Железобетонные резервуары для хранения питьевой воды. Коррозия и защита.

Железобетонные резервуары для хранения питьевой воды в составе водопроводных станций используются уже давно, наиболее старые из обследованных резервуаров были построены в 1930-х годах и к моменту обследования имели возраст около 60 лет.

За это время накоплен определенный опыт их эксплуатации, а периодические обследования выявили особенности поведения бетона в среде питьевой воды.

Резервуары для питьевой воды имеют размеры в плане примерно 80х80 м и глубину около 5 м. Как правило, они находятся под землей и сверху защищены от замораживания слоем грунта толщиной около 1 метра.

Требования к конструкции резервуаров

Важной эксплуатационной характеристикой резервуаров является их герметичность от проникновения грунтовых вод и атмосферных осадков.

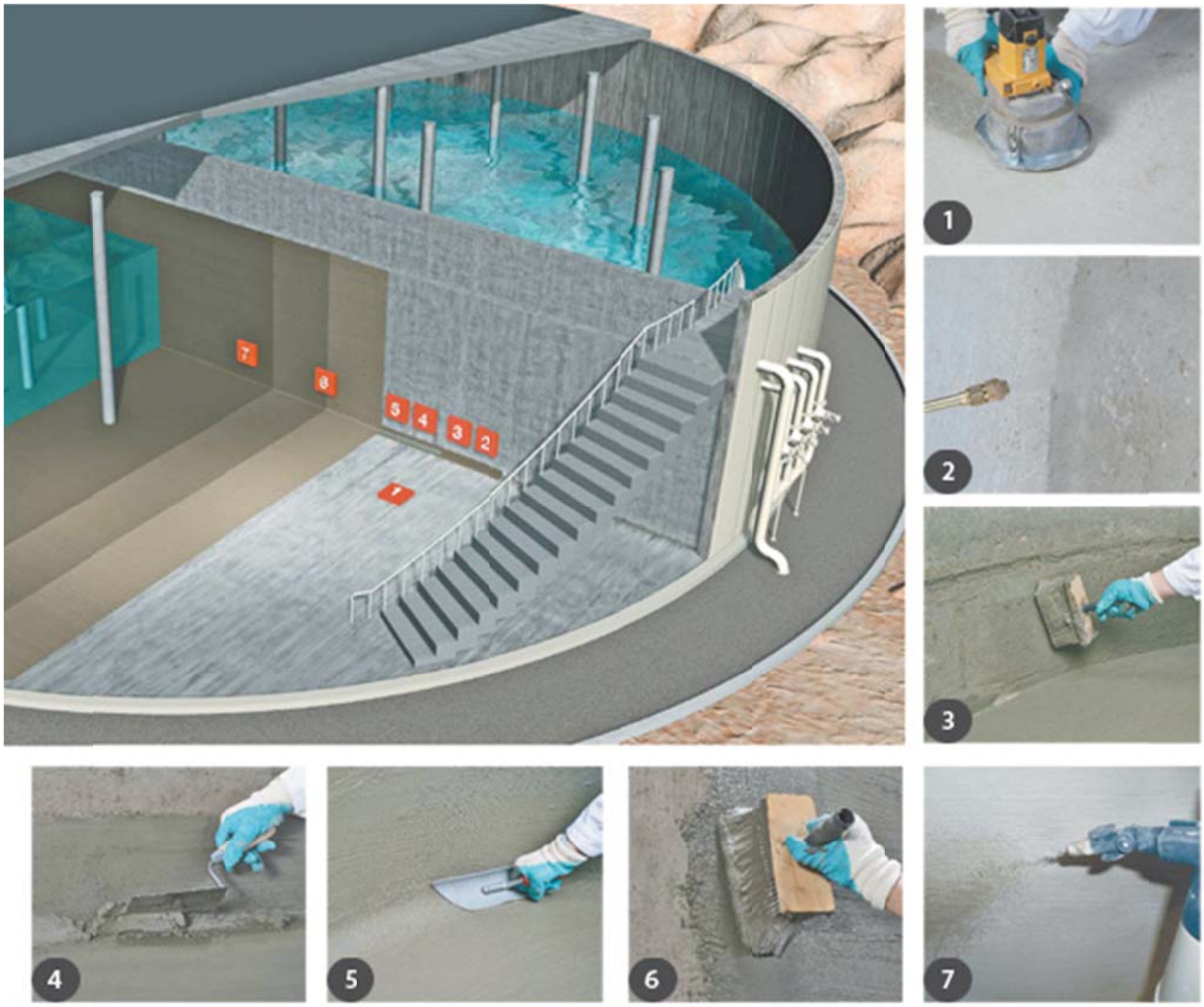
Одновременно из соображений сохранности сооружений и экономии чистой воды не допускается утечка чистой воды из резервуара, что может привести к размыву грунта и просадке резервуара.

