

- необратимые, в этом случае аварии устраняются только при временном отключении системы;

- обратимые, когда аварии устраняются без прекращения подачи воды.

Работа систем и эксплуатация сооружений сельскохозяйственного водоснабжения зависит от характера водопотребления.

Водопотребление в сельском хозяйстве характеризуется сезонностью, зависимостью от климатических факторов и другими особенностями. Ввиду вероятностного характера параметров надежности данные службы эксплуатации обрабатываются методами математической статистики и с учетом теории вероятности [2, 3].

Законы распределения разных случайных величин неодинаковы. При этом использование их в расчетах надежности позволяет применять аналитические методы определения параметров вероятности.

Вероятностное определение безотказной работы сооружений проводится по основному уравнению надежности экспоненциального закона [3]:

$$P(t) = \exp\left[-\int_0^t \lambda(t) dt\right], \quad (1)$$

где $\lambda(t)$ - интенсивность отказов;

$$\bar{\lambda}(t) = \frac{n(\Delta t)}{N_{cp} \Delta t}, \quad (2)$$

где n - число отказавших элементов в интервале времени;

$$\text{от } t - \frac{\Delta t}{2} \text{ до } t + \frac{\Delta t}{2}, \quad (3)$$

где N_{cp} - среднее число исправно работающих элементов в интервале времени.

Интенсивность отказов элементов сооружений является постоянной величиной ($\lambda = \text{const}$), поэтому время их возникновения подчинено экспоненциальному закону:

$$P(t) = e^{-\lambda t}. \quad (4)$$

Проведенным анализом и систематизацией отказов работы систем сельскохозяйственного водоснабжения Кулундинской зоны Алтайского края установлено, что большая часть отказов возникает

вследствие разрыва трубопроводов при гидравлическом ударе, а также выхода из строя насосов и колонок. По интенсивности отказов элементы располагаются в следующей последовательности: колонки, центробежные насосы, электродвигатели, арматура. Это еще раз свидетельствует о том, что расчет сооружений водохозяйственных систем, монтаж оборудования и трубопроводов, уровень эксплуатации не отвечают требованиям нормативной надежности.

Ненадежность существующих систем является следствием их технического несовершенства, обусловленного недоработками при проектировании, строительстве и эксплуатации. По данным проведенного обследования, из-за низкого уровня эксплуатации отказы составляют 30-40%, некачественного выполнения строительных работ - 25-28%, дефектов оборудования - 10-15%, проектных ошибок - 5-10% и других причин - 5-10%.

Полученные результаты исследований отказов по отдельным сооружениям приведены в таблице 1.

Анализируя причины отказов сооружений водоснабжения получили кривые вероятностей отказов и плотности распределения случайных величин для ряда сооружений (рис. 1 а, б).

Опыт наблюдения за эксплуатацией сооружений показывает, что со временем интенсивность отказов изменяется (табл., рис. 1 а, б).

Аварии на системах сельскохозяйственного водоснабжения возникают по следующим причинам:

- разрыв трубы и выход из строя арматуры из-за неучтенной неравномерности водопотребления и завышения норм расхода воды. Здесь отказ носит всегда внезапный характер;

- поломка деталей насоса НС-1, прорыв фильтра, обрушивание водонасосного слоя, обрыв водоподъемных труб, отказ при этом имеет необратимый внезапный характер или постепенный в случае износа оборудования, а также заиливание фильтра;

Среднее число отказов по отдельным сооружениям базовых объектов за 1982–1987 годы, (за 1992–2001 годы)

Системы сельскохозяйственного водоснабжения	Среднее число отказов в год								
	НС - I	водопровод на 1 п. км.	НС - II	резервуар	сеть на 1 п. км.	колодцы	колонки	гидранты	арматура
Панкрушиха	3 (4)	0,32 (0,45)	2 (3)	1 (1)	0,26 (0,32)	2 (3)	17 (28)	3 (4)	10 (15)
Ребриха	4 (4)	0,43 (0,62)	3 (3)	2 (3)	0,41 (0,45)	4 (5)	36 (62)	4 (6)	10 (12)
Табуны	2 (4)	0,36 (0,43)	3 (4)	1 (2)	0,39 (0,46)	2 (4)	23 (46)	2 (6)	8 (12)
Хабары	4 (5)	0,31 (0,4)	2 (3)	2 (3)	0,12 (0,24)	2 (3)	16 (38)	2 (7)	12 (15)
Благовещенка	4 (4)	0,29 (0,32)	3 (3)	3 (3)	0,23 (0,20)	3 (5)	29 (42)	4 (8)	14 (18)

- неправильная эксплуатация насосов НС-II, частые их отключения, вызванные несоответствием параметров агрегатов режиму водопотребления;

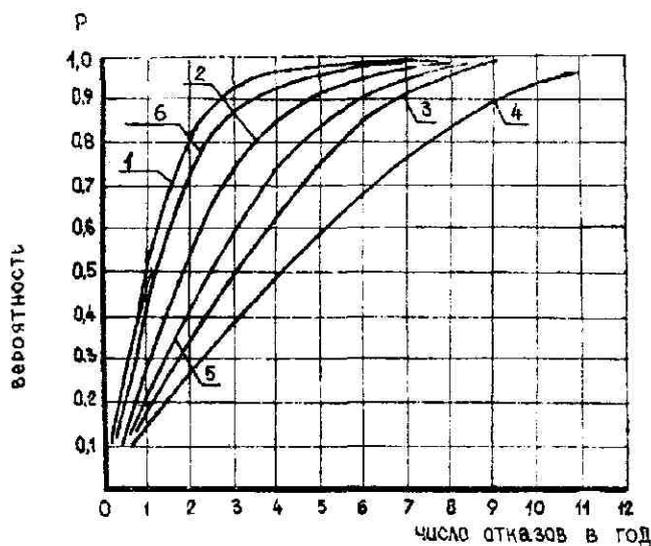
- отказы резервуаров и колодцев обычно вызваны отключением их для очистки и носят обратимый характер, а внезапный полный необратимый они обретают при обрушении этих сооружений;

