисками разбивочных или геометрических осей	8
2 Отклонение от вертикали осей железобетонных колонн одноэтажных зданий при их длине, м:	
до 4 включ.	20
св. 4 «8 «	25
«8 « 16 «	30
«16 « 25 «	40
3 Разность отметок верха колонн или их опорных площадок (консолей) одноэтажных зданий, при их длине, м:	
до 4 включ.	14
св. 4 « 8 «	16
« 8 « 16 «	20
« 16 « 25 «	24

Окончание таблицы 2.1

1	2
4 Отклонение от совмещения рисок геометрических осей в верхнем сечении колонн многоэтажных зданий с рисками разбивочных осей, при длине колонн, м: до 4 включ. св. 4 « 8 « « 8 « 16 « «16 « 25 «	12 15 20 25
5 Разность отметок верха колонн каждого яруса многоэтажного здания (сооружения) в пределах выверяемого участка, при: контактной установке установке по маякам	12 + 2n 10
Примечания 1 n – порядковый номер яруса колонн. 2 Односторонняя направленность и суммирование отклонений не допускаются	

Таблица 2.2 – Предельные отклонения (показатели качества) геометрических параметров железобетонных колонн от проектных при их изготовлении [6, с. 6]

Наименование показателей качества	Контролируемые параметры показателей качества	Предельное отклонение, мм
1	2	3
Отклонение от линейного размера	Длина колонны, размер от торца колонны до опорной плоскости колонны (консоли), размер между опорными плоскостями консолей при номинальном размере, мм: до 4000 включ. св. 4000 « 8000 « « 8000 « 16000 « « 16000	±8 ±10 ±12 ±15
	Размер поперечного сечения колонны (ветви двухветвевой колонны), размер консоли, мм: до 250 включ. св. 250 « 500 « « 500	±4 ±5 ±6
	Общая высота поперечного сечения нижней части двухветвевой колонны, мм: до 1600 включ. св. 1600	±8 ±10
	Толщина стенки колонн кольцевого сечения	+5; -3
Отклонение от прямолинейности	Прямолинейность реального профиля поверхности боковых граней (образующей цилиндра) в любом сечении на всей длине железобетонной колонны длиной, мм: до 4000 включ. св. 4000 « 8000 « « 8000 « 16000 « « 16000	8 10 12 15

Окончание таблицы 2.2

1	2	3
Отклонение от перпендикулярности	Перпендикулярность торцевой и боковых граней железобетонной колонны при размере ее поперечного сечения, мм:	
	до 250 включ.	4
	св. 250 « 500 «	5
	« 500	6

Внешний вид железобетонных колонн и качество бетонных поверхностей должны соответствовать требованиям [8, с. 8], установленным для категорий: А3 (местные наплывы или впадины не должны быть высотой или глубиной более 2 мм) – боковых лицевых; А7 (высота или глубина местных наплывов или впадин не регламентируется) – нелицевых, не видимых в условиях эксплуатации. В бетоне колонн, поставляемых потребителю, трещины не допускаются, за исключением усадочных и других поверхностных технологических трещин, ширина которых не должна превышать 0,1 мм, если рабочими чертежами конкретного здания не установлены более жесткие требования. Категорию бетонной поверхности указывают в заказе на изготовление колонн.

Эта группа показателей качества относится к *конструктивным дефектам* (группа А) и устанавливается при обследовании визуально с использованием простейших средств измерений.

Конструктивные дефекты (группа А) являются следствием *производственных дефектов* (группа Б) и выражаются в виде [9, с. 35]:

- отклонений положения железобетонной колонны от проектного (по вертикали или горизонтали);
- несоответствий размеров или форм железобетонной колонны проектным;
- наличия значительных деформаций колонны (выгибы, осадки, крены);
- присутствия раковин, пустот, инородных включений в бетон, а также непроектного армирования железобетонной колонны;
- наличия выколов или сколов с обнажением либо без обнажения арматуры колонны;
- отсутствия или недостаточного сцепления между уложенным в разное время бетона железобетонной колонны;
- присутствия трещин разного характера, расположения, длины и раскрытия, в том числе с раздроблением бетона, отслоением защитного слоя арматуры колонны.

Наличие дефектов по отклонению железобетонной колонны от проектного положения по вертикали или горизонтали приводит к значительным эксцентриситетам, изменяющим расчетную схему конструкции колонны. Устранение этих дефектов следует производить конструктивными мероприятиями с выполнением необходимых расчетов.

Все возможные дефекты железобетонных колонн делятся на [3, с. 17]: *критические* (класс 1); *значительные* (класс 2); *малозначительные* (класс 3).

Такое разделение необходимо для оценки степени влияния каждого рассматриваемого дефекта на эффективность и безопасность использования железобетонных колонн с учетом назначения, устройства, режимов и условий эксплуатации.

Для дефектов группы А класс дефекта определяется по величине превышения или занижения (в небезопасную сторону) фактического значения контролируемого параметра X_i по сравнению с его предельным (максимальным или минимальным) значением по формуле [3]

$$\Delta = \frac{X_i - X_{\min(\max)}}{X_{\min(\max)}}, \quad (2.1)$$

где $X_{\min(\max)}$ – предельные значения, определяемые в соответствии с проектной документацией и ТНПА.

При этом:

- *критическому дефекту* (повреждению) соответствует $\Delta > 40 \%$;
- *значительному дефекту* (повреждению) – $10 < \Delta \leq 40 \%$;
- *малозначительному дефекту* (повреждению) – $\Delta \leq 10 \%$.

Определяющим параметром несущей способности железобетонной колонны является размер поперечного сечения, уменьшение которого существенно снижает эксплуатационные качества колонны. В связи с этим за предельное значение принята величина поперечного сечения железобетонной колонны $X_{\min(\max)}$, а за контролируемый параметр X_i – уменьшение поперечного сечения колонны за счет полученных повреждений (дефектов).

Анализ влияния возможных дефектов на снижение эксплуатационных показателей качества железобетонных колонн в производственных условиях показывает, что к малозначительным дефектам, которые уменьшают поперечное сечение колонны до 10 %, относятся: шелушение граней и поверхности бетона; отслоение лещадок бетона; сколы бетона на гранях, выбоины, раковины; усадочные трещины. Такие дефекты, как: трещины вдоль продольной арматуры, обнажение и коррозия арматуры; трещины вдоль поперечной арматуры, обнажение и коррозия арматуры; сколы бетона, обнажение и коррозия рабочей арматуры – уменьшают поперечное сечение колонны от 10 до 40 % и являются значительными дефектами. Уменьшают поперечное сечение колонны свыше 40 % такие дефекты, как: трещины в консолях и в местах опирания балок; продольные силовые трещины; поперечные (нормальные) силовые трещины; разрушение сечения колонны, коррозия и разрывы рабочей арматуры. Эти дефекты железобетонных колонн относятся к критическим.

