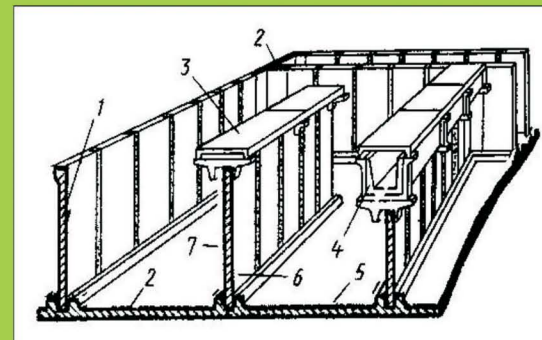
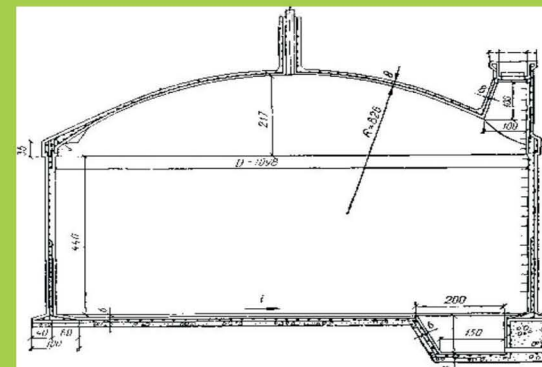
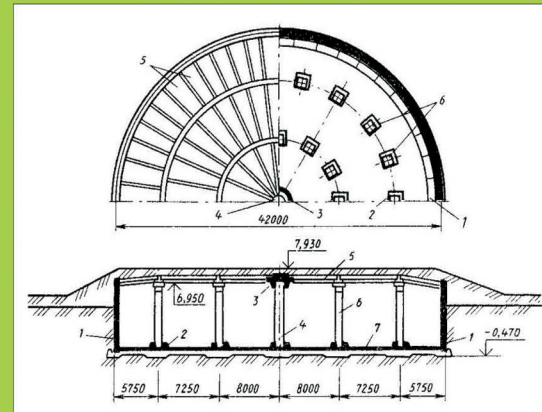


В.С. Плевков, А.И. Мальганов, И.В. Балдин

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



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

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

Под редакцией В.С. Плевкова



**Издательство АСВ  
Москва  
2011**

**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., Малъганов А.И., Балдин И.В.**

Оценка технического состояния, восстановление и усиление строительных конструкций инженерных сооружений: Учебное издание / Под ред. В.С. Плевкова. — М.: Издательство АСВ, 2011. — 316 с.

ISBN 978-5-93093-814-2

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, полученных наиболее распространенные 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 1989–2008 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.

© Плевков В.С., Малъганов А.И., Балдин И.В., 2011  
ISBN 978-5-93093-814-2      © ООО «Издательство АСВ», 2011

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Книга посвящена решению практических задач, возникающих при реконструкции инженерных сооружений. Она предназначена 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, 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 конструктивных основных 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; 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 1989-2010 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:

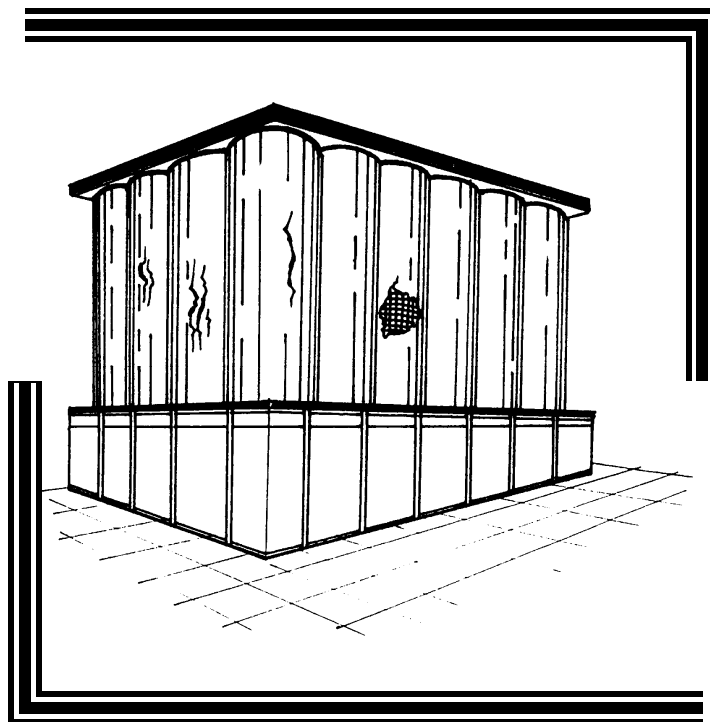
профессора, д. т. н. В.И. Колчунова (Орловский государственный технический университет);

