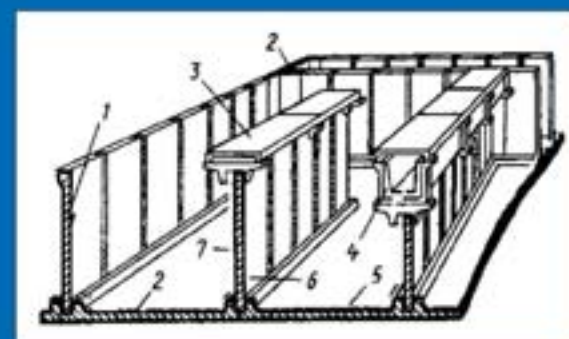
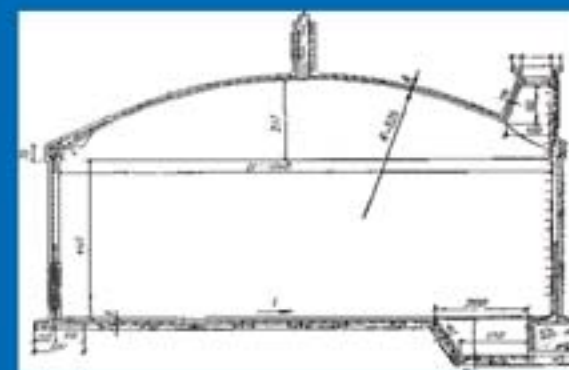
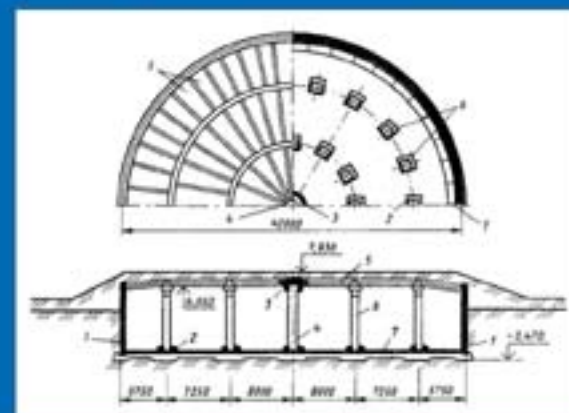


В.С. Плевков, А.И. Мальганов, И.В. Балдин

**ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ,  
ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УСИЛЕНИЕ  
СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ  
ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ**



**В.С. Плевков, А.И. Мальганов, И.В. Балдин**

# **ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ, ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УСИЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

Под редакцией В.С. Плевкова

*Рекомендовано Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего профессионального образования «Московский государственный строительный университет» (МГСУ) в качестве учебного пособия для студентов ВПО, обучающихся по программе магистров по направлению подготовки 270800 – «Строительство» по профилю «Промышленное и гражданское строительство»*



**Издательство АСВ**  
**Москва**  
2014

## **Рецензенты:**

профессор, д. т. н. **В.И. Колчунов**  
(Орловский государственный технический университет);  
профессор, д. т. н. **В.М. Митасов**  
(Новосибирский государственный строительный университет);  
профессор, д. т. н. **Б.С. Соколов**  
(Казанский государственный архитектурно-строительный университет)

**Плевков В.С., Мальганов А.И., Балдин И.В.**

Оценка технического состояния, восстановление и усиление строительных конструкций инженерных сооружений: Учебное пособие / Под ред. В.С. Плевкова. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство АСВ, 2014. – 328 с.

ISBN 978-5-93093-936-1

Пособие посвящено решению практических задач, возникающих при реконструкции инженерных сооружений. Оно подготовлено в виде атласа схем и чертежей и содержит более 1000 вариантов технических решений по восстановлению и усилению конструктивных элементов инженерных сооружений, получивших наибольшее распространение при реконструкции и ремонтно-восстановительных работах. Предлагаемые материалы являются логичным продолжением пособий авторов по восстановлению и усилению строительных конструкций, выпущенных Томским межотраслевым ЦНТИ и Томским государственным архитектурно-строительным университетом в 1989–2012 годах.

Пособие предназначено для инженерно-технических работников проектных и строительных организаций, других предприятий и учреждений, занимающихся ремонтом, восстановлением и реконструкцией инженерных сооружений, а также для преподавателей, аспирантов и студентов вузов и техникумов строительных специальностей.

ISBN 978-5-93093-936-1

© Плевков В.С., Мальганов А.И., Балдин И.В., 2014

© ООО «Издательство АСВ», 2014

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Пособие посвящено решению практических задач, возникающих при реконструкции инженерных сооружений. Оно предназначено для инженерно-технических работников проектных и строительных организаций, других предприятий и учреждений, занимающихся ремонтом, восстановлением и реконструкцией инженерных сооружений, для преподавателей, аспирантов и студентов вузов и техникумов строительных специальностей. Основная часть пособия подготовлена в виде атласа схем и чертежей, которые сопровождаются пояснительными текстами. Пособие состоит из пяти разделов.

В первом разделе дана оценка технического состояния строительных конструкций и элементов (бетонных и железобетонных, каменных и армокаменных, стальных) инженерных сооружений. В разделе приведены характерные дефекты и повреждения строительных конструкций инженерных сооружений. В данном разделе обобщены причины, вызывающие необходимость восстановления и усиления строительных конструкций инженерных сооружений. Предлагаются методики теоретической оценки ресурсов поврежденных строительных конструкций инженерных сооружений. Приводятся характерные дефекты и повреждения инженерных сооружений и отдельных строительных конструкций (плит и балок покрытий и перекрытий, оболочек, ферм, стен, колонн), а также приводятся основные мероприятия по их устранению.

