

УДК 69.059

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ КАЧЕСТВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОЛОНН

RESTORATION OF USE CONCRETE COLUMNS

Опанасюк И.Л., к.т.н., доц., Данилов С.В., старший преподаватель (ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет», г. Могилев, Республика Беларусь)

Opanasyuk I.L., candidate of technical sciences, Danilov S.V., senior lecturer ("Belarusian-Russian University", Mogilev, Belarus)

Обоснованы категории технического состояния железобетонных колонн и предложены структура и последовательность выполнения работ по восстановлению эксплуатационных качеств железобетонных колонн.

These findings allow produce reliable estimate of the actual technical state of reinforced concrete columns, quickly select the most effective-WIDE structural, organizational and technological solutions for the restoration of their performance, as a result ensures the recovery of the estimated carrying capacity of the column with minimum material and labor costs.

Ключевые слова:

Железобетонная колонна, категория технического состояния, ремонтно-восстановительные работы.

Reinforced concrete column, the technical condition of the category of repair and restoration work.

Восстановление железобетонных колонн вызвано снижением их несущей способности из-за развивающихся в них явных либо скрытых дефектов. Восстановление эксплуатационных качеств железобетонных колонн выполняют в соответствии с проектными решениями, разработанными на основании результатов технического обследования строительных конструкций зданий и сооружений.

Оценку технического состояния железобетонных колонн производят по пяти категориям технического состояния [2].

Технічний стан, реконструкція та підсилення будівель та споруд

Железобетонные колонны относятся к конструкциям первой степени ответственности [1], локальный отказ которых может привести к полному или ограниченному отказу системы элементов здания или сооружения. Категорию технического состояния железобетонных колонн следует определять по сочетанию наиболее значимого класса дефекта и степени их распространения по длине колоны (таблица 1).

Таблица 1

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)
<i>3 класс (малозначительные дефекты)</i> – уменьшение поперечного сечения до 10 %: шелушение граней и поверхности бетона; отслоение лещадок бетона; сколы бетона на гранях, раковины; усадочные трещины	I, II	II	III
<i>2 класс (значительные дефекты)</i> – 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 и коррозия арматуры	III	IV	V
<i>1 класс (критические дефекты)</i> – уменьшение поперечного сечения свыше 40 %: трещины в местах опирания балок; продольные силовые трещины; поперечные силовые трещины; разрушение сечения колонны, коррозия и разрывы рабочей арматуры	IV	IV, V	V

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, исправления поврежденной арматуры, перебетонирование

сколов и выбоин, инъектирование трещин, а зачастую и усиление поврежденных участков колонн.

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

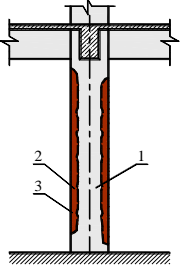
При повреждении поперечного сечения свыше 50 % (V категория технического состояния) железобетонные колонны относятся в основном к разрушенным [1].

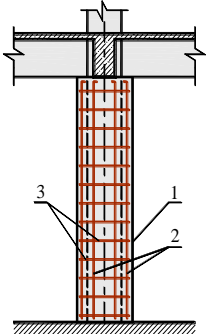
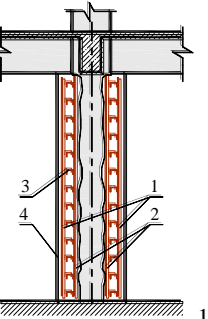
Для восстановления эксплуатационных качеств железобетонных колонн существует значительное число технических решений, среди которых наибольшее распространение получили следующие: *ремонт и восстановление с помощью сухих ремонтных составов; устройство железобетонных обойм и рубашек; одностороннее и двухстороннее наращивания сечения колонны; усиление стальными обоймами без обетонирования и с обетонированием стальных обойм* (таблица 2.1).

Работы по восстановлению эксплуатационных качеств железобетонных колонн состоят из *подготовительных, основных и заключительных работ*.

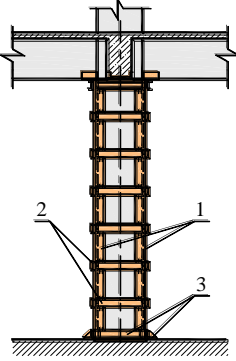
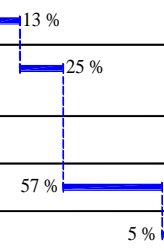
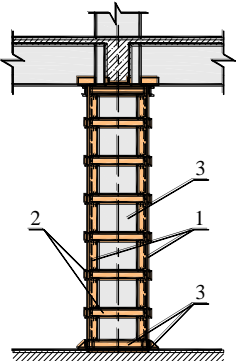
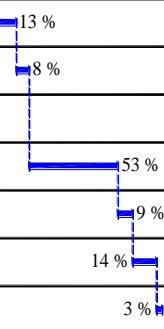
Таблица 2