Распределение дефектов железобетонных колонн по классам приведено в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Характерные дефекты и повреждения железобетонных колонн

Вид дефекта	Схема дефекта (повреждения)	Причина возникновения дефектов	Уменьшение поперечного сечения колонны (физический износ) Δ , %
1	2	3	4
Малозначительные дефекты (класс 3)			
1 Шелушение граней и поверхности бетона		Воздействие агрессивных средств. Попеременное замораживание – оттаивание или увлажнение – высыхание	До 5
2 Отслоение лещадок бетона		Огневое воздействие. Коррозия арматуры. Давление новообразований (солей, льда)	До 5
3 Сколы бетона на гранях, выбоины, раковины		Механические повреждения при перегрузке и эксплуатации. Коррозия арматуры. Огневое воздействие	До 5
4 Усадочные трещины		Усадочные деформации бетона	До 10

Продолжение таблицы 2.3

Значительные дефекты (класс 2)			
1	2	3	4
5 Трещины вдоль продольной арматуры, обнажение и коррозия арматуры		Коррозия арматуры в результате нарушения защитного слоя бетона и воздействия агрессивных сред	До 11
6 Трещины вдоль поперечной арматуры, обнажение и коррозия арматуры		Коррозия арматуры в результате нарушения защитного слоя бетона и воздействия агрессивных сред	До 30
7 Сколы бетона, обнажение и коррозия рабочей арматуры		Коррозия арматуры в результате нарушения защитного слоя бетона и воздействия агрессивных сред	До 40
Критические дефекты (класс 1)			
8 Трещины в консолях и в местах опирания балок		Местное смятие бетона при перегрузке или при увеличении эксцентриситета. Снижение прочности бетона. Отсутствие косвенного армирования	Св. 40

Окончание таблицы 2.3

1	2	3	4
9 Продольные силовые трещины		Перегрузка при центральном сжатии или при увеличении эксцентриситета. Снижение прочности бетона. Уменьшение диаметра сжатой арматуры вследствие коррозии	Св. 40
10 Поперечные (нормальные) силовые трещины		Перегрузка при малых эксцентриситетах. Снижение прочности бетона. Большая гибкость колонны. Динамическая нагрузка вдоль или из плоскости колонны	Св. 40
11 Разрушение сечения колонны, коррозия и разрывы рабочей арматуры		Перегрузка при малых эксцентриситетах. Снижение прочности бетона. Большая гибкость колонны. Динамическая нагрузка вдоль или из плоскости колонны	Св. 50

В случае, если дефект или повреждение не имеет нормируемого численного значения (дефект группы Б), отнесение его к определенному классу производится экспертно на основе анализа его последствий.

Для железобетонных колонн определенные совокупности дефектов, каждый из которых при отдельном их рассмотрении являются малозначительными, могут быть эквивалентны значительному или даже критическому дефекту и должны относиться к соответствующей категории. Совокупности же значительных или значительных с малозначительными дефектов аналогичным образом могут быть эквивалентны критическому дефекту и должны относиться к категории критических.

По степени распространения дефектов по длине железобетонной колонны различают [3, с.18]:

– *единичные дефекты* (повреждения), занимающие до 10 % длины колонны;

– *многочисленные дефекты* (повреждения) – от 10 до 40 % длины колонны;

– *массовые дефекты* (повреждения) – свыше 40 % длины колонны.

По результатам предварительного обследования с учетом выявленных дефектов и повреждений железобетонная колонна относится к одной из пяти категорий технического состояния [3, с.18].

2.3 Категории технического состояния железобетонных колонн

Железобетонные колонны относятся к конструкциям первой степени ответственности [3, с.18], локальный отказ которых может привести к полному или ограниченному отказу системы элементов (здания или сооружения), к значительному снижению показателей эксплуатационных качеств конструкций или помещений, существенному ухудшению основных технико-экономических показателей.

Оценку технического состояния железобетонных колонн производят по следующим категориям [3].

Категория I – исправное (хорошее) состояние – конструкция железобетонной колонны удовлетворяет предъявляемым требованиям по прочности (устойчивости), жесткости и трещиностойкости. Долговечность колонны по сравнению с проектной не снижена.

Категория II – неисправное (удовлетворительное) состояние – конструкция железобетонной колонны удовлетворяет предъявляемым требованиям по прочности (устойчивости), жесткости и трещиностойкости. Имеются признаки снижения долговечности колонны по сравнению с проектной.

Категория III – ограниченно работоспособное (не вполне удовлетворительное) состояние – конструкция железобетонной колонны удовлетворяет предъявляемым требованиям по прочности (устойчивости), жесткости и трещиностойкости. Долговечность колонны существенно снижена. Опасность обрушения отсутствует.

Категория IV – неработоспособное (неудовлетворительное) состояние – конструкция железобетонной колонны не удовлетворяет предъявленным к ней требованиям по прочности (устойчивости) или жесткости.

Категория V – предельное (предаварийное) состояние – конструкция железобетонной колонны не удовлетворяет предъявленным к ней требованиям по прочности (устойчивости). Существует опасность обрушения и угроза безопасности работающих.

Техническое состояние железобетонных колонн характеризуется классами дефектов и степенью их распространения по длине колонны.

Класс дефектов следует устанавливать по данным, приведенным в таблице 2.3.

Степень распространения дефектов устанавливают из выражения

$$C_k = \sum_{i=1}^n \frac{l_i}{l_k}, \quad (2.2)$$

где l_i – длина поврежденного участка колонны, м;

l_k – длина всей колонны, м;

n – число поврежденных участков.

Категорию технического состояния следует определять по сочетанию наиболее значимого класса дефекта и степени их распространения по длине колонны (таблица 2.4).

Таблица 2.4 – Категории технического состояния железобетонных колонн

Класс дефекта	Категория технического состояния железобетонных колонн		
	Степень распространения дефектов, по длине колонны, %		
	единичные (до 10)	многочисленные (от 10 до 40)	массовые (св. 40)
Класс 3 (малозначительные дефекты) – уменьшение поперечного сечения до 10 %: шелушение граней и поверхности бетона; отслоение лещадок бетона; сколы бетона на гранях, выбоины, раковины; усадочные трещины	I, II	II	III
Класс 2 (значительные дефекты) – уменьшение поперечного сечения от 10 до 40 %: трещины вдоль продольной арматуры, обнажение и коррозия арматуры; трещины вдоль поперечной арматуры обнажение и коррозия арматуры; сколы бетона, обнажение и коррозия рабочей арматуры	III	IV	V
Класс 1 (критические дефекты) – уменьшение поперечного сечения св. 40 %: трещины в консолях и в местах опирания балок; продольные силовые трещины; поперечные (нормальные) силовые трещины; разрушение сечения колонны, коррозия и разрывы рабочей арматуры	IV	IV, V	V

В зависимости от категории технического состояния принимают решение о выполнении необходимых мероприятий по восстановлению эксплуатационных качеств железобетонных колонн.