Второй раздел посвящен вариантам восстановления и усиления силосных сооружений. Приводятся конструктивные решения, используемых силосных сооружений. В разделе дан анализ существующих

конструктивных схем и основных элементов сборных и монолитных железобетонных и стальных силосов. Предложены примеры восстановления и усиления основных конструктивных элементов (стены, днища, воронки, колонны, фундаменты) силосных сооружений. В третьем разделе приводятся конструктивные решения бункерных сооружений. Приводятся примеры усиления и восстановления конструктивных основных элементов бункеров (стен, воронок, покрытий, колонн, фундаментов).

Четвертый раздел посвящен восстановлению и усилению железобетонных и стальных резервуаров и их конструктивных элементов.

Пятый раздел, состоящий из отдельных подразделов, посвящен вариантам восстановления и усиления отдельных бетонных и железобетонных, каменных, армокаменных, стальных, а также комбинированных строительных конструкций, применяемых инженерных сооружений. Это плиты и балки покрытий и перекрытий: элементы днищ, стен и воронок; оболочки, столбы, простенки и перемычки кирпичных стен, колонны и фундаменты; узлы сопряжения отдельных элементов и конструкций. В данном разделе приводятся также технические решения по восстановлению и защите от действия внешней среды строительных конструкций инженерных сооружений.

Всего в пособии приведено более 1000 вариантов технических решений по восстановлению и усилению конструктивных элементов инженерных сооружений, получивших наибольшее распространение при реконструкции и ремонтно-восстановительных работах.

Предлагаемые материалы являются логическим продолжением пособий авторов по восстановлению и усилению строительных конструкций, выпущенных Томским межотраслевым ЦНТИ и Томским государственным архитектурно-строительным университетом в 1989-2012 годах.

Основой для подготовки пособий послужили результаты многолетней работы авторов по обследованию и оценке технического состояния, разработке мероприятий по усилению и восстановлению строительных конструкций зданий и инженерных сооружений, а также обобщенный опыт других организаций и специалистов. Материалы пособия используются в учебном процессе Томского государственного архитектурно-строительного университета.

Основные разделы пособия переведены на английский и французский языки и используются в некоторых странах в качестве пособий для студентов.

Раздел пособия, связанный с организацией и проведением обследования технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений, принят в качестве пособия для Министерства обороны Российской Федерации.

Разделы пособия, связанные с восстановлением и усилением ограждающих строительных конструкций зданий и сооружений рекомендованы Министерством общего и профессионального образования РФ в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по всем строительным специальностям.

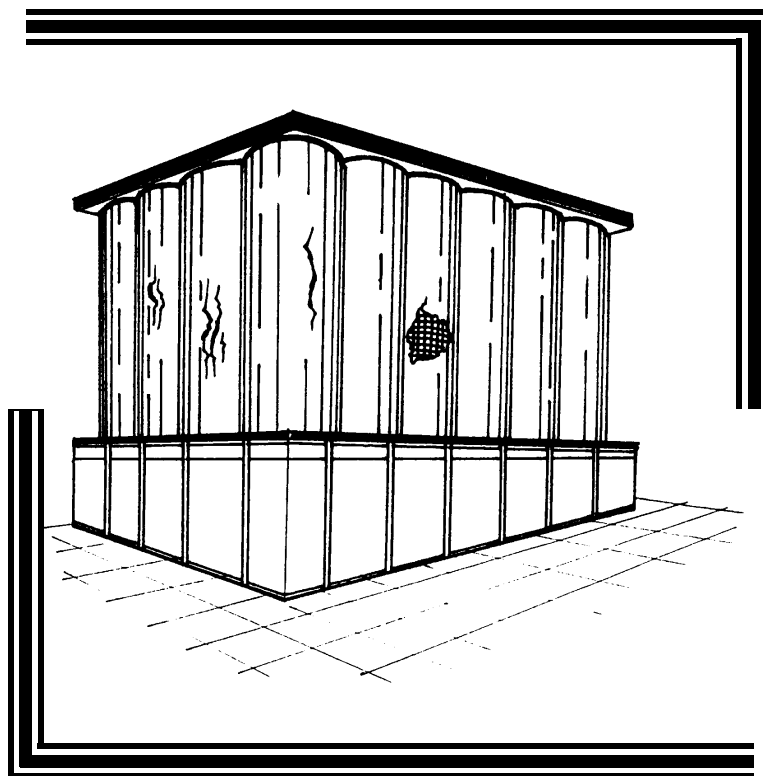
Авторы благодарят все организации, высказавшие свои замечания и пожелания при подготовке материалов к печати, а также рецензентов книги:

профессора, д. т. н. В.И. Колчунова (Белгородская государственная технологическая академия строительных материалов);

профессора, д. т. н. В.М. Митасова (Новосибирский государственный строительный университет);

профессора, д. т. н. Б.С. Соколова (Казанская государственная архитектурно-строительная академия)

Пожелания и замечания по пособию направлять по адресу:  
634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, ТГАСУ, кафедра железобетонных и каменных конструкций

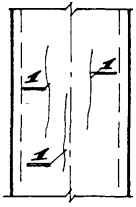
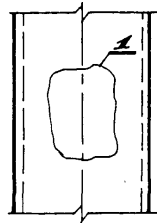
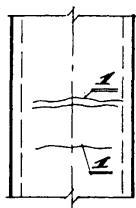
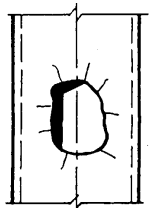
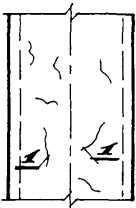
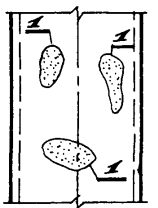

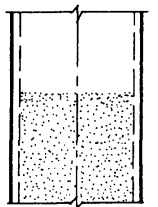
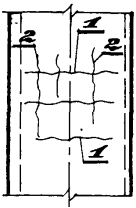
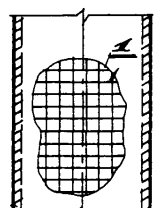