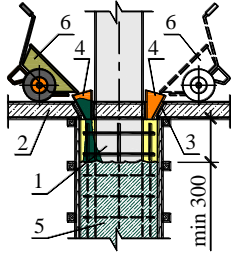
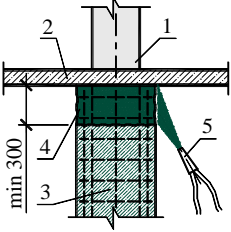
Структура и последовательность выполнения работ при восстановлении железобетонных колонн

Способ восстановления	Эскиз	Структура и последовательность выполнения работ									
1	2	3									
I При сопряжении колонны с любой конструкцией перекрытия											
<p><i>I Ремонт с помощью сухих ремонтных составов</i></p>	 <p>1 – колонна; 2 – арматура колонны; 3 – ремонтный состав</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="564 1069 785 1157">Структура работ</th> <th data-bbox="788 1069 964 1157">Последовательность и относительная трудоемкость выполнения работ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="564 1161 785 1201">1 Подготовительные работы</td> <td data-bbox="788 1161 964 1201">52 %</td> </tr> <tr> <td data-bbox="564 1206 785 1246">2 Подготовка поврежденных участков колонны</td> <td data-bbox="788 1206 964 1246">30 %</td> </tr> <tr> <td data-bbox="564 1251 785 1291">3 Нанесение ремонтных составов</td> <td data-bbox="788 1251 964 1291">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 %										

1	2	3																
II При сопряжении колонны с балочным монолитным или сборным перекрытием																		
<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 %
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 (коротыши, отгибы); 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 %
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 %																	

Продолжение таблицы 2

1	2	3																	
<p>4 Усиление колонны стальной обоймой</p>	 <p>1 – продольные уголки, установленные на растворе; 2 – предварительно напряженные поперечные планки; 3 – опорные уголки</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="563 201 785 288">Структура работ</th> <th data-bbox="785 201 966 288">Последовательность и относительная трудоемкость выполнения работ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="563 288 785 336">1 Подготовительные работы</td> <td data-bbox="785 288 966 336">13 %</td> </tr> <tr> <td data-bbox="563 336 785 408">2 Подготовка и восстановление поврежденных участков колонны</td> <td data-bbox="785 336 966 408">25 %</td> </tr> <tr> <td data-bbox="563 408 785 456">3 Устройство стальной обоймы усиления</td> <td data-bbox="785 408 966 456"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="563 456 785 504">3.1 Установка стальных элементов обоймы</td> <td data-bbox="785 456 966 504">57 %</td> </tr> <tr> <td data-bbox="563 504 785 552">3.2 Установка опорного башмока и оголовка</td> <td data-bbox="785 504 966 552">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 башмока 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 башмока и оголовка	5 %																		
<p>5 Усиление колонны стальной обоймой с бетонированием</p>	 <p>1 – продольные уголки; 2 – поперечные планки стальной обоймы; 3 – опорные уголки; 4 – бетонная обойма</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="563 871 785 959">Структура работ</th> <th data-bbox="785 871 966 959">Последовательность и относительная трудоемкость выполнения работ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="563 959 785 1007">1 Подготовительные работы</td> <td data-bbox="785 959 966 1007">13 %</td> </tr> <tr> <td data-bbox="563 1007 785 1054">2 Подготовка поврежденных участков колонны</td> <td data-bbox="785 1007 966 1054">8 %</td> </tr> <tr> <td data-bbox="563 1054 785 1102">3 Устройство стальной обоймы с бетонированием</td> <td data-bbox="785 1054 966 1102"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="563 1102 785 1150">3.1 Установка стальных элементов обоймы</td> <td data-bbox="785 1102 966 1150">53 %</td> </tr> <tr> <td data-bbox="563 1150 785 1198">3.2 Установка опалубки обоймы усиления</td> <td data-bbox="785 1150 966 1198">9 %</td> </tr> <tr> <td data-bbox="563 1198 785 1246">3.3 Подача и укладка бетонной смеси вручную</td> <td data-bbox="785 1198 966 1246">14 %</td> </tr> <tr> <td data-bbox="563 1246 785 1294">3.4 Демонтаж опалубки обоймы и уход за бетоном</td> <td data-bbox="785 1246 966 1294">3 %</td> </tr> </tbody> </table>	Структура работ	Последовательность и относительная трудоемкость выполнения работ	1 Подготовительные работы	13 %	2 Подготовка поврежденных участков колонны	8 %	3 Устройство стальной обоймы с бетонированием		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 %	
Структура работ	Последовательность и относительная трудоемкость выполнения работ																		
1 Подготовительные работы	13 %																		
2 Подготовка поврежденных участков колонны	8 %																		
3 Устройство стальной обоймы с бетонированием																			
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 %																		