3 Мероприятия по восстановлению эксплуатационных качеств железобетонных колонн

Мероприятия по восстановлению эксплуатационных качеств железобетонных колонн планируют, исходя из категории их технического состояния.

В соответствии с рекомендациями технической литературы [10–12], действующими нормативными документами [3, 9, 13] и практикой усиления конструктивные и организационно-технологические мероприятия по восстановлению эксплуатационных качеств железобетонных колонн приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Мероприятия по восстановлению эксплуатационных качеств железобетонных колонн

Категория технического состояния железобетонных колонн	Вид дефекта	Мероприятия по восстановлению эксплуатационных качеств железобетонных колонн
1	2	3
I – исправное (хорошее) состояние. Физический износ – до 10 %. <i>Дефекты устраняются в процессе технического обслуживания</i>	<i>Единичные малозначительные дефекты, не снижающие несущую способность и долговечность колонны:</i> волосные трещины в растянутой зоне, небольшие сколы и раковины в пределах защитного слоя рабочей арматуры	Покрытие защитными составами во время технического обслуживания колонн
II – неисправное (удовлетворительное) состояние. Физический износ – от 11 до 30 %. <i>Дефекты устраняются в процессе технического обслуживания и текущего ремонта</i>	<i>Единичные или многочисленные малозначительные дефекты, существенно не снижающие несущую способность колонны.</i> <i>Имеются признаки снижения долговечности:</i> шелушение граней и поверхности бетона, отслоение лещадок бетона, сколы бетона, выбоины, раковины до 5 % сечения колонны, усадочные трещины и трещины (ширина раскрытия трещин до 0,3 мм)	Затирка трещин ремонтными составами, восстановление защитного слоя бетона во время текущего ремонта колонн

Окончание таблицы 3.1

1	2	3
<p>III – ограниченно работоспособное (не вполне удовлетворительное) состояние. Физический износ – от 31 до 40 %. <i>Дефекты устраняются в процессе ремонта и усиления</i></p>	<p><i>Многочисленные малозначительные или единичные значительные дефекты.</i> <i>Долговечность колонны существенно снижена:</i> маслянистыми пятнами, отслоением лещадок бетона, сколами и выбоинами, достигающими 30 % всего сечения колонны (глубиной до 5 мм не более трех на 1 м²), следами коррозии на рабочей арматуре с уменьшением ее площади до 5 %; трещины в растянутой зоне (ширина раскрытия трещин до 0,5 мм).</p>	<p>Ремонт с частичной разборкой бетона, исправление поврежденной арматуры, перебетонирование сколов и выбоин, инъектирование трещин, увеличение сечения и усиление поврежденных участков колонн</p>
<p>IV – неработоспособное (неудовлетворительное) состояние. Физический износ – от 41 до 60 %. <i>Дефекты устраняются в процессе капитального ремонта и усиления посредством увеличения поперечного сечения с предварительной разгрузкой</i></p>	<p><i>Многочисленные значительные или единичные, многочисленные критические дефекты:</i> пропитка бетона нефтепродуктами, трещины в консолях и в местах опирания балок (ширина раскрытия трещин до 1 мм), трещины вдоль продольной и поперечной арматуры (ширина раскрытия трещин до 1 мм) с нарушением ее сцепления с бетоном, оголение и коррозия арматуры с уменьшением ее площади свыше 5 %, глубокие сколы бетона от 30 до 50 % всего сечения колонны, коррозия и разрывы арматуры от 30 до 50 % рабочей арматуры, искривление колонны до 1/200 ее высоты, продольные и поперечные силовые трещины по всему сечению колонны</p>	<p>Усиления с увеличением поперечного сечения на всю высоту колонн путем устройства железобетонных обойм, односторонних и двухсторонних наращиваний, стальных обойм и стальных обойм с обетонированием</p>
<p>V – предельное (предаварийное) состояние. Физический износ – от 61 до 80 %. <i>Требуется вывод людей из опасной зоны, срочная разгрузка колонн и (или) устройство временных креплений с последующей разборкой и заменой</i></p>	<p><i>Массовые значительные или многочисленные, массовые критические дефекты:</i> массовые продольные и поперечные силовые трещины по всему сечению колонны (ширина трещин до 2 мм), сквозные трещины в основании колонны и на уровне верха консоли или оголовка, коррозия и разрывы арматуры свыше 50 % рабочей арматуры, разрушение свыше 50 % всего сечения, искривление колонны</p>	<p>В отдельных случаях применяют технические решения, характерные для IV категории технического состояния либо разборку и замену конструкции колонны</p>

Для железобетонных колонн I и II категорий технического состояния требуется техническое обслуживание и текущий ремонт.

Для железобетонных колонн, относящихся к III категории технического состояния, выполняют ремонт с частичной разборкой бетона, исправлением поврежденной арматуры, перебетонированием сколов и выбоин, инъекцированием трещин, а зачастую и с усилением поврежденных участков колонн.

Железобетонные колонны, относящиеся к IV категории технического состояния, усиливают посредством увеличения их поперечного сечения в виде железобетонных обойм, односторонних и двухсторонних наращиваний, стальных обойм и стальных обойм с обетонированием.

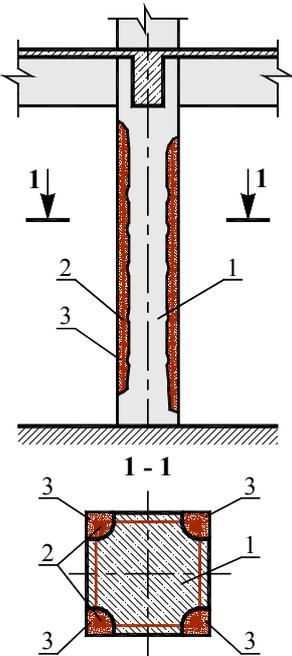
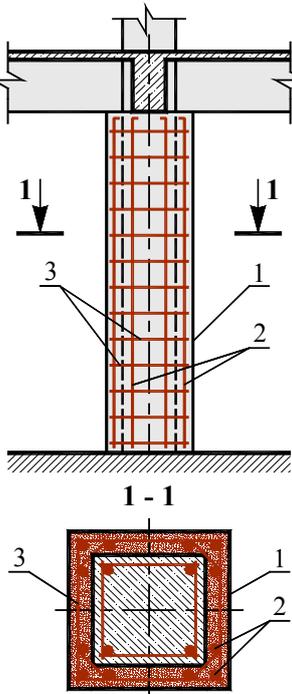
При повреждении поперечного сечения свыше 50 % (V категория технического состояния) колонны относятся в основном к разрушенным, хотя в некоторых случаях могут быть восстановлены с применением технических решений, характерных для IV категории технического состояния.