# РАЗДЕЛ 1

## ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ


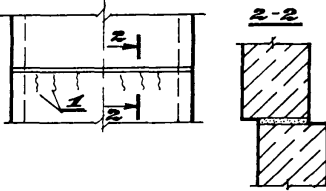
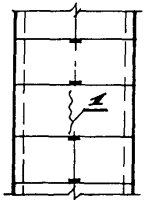
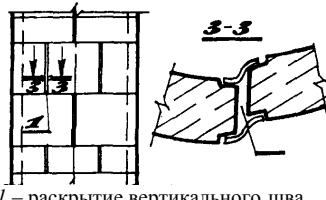
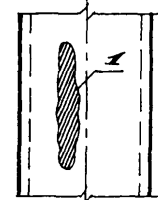

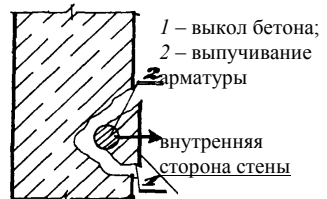


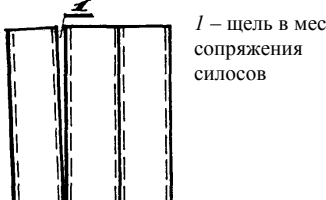
# ХАРАКТЕРНЫЕ ДЕФЕКТЫ И ПОВРЕЖДЕНИЯ СТЕН ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СИЛОСОВ

лист 6

ДАННЫЕ О ХАРАКТЕРНЫХ ДЕФЕКТАХ И ПОВРЕЖДЕНИЯХ				ДАННЫЕ О ХАРАКТЕРНЫХ ДЕФЕКТАХ И ПОВРЕЖДЕНИЯХ			
Вид повреждения	Схема повреждения	Причина повреждения	Мероприятия по устранению дефектов и повреждений	Вид повреждения	Схема повреждения	Причина повреждения	Мероприятия по устранению дефектов и повреждений
Вертикальные трещины	 1 – вертикальные трещины	Перегрузка, занижена кольцевая арматура, температурные воздействия	Усиление стен по расчету	Замкнутые трещины	 1 – замкнутая трещина	Повышенное давление воздуха при пневматической разгрузке, при засорении выходных отверстий	Конструктивное локальное усиление
Горизонтальные трещины	 1 – горизонтальные трещины	Нарушение технологических правил бетонирования (повреждение скользящей опалубкой в процессе схватывания бетона)	Усиление стен по расчету	Вырыв боковой поверхности	 1 – отверстие; 2 – хаотично направленные трещины по периметру проема	Взрыв хранимого сыпучего материала или смесей на его основе	Усиление стен по расчету
Усадочные трещины	 1 – усадочные трещины хаотичного направления	Усадочные деформации бетона	Затирка или шпатлевка поверхностных трещин, инъектирование глубинных трещин	Отслоение лещадок защитного слоя бетона	 1 – отслоившиеся лещадки защитного слоя бетона с наружной или внутренней стороны	Огневое воздействие при пожаре, давление новообразований (солей, льда)	Конструктивное восстановление поврежденных участков
Раздавливание бетона	 1 – горизонтальные трещины; 2 – вертикальные локальные трещины; 3 – отслоение бетона	Перегрузка, занижена прочность бетона	Усиление стен по расчету	Шелушение поверхности бетона	 1 – шелушение поверхности бетона с наружной или внутренней стороны	Воздействие агрессивных сред, попеременное увлажнение и высыхание, замораживание и оттаивание	Восстановление поверхности бетона, защита от воздействия среды
Трещины вдоль арматуры, подтеки ржавчины	 1 – трещины вдоль горизонтальной арматуры; 2 – трещины вдоль вертикальной арматуры	Коррозия арматуры вследствие нарушения защитного слоя бетона и воздействия агрессивных сред	В зависимости от степени коррозии усиление стен по расчету или конструктивные мероприятия	Оголение и обрыв арматуры с внутренней стороны	 1 – оголенная или оборванная рабочая арматура	Механическое воздействие сыпучего материала (возможно вместе с температурными воздействиями)	Усиление стен по расчету

