

ЛИТЕРАТУРА

1. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения / Госстрой СССР. — М., 1986. — 72 с.
2. Временные рекомендации по предотвращению загрязнения вод поверхностным стоком с городской территории (дождевыми, тальмами, поливомоечными водами). — М., 1975. — 38 с.
3. СН 496-77. Временная инструкция по проектированию сооружений для очистки поверхностных сточных вод / Госстрой СССР. — М., 1978. — 40 с.
4. М о л о к о в М.В., Ш и ф р и н В.Н. Очистка поверхностного стока с территории городов и промышленных площадок. — М., 1977. — 104 с.
5. Временные рекомендации по проектированию сооружений для очистки поверхностного стока с территорий промышленных предприятий и расчету условий выпуска его в водные объекты. — М., 1983. — 47 с.
6. СНиП 11-32-74. Канализация. Наружные сети и сооружения / Госстрой СССР. — М., 1975. — 38 с.
7. Методические рекомендации по расчету интенсивности дождей при проектировании канализации в условиях Белоруссии (временные). — Мн., 1978. — 32 с.
8. К у р г а н о в А.М. Таблицы параметров предельной интенсивности дождя для определения расходов в системах водоотведения. — М., 1984. — 110 с.
9. К у р г а н о в А.М. Закономерности движения воды в дождевой и общесплавной канализации. — М., 1982. — 72 с.
10. Г о н ч а р о н о к Б.М. Математическая модель хода дождя // Водоотведение и оценка качества поверхностных вод. — Мн., 1983. — С. 20-26.
11. Справочник по климату СССР // Влажность воздуха, атмосферные осадки и снежный покров. — М.; Л., 1964-1970 гг. — Ч. IV.
12. Г а т и л л о П.Д., О д и н е ц А.Н. Распределение периодов однократного превышения сумм осадков за дождь на территории Белоруссии // Водное хозяйство и гидротехн. стр-во. — Мн., 1984. — Вып. 13. — С. 25-34.
13. Г а т и л л о П.Д., О д и н е ц А.Н. Распределение сумм осадков за дождливые периоды на территории Белоруссии // Водное хозяйство и гидротехн. стр-во. — Мн., 1986. — Вып. 15. — С. 7-13.

УДК 628.1-192

АНДЖЕЙ КРУЛИКОВСКИ, ЛЕХ ДЗЕНИС

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ НА ПРИМЕРЕ НЕКОТОРЫХ ГОРОДОВ ПОЛЬШИ

Выявление основных типов отказов водопроводных сетей, их классификация, анализ причин возникновения и разработка требований к уровню надежности систем водоснабжения являются одним из важнейших условий повышения качества водообеспечения потребителей.

В статье представлен опыт проведенных эксплуатационных наблюдений работы нескольких городских систем водоснабжения Польши, обеспечивающих водой: город "А" на 800 тыс. жителей (крупный); город "Б" на 250 тыс. жителей (средний); город "В" на 60 тыс. жителей (небольшой).

Период наблюдений для города "А" составлял 19 лет, для городов "Б" и "В" — 7 лет (1979-1985).

Водопровод в городе "А" в 1978 г. представлял систему трубопроводов из различных материалов общей протяженностью около 840 км. До 1970 г. использовались главным образом чугунные трубы, затем увеличилась доля асбестоцементных и пластмассовых труб. Водопроводная сеть состоит из магистральных трубопроводов диаметром 400...1000 мм и распределительных трубопроводов диаметром 80..400 мм. Значительная часть сети (центр города) проложена 50-60 лет назад.

Водопроводная сеть в городе "Б" представлена трубопроводами из разных материалов общей протяженностью около 360 км. Магистральные линии большей частью чугунные, диаметр – 350...1000 мм, распределительные – 80...350 мм.

Общая протяженность водопровода в городе "В" около 86 км (1985 г.), трубы чугунные (71 %) и стальные (29 %). Диаметр магистральных трубопроводов 400...800 мм, распределительных – 50...400 мм.