4 Технические решения по восстановлению эксплуатационных качеств железобетонных колонн

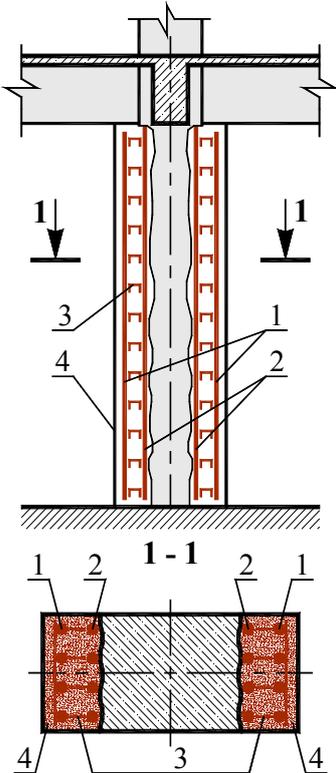
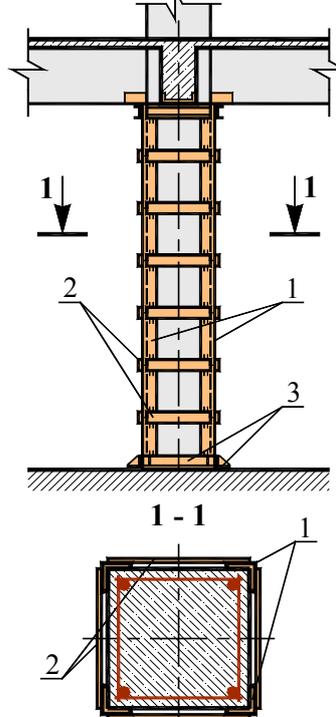
При выборе технического решения восстановления эксплуатационных качеств железобетонных колонн следует учитывать факторы, определяющие возможность применения того или иного технического решения в данных условиях с учетом агрессивности среды и пожароопасности производственных помещений, недопустимости запыленности и сварочных работ во взрывоопасных помещениях, а также стесненных условий производства работ.

Для восстановления эксплуатационных качеств железобетонных колонн существует значительное число технических решений, среди которых наибольшее распространение получили следующие [10, 11, 14–16]: *ремонт и восстановление с помощью сухих ремонтных составов; устройство железобетонных обойм; одностороннее и двухстороннее наращивания сечения колонны; усиление стальными обоймами без обетонирования и с обетонированием стальных обойм* (таблица 4.1).

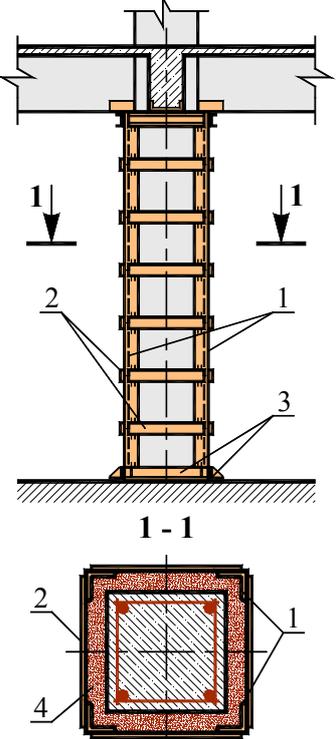
Таблица 4.1 – Технические решения по восстановлению эксплуатационных качеств железобетонных колонн

Способ усиления (восстановления) железобетонных колонн	Эскиз усиления	Элемент усиления	Рекомендуемая область применения
1	2	3	4
<p>1 Ремонт с помощью сухих ремонтных составов</p>		<p>1 – железобетонная колонна, 2 – существующая арматура колонны, 3 – ремонтный состав (модифицированные сухие смеси «Полимикс», «Эмако» и др.)</p>	<p>Способ применяют при наличии мало-значительных дефектов</p>
<p>2. Усиление колонны железобетонной обоймой</p>		<p>1 – железобетонная обойма (60–120 мм), бетон класса не ниже С20/25, 2 – продольная рабочая арматура обоймы (min Ø12–16 мм), 3 – поперечная арматура (min Ø6–8 мм), шаг 150–500 мм</p>	<p>Способ применяют при значительных и критических дефектах</p>

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4
<p>3 Усиление колонны двухсторонним наращиванием</p>		<p>1 – продольная рабочая арматура наращивания (min $\varnothing 12-16$ мм), 2 – существующая арматура колонны, 3 – соединительные стержни (коротыши, отгибы) на сварке $\varnothing 10-30$ мм, шаг не более 500 мм, 4 – двухстороннее бетонное наращивание (60–120 мм), бетон класса не ниже C20/25</p>	<p>Способ применяют при наличии значительных дефектов, отсутствии доступа ко всему сечению усиливаемой колонны и для внецентренно сжатых колонн</p>
<p>4 Усиление колонны стальной обоймой</p>		<p>1 – продольные равнополочные уголки (min $\angle 75 \times 75 \times 6$ мм), установленные на растворе, 2 – предварительно напряженные поперечные планки стальной обоймы (min 80×6), шаг 400–600 мм, 3 – опорные уголки (min $\angle 75 \times 75 \times 6$ мм)</p>	<p>Способ применяют при наличии значительных дефектов и увеличении несущей способности колонны</p>

Окончание таблицы 4.1

1	2	3	4
5 Усиление колонны стальной облоймой с обетонированием		1 – продольные равнополочные уголки (min $\angle 75 \times 75 \times 6$ мм), 2 – поперечные планки стальной облоймы (min 80×6), шаг 400–600 мм, 3 – опорные уголки (min $\angle 75 \times 75 \times 6$ мм), 4 – бетонная облойма (60–100 мм), бетон класса не ниже C20/25	Способ применяют при наличии значительных и критических дефектов, а также при увеличении несущей способности колонн

Ремонт и восстановление железобетонных колонн (см. таблицу 4.1, п. 1) выполняют с применением, как правило, полимерминеральных составов (модифицированных сухих ремонтных смесей).