# ХАРАКТЕРНЫЕ ДЕФЕКТЫ И ПОВРЕЖДЕНИЯ СТЕН ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СИЛОСОВ

лист 7

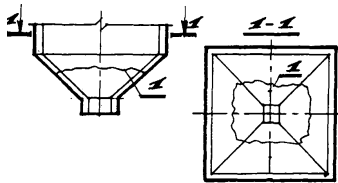
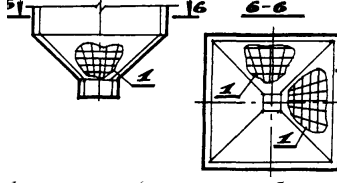
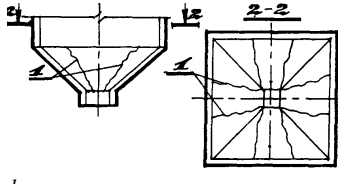
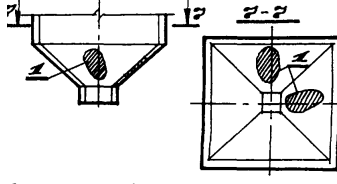
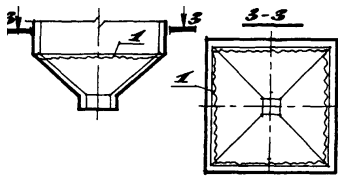
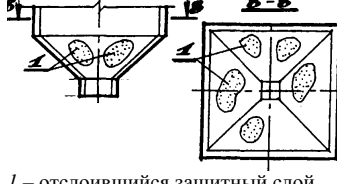
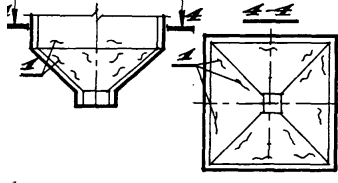
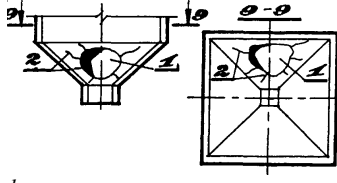
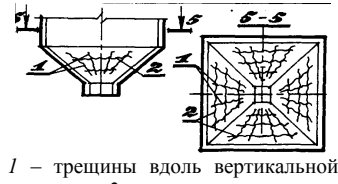
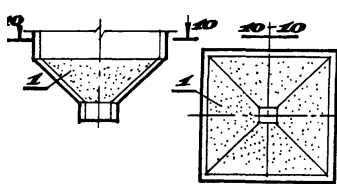
ДАННЫЕ О ХАРАКТЕРНЫХ ДЕФЕКТАХ И ПОВРЕЖДЕНИЯХ				ДАННЫЕ О ХАРАКТЕРНЫХ ДЕФЕКТАХ И ПОВРЕЖДЕНИЯХ			
Вид повреждения	Схема повреждения	Причина повреждения	Мероприятия по устранению дефектов и повреждений	Вид повреждения	Схема повреждения	Причина повреждения	Мероприятия по устранению дефектов и повреждений
Вертикальные трещины	 <p>1 – вертикальная трещина</p>	Эллипсность при возведении круглых стен, приводящая к возникновению дополнительных изгибающих моментов	Усиление стен по расчету	Мелкие трещины в зоне стыка сборных элементов	 <p>1 – мелкие вертикальные трещины</p>	Местная перегрузка за счет горизонтального смещения сборных элементов по ярусам	Конструктивное усиление стыков
Вертикальные трещины	 <p>1 – вертикальная трещина</p>	Податливость сварных соединений смежных колец	Усиление сварных соединений и восстановление поврежденных колец	Раскрытие вертикального шва между сборными элементами	 <p>1 – раскрытие вертикального шва</p>	Несоосность сборных панелей одного яруса, приводящая к податливости закладных деталей	Конструктивное усиление стыков
Сквозные бреш	 <p>1 – сквозная бреш</p>	Разрушение стен с внутренней стороны из-за механического истирания при загрузке	Усиление стен по расчету	Выпучивание стен с образованием вертикальных и горизонтальных трещин	 <p>1 – вертикальные трещины; 2 – горизонтальные трещины воронка</p>	Перегрузка за счет возникновения дополнительных усилий от воронки	Усиление стен по расчету
Выколы бетона с внутренней стороны и отслоение арматуры	 <p>1 – выкол бетона; 2 – выпучивание арматуры внутренняя сторона стены</p>	Температурные воздействия сыпучего материала, неравномерное остывание стен по сечению	Усиление стен по расчету	«Пыление» в зоне перекрытий силосов	 <p>1 – «пыление» сыпучего материала; 2 – горизонтальная трещина</p>	Нарушение герметичности в зоне сопряжения перекрытия со стенами силоса с образованием трещин	Конструктивное усиление стыка
Скалывание бетона возле стыка сборных элементов	 <p>1 – скалывание бетона сборных элементов горизонтальный шов</p>	Низкая прочность раствора в горизонтальном шве, утолщенный шов	Конструктивное усиление стыка сборных элементов	Нарушение связи между смежными силосами	 <p>1 – щель в месте сопряжения силосов</p>	Неравномерные осадки фундаментов, отклонения силосов от вертикали при возведении	Усиление по расчету

# ХАРАКТЕРНЫЕ ДЕФЕКТЫ И ПОВРЕЖДЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ВОРОНОК СИЛОСОВ

ЛИСТ 8

ДАННЫЕ О ХАРАКТЕРНЫХ ДЕФЕКТАХ И ПОВРЕЖДЕНИЯХ

ДАННЫЕ О ХАРАКТЕРНЫХ ДЕФЕКТАХ И ПОВРЕЖДЕНИЯХ

Вид повреж-дения	Схема повреждения	Причина повреждения	Мероприятия по устранению дефектов и повреж-дений	Вид повреж-дения	Схема повреждения	Причина повреждения	Мероприятия по устранению дефектов и повреж-дений
Горизонтальные трещины	 <p>1 – горизонтальная трещина</p>	Перегрузка, занижена вертикальная арматура	Усиление по расчету	Оголение и выпучивание арматуры с внутренней стороны	 <p>1 – оголенная (выпученная, оборванная) арматура</p>	Абразивное воздействие сыпучего материала, температурные воздействия сыпучего материала	Усиление по расчету
Вертикальные трещины	 <p>1 – вертикальная трещина</p>	Перегрузка, занижена горизонтальная арматура	Усиление по расчету	Сквозные брешы	 <p>1 – сквозная брешь</p>	Абразивное воздействие сыпучего материала при загрузке и разгрузке	Усиление по расчету
Трещина в месте сопряжения со стенами	 <p>1 – кольцевая трещина</p>	Перегрузка, занижено армирование узла сопряжения	Усиление по расчету	Отслоение защитного слоя бетона	 <p>1 – отслоившийся защитный слой бетона</p>	Огневое воздействие при пожаре, давление новообразований (солей, льда)	В зависимости от степени повреждения усиление по расчету или конструктивные мероприятия
Усадочные трещины	 <p>1 – усадочные трещины хаотичного направления</p>	Усадочные деформации бетона	Затирка или шпатлевка поверхностных трещин, инъектирование глубоких трещин	Вырыв стенки	 <p>1 – отверстие; 2 – лигеобразные трещины</p>	Взрыв сыпучего материала	Усиление по расчету
Трещины вдоль арматуры	 <p>1 – трещины вдоль вертикальной арматуры; 2 – трещины вдоль горизонтальной арматуры</p>	Коррозия арматуры вследствие нарушения защитного слоя бетона и воздействия агрессивных сред	В зависимости от степени коррозии усиление по расчету или конструктивные мероприятия	Шелушение поверхности бетона	 <p>1 – шелушение поверхности бетона</p>	Воздействие агрессивных сред, температурно-влажностные воздействия	Восстановление поверхности бетона, защита от воздействия среды

