

Таблица 4.4

**Вероятность возникновения риск ситуаций**

<b>Износ основных фондов, <math>W_p</math>, %</b>	<b>Вероятность возникновения риск-ситуаций, %</b>
20	20
30	35
50	65
75	85
95	98

## **4.2. Результаты обследования водохозяйственных объектов**

### ***Особенности технической оценки состояния реконструируемых объектов***

В Брестской области в период с 2010 по 2018 гг. на водохозяйственных объектах ЖКХ выполнены следующие обследовательские работы:

- техническое обследование строительных конструкций зданий очистных сооружений в г. Пружаны;
- техническое обследование с целью реконструкции КНС № 6 в г. Бресте;
- техническое обследование строительных конструкций зданий очистных сооружений г. Брест: а) «Техническое состояние строительных конструкций зданий илоциркуляционной насосной станции»; б) «Техническое состояние строительных конструкций вторичных радиальных канализационных отстойников № 1–6»; в) «Техническое обследование строительных конструкций КНС-11»;
- техническое обследование строительных конструкций здания насосной станции обработки осадка на территории очистных сооружений канализации в г. Барановичи;
- техническое обследование строительных конструкций резервуара усреднителя на очистных сооружениях г. Иваново и ряд других объектов.

Целью вышеперечисленных работ являлись: определение фактического технического состояния и возможность дальнейшей нормальной эксплуатации этих объектов.

Все работы выполнены по действующим методикам и сгруппированы в три блока:

а) изыскательские работы по обследованию включали:

– осмотр и фотографирование объектов в целом и отдельных конструктивных элементов объекта;

– предварительный визуальный осмотр и выявление необходимости устройства временных креплений и усиления несущих и ограждающих конструкций (при обнаружении критических дефектов) для предотвращения возможного обрушения конструкций и возможности безопасного проведения работ по обследованию объекта;

– оценка расположения объекта в существующей застройке;

– сплошной визуальный осмотр строительных конструкций объекта с фиксацией и измерением выявленных дефектов и повреждений (предварительная (ориентировочная) оценка технического состояния элементов объекта (по внешним признакам) и, в случае необходимости, — принятие решения о противоаварийных мероприятиях согласно существующим требованиям;

– исследование (определение) прочностных и деформационных характеристик (физико-механических свойств) материалов основных строительных конструкций и их элементов приборами неразрушающего контроля; определение места выработок, вскрытий, зондирования конструкций для последующего детального обследования элементов объекта обследования (при необходимости);

– вскрытие защитного слоя конструкций с целью установления фактического армирования и его состояния, вскрытие стыковочных узлов конструкций и отдельных поврежденных участков конструкций (при необходимости);

– составление дефектных карт и ведомостей по результатам осмотра объекта (составление по результатам осмотра и необходимых измерений элементов дефектных ведомостей, схем, разверток или таблиц со ссылками на фотоиллюстрации, содержащих подробную информацию о конкретном месте расположения дефекта и его основных параметрах), выполнение обмеров конструкций и узлов их сопряжений, измерение параметров трещин, прогибов, наклонов элементов.

б) оценка технического состояния конструкций объекта:

- анализ планировочных и конструктивных решений;
- установление фактических нагрузок и воздействий на строительные конструкции и их отдельные элементы, так и здание в целом;
- установление фактических расчетных схем конструкций и их отдельных элементов;
- выполнение сравнительного анализа состояния арматуры, бетона и прочностных характеристик конструктивных элементов объекта;
- идентификация строительных конструкций объекта;
- систематизация и анализ данных о техническом состоянии объекта (с учетом действующих нагрузок), его отдельных конструктивных элементов, оценке их технического состояния и степени износа (определение пригодности строительных конструкций к дальнейшей безопасной эксплуатации); выявление имеющихся запасов прочности строительных конструкций и возможности (при необходимости) усиления конструкций на основании технического обследования (при необходимости (при выполнении детального обследования));
- определение технического состояния инженерных систем, доступных для осмотра и требуемых по техзаданию (при необходимости), и отдельных их элементов, их физического износа, для установления возможности дальнейшей эксплуатации.