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

профессора, д. т. н. Б.С. Соколова (Казанский государственный архитектурно-строительный университет)

Пожелания и замечания по пособию направлять по адресу:

634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, ТГАСУ, кафедра железобетонных и каменных конструкций



# РАЗДЕЛ 1

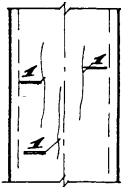
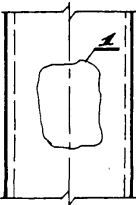
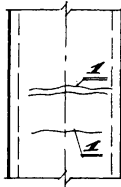
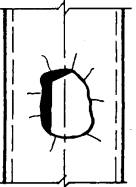
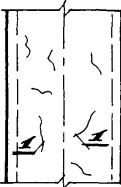
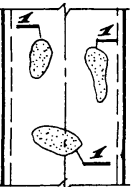
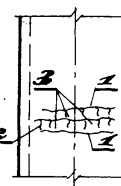
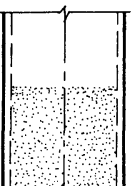
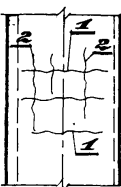
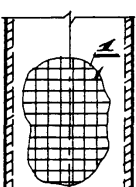
**ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ  
КОНСТРУКЦИЙ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

# ХАРАКТЕРНЫЕ ДЕФЕКТЫ И ПОВРЕЖДЕНИЯ СТЕН ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СИЛОСОВ

ЛИСТ 6

ДАННЫЕ О ХАРАКТЕРНЫХ ДЕФЕКТАХ И ПОВРЕЖДЕНИЯХ

*Продолжение табл. 1.1*

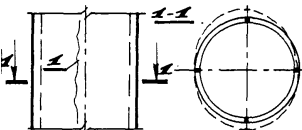
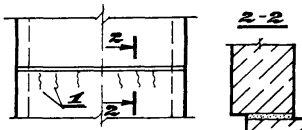
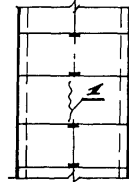
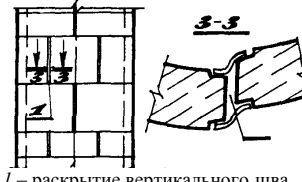
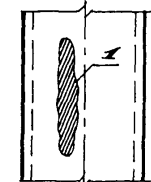

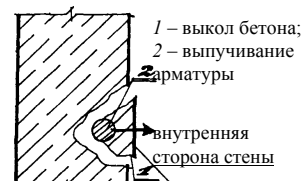
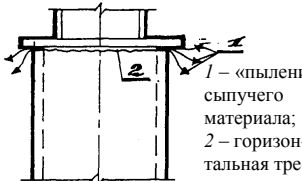

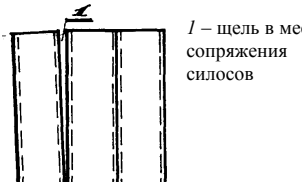
Вид повреждения	Схема повреждения	Причина повреждения	Мероприятия по устранению дефектов и повреждений	Вид повреждения	Схема повреждения	Причина повреждения	Мероприятия по устранению дефектов и повреждений
Вертикальные трещины	 1 – вертикальные трещины	Перегрузка, занижена кольцевая арматура, температурные 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 опалубки 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