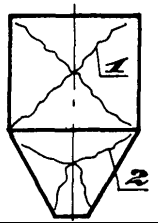
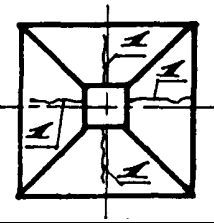
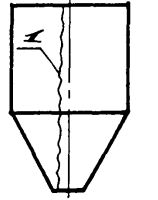

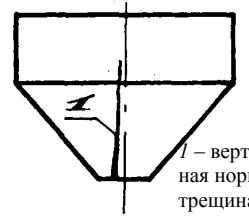
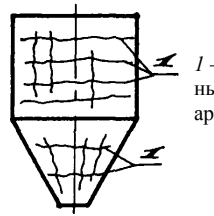
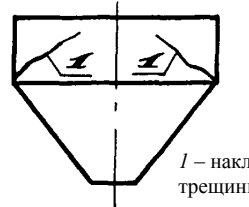
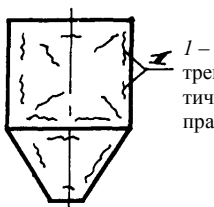
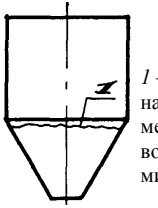
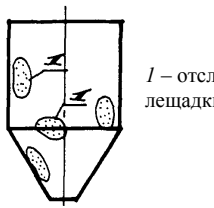


# ХАРАКТЕРНЫЕ ДЕФЕКТЫ И ПОВРЕЖДЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БУНКЕРОВ

ЛИСТ 9

ДАННЫЕ О ХАРАКТЕРНЫХ ДЕФЕКТАХ И ПОВРЕЖДЕНИЯХ

ДАННЫЕ О ХАРАКТЕРНЫХ ДЕФЕКТАХ И ПОВРЕЖДЕНИЯХ

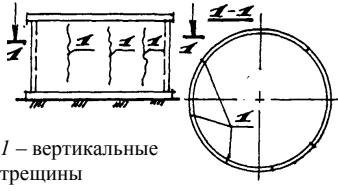
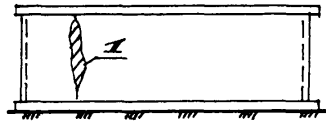

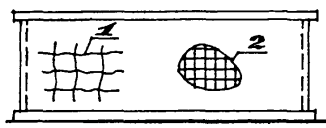
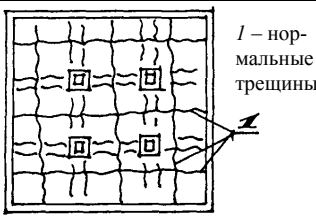
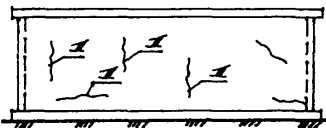
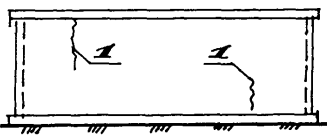
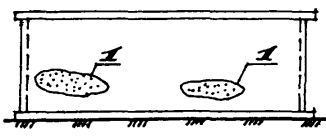
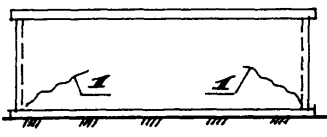
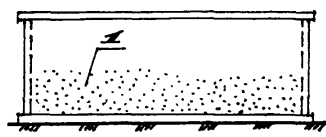
Вид повреждения	Схема повреждения	Причина повреждения	Мероприятия по устранению дефектов и повреждений	Вид повреждения	Схема повреждения	Причина повреждения	Мероприятия по устранению дефектов и повреждений
Диагональные трещины	 <p>1 – диагональные трещины в стене; 2 – диагональные трещины в воронке</p>	Местный изгиб в результате перегрузки	Усиление по расчету	Разрыв воронки	 <p>1 – трещины в воронке</p>	Разрыв стенок воронки в результате перегрузки	Усиление по расчету
Вертикальные трещины	 <p>1 – вертикальная трещина в стене и воронке</p>	Разрыв стен и воронки от горизонтальных усилий в результате перегрузки	Усиление по расчету	Вертикальные и горизонтальные трещины	 <p>1 – вертик. трещины 2 – гориз. трещины</p>	Перегрузка, повреждение рабочей арматуры	Усиление по расчету
Вертикальные трещины в воронке и нижней части стены	 <p>1 – вертикальная нормальная трещина</p>	Общий изгиб бункера в своей плоскости по нормальному сечению	Усиление по расчету	Трещины вдоль арматуры	 <p>1 – трещины вдоль арматуры</p>	Коррозия арматуры в результате нарушения защитного слоя бетона или воздействия агрессивных сред	Усиление по расчету, защита от коррозии
Наклонные трещины в нижней части стены	 <p>1 – наклонные трещины</p>	Общий изгиб бункера в своей плоскости по наклонному сечению	Усиление по расчету	Усадочные трещины	 <p>1 – усадочные трещины хаотичного направления</p>	Температурно-влажностные деформации бетона	Затирка поверхностных трещин, инъектирование глубоких трещин
Отрыв воронки	 <p>1 – горизонтальная трещина в месте сопряжения воронки со стенами</p>	Отрыв воронки в результате перегрузки	Усиление по расчету	Отслоение лещадок бетона	 <p>1 – отслоившиеся лещадки бетона</p>	Огневое воздействие при пожаре, давление новообразований (солей, льда)	Усиление по расчету, восстановление поврежденных участков