в) составление заключения с выводами, разработка указаний (рекомендаций) по дальнейшей нормальной эксплуатации объекта в целом и отдельных строительных конструкций (элементов) с учетом выявленных дефектов и повреждений. Состав и вид заключения выполнялся с учетом специфики данного (осмотренного) объекта и соответствующих требований.

В результате обследования по всем объектам, на момент проведения работ, исполнительная техническая документация, акты на скрытые работы, паспорта и сертификаты на смонтированные конструкции, журналы производства работ и документы, характеризующие примененные материалы, условия и качество производства работ, отсутствовали, либо заказчиком не представлялись. Данные об инженерно-геологических изысканиях по обследуемым объектам у заказчиков также отсутствовали.

Ввиду отсутствия проектных данных, техническое решение основных несущих элементов зданий были получены в процессе выполнения работ по детальному обследованию.

### ***Техническое состояние конструкций приемной камеры комплекса очистных сооружений г. Пружаны***

Тип исполнения приемной камеры — из монолитного железобетона (монолитное днище и стены). Приемная камера выполнена прямоугольной в плане с размерами —  $6,91 \times 1,89 \times 1,91$  м ( $l \times b \times h$ ), толщина стенок приемной камеры — 200 мм (рис. 4.1).



*Рис. 4.1.* Общий вид и конструктивное решение приемной камеры

Прочность бетона конструктивных элементов приемной камеры определялась по существующим методикам «Определение прочности бетона механическими методами неразрушающего контроля».

Фактическая прочность бетона конструктивных железобетонных элементов приемной камеры находилась в пределах от 17,8 Мпа до 22,4 при коэффициенте вариации  $V = 12,9 - 13,2$  %.

Железобетонные стены и днище приемной камеры имели дефекты и повреждения, появление которых следует связывать с качеством строительно-монтажных работ, качеством изготовления конструкций и условиями эксплуатации сооружений (рис. 4.2).

Дефекты можно классифицировать следующим образом:

- химическая коррозия бетона, биологическая коррозия бетона стен (выше уровня сточных вод), повреждено до 50 % поверхности стен (выше уровня сточных вод), выщелачивание бетона стен, повреждены все поверхности стен;

– разрушение (отслоение) защитного слоя бетона рабочей и конструктивной арматуры стен, коррозия рабочей и конструктивной арматуры панелей, повреждено до 20 % поверхности стен;

– разрушение защитного слоя бетона арматуры стен, вымывание, истирание поверхности бетона стен без обнажения и с обнажением конструктивной и рабочей арматуры стен.



*Рис. 4.2. Техническое состояние приемной камеры*

Возникновение данных дефектов следует связывать с высокой турбулентностью потока нечистот (турбулентность потока в районе шиберной заслонки вызвана недостаточным ее закрытием, что создает гидравлическое сопротивление выходящему из приемной камеры потоку нечистот), содержащего абразивный материал (песок), который истирает и выносит растворимую составляющую бетона, обнажая зерна крупного наполнителя и близко расположенную к поверхности арматуру, также отрицательно воздействует на бетон среднеагрессивная среда эксплуатации приемной камеры:

– дефекты изготовления (низкое качество бетонных работ по устройству приемной камеры) монолитных стен и днища (каверны, раковины, пустоты, инородные включения в бетоне,

пористость, малая величины защитного слоя бетона арматуры, несоблюдение геометрических размеров (очертаний) камеры);

– деструкция (размораживание) бетона стен глубиной до 20 мм в результате циклического замораживания и оттаивания материала стен в водонасыщенном состоянии.

### ***Техническое состояние песколовок***

Тип эксплуатируемых песколовок — круглые (в плане) горизонтальные песколовки с круговым движением сточной воды (круглые резервуары конической формы с периферийными лотками для протекания сточной воды). Стены и днище песколовок выполнены из монолитного железобетона (монолитное конусное днище и монолитные стены), толщина стенок песколовок — 115–125 мм (рис. 4.3, 4.4).



*Рис. 4.3.* Общий вид и конструктивное решение песколовок

Фактическая прочность бетона стен песколовок от 19,3 до 22,4 МПа при коэффициенте вариации  $V = 12,8 - 15,6 \%$ .