Усиление железобетонной облоймой (см. таблицу 4.1, п. 2) является наиболее простым и надежным конструктивным решением усиления железобетонной колонны. Применяют несколько типов железобетонных облойм, которые различаются между собой конструктивными особенностями, производством работ и эффективностью усиления.

Наиболее простым типом железобетонных облойм являются облоймы с обычной продольной и поперечной арматурой без связи арматуры облоймы с арматурой усиливаемой колонны. При таком способе усиления важно обеспечить совместную работу «старого» и «нового» бетона, что достигается тщательной очисткой поверхности бетона усиливаемой конструкции пескоструйным аппаратом, насечкой или обработкой металлическими щетками, а также промывкой под давлением непосредственно перед бетонированием. Облойма состоит из продольной арматуры, замкнутых хомутов, бетонного слоя, охватывающего сечение колонны (см. таблицу 4.1, п. 2).

Железобетонная облойма имеет толщину 6–12 см. Сечение и количество продольной арматуры определяют расчетом при условии обеспечения совместной работы облоймы с колонной, ее диаметр принимают не менее 16 мм для

стержней, работающих на сжатие, и 12 мм для стержней, работающих на растяжение. Поперечную арматуру диаметром не менее 6 мм для вязаных каркасов и 8 мм для сварных устанавливают с шагом 15 диаметров продольной арматуры и не более трехкратной толщины обоймы, но не более 500 мм.

Класс бетона обойм рекомендуют принимать не ниже класса бетона усиливаемой конструкции и не ниже класса бетона в зависимости от условий эксплуатации и характеристики окружающей среды.

Железобетонные обоймы устраивают на всю высоту усиливаемой колонны или на ее поврежденный участок, при этом обойма должна выходить за пределы повреждений не менее пяти толщин обоймы, не менее ширины большей грани колонны и не менее 400 мм [10, с. 50].

Усиление железобетонных колонн *односторонним и двухсторонним наращиванием сечения* (см. таблицу 4.1, п. 3) обычно применяют во внецентренно сжатых колоннах для уменьшения начального эксцентриситета приложения внешней нагрузки и увеличения прочности колонны [14, с. 88].

Приварку дополнительной арматуры к стержням основной арматуры осуществляют при помощи прокладных коротышей или наклонных стержней (отгибов или «уток»). Приварка производится через 500–1000 мм по длине стержня швами длиной 50–100 мм [10, с. 52].

Для бетонирования наращиваемой части предусматривают бетон прочностью не ниже фактической прочности бетона колонны и не ниже класса С20/25. Важным условием надежности усиления является обеспечение совместной работы «нового» бетона со «старым», что достигается тщательной очисткой поверхности бетона пескоструйным аппаратом, напечкой или обработкой металлическими щетками, а также промывкой под давлением непосредственно перед бетонированием [16, с. 402].

Железобетонные обоймы и рубашки, а также одностороннее или двустороннее наращивание применяют как для центрально сжатых, так и для внецентренно сжатых железобетонных колонн.

При усилении обоймами, рубашками, наращиванием с дополнительной ненапрягаемой арматурой следует стремиться к максимальной разгрузке усиливаемой конструкции.

При невозможности увеличения сечения колонн и сжатых сроках производства работ по усилению рекомендуются *стальные обоймы* из уголков, устанавливаемых по граням колонн, и соединительных планок между ними (см. таблицу 4.1, п. 4). Усиление колонн стальной обоймой незначительно увеличивает размер поперечного сечения и позволяет использовать колонну в эксплуатационном режиме сразу же после ее усиления.

Эффективность включения металлической обоймы в работу колонны зависит от плотности прилегания уголков к телу колонны и от предварительного напряжения поперечных планок. Для плотного прилегания уголков поверхность бетона по граням колонн тщательно выравнивается скалы-

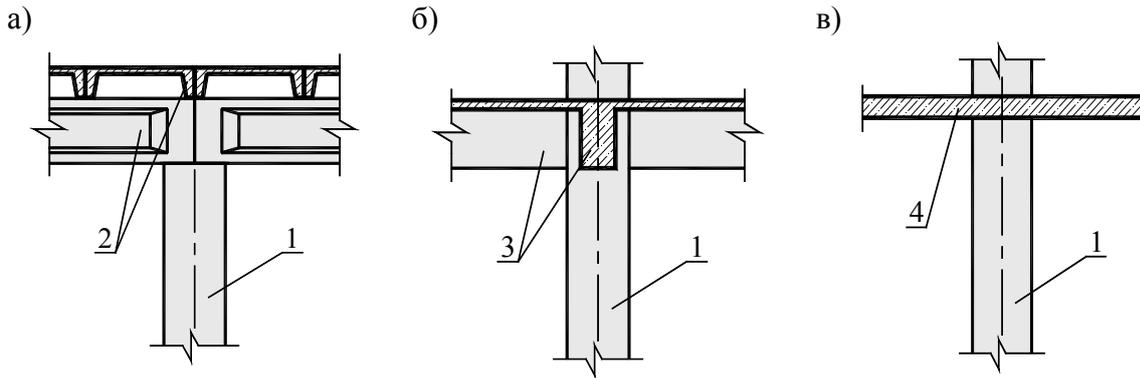
ванием неровностей и зачеканкой цементным раствором (см. таблицу 4.1, п. 4).

Предварительное напряжение соединительных планок осуществляют термическим способом. Для этого планки приваривают одной стороной к уголкам обоймы с шагом 400–600 мм, затем разогревают газовой горелкой до 100–120 °С и в разогретом состоянии приваривают второй конец планок. Замыкание планок осуществляют симметрично от среднего по высоте колонны пояса. При остывании планки укорачиваются и создают эффект преднапряжения [14, с. 89].

Усиление железобетонных колонн *предварительно-напряженными стальными распорками* является достаточно эффективным средством увеличения их несущей способности, но, наряду с этим, сложным в исполнении из-за высоких требований по допускам к линейным размерам ветвей распорок. Одно- или двухсторонние распорки представляют собой стальные обоймы с предварительно-напряженными стойками, расположенными с одной или двух сторон колонн. Для эффективного включения стальных распорок в работу достаточно создать в них предварительное напряжение порядка 60–80 МПа, что обеспечивается за счет расчетного удлинения при выпрямлении уголков [14, с. 89]. Усиление колонн *предварительно-напряженными распорками* целесообразно при длине распорок не более 5 м, когда не требуется большого расхода металла для обеспечения их устойчивости.