# ХАРАКТЕРНЫЕ ДЕФЕКТЫ И ПОВРЕЖДЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МОНОЛИТНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

лист 10

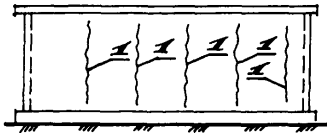
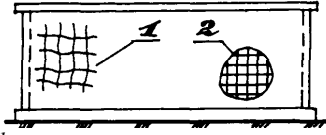
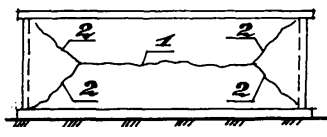
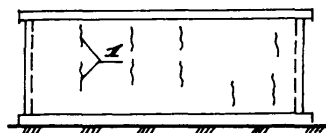
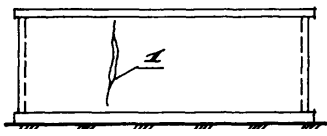
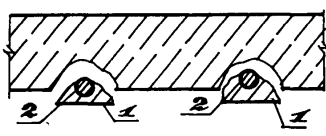
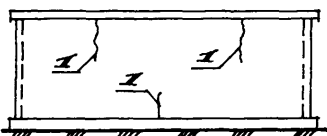
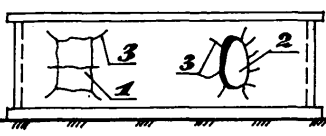
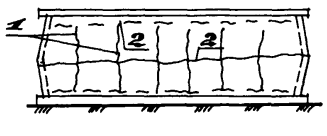
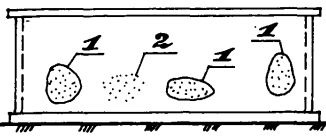
ДАННЫЕ О ХАРАКТЕРНЫХ ДЕФЕКТАХ И ПОВРЕЖДЕНИЯХ

ДАННЫЕ О ХАРАКТЕРНЫХ ДЕФЕКТАХ И ПОВРЕЖДЕНИЯХ

Вид повреждения	Схема повреждения	Причина повреждения	Мероприятия по устранению дефектов и повреждений	Вид повреждения	Схема повреждения	Причина повреждения	Мероприятия по устранению дефектов и повреждений
Вертикальные сквозные трещины в стенах цилиндрических резервуаров	 1 – вертикальные трещины	Перегрузка, недостаточная площадь и предварительное напряжение кольцевой арматуры	Усиление стен по расчету	Сквозная вертикальная брешь	 1 – сквозная вертикальная брешь	Разрыв горизонтальной арматуры в результате перегрузки или коррозии	Усиление стены по расчету
Диагонально-горизонтальные трещины в стенах прямоугольных резервуаров	 1 – диагональные трещины; 2 – горизонтальные трещины; 3 – вертикальные трещины	Перегрузка, снижение несущей способности	Усиление стен по расчету	Трещины вдоль арматуры, оголение арматуры	 1 – трещина в защитном слое бетона вдоль арматуры; 2 – оголение арматуры	Коррозия арматуры вследствие воздействия агрессивной среды	Усиление стен, защита от коррозии
Трещины в плите днища или покрытия резервуара	 1 – нормальные трещины	Излом плиты днища или покрытия из-за перегрузки или снижения несущей способности	Усиление плит по расчету	Температурно-усадочные трещины	 1 – температурно-усадочные трещины хаотичного направления	Усадочные и температурные деформации бетона	Затирка или шпатлевка поверхностных трещин, инъектирование глубоких трещин
Вертикальные трещины в верхней или нижней частях стен	 1 – вертикальные трещины	Общий изгиб резервуара из-за неравномерных деформаций грунтов основания	Усиление стен, упрочнение грунтов основания	Отслоение лещадок защитного слоя бетона	 1 – отслоение лещадок защитного слоя бетона	Огневое воздействие при пожаре. Давление новообразований (солей, льда)	Восстановление поврежденных участков
Наклонные трещины в стенах	 1 – наклонные трещины	Общий изгиб резервуара из-за неравномерных деформации грунтов основания	Усиление стен, упрочнение грунтов основания	Шелушение поверхности бетона	 1 – шелушение поверхности бетона	Воздействие агрессивных сред. Попеременное увлажнение и высыхание, замораживание и оттаивание	Восстановление поверхности бетона, защита от воздействия внешней среды

## ХАРАКТЕРНЫЕ ДЕФЕКТЫ И ПОВРЕЖДЕНИЯ СТЕН СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

лист 11

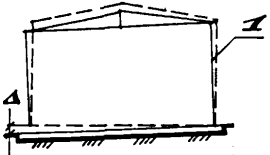
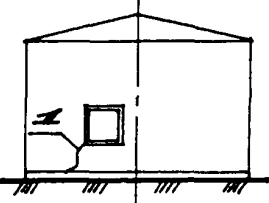
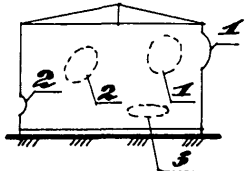
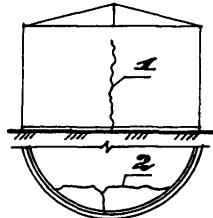
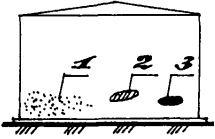
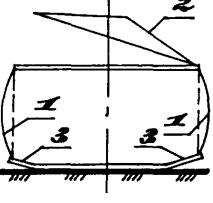