- основной вид отказов – замерзание колонок, при этом отказы классифицируются как полные необратимые;

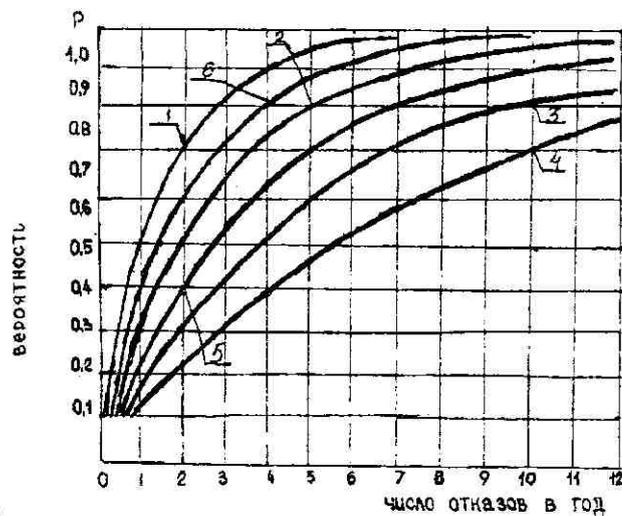
- наиболее часты полные необратимые отказы арматуры и гидратов из-за наличия воздуха в сети и разрыва арматуры.

Опыт эксплуатации сооружений показывает, что со временем интенсивность отказов изменяется [1, 3].

На рисунке 1б приведены вероятностные характеристики работы сооружений базовых объектов за период 1992–2002 г., которые показывают, что степень надежности подачи воды потребителям (население, предприятия, животноводства, полив зеленых насаждений и др.) сокращается.



а)



б)

Рис. 1. Кривые вероятности отказов сооружений на системах сельхозводоснабжения: а) за период наблюдения 1982–1987г.; б) за период наблюдения 1992–2001 г.: 1 – резервуары; 2 – насосы НС – II; 3 – колодцы; 4 – задвижки; 5 – гидраты; 6 – насосы НС – I

Для повышения надежности системы сельскохозяйственного водоснабжения рекомендуется:

а) при проектировании:

- учитывать полученные фактические удельные расходы воды всех потребителей;

- режим работы системы следует устанавливать на основе коэффициентов часовой и суточной неравномерности;

- диаметр труб необходимо определять по предельным экономическим расходам;

- при увязке параметров сооружения системы учитывать неравномерность сезонного, суточного и часового потребления;

- емкости запасных резервуаров рассчитывать на запас воды, потребляемой за время ликвидации повреждений и пробега воды от начальных участков сети;

- при выборе источников и методов обработки воды необходимо использовать более эффективные меры защиты труб от внутренней коррозии;

- должна быть предусмотрена система автоматической связи между сооружениями системы;

- при составлении проектов реконструкции систем нужно учитывать уровни надежности существующих сооружений;

- на насосных станциях следует предусматривать установку преобразователей частоты, регулирующих подачу воды для различных режимов водопотребления;

- на сетях должны устанавливаться датчики в диктующих точках по параметрам различных режимов водопотребления;

- требуется учитывать установку регулируемой арматуры;

- необходимо предусмотреть использование АСУТП с применением ЭВМ для

сбора информации, контроля и управления подачей и распределением воды;

б) при строительстве:

- необходимо тщательно проводить выбраковку водопроводных труб, проверку и подготовку арматуры;

- следует выполнять все требования технологии строительного производства при монтаже водоразборных колонок и защите их от промерзания;

- изоляция трубопроводов должна быть выполнена в соответствии с коррозионной активностью грунтов;

в) при эксплуатации:

- в журналах требуется фиксировать все повреждения;

- при планировании проведения ремонтных работ и технического обслуживания учитывать степень надежности системы водоснабжения по интенсивности отказов λ и по вероятности безотказной работы $P(t) = e^{-\lambda t}$, анализировать причины появления частых отказов и применить соответствующие меры;

- при планировании подачи и потребления воды необходимо использовать изученные вероятностные графики и режимы водопотребления.

Литература

1. Белозеров Н.П., Луговский М.В. Расчет систем водоснабжения с применением вычислительной техники. – М.: Колос, 1983. – 246 с.

2. Митропольский А.К. Техника статистических вычислений. – М.: Наука, 1981. – 432 с.

3. Михеева А.А. Основные направления повышения эффективности работы систем сельскохозяйственного водоснабжения. – М.: Колос, 1989. – 132 с.

А.Т. Абрамов, М.В. Жуков

ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ АРЕНДЫ КОМБАЙНОВ

Одной из проблем сельскохозяйственных предприятий является нехватка зерноуборочных комбайнов, поэтому возникает необходимость аренды комбайнов со стороны.

Естественно, что при аренде договаривающиеся стороны рассчитывают на совместную выгоду.

Арендодатель заинтересован в получении прибыли, а арендатор рассчиты-