1	2	3																								
III При сопряжении колонны с безбалочным плоским перекрытием																										
<p>6 <i>Формирование оголовка конструкции усиления через технологические отверстия</i></p>	 <p>1 – усиливаемая колонна; 2 – безбалочное плоское перекрытие; 3 – технологическое отверстие; 4 – распределительная воронка; 5 – бетон конструкции усиления; 6 – тележка для перевозки бетона</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>16 %</td> </tr> <tr> <td>3.3 Подача и укладка бетонной смеси в обойму</td> <td>22 %</td> </tr> <tr> <td>3.4 Демонтаж опалубки обоймы и уход за бетоном</td> <td>5 %</td> </tr> <tr> <td>4 Устройство оголовка конструкции усиления</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4.1 Установка опалубки оголовка</td> <td>2 %</td> </tr> <tr> <td>4.2 Подача и укладка бетонной смеси в оголовки</td> <td>2 %</td> </tr> <tr> <td>4.3 Демонтаж опалубки оголовка</td> <td>1 %</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	16 %	3.3 Подача и укладка бетонной смеси в обойму	22 %	3.4 Демонтаж опалубки обоймы и уход за бетоном	5 %	4 Устройство оголовка конструкции усиления		4.1 Установка опалубки оголовка	2 %	4.2 Подача и укладка бетонной смеси в оголовки	2 %	4.3 Демонтаж опалубки оголовка	1 %
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	16 %																									
3.3 Подача и укладка бетонной смеси в обойму	22 %																									
3.4 Демонтаж опалубки обоймы и уход за бетоном	5 %																									
4 Устройство оголовка конструкции усиления																										
4.1 Установка опалубки оголовка	2 %																									
4.2 Подача и укладка бетонной смеси в оголовки	2 %																									
4.3 Демонтаж опалубки оголовка	1 %																									
<p>7 <i>Устройство оголовка конструкции усиления торкретированием</i></p>	 <p>1 – усиливаемая колонна; 2 – безбалочное плоское перекрытие (покрытие); 3 – бетон конструкции усиления; 4 – торкретбетон; 5 – сопло торкрет-установки</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>17 %</td> </tr> <tr> <td>3.3 Подача и укладка бетонной смеси в обойму</td> <td>23 %</td> </tr> <tr> <td>3.4 Демонтаж опалубки обоймы и уход за бетоном</td> <td>5 %</td> </tr> <tr> <td>4 Устройство оголовка конструкции усиления</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4.1 Торкретирование оголовка колонны</td> <td>3 %</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	17 %	3.3 Подача и укладка бетонной смеси в обойму	23 %	3.4 Демонтаж опалубки обоймы и уход за бетоном	5 %	4 Устройство оголовка конструкции усиления		4.1 Торкретирование оголовка колонны	3 %				
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	17 %																									
3.3 Подача и укладка бетонной смеси в обойму	23 %																									
3.4 Демонтаж опалубки обоймы и уход за бетоном	5 %																									
4 Устройство оголовка конструкции усиления																										
4.1 Торкретирование оголовка колонны	3 %																									

Окончание таблицы 2

1	2	3																															
<p>8 Формирование оголовка конструкции и усиления бетонными вкладышами</p>	 <p>1 – усиливаемая колонна; 2 – безбалочное плоское перекрытие; 3 – бетон конструкции усиления; 4 – бетонные вкладыши на растворе с расширяющимся цементом; 5 – полужесткая цементно-песчаная смесь</p>	<p>Структура работ</p> <table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>Подготовительные работы</td> <td>13 %</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Подготовка поврежденных участков колонны</td> <td>7 %</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Устройство железобетонной обоймы</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.1</td> <td>Выполнение дополнительного армирования</td> <td>32 %</td> </tr> <tr> <td>3.2</td> <td>Установка опалубки обоймы усиления</td> <td>17 %</td> </tr> <tr> <td>3.3</td> <td>Подача и укладка бетонной смеси в обойму</td> <td>22 %</td> </tr> <tr> <td>3.4</td> <td>Демонтаж опалубки обоймы и уход за бетоном</td> <td>5 %</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Устройство оголовка конструкции усиления</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4.1</td> <td>Закладка оголовка бетонными вкладышами</td> <td>3 %</td> </tr> <tr> <td>4.2</td> <td>Зачеканка полужесткой смесью</td> <td>1 %</td> </tr> </table>	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	17 %	3.3	Подача и укладка бетонной смеси в обойму	22 %	3.4	Демонтаж опалубки обоймы и уход за бетоном	5 %	4	Устройство оголовка конструкции усиления		4.1	Закладка оголовка бетонными вкладышами	3 %	4.2	Зачеканка полужесткой смесью	1 %	<p>Последовательность и относительная трудоемкость выполнения работ</p> 
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	17 %																															
3.3	Подача и укладка бетонной смеси в обойму	22 %																															
3.4	Демонтаж опалубки обоймы и уход за бетоном	5 %																															
4	Устройство оголовка конструкции усиления																																
4.1	Закладка оголовка бетонными вкладышами	3 %																															
4.2	Зачеканка полужесткой смесью	1 %																															

Структура и последовательность выполнения работ при восстановлении железобетонных колонн различными способами приведены в таблице 2. Из таблицы 2 видно, что приведенные решения для каждой категории технического состояния железобетонных колонн реализуются на различных стадиях их ремонтов с характерной для них структурой и последовательностью работ. 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.

1. ТКП 45-1.04-208-2010. Здания и сооружения. Техническое состояние и обслуживание строительных конструкций и инженерных систем и оценка их пригодности к эксплуатации / МАиС РБ. – Минск : РУП «Стройтехнорм», 2011. – 27 с.