*Продолжение табл. 1.1*

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

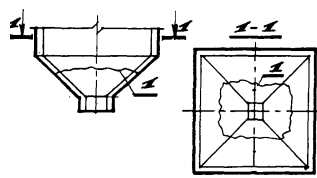
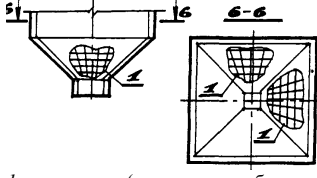
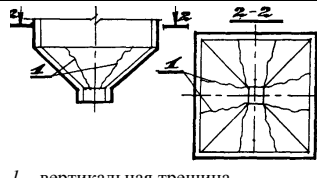
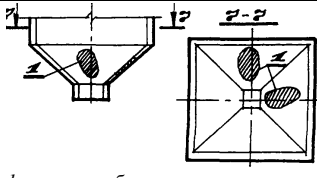





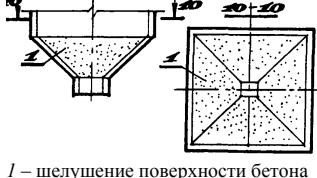


# ХАРАКТЕРНЫЕ ДЕФЕКТЫ И ПОВРЕЖДЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ВОРОНОК СИЛОСОВ

ЛИСТ 8

ДАННЫЕ О ХАРАКТЕРНЫХ ДЕФЕКТАХ И ПОВРЕЖДЕНИЯХ

*Продолжение таблицы*

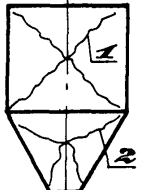
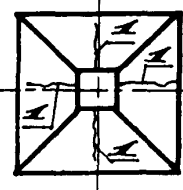
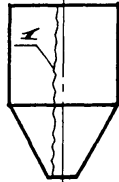
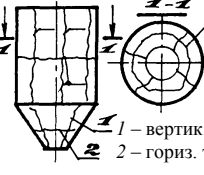
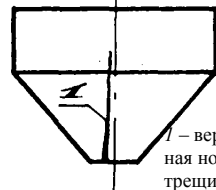
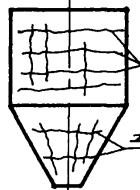
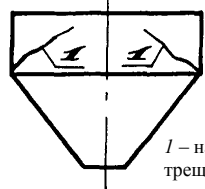

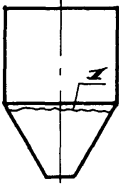
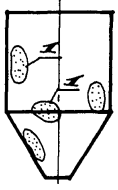
Вид повреждения	Схема повреждения	Причина повреждения	Мероприятия по устранению дефектов и повреждений	Вид повреждения	Схема повреждения	Причина повреждения	Мероприятия по устранению дефектов и повреждений
Горизонтальные трещины	 1 – горизонтальная трещина	Перегрузка, занижена вертикальная арматура	Усиление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

*Продолжение табл. 1.1*

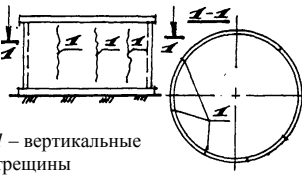
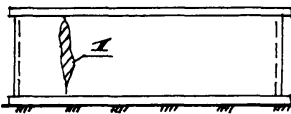

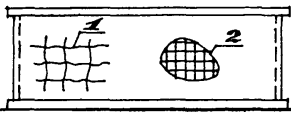
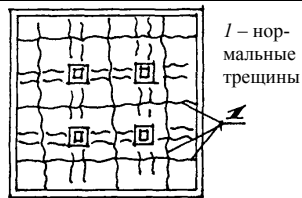
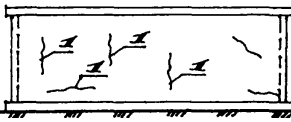
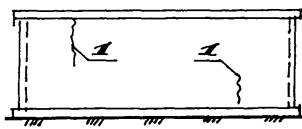
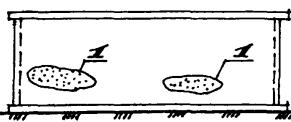