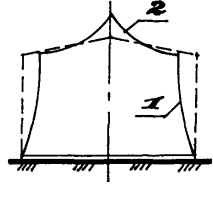
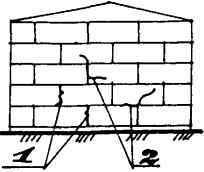
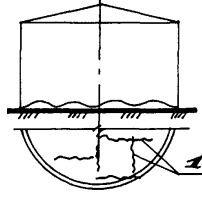
ДАННЫЕ О ХАРАКТЕРНЫХ ДЕФЕКТАХ И ПОВРЕЖДЕНИЯХ				ДАННЫЕ О ХАРАКТЕРНЫХ ДЕФЕКТАХ И ПОВРЕЖДЕНИЯХ			
Вид повреждения	Схема повреждения	Причина повреждения	Мероприятия по устранению дефектов и повреждений	Вид повреждения	Схема повреждения	Причина повреждения	Мероприятия по устранению дефектов и повреждений
Вертикальные трещины в швах между стеновыми панелями	 <i>1</i> – вертикальные трещины в швах между панелями	Перегрузка, снижение несущей способности, потери предварительного напряжения	Усиление по расчету	Трещины вдоль арматуры, отслоение защитного слоя бетона	 <i>1</i> – трещины вдоль арматуры <i>2</i> – отслоение защитного слоя бетона	Коррозия арматуры в результате нарушения защитного слоя бетона или воздействия агрессивной среды	Усиление по расчету, защита от коррозии
Горизонтальные и диагональные трещины в стеновых панелях прямоугольных резервуаров	 <i>1</i> – горизонтальная трещина; <i>2</i> – диагональные трещины	Перегрузка, снижение несущей способности стеновых панелей	Усиление по расчету	Температурно-усадочные трещины	 <i>1</i> – температурно-усадочные трещины в швах между стеновыми панелями	Температурно-влажностные деформации бетона	Затирка поверхностных трещин, инъектирование глубоких трещин
Сквозная вертикальная брешь в швах между панелями	 <i>1</i> – сквозная вертикальная брешь между стеновыми панелями	Разрыв горизонтальной арматуры и закладных деталей в результате перегрузки и коррозии	Усиление по расчету	Выколы бетона и отслоение арматуры	 <i>1</i> – выкол бетона; <i>2</i> – выпучивание арматуры	Температурные воздействия хранимой жидкости, неравномерное остывание стен по сечению	Усиление стен по расчету
Вертикальные трещины в верхней или нижней части стеновых панелей	 <i>1</i> – вертикальные трещины	Общие деформации резервуара из-за неравномерных деформаций грунтов основания	Усиление стен, упрочнение грунтов основания	Локальное выпучивание или вырыв боковой поверхности	 <i>1</i> – участок выпучивания; <i>2</i> – отверстие; <i>3</i> – трещины	Повышенное внутреннее давление, взрыв газовой смеси	Усиление стен по расчету, восстановление поврежденных участков
Выпучивание стен с образованием вертикальных и горизонтальных трещин	 <i>1</i> – вертикальные трещины; <i>2</i> – горизонтальные трещины	Перегрузка, потеря несущей способности стеновых панелей	Усиление по расчету	Отслоение лещадок бетона, шелушение бетона	 <i>1</i> – отслоившиеся лещадки бетона; <i>2</i> – шелушение бетона	Воздействие высоких температур при пожаре, давление новообразований (солей, льда), воздействие агрессивных сред	Усиление по расчету, восстановление поврежденных участков и защита от воздействия среды

# ХАРАКТЕРНЫЕ ДЕФЕКТЫ И ПОВРЕЖДЕНИЯ СТАЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

ЛИСТ 12

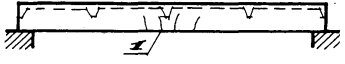
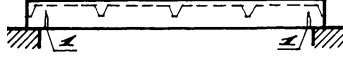
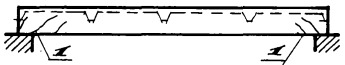

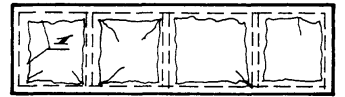
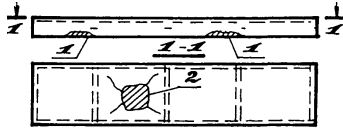