При значительном разрушении бетона колонны и коррозии арматуры выполняют усиление *стальной обоймой с обетонированием* (см. таблицу 4.1, п. 5).

В зависимости от конструктивного решения сопряжения железобетонных колонн с перекрытием (покрытием) (рисунок 4.1) технические решения по восстановлению эксплуатационных качеств железобетонных колонн имеют конструктивные и организационно-технологические особенности по формированию оголовков колонн.

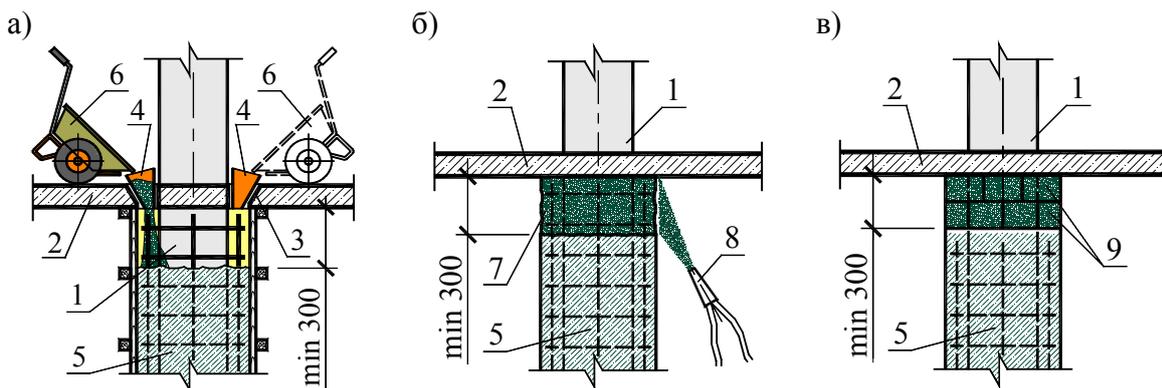


а – сопряжение колонны со сборными конструкциями перекрытия (покрытия); б – сопряжение колонны с балочным монолитным перекрытием (покрытием); в – сопряжение колонны с безбалочным плоским перекрытием (покрытием); 1 – железобетонная колонна; 2 – сборные конструкции перекрытия (покрытия); 3 – балочное монолитное перекрытие (покрытие); 4 – безбалочное плоское перекрытие (покрытие)

Рисунок 4.1 – Схемы сопряжения железобетонных колонн с перекрытием (покрытием)

При сопряжении железобетонной колонны со сборными конструкциями перекрытия (покрытия) (см. рисунок 4.1, а) и с балочным монолитным перекрытием (покрытием) (см. таблицу 4.1) технические решения по восстановлению эксплуатационных качеств железобетонных колонн идентичны приведенным в таблице 4.1.

Решения по восстановлению эксплуатационных качеств железобетонных колонн при сопряжении с безбалочным плоским перекрытием (покрытием) (см. рисунок 4.1, в) имеют конструктивные и организационно-технологические отличия, связанные со сложностью укладки бетонной смеси в верхней части конструкций усиления колонн (рисунок 4.2).



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 – технологическое отверстие; 4 – распределительная воронка; 5 – бетон конструкции усиления; 6 – тележка; 7 – торкрет-бетон; 8 – сопло торкрет-установки; 9 – бетонные вкладыши на растворе с расширяющимся цементом

Рисунок 4.2 – Технические решения по формированию оголовков железобетонных колонн при сопряжении с безбалочным плоским перекрытием (покрытием)

Контрольные вопросы

- 1 Назовите этапы выполнения технического обследования железобетонных колонн?
- 2 Приведите примеры дефектов и повреждений, снижающих прочность, жесткость и долговечность железобетонных колонн.
- 3 Назовите дефекты и повреждения, характеризующие предаварийное состояние железобетонных колонн?
- 4 Сколько категорий характеризуют возможное техническое состояние железобетонных колонн?
- 5 Как определяется класс дефектов, которые характеризуют показатели качества, имеющие нормируемые численные значения?
- 6 Изложите методику определения категории технического состояния железобетонных колонн?
- 7 К какой категории относится состояние железобетонных колонн, характеризующееся как предельное (предаварийное) состояние, при котором требуется вывод людей из опасной зоны, срочная разгрузка конструкций и (или) устройство временных креплений с последующей разборкой и заменой?

Список литературы

- 1 Руководство по инженерной эксплуатации сооружений и ремонту производственных зданий и сооружений. – М. : Нефтеком, 1991. – 147 с.
- 2 Система качества в строительномонтажных организациях = Система якасці ў будаўніча-мантажных арганізацыях: П1-99 к СНБ 1.01.04-99. – Введ. 17.06.99. – Минск: Минсктиппроект, 2000. – 87 с.
- 3 Здания и сооружения. Техническое состояние и обслуживание строительных конструкций и инженерных систем и оценка их пригодности к эксплуатации. Основные требования = Будынкi і збудаванні. Тэхнічны стан і абслугоўванне будаўнічых канструкцый і інжынерных сістэм і ацэнка іх прыгоднасці да эксплуатацыі. Асноўныя патрабаванні : ТКП 45-1.04-208-2010. – Введ. 15.07.10. – Минск : Стройтехнорм, 2011. – 27 с.
- 4 Бетонные и железобетонные конструкции (с изменениями) : СНБ 5.03.01-02. – Введ. 01.07.03. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва РБ, 2003. – 144 с.
- 5 Сборные бетонные и железобетонные конструкции. Правила монтажа = Зборныя бетонныя і жалезабетонныя канструкцыі. Правiлы мантажу : ТКП 45-5.03-130-2009. – Введ. 14.04.09. – Минск : Стройтехнорм, 2009. – 25 с.
- 6 Колонны железобетонные для зданий и сооружений. Общие технические требования : СТБ 1178-99. – Введ. 30.09.99. – Минск : Стройтехнорм, 2000. – 13 с.

7 Строительство. Возведение монолитных бетонных и железобетонных конструкций. Номенклатура контролируемых показателей качества. Контроль качества работ : СТБ 1958-2009. – Введ. 24.04.09. – Минск : Стройтехнорм, 2009. – 18 с.

8 Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные. Общие технические требования : ГОСТ 13015.0-83. – Введ. 22.07.83. – М. : Стройиздат, 1983. – 14 с.

9 Обследование строительных конструкций зданий и сооружений. Порядок проведения = Абследаванне будаўнічых канструкцый будынкаў і збудаванняў. Парадак правядзення праектавання : ТКП 45-1.04-37-2008. – Введ. 29.12.08. – Минск : Стройтехнорм, 2009. – 39 с.