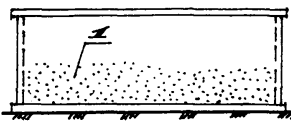
Вид повреждения	Схема повреждения	Причина повреждения	Мероприятия по устранению дефектов и повреждений	Вид повреждения	Схема повреждения	Причина повреждения	Мероприятия по устранению дефектов и повреждений
<p>Диагональные трещины</p>	 <p>1 – диагональные трещины в стене; 2 – диагональные трещины в воронке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

# ХАРАКТЕРНЫЕ ДЕФЕКТЫ И ПОВРЕЖДЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МОНОЛИТНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

ЛИСТ 10

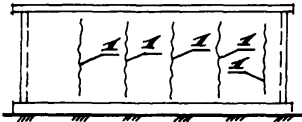
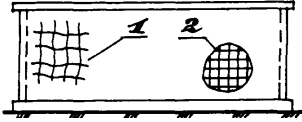

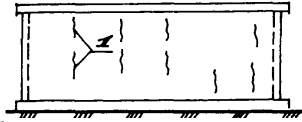
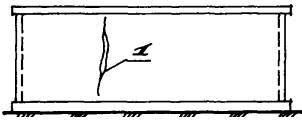
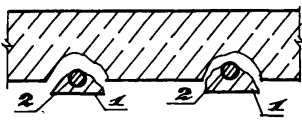
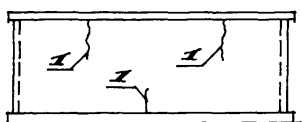
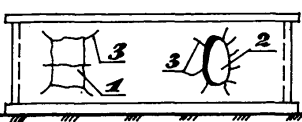
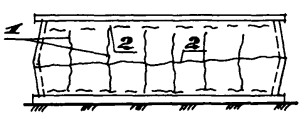
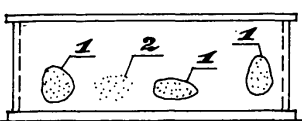
ДАННЫЕ О ХАРАКТЕРНЫХ ДЕФЕКТАХ И ПОВРЕЖДЕНИЯХ

*Продолжение табл. 1.1*

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	 <i>1</i> – вертикальные трещины	Перегрузка, недостаточная площадь и предварительное напряжение кольцевой арматуры	Усиление стен по расчету	Сквозная вертикальная брешь	 <i>1</i> – сквозная вертикальная брешь	Разрыв горизонтальной арматуры в результате перегрузки или коррозии	Усиление стены по расчету
Диагонально-горизонтальные трещины в стенах прямоугольных резервуаров	 <i>1</i> – диагональные трещины; <i>2</i> – горизонтальные трещины; <i>3</i> – вертикальные трещины	Перегрузка, снижение несущей способности	Усиление стен по расчету	Трещины вдоль арматуры, оголение арматуры	 <i>1</i> – трещина в защитном слое бетона вдоль арматуры; <i>2</i> – оголение арматуры	Коррозия арматуры вследствие воздействия агрессивной среды	Усиление стен, защита от коррозии
Трещины в плите днаща или покрытия резервуара	 <i>1</i> – нормальные трещины	Излом плиты днаща или покрытия из-за перегрузки или снижения несущей способности	Усиление плит по расчету	Температурно-усадочные трещины	 <i>1</i> – 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	 <i>1</i> – вертикальные трещины	Общий изгиб резервуара из-за неравномерных деформаций грунтов основания	Усиление стен, упрочнение грунтов основания	Отслоение лещадок защитного слоя бетона	 <i>1</i> – отслоение лещадок защитного слоя бетона	Огневое воздействие при пожаре. Давление новообразований (солей, льда)	Восстановление поврежденных участков
Наклонные трещины в стенах	 <i>1</i> – наклонные трещины	Общий изгиб резервуара из-за неравномерных деформаций грунтов основания	Усиление стен, упрочнение грунтов основания	Шелушение поверхности бетона	 <i>1</i> – 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