Железобетонные стены и днища песколовок имеют дефекты и повреждения, появление которых следует связывать также с качеством строительного-монтажных работ, качеством изготовления конструкций и условиями эксплуатации сооружений:

– химическая коррозия бетона, биологическая коррозия бетона стен (выше уровня сточных вод), выщелачивание бетона стен;

– разрушение (отслоение), вымывание, истирание поверхности защитного слоя бетона рабочей и конструктивной арматуры стен резервуаров, коррозия рабочей и конструктивной арматуры панелей, (выше уровня сточных вод), а также дефекты изготовления (низкое качество бетонных работ по устройству

песколовок) монолитных стен и днища (каверны, раковины, пустоты, инородные включения в бетоне, пористость, малая величины защитного слоя бетона арматуры); деструкция (размораживание) бетона стен глубиной до 40 мм в результате циклического замораживания и оттаивания материала стен в водонасыщенном состоянии (при переменном уровне сточных вод).



*Рис. 4.4. Техническое состояние песколовок*

В результате выполненного осмотра песколовок существенных деформаций, недопустимого раскрытия трещин и других дефектов, значительно влияющих на возможность дальнейшей нормальной эксплуатации песколовок, на момент обследования не выявлено.

#### ***Техническое состояние первичных отстойников***

Тип эксплуатируемых первичных отстойников — круглые (в плане) вертикальные отстойники (круглые резервуары конической формы) с разделительной железобетонной перегородкой и периферийным сборными и отводящими лотками. Стены и



днище первичных отстойников выполнены из монолитного железобетона (монолитное конусное днище и монолитные стены), толщина стенок песколовков — 120–130 мм, периферийные сборные и отводящие лотки выполнены из сборных железобетонных элементов *рис. 4.5*. На монолитные стены установлены (смонтированы) сборные железобетонные балки пролетом 9,3 м, к сборным железобетонным балкам приварены стальные балки из различного проката.



*Рис. 4.5.* Общий вид и конструктивное решение первичных отстойников

Фактическая прочность бетона элементов первичных отстойников от 19,2 до 22,5 МПа при коэффициенте вариации  $V = 9,3 - 14,7 \%$ .

Железобетонные конструктивные элементы первичных отстойников имеют дефекты и повреждения, появление которых следует связывать с качеством строительно-монтажных работ, качеством изготовления конструкций и условиями эксплуатации сооружений. Общий вид отстойников приведен на *рис. 4.6*.

Общая классификация дефектов может быть сгруппирована по тем же признакам, что и приведенная выше. Только в данном случае следует добавить некоторые характерные для данного объекта параметры:

- дефекты изготовления монолитных стен и днища;
- отсутствие, разрушение (отслоение), растрескивание бетона стыков сборных элементов отстойников;
- равномерная поверхностная коррозия закладных деталей и их сварных швов сборных железобетонных балок



перекрытия отстойников, повреждено до 100 % железобетонных балок;

– биологическая коррозия бетона железобетонных балок перекрытия, повреждены поверхности балок перекрытия, незначительное выщелачивание бетона балок;

– поверхностная коррозия стальных балок (толщина продуктов коррозии — 0,5–4,0 мм), повреждено до 100 % стальных балок.

В результате выполненного осмотра первичных отстойников существенных деформаций, недопустимого раскрытия трещин и других дефектов, значительно влияющих на возможность дальнейшей нормальной эксплуатации первичных отстойников, на момент обследования не выявлено (рис. 4.6).



Рис. 4.6. Техническое состояние первичных отстойников

### ***Техническое состояние осветлителей-перегивателей***

Общий вид и конструктивное решение осветлителей-перегивателей представлены на рис. 4.7. Стены осветлителей выполнены из сборных железобетонных стеновых панелей для круглых емкостных сооружений типа ПСЦ1 по серии 3.900-3.

Панели выполнены постоянной по высоте толщиной. Пространственная жесткость внутреннего кольца стен осветлителей обеспечивается за счет сварки закладных деталей стен между собой и колец из стальной арматуры. Поверхности стен резервуаров осветлителей покрыты торкретбетоном толщиной 15–25 мм. Днища резервуаров выполнены монолитными железобетонными.