10 Рекомендации по оценке состояния и усилению строительных конструкций промышленных зданий и сооружений. – М. : Стройиздат, 1989. – 104 с.

11 **Лазовский, Д. Н.** Проектирование реконструкции зданий и сооружений : учеб.-метод. комплекс : в 3 ч. Ч. 2 : Оценка состояния и усиление строительных конструкций / Д. Н. Лазовский. – 2-е изд., перераб. и доп. – Новополоцк : ПГУ, 2008. – 340 с.

12 Неразрушающие методы оценки и прогнозирования технического состояния железобетонных конструкций, эксплуатирующихся в воздушных средах : практ. пособие / Т. М. Пецольд [и др.] ; под общ. ред. А. А. Васильева. - Гомель : БелГУТ, 2007. – 146 с.

13 Здания и сооружения. Оценка степени физического износа = Будынкi і збудаванні. Ацэнка ступені фізічнага зносу : ТКП 45-1.04-119-2008. – Введ. 01.03.09. – Минск : Стройтехнорм, 2009. – 43 с.

14 **Гучкин, И. С.** Диагностика повреждений и восстановление эксплуатационных качеств конструкций : учеб. пособие / И.С. Гучкин. – М.: АСВ, 2000. – 176 с.

15 Реконструкция зданий и сооружений : учеб. пособие для вузов / А.Л. Шагин [и др.] ; под общ. ред. А. Л. Шагина. – М. : Высш. шк., 1991. – 352 с.

16 Реконструкция промышленных предприятий : в 2 т. / В. Д. Топчий [и др.]; под ред. В. Д. Топчия, Р. А. Гребенника. – М. : Стройиздат, 1990. – Т. 1 – 591 с.

Приложение А (рекомендуемое)

Таблица А.1 – Выбор варианта задания для практической работы

Вариант задания	Геометрические размеры железобетонной колонны		Дефекты и повреждения железобетонной колонны / уменьшение поперечного сечения, Δ, %	Длина поврежденного участка колонны, мм	Условие производства работ
	Поперечное сечение, мм	Длина, мм			
1	2	3	4	5	6
1	400×400	3600	Сколы бетона на гранях, выбоины, раковины / 5 %	1200	Сжатые сроки проведения работ
2	500×500	4200		420	
3	600×600	4800		1800	
4	400×400	3000		1200	
5	500×500	3600		1000	
6	600×600	5200		2000	
7	400×400	3600		1400	
8	400×400	3300	Трещины вдоль продольной арматуры, обнажение и коррозия арматуры / 11 %	1200	Ограничен доступ с двух сторон
9	500×500	4200		1600	
10	600×600	4800		1800	
11	600×600	5400		2100	Увеличение несущей способности
12	400×400	3600	Трещины вдоль поперечной арматуры, обнажение и коррозия арматуры / 25 %	1400	Сжатые сроки проведения работ
13	500×500	4800		1600	
14	600×600	5400		1800	
15	400×400	4200	Сколы бетона, обнажение и коррозия рабочей арматуры / 30 %	1200	Сжатые сроки проведения работ и увеличение несущей способности
16	500×500	4800		1600	
17	600×600	6000		2300	
18	600×600	5400		2100	
19	400×400	4200	Разрушение сечения колонны, коррозия и разрывы рабочей арматуры / 51 %	400	Увеличение несущей способности
20	500×500	5400		500	
21	600×600	4800		400	
22	400×400	4800	Поперечные (нормальные) силовые трещины / 41 %	400	Сжатые сроки проведения работ
23	500×500	4200		400	
24	600×600	5400		500	
25	400×400	3600	Продольные силовые трещины / 41 %	1200	Ограничен доступ с двух сторон
26	500×500	4200		1500	
27	600×600	6000		2100	
28	400×400	3600	Трещины вдоль поперечной арматуры, обнажение и коррозия арматуры / 20 %	1400	Увеличение несущей способности
29	500×500	4800		1600	
30	600×600	5400		1800	
31	400×400	3600	Сколы бетона на гранях, выбоины, раковины / 5 %	1200	Сжатые сроки проведения работ
32	500×500	4200		420	
33	400×400	3300		1200	
34	500×500	4200	Трещины вдоль продольной арматуры, обнажение и коррозия арматуры / 11 %	1600	Сжатые сроки проведения работ и увеличение несущей способности
35	600×600	4800		1800	
36	500×500	4800		1200	
37	400×400	3600	Поперечные (нормальные) силовые трещины / 41 %	1200	Сжатые сроки проведения работ
38	500×500	4200		1400	
39	600×600	5400		1800	
40	600×600	4800	Усадочные трещины / 10 %	1800	Сжатые сроки проведения работ
41	400×400	3000	Шелушение граней и поверхности бетона / 5 %	1200	
42	500×500	3600		1000	

Приложение Б (справочное)

Таблица Б.1 – Калькуляция затрат труда на восстановление и усиление железобетонных колонн

Обоснование	Наименование работ	Единица измерения	Норма времени на единицу, чел.-ч	Состав звена		
				Профессия	Разряд	Количество
1	2	3	4	5	6	7
1 Установка и разборка подмостей						
Е6-3 т. 2 п. 1в	Установка инвентарных подмостей	1 м ²	0,16	Плотник	4	1
				Плотник	2	1
Е6-3 т. 2 п. 5в	Переустановка подмостей	1 м ²	0,21	Плотник	4	1
				Плотник	2	1
Е6-3-2 т. 2 п. 5в	Разборка инвентарных подмостей	1 м ²	0,12	Плотник	4	1
				Плотник	2	1
2 Подготовка поврежденных участков колонны						
Е8-1-1 т. 2 п. 2д	Срубка слабопрочного бетона вручную	100 м ²	124	Штукатур	2	1
Е8-1-15 т. 12 п. 1в	Очистка арматуры от ржавчины вручную	100 м ²	16,5	Штукатур	2	1
Е8-1-15 т. 4 п. 7б	Очистка поверхности сжатым воздухом	100 м ²	0,31	Штукатур	2	1
3 Восстановление поврежденных участков колонны						
Е20-1-188 п. 11а	Грунтование бетона составом «Полимикс-грунт»	100 м ²	2,8	Маляр	3	1
Е8-1-15 т. 12 п. 3в	Грунтование арматуры грунтовкой за два раза	100 м ²	26,0	Маляр	3	1
Е20-1-188 п. 11а	Нанесение адгезионного слоя, один слой	100 м ²	2,8	Маляр	3	1
Е1-19 п. 1а	Подъем ремонтного состава на 1 м вручную	1 т	1,10	Штукатур	2	1
Е1-19 п. 1б	Подъем ремонтного состава на каждый следующий 1 м высоты	1 т	0,36	Штукатур	2	1
Е8-1-2 т. 2 п. 4в	Нанесение ремонтного состава «Полимикс-ШСр» 10 мм	100 м ²	36,0	Штукатур	4	1
				Штукатур	3	1
Е8-1-15 т. 6 п. 1б	Нанесение шпатлевочного состава «Полимикс-Ш»	100 м ²	11,5	Маляр	3	1
4 Устройство стальной обоймы усиления						
Е5-1-1 т. 1 п. 3	Сортировка стальных элементов вручную до 50 кг	1 т	10,0	Монтажник	3	1
Е5-1-18 т. 1 п. 1г+2г	Установка стальных элементов обоймы с прихваткой	1 т	14,5	Монтажник	4	1
				Монтажник	3	1
				Сварщик	4	1