Из санитарных соображений не допускается попадание в очищенную воду грунтовых, талых, дождевых и других неочищенных вод.

Для уменьшения возможности поселения на поверхности конструкций водорослей, грибов и бактерий поверхность конструкций должна быть ровной, гладкой, и не иметь пор.

По санитарным нормам внутренние поверхности конструкций резервуаров периодически подвергаются очистке и обеззараживанию хлором, гипохлоритом натрия и другими продуктами.

Из названных требований вытекает, что для работоспособности резервуаров необходимо наличие наружной и внутренней гидроизоляций.



Агрессивные воздействия на конструкции резервуаров

Старение конструкций резервуаров происходит под влиянием физико-механических нагрузок и агрессивных сред:

- очищенной (питьевого качества) воды;
- влажного воздуха в зоне над зеркалом воды в резервуаре;
- дезинфектантов (хлора, гипохлорита натрия);

- также в воздухе может находиться некоторое количество хлора, выделившегося из воды, подвергнутой хлорированию;

- с наружной стороны на конструкции резервуара воздействуют грунтовые воды и воды атмосферных осадков, фильтрующие через грунт.

Результаты обследований

Обследования используемых резервуаров выявили следующие особенности поведения железобетонных конструкций резервуаров:

- длительное действие чистой воды вызывает коррозию первого вида (выщелачивание);

- растворимые компоненты цементного камня, главным образом гидроксид кальция, переходят в воду;

- в слое, подвергшемся процессу коррозии, происходит разложение минералов цементного камня (силикатов и алюминатов кальция);

- подвергшийся коррозии слой состоит из гидратов кремния, алюминия, железа с включениями зерен заполнителя, из-за этого прочность наружного слоя бетона понижается, затем полностью утрачивается;

- периодическая обработка поверхности хлорсодержащими дезинфектантами не оказала заметного влияния на коррозионное состояние стальной арматуры в бетоне;

- не замечено существенного влияния и остаточного хлора в очищенной воде;

- в надводной зоне (воздушная среда с высокой относительной влажностью), несмотря на образование конденсата на поверхности конструкций,

существенного повреждения бетонных стен по механизму коррозии первого вида не обнаружено.

В некоторых случаях образовались трещины в конструкциях днища, перекрытия и стен.

Трещины обнаруживались уже в первые годы эксплуатации сооружений.

Наличие сквозных трещин в конструкциях с длительной фильтрацией грунтовой воды вызвало коррозию стальной арматуры в трещинах вплоть до ее обрыва. Процесс коррозии развивался лишь непосредственно в трещинах.

Причины возникновения трещин:

- железобетонные резервуары для питьевой воды на водопроводных станциях имеют большие размеры и возведены, как правило, без деформационных швов;
- температурные деформации стальных труб большого диаметра, врезанных в стены резервуаров;
- возможно, температурные деформации железобетона;
- в некоторых случаях при неудовлетворительной конструкции и состоянии кольцевого дренажа может способствовать сток воды с кровли по стенам резервуара;
- проникновение воды под днище резервуара вызывает просадку грунта и образование трещин в железобетонных конструкциях.

В большинстве случаев внутренние поверхности резервуаров имеют защитный слой, выполненный из торкрет-бетона.

Наблюдения показывают, что за период около 50 лет торкрет-бетон разрушается на глубину около 10-15 мм.

За разрушенным торкретом находится размягченный слой бетона толщиной около 5 мм.

При нормальной толщине защитного слоя (15-20 мм) стальная арматура не имеет следов коррозии и коррозирует, если толщина защитного слоя уменьшена против проектной до 1-5 мм.