*Рис. 4.7.* Общий вид и конструктивное решение осветлителей-перегнивателей

В ходе осмотра конструкций осветлителей установлено, что они не эксплуатируются продолжительное время, консервация конструкций осветлителей не проводилась, что отрицательно отразилось на строительных конструкциях сооружения.

Фактическая прочность бетона элементов осветлителей-перегнивателей в пределах от 19,2 до 21,0 МПа при коэффициенте вариации  $V = 8,7 - 12,5 \%$ .

В результате выполненного осмотра конструкций осветлителей-перегнивателей (*рис. 4.8*) существенных деформаций, недопустимого раскрытия трещин и других дефектов и повреждений, значительно влияющих на возможность дальнейшей нормальной эксплуатации осветлителей-перегнивателей, на момент обследования не выявлено.

### ***Техническое состояние аэротенков***

На очистных сооружениях применены два спаренных двухкорридорных аэротенка с размерами коридора 24×4×36 м и объемом одной секции 1300 м<sup>3</sup> с дисковыми аэраторами (*рис. 4.9*). Аэротенки представляют собой длинные железобетонные резервуары прямоугольного сечения, стены аэротенков выполнены из унифицированных сборных железобетонных элементов (панелей) по серии 3.900-2, днища — монолитные железобетонные.

В качестве несущих элементов для технологического оборудования аэротенков применены сборные железобетонные ребристые плиты покрытия.



*Рис. 4.8.* Техническое состояние осветлителей-перегнивателей



*Рис. 4.9.* Общий вид и конструктивное решение аэротенков

Фактическая прочность бетона элементов аэротенков от 19,6 до 21,4 МПа при коэффициенте вариации  $V = 9,7 - 11,4 \%$ .

## **Вторичные отстойники**

Тип эксплуатируемых вторичных отстойников — круглые (в плане) вертикальные отстойники (круглые резервуары конической формы) из сборного железобетона. Резервуар имеет форму цилиндра с коническим монолитным железобетонным дном. Стены (цилиндрическая часть) отстойников выполнены из унифицированных сборных железобетонных элементов (панелей) по серии 3.900-2 и обжаты кольцевой напрягаемой арматурой (рис. 4.10). На стены отстойников установлены (смонтированы) сборные железобетонные балки прямоугольного сечения. Водосборные (водоприемные) лотки отстойников — сборные железобетонные лотки. В качестве элементов лотков применены сборные железобетонные лотки по серии 3.900-2 с зубчатым гребнем.



*Рис. 4.10.* Общий вид и конструктивное решение вторичных отстойников

Фактическая прочность бетона элементов вторичных отстойников от 19,6 до 22,0 МПа при коэффициенте вариации  $V=8,9 - 12,3 \%$ .

Вторичные радиальные отстойники представлены на рис. 4.11.

Тип исполнения вторичных радиальных канализационных отстойников № 1 и № 2 — из монолитного железобетона (монолитное днище и стены) с вращающимся сборно-распределительным устройством (скребковым механизмом) — рис. 4.12.





*Рис. 4.11.* Общий вид вторичных радиальных канализационных отстойников №1–6 КПУП «Брестводоканал»

### ***Стены отстойников***

Стены отстойников № 1 и № 2 выполнены сплошными монолитными железобетонными. Монолитные стены отстойников выполнены постоянной по высоте толщиной. Верх монолитной стены (по периметру отстойника) выполнен в виде железобетонной консоли с уширением в наружную сторону на величину до 150 мм (для движения тележки вращающегося сборно-распределительного устройства (скребкового механизма)). Ширина и высота консоли стен равна — 385–415 мм и 580–610 мм соответственно.

Фактическая прочность бетона элементов вторичных отстойников от 18,6 до 24,5 МПа при коэффициенте вариации  $V = 8,5 - 15,4 \%$ .

По периметру консоли отстойников выполнена защитная полоса из окрашенной тонколистовой стальной полосы (листов).