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7
Е5-1-18 т. 1 п. 1в+2в	Установка опорного башмака и оголовка	1 т	18,4	Монтажник Монтажник Сварщик	4 3 4	1 1 1
Е22-1-6 п.1г, к=1,5	Сварка стальных элементов внахлестку	10 м	3,75	Сварщик	4	1
5 Устройство железобетонной обоймы усиления						
Е4-1-46 т. 1 п. 4б	Установка и вязка арматуры диаметром до 8 мм	1 т	21,5	Арматурщик Арматурщик	5 2	1 1
Е4-1-46 т. 1 п. 4г	Установка и вязка арматуры диаметром до 18 мм	1 т	12,0	Арматурщик Арматурщик	5 2	1 1
Е22-1-6 т. 1 п. 6д	Односторонняя сварка стыков каратышей	10 м	4,60	Сварщик	5	1
Е4-1-34 т. 3 п. 2а	Установка щитовой опалубки с технологическими отверстиями	1 м ²	0,40	Плотник Плотник	4 2	1 1
Е4-1-47 п. 1+2+3	Загрузка ковша бетоносмесителя вручную	1 м ³	1,40	Бетонщик	2	1
Е4-1-47 т. 3 п. 3г	Приготовление бетонной смеси (V < 250 л)	1 м ³	0,30	Бетонщик	2	1
Е1-19 п. 1а	Подъем бетонной смеси на 1 м вручную	1 т	1,10	Бетонщик	2	1
Е1-19 п. 1б	Подъем бетонной смеси на каждый следующий 1 м высоты	1 т	0,36	Бетонщик	2	1
Е4-1-54 п. 9	Увлажнение бетонной поверхности колонн	100 м ²	0,14	Бетонщик	2	1
Е4-1-53 п. 2б	Укладка бетонной смеси в конструкцию вручную	1 м ³	1,7	Бетонщик Бетонщик	4 2	1 1
Е4-1-34 т. 3 п. 2б	Разборка щитовой опалубки с технологическими отверстиями	1 м ²	0,15	Плотник Плотник	4 2	1 1
6 Устройство двухстороннего железобетонного наращивания						
Е4-1-46 т. 1 п. 4б	Установка и вязка арматуры диаметром до 8 мм	1 т	21,5	Арматурщик Арматурщик	5 2	1 1
Е4-1-46 т. 1 п. 4г	Установка и вязка арматуры диаметром до 18 мм	1 т	12,0	Арматурщик Арматурщик	5 2	1 1
Е22-1-6 т. 1 п. 6д	Односторонняя сварка стыков каратышей	10 м	4,60	Сварщик	5	1
Е4-1-34 т. 3 п. 2а	Установка щитовой опалубки с технологическими отверстиями	1 м ²	0,40	Плотник Плотник	4 2	1 1
Е4-1-47 п. 1+2+3	Загрузка ковша бетоносмесителя вручную	1 м ³	1,40	Бетонщик	2	1
Е4-1-47 т. 3 п. 3г	Приготовление бетонной смеси (V < 250 л)	1 м ³	0,30	Бетонщик	2	1
Е1-19 п. 1а	Подъем бетонной смеси на 1 м вручную	1 т	1,10	Бетонщик	2	1

Окончание таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7
Е1-19 п. 1б	Подъем бетонной смеси на каждый следующий 1 м высоты	1 т	0,36	Бетонщик	2	1
Е4-1-54 п. 9	Увлажнение бетонной поверхности колонн	100 м ²	0,14	Бетонщик	2	1
Е4-1-53 п. 2б	Укладка бетонной смеси в конструкцию вручную	1 м ³	1,7	Бетонщик Бетонщик	4 2	1 1
Е4-1-34 т. 3 п. 2б	Разборка щитовой опалубки с технологическими отверстиями	1 м ²	0,15	Плотник Плотник	4 2	1 1
7 Устройство стальной обоймы с обетонированием						
Е5-1-1 т. 1 п. 3	Сортировка стальных элементов вручную, до 50 кг	1 т	10,0	Монтажник	3	1
Е5-1-18 т. 1 п. 1г+2г	Установка стальных элементов обоймы с прихваткой	1 т	14,5	Монтажник Монтажник Сварщик	4 3 4	1 1 1
Е5-1-18 т. 1 п. 1в+2в	Установка опорного башмака и оголовка	1 т	18,4	Монтажник Монтажник Сварщик	4 3 4	1 1 1
Е22-1-6 п. 1г	Сварка стальных элементов в нахлестку	10 м	2,50	Сварщик	5	1
Е4-1-34 т. 3 п. 2а	Установка щитовой опалубки с технологическими отверстиями	1 м ²	0,40	Плотник Плотник	4 2	1 1
Е4-1-47 п. 1+2+3	Загрузка ковша бетоносмесителя вручную	1 м ³	1,40	Бетонщик	2	1
Е4-1-47 т. 3 п. 3г	Приготовление бетонной смеси (V<250 л)	1 м ³	0,30	Бетонщик	2	1
Е1-19 п. 1а	Подъем бетонной смеси на 1 м вручную	1 т	1,10	Бетонщик	2	1
Е1-19 п. 1б	Подъем бетонной смеси на каждый следующий 1 м высоты	1 т	0,36	Бетонщик	2	1
Е4-1-54 п. 9	Увлажнение бетонной поверхности колонн	100 м ²	0,14	Бетонщик	2	1
Е4-1-53 п. 2б	Укладка бетонной смеси в конструкцию вручную	1 м ³	1,7	Бетонщик Бетонщик	4 2	1 1
Е4-1-34 т. 3 п. 2б	Разборка щитовой опалубки с технологическими отверстиями	1 м ²	0,15	Плотник Плотник	4 2	1 1