

УДК 628:332

Э. И. САЛИЕВ

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

**ХАРАКТЕРИСТИКА ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ
РЕМОНТОПРИГОДНОСТЬ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И
ВОДООТВЕДЕНИЯ**

В статье рассмотрены факторы конструктивного, производственно-технологического и эксплуатационного характера, которые непосредственно или косвенно влияют на формирование свойств ремонтпригодности и количественные значения характеристик, используемых для задания и оценки этого свойства.

ремонтпригодность, конструктивные факторы, производственно-технологические факторы, эксплуатационные факторы

Утечка воды из систем водоснабжения и водоотведения является следствием тех или иных повреждений труб, нарушений и дефектов в работе конструктивных элементов, оборудования, агрегатов и сетевой арматуры. Повреждения приносят большие убытки, которые связаны с простоем трубопроводов, потерями воды, затоплениями, перебоями в водоснабжении, затратами на производство ремонтных работ.

Обеспечение требований бесперебойного водоснабжения налагает определенные ограничения на производство ремонтных работ и нередко их усложняет. Своевременное обнаружение, локализация и ликвидация возникающих аварий, систематическая регистрация, изучение причин нарушений в работе, аварий трубопроводов и сооружений на них являются одним из основных требований правил технической эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения. Хорошо организованное изучение и анализ причин аварий позволяет предвидеть возможность их возникновения, своевременно принимать меры для их предотвращения и тем самым существенно повысить общую надежность и бесперебойность водоснабжения.

В данной статье предлагается рассмотреть одну из составляющей надежности – ремонтпригодность конструктивных элементов, оборудования и агрегатов систем водоснабжения и водоотведения с точки зрения факторов, влияющих на значение характеристик ремонтпригодности.

Ремонтпригодность – свойство объекта, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта.

От ремонтпригодности объектов в значительной мере зависит вероятность отказов и продолжительность устранения их последствий.

В результате обработки фактических материалов по выполнению ремонтно-восстановительных работ на данном объекте средняя продолжительность его восстановления составляет:

$$t_{cp}^p = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n t_i, \quad (1)$$

где n – количество ремонтно-восстановительных работ, выполненных на объекте за период наблюдений;

t_i – продолжительность отдельных работ.

Вероятность продолжительности выполнения ремонтно-восстановительной работы:

$$F_{(t)}^p = 1 - e^{-\mu t}, \quad (2)$$

где μ – интенсивность восстановления;
 t – продолжительность ремонтно-восстановительной работы.

Факторы ремонтпригодности могут рассматриваться с позиций возможности управления ими и количественного их измерения. Значительную часть факторов можно оценить количественно, некоторые факторы носят качественный характер, но они не имеют количественной меры. Эти особенности факторов определяют методы их изучения и оценки.

Например, при изучении качественных факторов используются методы дисперсионного анализа, в то время как при изучении количественных факторов может быть использован как дисперсионный анализ, так и методы регрессионного анализа.

Ремонтпригодность системы водоснабжения и водоотведения является функцией факторов конструктивного, производственно-технологического и эксплуатационного характера. Состав каждой из этих групп факторов, их влияние на значение характеристик ремонтпригодности определяются назначением и конструктивными особенностями системы подачи воды и отвода стоков, условиями её эксплуатации, технического обслуживания и ремонта.

КОНСТРУКТИВНЫЕ ФАКТОРЫ

При рассмотрении влияния факторов конструктивного характера на ремонтпригодность систем водоснабжения и водоотведения необходимо учитывать, что конструктивные решения, принимаемые на этапе создания системы, определяют не только свойства ее конструкции, но и характер их проявления при изготовлении и эксплуатации. Влияние конструктивных особенностей системы водоснабжения и водоотведения при ее изготовлении проявляется преимущественно в величине затрат на обеспечение требуемых свойств в определенных организационно-технических условиях производства.

Создание конструкции систем водоснабжения и водоотведения, которая бы вовсе не реагировала на изменение режимов работы, представляет большие трудности, а в ряде случаев экономически нецелесообразно. Однако можно требовать, чтобы влияние режимов работы системы водоснабжения и водоотведения на изменение ее характеристик не превышало определенных границ, исходя из установленных технико-экономических показателей.

Конструктивные решения, принимаемые на этапе проектирования систем водоснабжения и водоотведения, определяют характер и объем работ, которые должны выполняться при различных видах технического обслуживания и ремонта при принятой периодичности или периодичности технических обслуживаний, ремонтов для принятого характера и объема работ, осуществляемых с целью поддержания и восстановления работоспособности и ресурса различных конструктивных элементов систем водоснабжения и водоотведения.