Тип исполнения вторичных радиальных канализационных отстойников № 3–6 — из сборного железобетона (железобетонных конструкций) с монолитным днищем с вращающимся сборно-распределительным устройством — *рис. 4.13.*

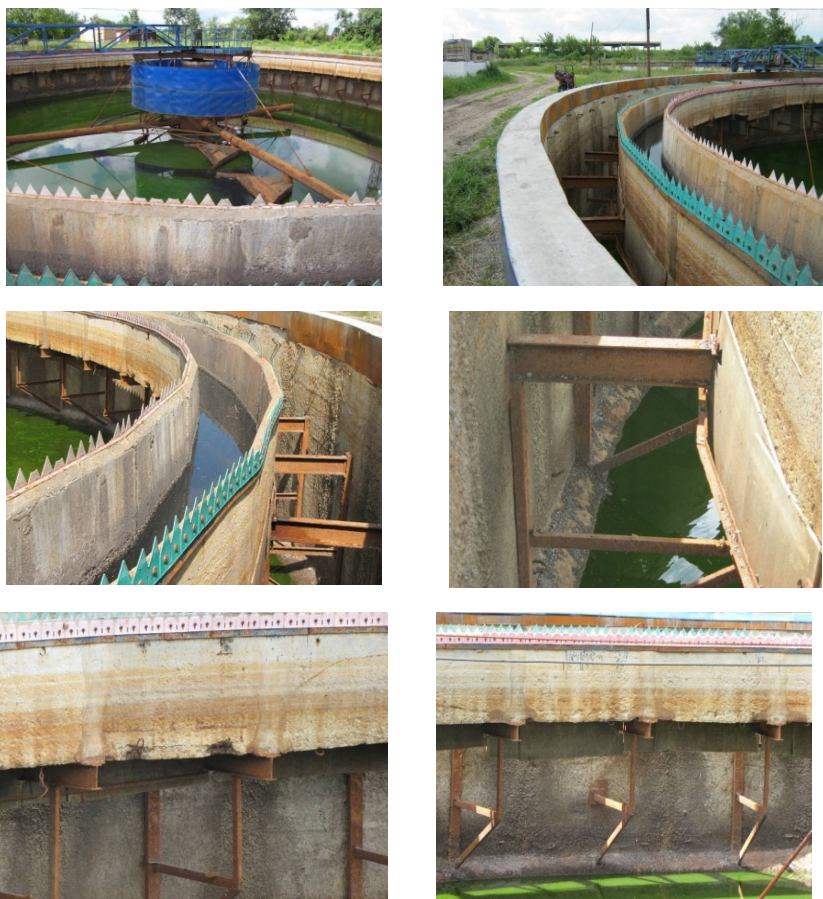


*Рис. 4.12.* Общий вид и конструктивное решение вторичных радиальных канализационных отстойников № 1 и № 2 станции КПУП «Брестводоканал»

В качестве ограждающих конструкций стен отстойников № 3–6 применены сборные железобетонные стеновые панели для круглых емкостных сооружений типа ПСЦЗ по серии 3.900-3. Панели выполнены постоянной по высоте толщиной. По верху стеновых панелей (по периметру отстойника) выполнен монолитный железобетонный оголовок (обвязочная балка) для движения тележки вращающегося сборно-распределительного



устройства (скребкового механизма). Ширина и высота оголовка (обвязочной балки) равны — 290–400 мм и 400–620 мм соответственно.



*Рис. 4.13.* Общий вид и конструктивное решение вторичных радиальных канализационных отстойников № 3–6 станции КПУП «Брестводоканал»

По периметру железобетонного оголовка (обвязочной балки) отстойника № 5 выполнена защитная полоса из окрашенной тонколистовой стальной полосы (листов).

Внутренние (на всю высоту стены) и наружные поверхности (выше уровня земли) стен отстойников № 3–6 покрыты цементно-песчаной штукатуркой толщиной 15–25 мм.

## Водосборные лотки

Водосборные (водоприемные) лотки отстойников № 1 и № 2 — «Г-образные» (в качестве одной стенки лотков выступает монолитная стена отстойника) сплошные монолитные железобетонные (рис. 4.14). Толщина стенки и днища лотков — 90–100 мм. Гребень зубчатого водослива выполнен из треугольных пластмассовых элементов.