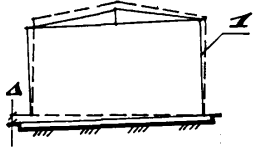
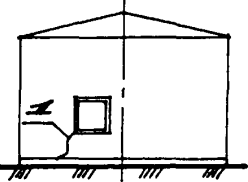
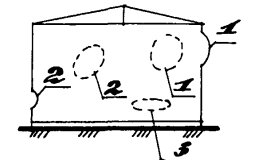
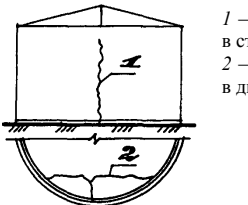
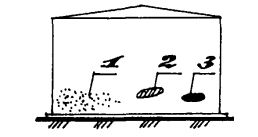
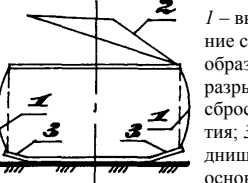

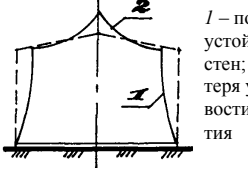
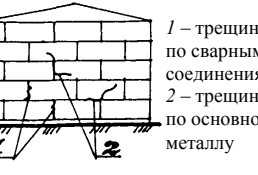
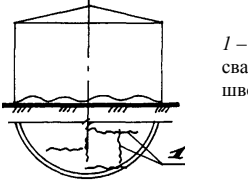
ДАННЫЕ О ХАРАКТЕРНЫХ ДЕФЕКТАХ И ПОВРЕЖДЕНИЯХ				Окончание табл. 1.1			
Вид повреждения	Схема повреждения	Причина повреждения	Мероприятия по устранению дефектов и повреждений	Вид повреждения	Схема повреждения	Причина повреждения	Мероприятия по устранению дефектов и повреждений
Вертикальные трещины в швах между стеновыми панелями	 1 – вертикальные трещины в швах между панелями	Перегрузка, снижение несущей способности, потери предварительного напряжения	Усиление по расчету	Трещины вдоль арматуры, отслоение защитного слоя бетона	 1 – трещины вдоль арматуры 2 – 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	 1 – горизонтальная трещина; 2 – диагональные трещины	Перегрузка, снижение несущей способности стеновых панелей	Усиление по расчету	Температурно-усадочные трещины	 1 – 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	 1 – 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	 1 – выкол бетона; 2 – выпучивание арматуры	Температурные воздействия хранимой жидкости, неравномерное остывание стен по сечению	Усиление стен по расчету
Вертикальные трещины в верхней или нижней части стеновых панелей	 1 – вертикальные трещины	Общие деформации резервуара из-за неравномерных деформаций грунтов основания	Усиление стен, упрочнение грунтов основания	Локальное выпучивание или вырыв боковой поверхности	 1 – участок выпучивания; 2 – отверстие; 3 – трещины	Повышенное внутреннее давление, взрыв газозоудушной смеси	Усиление стен по расчету, восстановление поврежденных участков
Выпучивание стен с образованием вертикальных и горизонтальных трещин	 1 – вертикальные трещины; 2 – горизонтальные трещины	Перегрузка, потеря несущей способности стеновых панелей	Усиление по расчету	Отслоение лещадок бетона, шелушение бетона	 1 – отслоившиеся лещадки бетона; 2 – шелушение бетона	Воздействие высоких температур при пожаре, давление новообразованных (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

*Продолжение табл. 1.2*

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

Учебное издание

Василий Сергеевич Плевков

Анатолий Иванович Мальганов

Игорь Владимирович Балдин

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

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 ИР № 0716188 от 01.04.98.

Подписано в печать 28.04.2011. Формат 60x84/16.

Гарнитура «Times». Печать офсетная.

Усл. -печ. л. 39,5. 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@mgsvu.ru](mailto:iasv@mgsvu.ru); [www.iasv.ru](http://www.iasv.ru)

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	3	5.4	ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ И ЗАЩИТЕ ОТ ДЕЙСТВИЯ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ.....	255
РАЗДЕЛ 1. ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ.....	5			
РАЗДЕЛ 2. ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УСИЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СИЛОСНЫХ СООРУЖЕНИЙ.....	39		БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	301
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.....	123			
5.2 УСИЛЕНИЕ КАМЕННЫХ И АРМОКАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ.....	221			
5.3 УСИЛЕНИЕ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ.....	237			