

ПРОБЛЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

УДК 696.117.62-192

ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ НАДЕЖНОСТЬ САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ АРМАТУРЫ СИСТЕМ ВНУТРЕННИХ ВОДОПРОВОДОВ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

А.П. Свинцов, Д.К. Гришин, Е.А. Глебов

Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117198

Представлены результаты исследования и оценки надежности санитарно-технической арматуры систем внутренних водопроводов жилых зданий. Показатели эксплуатационной надежности санитарно-технической арматуры систем внутренних водопроводов жилых зданий могут быть определены на основе анализа, статистической обработки данных регистрации и неисправностей в журналах диспетчерской службы, а также при их рассмотрении на основе теории надежности.

Ключевые слова: санитарно-техническая арматура, внутренний водопровод, статистическая обработка.

Бесперебойное функционирование внутренних водопроводов жилых зданий в значительной степени зависит от надежности санитарно-технической арматуры. Несмотря на подробное обсуждение теоретических положений и анализ экспериментальных данных в имеющихся публикациях, вопросы надежности санитарно-технической арматуры в эксплуатационных условиях остаются на периферии научных интересов специалистов, и ее показатели системно не исследованы.

Нарушение работы санитарно-технического оборудования обусловлено различными случайными событиями и процессами. В связи с этим единственным методом оценки показателей надежности является сбор, изучение и анализ статистической информации о работе арматуры в эксплуатационных условиях. Наиболее доступными источниками информации о повреждениях и неисправностях санитарно-технической арматуры являются журналы диспетчерской службы, в которых фиксируется дата поступления заявки, содержание заявки, время поступления заявки, время выполнения работы, расход материалов и др.

В настоящей статье представлены результаты исследования закономерностей изменения показателей надежности наполнительной и спускной арматуры для смывных бачков в жилом микрорайоне Юго-Западного административного округа г. Москвы. Исследования проводились на основе анализа журналов регистрации повреждений за 2006—2009 гг., хранящихся в диспетчерской службе. В сферу обслуживания диспетчерской входят 3231 квартира в 9 жилых домах.

В большинстве квартир жилищного фонда установлен стандартный набор санитарно-технического оборудования: мойка со смесителем, ванна и умывальник с одним общим смесителем, унитаз со смывным бачком. Смывные бачки наиболее часто допускают снижение показателей надежности, образование утечек воды. В условиях оплаты водоснабжения и водоотведения в соответствии с показаниями приборов учета квартирного типа потребители проявляют инициативу по устранению утечек воды, так как указанные потери воды им приходится оплачивать без использования. Снижение значений показателей надежности смывных бачков наиболее часто вызвано повреждениями наполнительной и спускной арматуры.

Утечка воды через смывные бачки обусловлена следующими основными причинами:

— при давлении перед поплавковыми клапанами противодействия более 0,4 МПа архимедовой силы, действующей на поплавок, недостаточно для того, чтобы уравновесить давление воды на запорный элемент, что приводит к его разгерметизации;

— на рабочих поверхностях запорной пары образуются кавитационные раковины, через которые происходит утечки воды;

— нарушена плотность прилегания рабочей поверхности донного спускного клапана к седлу.

Интенсивность утечек воды из-за повышенных давлений колеблется в течение суток в зависимости от водопотребления, которое связано с давлением в сети. В дневной и вечерней периоды максимального водопотребления утечки воды данного типа минимальны или вообще отсутствуют, а в ночные часы суток — максимальны. Утечки воды через кавитационные раковины на рабочих поверхностях запорной пары поплавкового клапана происходят круглосуточно, их интенсивность также зависит от изменения давления в сети внутреннего водопровода. Утечки воды через спускную арматуру образуются из-за деформации рабочей поверхности донного клапана, а также из-за его смещения с посадочного гнезда. Величина утечек воды данного типа не зависит от давления в сети.

По характеру исполнения и функционирования санитарно-техническая арматура относится к восстанавливаемому оборудованию, так как ее работоспособность может быть восстановлена после проведения ремонта и технического обслуживания. Количественным показателем свойства безотказности за период t служит показатель $P(t)$ — вероятность безотказной работы от начала работы до отказа. При этом поток отказов санитарно-технической арматуры является ординарным, поскольку следующий отказ может произойти только после восстанов-

ления устройства. В этой связи выражения, определяющие основные показатели надежности имеют вид:

$$\left. \begin{aligned} \lambda(t) &= \lambda = \text{const}; & P(t) &= e^{-\lambda t} \\ Q(t) &= 1 - e^{-\lambda t}; & P(t) &= \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t} \\ \omega(t) &= \lambda; & t_{\text{н.о}} &= t_0 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Отдельные детали санитарно-технической арматуры, способные выполнять локальные функции в приборе, называются элементами. Деление арматуры на элементы позволяет выявить наименее изнаноустойчивые из них и количественно оценить их вклад в показатели надежности. В таблице 1 представлены данные об интенсивности отказов арматуры и ее элементов для смывных бачков, полученные на основе анализа работы в эксплуатационных условиях.