Ввиду проведения технического обслуживания и ремонтных работ конструктивные факторы влияют на продолжительность неработоспособного состояния систем водоснабжения и водоотведения, а также на величину связанных с этим затрат труда, материалов и денежных средств.

Конструктивные факторы могут быть разделены на следующие группы:

- 1) *в зависимости от возможности их количественной оценки*: факторы, которые могут быть измерены количественно, и факторы, не поддающиеся количественному измерению – качественные факторы;
- 2) *в зависимости от результатов влияния на характеристики ремонтпригодности*: факторы, результатом действия которых является преимущественно изменение затрат времени, труда и средств на техническое обслуживание и ремонт.

Факторы, непосредственно влияющие на значения показателей ремонтпригодности:

- рациональная расчлененность конструкции на обособленно изготавливаемые и обслуживаемые конструктивные элементы (блоки, механизмы, сборочные единицы и т. п.);
- доступность конструктивных элементов для обслуживания и ремонта, особенности расположения деталей и сопряжений в сборочных единицах, являющихся объектами систематического контроля, интенсивного обслуживания и ремонта;
- применение рациональных методов контроля технического состояния составных частей систем водоснабжения и водоотведения и рациональное размещение и оформление контрольных точек;
- рациональное конструктивное оформление, мест сопряжений конструктивных элементов системы водоснабжения и водоотведения (сетей, блоков, сборочных единиц и т. п.);
- наличие в конструкции системы водоснабжения и водоотведения сменных и регулируемых конструктивных элементов в сборочных единицах, подверженных наиболее интенсивному воздействию рабочих нагрузок и внешней среды;

- наличие в конструкциях деталей и сборочных единиц технологических баз, используемых в восстановительных технологических процессах;
- рациональное конструктивное оформление элементов системы водоснабжения, позволяющее применять при ремонте высокопроизводительные и технически совершенные восстановительные технологические процессы.

Конструктивные факторы, преимущественно влияющие на сроки службы элементов, конструкций систем водоснабжения и водоотведения. Эта группа факторов оказывает определенное влияние на значения характеристик ремонтпригодности систем водоснабжения и водоотведения. Такое влияние проявляется посредством изменения интенсивности проведения профилактических и восстановительных мероприятий, осуществляемых с целью поддержания и восстановления работоспособности конструктивных элементов. К конструктивным факторам этой группы относят:

- рациональный выбор материалов, из которых изготавливаются конструктивные элементы систем водоснабжения и водоотведения;
- рациональное распределение нагрузок, действующих на конструктивные элементы при эксплуатации машины;
- рациональная конфигурация деталей и сборочных единиц и их рабочих поверхностей, позволяющая применять при изготовлении и ремонте упрочняющие технологические процессы, значительно повышающие их сроки службы;
- рациональное конструктивное оформление элементов системы водоснабжения и водоотведения, обеспечивающее их защиту от неблагоприятного воздействия внешней среды (здесь имеются в виду такие факторы, как влага и туман, соли, содержащиеся в атмосфере, пыль и песок, биологические факторы и т. п.).

Как следует из рассмотрения факторов конструктивного характера, влияющих на ремонтпригодность, большинство из них являются управляемыми. Следовательно, при разработке конструкций систем водоснабжения и водоотведения их можно изменять в желательном направлении и тем самым обеспечивать требуемый уровень характеристик ремонтпригодности систем. Необходимо иметь в виду, что рациональные конструктивные решения, учитывающие влияние многих факторов, являются лишь потенциальными условиями обеспечения требуемого уровня характеристик ремонтпригодности. Проявляются же эти свойства при строительстве систем водоснабжения и водоотведения, изготовлении машин и агрегатов, а также в процессе их эксплуатации.

ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Производственные факторы, как и конструктивные факторы, оказывают преимущественное влияние на длительность и трудоемкость осуществления профилактических и восстановительных работ при эксплуатации сетей и сооружений водоснабжения и водоотведения, на сроки их службы.

Производственно-технологические факторы ремонтпригодности можно рассматривать в виде двух групп: факторы организационно-технического характера и факторы технологического характера.

К первой группе обычно относят факторы, характеризующие уровень организации труда и производства и оказывающие большое влияние на обеспечение требований ремонтпригодности. Таковыми факторами, в частности, являются:

- а) состояние организации труда и внедрения современных технологических процессов;
- б) наличие на предприятии современного технологического оборудования и его техническое состояние;
- в) совершенство применяемых методов контроля подготовки продукции и квалификация специалистов ОТК предприятия.

Технологические факторы являются основным инструментом обеспечения требуемых свойств объектов производства, в том числе и свойств ремонтпригодности систем водоснабжения и водоотведения при изготовлении, а в процессе эксплуатации систем при обслуживании и ремонте.