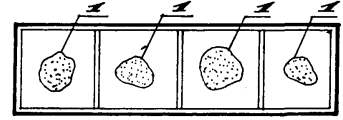

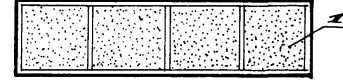
ДАННЫЕ О ХАРАКТЕРНЫХ ДЕФЕКТАХ И ПОВРЕЖДЕНИЯХ

ДАННЫЕ О ХАРАКТЕРНЫХ ДЕФЕКТАХ И ПОВРЕЖДЕНИЯХ

Виды повреждений	Схема повреждения	Причина повреждения	Мероприятия по устранению дефектов и повреждений	Виды повреждений	Схема повреждения	Причина повреждения	Мероприятия по устранению дефектов и повреждений
Деформации стен	 <p>1 – отклонение стен от проектного положения</p>	Неравномерные осадки основания	Усиление по расчету	Разрыв стены в зоне монтажного проема	 <p>1 – трещина в стене</p>	Неправильная форма монтажного проема, неудовлетворительная сварка соединений углов обрешетки	Усиление по расчету
Выпучины или вмятины на стенке, гофры	 <p>1 – местные выпучины (хлопуны); 2 – местные вмятины; 3 – гофры</p>	Избыточное давление или вакуум, потеря устойчивости отдельных листов	Усиление по расчету	Разрыв стены и днища	 <p>1 – трещина в стене; 2 – трещина в днище</p>	Дефекты стали или сварки, ослабление листов коррозией, применение кипящей стали, склонной к хрупкому излому	Усиление по расчету
Уменьшение толщины листов стенки, раковины, сквозные поражения	 <p>1 – уменьшение толщины листов; 2 – коррозионные раковины; 3 – сквозные коррозионные поражения</p>	Коррозия стальных листов, сварных швов	Усиление по расчету	Выпучивание стен, сброс покрытия	 <p>1 – выпучивание стен с образованием разрывов; 2 – сброс покрытия; 3 – отрыв днища от основания</p>	Взрыв паров нефтепродуктов	Восстановление или демонтаж
Дефекты вертикальных сварных соединений	 <p>1 – непровары; 2 – цепочка газовых пор; 3 – шлаковые включения</p>	Дефекты сварки	Восстановление сварных соединений	Потеря устойчивости стен и покрытия	 <p>1 – потеря устойчивости стен; 2 – потеря устойчивости покрытия</p>	Разрежение воздуха внутри резервуара вследствие быстрого (аварийного) вытекания жидкости	Восстановление или демонтаж
Трещины в сварных соединениях и по основному металлу	 <p>1 – трещины по сварным соединениям; 2 – трещины по основному металлу</p>	Дефекты сварки, перегрузка, ослабление коррозией	Восстановление сварных соединений, замена отдельных листов	Разрыв сварных швов днища	 <p>1 – разрывы сварных швов</p>	Волнистая форма днища из-за неправильного режима сварки, приводящая к разрыву сварных швов под давлением жидкости	Усиление по расчету, заполнение цементным раствором пустот под гребнями

# ХАРАКТЕРНЫЕ ДЕФЕКТЫ И ПОВРЕЖДЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЙ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

лист 13

ДАННЫЕ О ХАРАКТЕРНЫХ ДЕФЕКТАХ И ПОВРЕЖДЕНИЯХ				ДАННЫЕ О ХАРАКТЕРНЫХ ДЕФЕКТАХ И ПОВРЕЖДЕНИЯХ			
Вид повреж-дения	Схема повреждения	Причина повреждения	Мероприятия по устранению дефектов и повреждений	Вид повреж-дения	Схема повреждения	Причина повреждения	Мероприятия по устранению дефектов и повреждений
Нормальные трещины в растянутой зоне	 <i>l</i> – нормальные трещины	Действие изгибающего момента при перегрузке. Уменьшение диаметра арматуры	Усиление по расчету нормальных сечений	Приопорные трещины	 <i>l</i> – приопорные трещины	Нарушение анкеровки арматуры	Усиление опорных участков плиты
Наклонные трещины у опор	 <i>l</i> – наклонные трещины	Действие поперечной силы при перегрузке. Снижение прочности бетона	Усиление по расчету наклонных сечений	Нормальные трещины в сжатой зоне	 <i>l</i> – нормальные трещины в сжатой зоне	Повреждения при перевозке и складировании, большие усилия обжатия предварительно напряженной арматуры	Конструктивное усиление
Усадочные трещины	 <i>l</i> – усадочные трещины	Усадочные и температурно-влажностные деформации бетона	Шпатлевка поверхностных трещин, инъектирование глубоких трещин	Сколы бетона, продавливание полки	 <i>1</i> – сколы бетона <i>2</i> – продавливание полки	Повреждения при перевозке, складировании и эксплуатации	Восстановление разрушенных участков
Трещины вдоль арматуры	 <i>l</i> – трещины вдоль арматуры	Коррозия арматуры в результате нарушения защитного слоя, бетона и воздействия агрессивных сред	Восстановление защитного слоя бетона. Усиление плиты по расчету	Отслоение лещадок бетона	 <i>l</i> – отслоение лещадок бетона	Огневое воздействие, коррозия арматуры, давление новообразований (солей, льда)	Восстановление поврежденных участков, защита от агрессивного воздействия среды
Трещины в полках плит	 <i>l</i> – трещины в полке плиты	Действие изгибающего момента при перегрузке	Усиление полков по расчету	Шелушение поверхности бетона	 <i>l</i> – шелушение поверхности бетона	Воздействие агрессивных сред, попеременное увлажнение-высыхание, замораживание-оттаивание	Защита от воздействия среды, восстановление поврежденных поверхностей

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	3	5.4	ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ И ЗАЩИТЕ ОТ ДЕЙСТВИЯ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ. ....	267
РАЗДЕЛ 1. ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ. ....	5			
РАЗДЕЛ 2. ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УСИЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СИЛОСНЫХ СООРУЖЕНИЙ. ....	39		БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК. ....	313
РАЗДЕЛ 3. ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УСИЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ БУНКЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ. ....	69			
РАЗДЕЛ 4. ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УСИЛЕНИЕ РЕЗЕРВУАРОВ. ....	85			
РАЗДЕЛ 5. ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УСИЛЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ. ....	103			
5.1 УСИЛЕНИЕ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ. ....	135			
5.2 УСИЛЕНИЕ КАМЕННЫХ И АРМОКАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ. ....	233			
5.3 УСИЛЕНИЕ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ. ....	249			

Учебное пособие

Василий Сергеевич Плевков  
Анатолий Иванович Мальганов  
Игорь Владимирович Балдин

# ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ, ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УСИЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

2-е изд., перераб. и доп

Под редакцией В.С. Плевкова

Редактор *Г.Г. Семухина*  
Технический редактор *Н.В. Удлер*  
Дизайн обложки: *Н.С. Романова*

Оригинал-макет изд-ва Томского государственного  
архитектурно-строительного университета

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98.  
Подписано в печать 28.02.2014. Формат 60x84/8.  
Гарнитура «Times». Печать офсетная.  
Усл.-печ. л. 41. Тираж 500 экз. Заказ № .

ООО «Издательство АСВ», 129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, отдел реализации – оф. 511,  
тел/факс: 8 (499) 183-56-83  
e-mail: [iasv@mgsu.ru](mailto:iasv@mgsu.ru); [www.iasv.ru](http://www.iasv.ru)