Рис. 4.14. Общий вид и конструктивное решение водосборных лотков отстойников № 1 и № 2

Водосборные (водоприемные) лотки отстойников № 3–6 — «П-образные» сборные железобетонные лотки. В качестве элементов лотков применены сборные железобетонные лотки с опорами в местах стыков лотков по серии 3.900.1-12. Толщина стенок и днища лотков — 90–100 мм. Железобетонные стенки и днища водосборных лотков армированы стальными сварными сетками из стали класса Вр-1 и АII. Гребень зубчатого водослива выполнен из треугольных пластмассовых элементов.

Опираение сборных железобетонных лотков выполнено на стальные опорные треугольные консоли, выполненные из

стальных горячекатаных швеллеров и двутавров. Крепление опорных стальных консолей выполнено к закладным деталям стеновых панелей при помощи сварки (рис. 4.15).

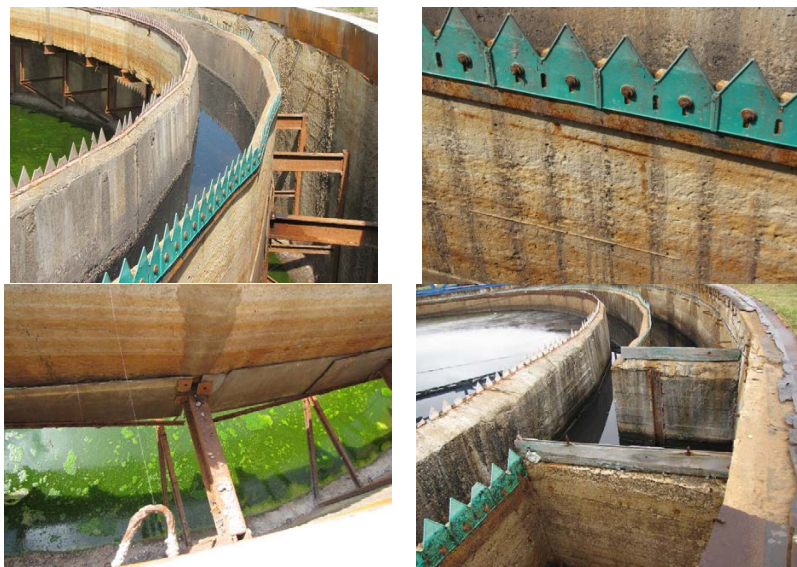


Рис. 4.15. Общий вид и конструктивное решение водосборных лотков отстойников № 3–6

### **Лотки и водоотводящие каналы**

Лотки (водоотводящие каналы) выполнены «П-образными» железобетонными монолитными (рис. 4.16). Ширина и поперечное сечение лотков различны (в соответствии с принятыми проектными решениями и особенностями изготовления лотков (низким качеством бетонных работ по устройству лотков)).

Фактическая прочность бетона стен лотков от 18,8 до 20,4 МПа при коэффициенте вариации  $V = 12,6 - 13,5 \%$ .

Аналогичный подход к выполнению работ по обследованию осуществлялся ко всем представленным исследуемым объектам. Естественно, программы выполнения работ подлежали корректировке и детализации в зависимости от целей.

Все выборочно представленные в данной работе объекты имеют достаточный срок эксплуатации порядка 49 лет и более. Важно, что проделанная работа позволила определить

фактическое техническое состояние, как отдельных элементов, так и сооружений в целом.



*Рис. 4.16.* Общий вид и конструктивное решение лотков

### **4.3. Анализ результатов обследования**

Полученные результаты детальных обследований позволяют заключить, что дефекты, выявленные в процессе эксплуатации конструкций сооружений и установок, возникают, как правило, в связи с недостатком надзора на всех этапах создания и эксплуатации зданий и сооружений инженерно-техническими службами всех уровней. При этом, ранее была возможность для возникновения конфликта интересов и незаинтересованности исполнителей при возведении данных зданий. А также отсутствие достаточной квалификации как рабочих, так и ИТР осуществляющих выполнение СМР. И, главное, не способность выполнения анализа и предвидения последствий некачественно выполненных работ.

В настоящее время внедрение в практику строительства инновационных технологий, строительных материалов, конструкций, изделий, переход на комплексное проектирование, внедрение системы новых ТНПА, систем управления проек-