Наиболее существенными факторами технологического характера являются следующие методы:

- Методы достижения точности при изготовлении деталей и сборочных единиц конструкций систем водоснабжения и водоотведения (рассматриваются четыре метода достижения и поддержания точности конструктивных элементов систем):

- 1) метод полной взаимозаменяемости;
- 2) метод неполной взаимозаменяемости, когда часть изготовленных конструктивных элементов не взаимозаменяется;

3) метод конструктивной компенсации, когда требуемая точность сопряжения достигается введением в сопряжении компенсаторов: неподвижных (шайб, прокладок), подвижных (винтовых пар, клиньев, эксцентриков);

4) метод технологической компенсации, когда для достижения требуемой точности одна или несколько деталей, входящих в него предусматривается соответствующий припуск.

- Применение технологических процессов, обеспечивающих требуемые свойства поверхностного слоя деталей. Такими технологическими процессами, являются:

- 1) термическая и химико-термическая обработка (закалка, науглероживание, азотирование и т. п.);

- 2) наклеп (вибрационный, обкаткой, дробеструйный);

- 3) нанесение на деталь слоев металла с улучшенными свойствами.

- Применение методов обработки поверхностей деталей и сборочных единиц, обеспечивающих их высокую износостойкость, коррозионную стойкость. В качестве технологических процессов, обеспечивающих такие свойства поверхностей, в частности, находят применение:

- 1) чистовое шлифование;

- 2) хонингование;

- 3) суперфиниш;

- 4) электрополирование;

- 5) полирование абразивами;

- 6) нанесение гальванических покрытий.

- Применение при сварке металлоконструкций систем водоснабжения и водоотведения технологических процессов, режимов, последовательности наложения швов и технологической оснастки, которые обеспечивают минимальные деформации и остаточные напряжения в элементах конструкции.

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ФАКТОРЫ

Эксплуатационные факторы определяют условия, в которых проявляются свойства конструкций систем водоснабжения и водоотведения, заложенные при ее проектировании и обеспеченные при изготовлении. Для конкретной конструкции и условий ее использования эксплуатационные факторы определяют количественные значения показателей ремонтпригодности. Различие условий эксплуатации, обслуживания и ремонта сетей, оборудования и сооружений, т. е. различие в составе и характере действующих эксплуатационных факторов, является причиной различия значений показателей ремонтпригодности для одной и той же системы водоснабжения и водоотведения.

Эксплуатационные факторы можно разделить на две группы: **организационного** и **технического** характера.

К факторам **организационного характера** относятся следующие факторы:

- принятая система технического обслуживания и ремонта сетей и сооружений водоснабжения и водоотведения;

- организационные формы технического обслуживания и ремонта сетей и сооружений водоснабжения и водоотведения;

- виды, периодичность и содержание профилактических мероприятий при обслуживании и эксплуатации сетей и сооружений водоснабжения и водоотведения;

- механизм обеспечения материалами и запасными частями находящимися в эксплуатации сетей и сооружений водоснабжения и водоотведения;

- полнота и качество эксплуатационно-технической и ремонтной документации.

К факторам **технического характера** относятся:

- виды и содержание технологических процессов технического обслуживания и ремонта;

- техническая оснащенность работ при техническом обслуживании и ремонте систем водоснабжения и водоотведения.

Виды и количество технологического оборудования, используемого при техническом обслуживании и ремонте систем водоснабжения и водоотведения каждого типа, устанавливаются в соответствии с требованиями в отношении времени и качества технического обслуживания, ремонта и экономической эффективности его применения.

ВЫВОДЫ

Задача анализа ремонтпригодности состоит в том, чтобы найти резервы времени для сокращения продолжительности ремонтов. В этой связи следует отдельно учитывать активное время (период выполнения работы) и общую продолжительность отключения ремонтируемого участка.

Рассмотренные факторы являются основными методами, влияющими на ремонтпригодность систем водоснабжения и водоотведения, осуществляемые с целью поддержания и восстановления долговечности и работоспособности в процессе эксплуатации.

Применение методов дисперсионного и регрессионного анализа позволяет не только оценить существенность влияния различных факторов на свойства систем водоснабжения и водоотведения, но и в ряде случаев устанавливает аналитические зависимости между учитываемыми факторами и признаками, характеризующими те или иные свойства систем.