Таблица 1

**Интенсивность отказов арматуры для смывных бачков
в эксплуатационных условиях жилых зданий**

Наименование арматуры и ее элементов	Интенсивность отказов, $\lambda \cdot 10^{-4}, \text{сут}^{-1}$		
	$\lambda_{\text{мин}}$	$\lambda_{\text{ср}}$	$\lambda_{\text{макс}}$
Наполнительная арматура для смывного бачка	0,06	0,08	0,11
резиновая прокладка запорной пары	0,05	0,06	0,08
рычаг	0,01	0,01	0,02
поплавок	0,001	0,01	0,012
Спускная арматура для смывного бачка	0,394	0,435	0,49
донный клапан	0,05	0,06	0,10
ось клапана	0,34	0,37	0,38
рукоять клапана	0,004	0,005	0,006

Доверительная вероятность при вычислении интенсивности отказов λ принята $\delta = 0,95$. Данные таблицы могут быть использованы для составления прогнозов изменения состояния санитарно-технической арматуры в зависимости от условий эксплуатации.

На основе анализа данных регистрации повреждений санитарно-технической арматуры установлено, что значительное их количество приходится на наполнительную арматуру смывных бачков. На рисунке 1 показаны закономерности изменения интенсивностей отказов в годовом диапазоне. Анализ диаграмм показывает, что средняя интенсивность отказов характеризуется относительной стабильностью, с некоторым повышением в летний период и в начале года. Вероятно, это связано с периодом массовых отъездов населения в отпуск и, как следствие, со снижением водопотребления и соответствующим повышением давления в сети внутреннего водопровода. Повышение давления в значительной части случаев вызывает утечки воды через наполнительную арматуру смывных бачков.

Одним из важнейших свойств санитарно-технической арматуры систем водоснабжения жилых зданий является безотказность — свойство приборов непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени эксплуатации.



Рис. 1. Распределение интенсивностей отказов поплавковых клапанов

Событие, заключающееся в нарушении работоспособности арматуры, называется отказом. Критерии надежности раскрываются через систему формальных и объективных показателей, характеризующих ее нормативную работоспособность в режиме активного использования потребителями водопроводной воды. Количественное определение показателей надежности санитарно-технической арматуры выполнено на основе экспоненциального закона распределения данных о неисправностях того или иного типа. При этом формулировка отказа санитарно-технической арматуры заключается в следующем: $P(t) > 0,7$. Снижение вероятности безотказной работы арматуры считать ее отказом. Изменение вероятности безотказной работы поплавковых клапанов представлено на рис. 2.

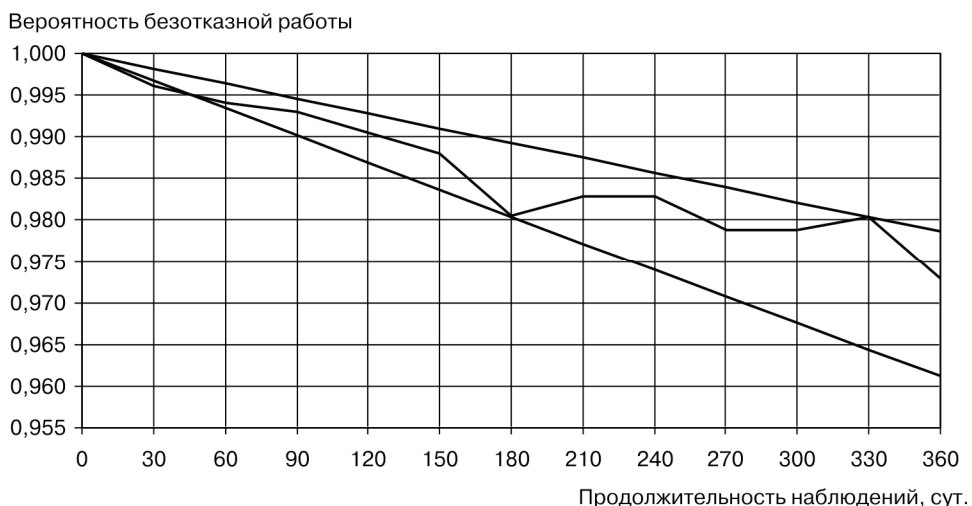


Рис. 2. Изменение вероятности безотказной работы поплавковых клапанов

Гарантированный уровень безотказной работы наполнительной арматуры смывных бачков составляет $P \geq 0,973$, что существенно выше показателя, установленного при формулировании отказа.

Таким образом, показатели эксплуатационной надежности санитарно-технической арматуры систем водоснабжения жилых зданий могут быть определены на основе анализа, статистической обработки данных регистрации и неисправностей в журналах диспетчерской службы, а также при их рассмотрении на основе теории надежности.

Показатели надежности арматуры для смывных бачков позволяют службам, ответственным за техническое состояние систем внутреннего водопровода жилых зданий, уделять первостепенное внимание факторам, определяющим бесперебойность водоснабжения населения и снижение потерь водопроводной воды питьевого качества.

OPERATIONAL RELIABILITY OF SANITARY-ENGINEERING ARMATURE OF INTERNAL WATERPIPE SYSTEMS IN RESIDENTIAL BUILDINGS

A. Svintsov, D. Grishin, E. Glebov

Peoples' Friendship University of Russia
Mikluho-Maklaja str., 6, Moscow, Russia, 117198

Research and estimation results of reliability of sanitary-engineering armature of internal waterpipe systems in residential buildings are presented. The attention is focused on fact, that operational reliability's indicators of sanitary-engineering armature of internal waterpipe systems in residential buildings can be defined on the basis of analysis, statistical data processing of registration and malfunctions in controller's record books and also by their consideration on the basis of reliability theory.

Key words: sanitary-engineering armature, waterpipe systems.