Выводы по результатам обследований

Торкрет-бетон толщиной 10-15 мм в течение около 50 лет надежно

исполняет роль защитного жертвенного слоя, после чего должен быть удален и заменен новым.

Рекомендации по ремонту

В сложных случаях ремонт поврежденных железобетонных конструкций резервуара должен включать в себя следующие этапы (в зависимости от имеющихся повреждений):

- укрепление грунтов под основанием сооружения;
- ремонт и восстановление дренажной системы;
- ремонт, а при необходимости усиление, обеспечивающие восстановление несущей способности сооружения (при этом, при ремонте трещин необходимо восстановление поврежденной арматуры и защитного слоя);
- восстановление гидроизоляции сооружения;
- выполнение защитного жертвенного слоя из торкрет-бетона, толщиной не менее 15 мм, на поверхностях железобетонных конструкций, подвергающихся выщелачивающему действию чистой воды.

Консервация резервуаров

Существует проблема консервации резервуаров для питьевой воды на период обследований состояния и до начала ремонтных работ. При консервации резервуар выводится из эксплуатации и опорожняется.

Рассмотрим факторы, влияющие на долговечность резервуаров в этих условиях:

1. Перекрытие резервуаров для питьевой воды находится в грунте на глубине около 1 м. Эта глубина существенно меньше глубины промерзания грунта, которая для средней полосы составляет 1,2 - 1,8 м.

В действующих резервуарах, заполненных водой, замерзания железобетонных конструкций перекрытий не наблюдается. Определенное положительное влияние в этом случае оказывает присутствие большого объема воды, имеющей всегда положительную температуру.

В опорожненном резервуаре возникает опасность замораживания конструкций перекрытий при низких отрицательных температурах наружного воздуха.

Опасность замораживания усиливается двумя обстоятельствами:

- во-первых, при проектировании и возведении конструкций не предусматривались требования по морозостойкости бетона;
- во-вторых, бетон сооружения насыщен водой и при замораживании в таком состоянии морозная деструкция бетона усиливается.

2. При постепенном высыхании ускорится карбонизация бетона с потерей его защитного действия по отношению к стальной арматуре. Ускоренной карбонизации бетона будет способствовать произошедшее в процессе эксплуатации конструкций выщелачивание защитного слоя бетона, сопровождающееся увеличением пористости поверхностных слоев. С распространением карбонизированного слоя до поверхности стальной арматуры

начнется коррозия арматуры.

3. Резервуары для воды даже после опорожнения остаются сооружениями с мокрым или влажным режимом эксплуатации.

Следует отметить, что во влажной среде можно ожидать ускоренное развитие грибной флоры.

Присутствие микроскопических грибов в порах бетона было установлено при микроскопическом исследовании образцов бетона, отобранных в одном из обследованных резервуаров. Развитие грибков не может существенным образом сказаться на прочности железобетонных конструкций, но резко ухудшит санитарное состояние сооружения.

При консервации резервуаров для хранения питьевой воды необходима разработка специального проекта по предупреждению негативных последствий.

Оптимальным решением для устройства, как внутренней, так и наружной гидроизоляции, является продукция компании ИЗОМИКС, которая выпускает большое многообразие гидроизоляционных материалов, таких как составы проникающего, обмазочного и эластичного действия, применяемых, в том числе, для гидроизоляции резервуаров для чистой воды.

Материалы от этого производителя характеризуются высоким качеством, отлично справляются со своей задачей, заполняют трещины с большим раскрытием, обладают отличной адгезией к любым бетонным основаниям и устойчивостью к воздействию агрессивных сред, а также являются абсолютно безопасными и пригодными для использования в резервуарах с питьевой водой.

Данная статья разработана на основе исследований, проведенных специалистами Научно-исследовательского, проектно-конструкторского и технологического института бетона и железобетона (НИИЖБ) им. А.А. Гвоздева, а также специалистов компании ГИДРОЗАЩИТА.

Сотрудники компании готовы ответить на любые вопросы, дать необходимые консультации, выполнить гидроизоляционные работы любой сложности либо осуществить шеф-монтаж с выездом на объект.

С Уважением,

Информационная служба