Следует анализировать фактические графики выполнения ремонтов: затрату времени на поиск места повреждения, отключение поврежденного участка, выполнение подготовительных работ, непосредственно на производство работы, наладку после ремонта и пуск в эксплуатацию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев, А. В. Применение нечеткой математики в задачах принятия решений [Текст] / А. В. Алексеев // Методы и системы принятия решений / Рижский политехнический институт. – Рига : РПИ, 1983. – С. 38–42.
2. Салиев, Э. И. Параметры надежности системы водоснабжения и канализации, ремонтпригодность как главное свойство надежности [Текст] / Э. И. Салиев // Науковий вісник будівництва / Харьковский нац. ун-т строит. і арх. – Харьков, 2012. – № 70. – С. 285–297.
3. Стан водопостачання та водовідведення в Україні [Текст] / М. М. Гіроль, О. А. Ткачук, Г. М. Семчук [та ін.] // Вісн. Одес. держ. акад. будівн. та арх. – Одеса, 2005. – Вып. 19. – С. 3–9.
4. Аленфельд, Г. Введение в интервальные вычисления [Текст] / Г. Аленфельд, Ю. Херцбергер. – М. : Мир, 1987. – 360 с.
5. Бердичевский, Б. Е. Оценка надежности аппаратуры автоматики [Текст] / Б. Е. Бердичевский. – М. : Машиностроение, 1966. – 604 с.
6. Евдокимов, А. Г. Моделирование и оптимизация потокораспределения в инженерных сетях [Текст] / А. Г. Евдокимов, А. Д. Тевяшев. – М. : Стройиздат, 1990. – 368 с.
7. Гіроль, М. М. Ефективність систем водопостачання України як фактор національної безпеки держави [Текст] / М. М. Гіроль, М. М. Тіроль, Г. М. Семчук // Надзвичайна ситуація. – 2001. – № 5. – С. 10.
8. Салиев, Э. И. Оценка влияния показателей ремонтпригодности систем водоснабжения и водоотведения на их технико-экономические показатели [Текст] / Э. И. Салиев, И. В. Николенко, Э. У. Гаффарова // Науковий вісник будівництва / Харьковский нац. ун-т строит. і арх. – Харьков, 2012. – № 69. – С. 296–302.
9. Евдокимов, А. Г. Оптимальные задачи на инженерных сетях [Текст] / А. Г. Евдокимов. – Харьков : Вища школа, 1976. – 153 с.
10. Повышение эффективности очистки сточных вод от соединений азота на малогабаритных канализационных очистных сооружений [Текст] / С. М. Эпоян, И. Ю. Штонда, Ю. И. Штонда, А. Л. Зубко // Науковий вісник будівництва. – Харків : ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2011. – Вып. 63. – С. 493–498.
11. Салиев, Э. И. Влияние ремонтпригодности на надежность систем водоснабжения [Текст] / Э. И. Салиев, И. В. Николенко, Э. У. Гаффарова // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. Серия: технические науки. – Симферополь : НИЦ КИПУ, 2012. – № 37. – С. 43–49.
12. Современные водяные системы пожаротушения [Текст] / С. М. Эпоян, О. Г. Друшляк, О. Г. Исакиева [и др.] // Науковий вісник будівництва. – Харків : ХДТУБА, ХОТВ АБУ. – 2011. – Вып. 63. – С. 95–98.

Получено 26.09.2013

Е. І. САЛІЄВ

ХАРАКТЕРИСТИКА ФАКТОРІВ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ РЕМОНТОПРИДАТНІСТЬ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Національна академія природоохоронного і курортного будівництва

У статті розглянуті фактори конструктивного, виробничо-технологічного та експлуатаційного характеру, які безпосередньо чи опосередковано впливають на формування властивостей ремонтпридатності і кількісні значення характеристик, що використовуються для надання та оцінки цієї властивості.

ремонтпридатність, конструктивні фактори, виробничо-технологічні фактори, експлуатаційні фактори

ENVER SALIEV
DESCRIPTION OF THE FACTORS DETERMINING REPARABILITY WATER AND
WASTEWATER SYSTEMS

National Academy of Nature Protection and Resort Building

The article discussed the factors constructive production, technological and operational nature that directly or indirectly influence the formation and properties of the maintainability of the quantitative values of the characteristics used to define and assess this property.

maintainability, structural factors, production and technological factors, operational factors

Салієв Енвер Ібрагімович – кандидат державного управління, доцент кафедри водопостачання і санітарної техніки Національної академії природоохоронного і курортного будівництва. Наукові інтереси: менеджмент та економіка підприємств, нові матеріали та сучасні технології при реконструкції споруд водопостачання та водовідведення.

Салиев Энвер Ибрагимович – кандидат государственного управления, доцент кафедры водоснабжения и санитарной техники Национальной академии природоохранного и курортного строительства. Научные интересы: менеджмент и экономика предприятий, новые материалы и современные технологии при реконструкции сооружений водоснабжения и водоотведения.

Saliev Enver – PhD, Associate Professor, Water Supply and Sanitary Engineering Department, National Academy of Nature Protection and Resort Building. Scientific interests: management and enterprises economic, new materials and modern technologies during reconstruction and building of water supply and water removal.