Для оценки надежности работы водопроводных сетей предлагается использовать следующие показатели:

функцию надежности, характеризующую вероятность безотказной работы элементов системы в определенном диапазоне времени

$$R(t) = 1 - F(t), \quad (1)$$

где $F(t)$ – функция распределения времени безотказной работы;

функцию плотности вероятности отказа элементов сети, представляющую собой производную функции распределения времени безотказной работы сети

$$f(t) = F'(t), \quad (2)$$

частоту отказов водопроводных сетей, отражающую количество аварий в определенном диапазоне времени, отнесенное к 1 км длины сети

$$\alpha = N / (L \Delta t), \quad (3)$$

Оценка надежности работы водопроводных сетей в городах "А", "Б" и "В" позволила определить главные ее показатели. Например, время безотказной работы элементов сетей T_0 может быть описано экспоненциальным распределением

$$F(t) = 1 - \exp(-\lambda t), \quad (4)$$

Степень соответствия статистического распределения отказов сетей в выбранных городах экспоненциальному закону была проверена по критерию согласия λ – Колмогорова, что показало справедливость принятой математической модели.

Примерные значения показателей надежности для сетей рассматриваемых городов получены равными:

для города "А"

$$R(t) = \exp(-0,196t); \quad f(t) = 0,196 \exp(-0,196t);$$

$$T_0 = 5,1 \text{ сут}; \quad \alpha = 0,34 \text{ год}^{-1} \text{ км}^{-1};$$

для города "Б"

$$R(t) = \exp(-0,1695t); \quad f(t) = 0,1695 \exp(-0,1695t);$$

$$T_0 = 5,9 \text{ сут}; \quad \alpha = 0,26 \text{ год}^{-1} \text{ км}^{-1};$$

для города "В"

$$R(t) = \exp(-0,212t); \quad f(t) = 0,212 \exp(-0,212t);$$

$$T_0 = 4,7 \text{ сут}; \quad \alpha = 0,41 \text{ год}^{-1} \text{ км}^{-1}.$$

Главные показатели надежности (функции надежности и плотности ве-

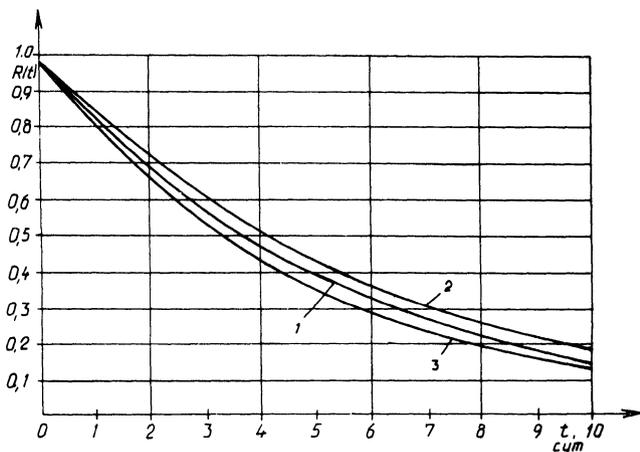


Рис. 1. Функции надежности работы водопроводных сетей в выбранных городах:
1, 2, 3 – соответственно города "А", "Б", "В".

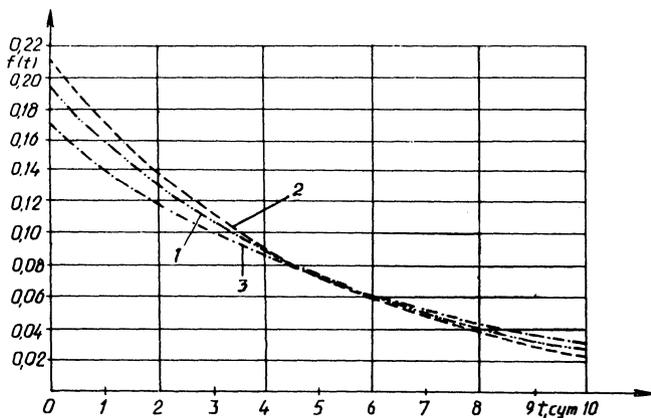


Рис. 2. Плотности вероятности отказов элементов водопроводных сетей в выбранных городах:
1, 2, 3 – соответственно города "А", "Б", "В".

роятности отказов) для сетей рассматриваемых городов представлены на рис. 1 и 2.

Интересно распределение количества повреждений сетей в течение года (табл. 1). Самое большое количество аварий наблюдается в зимние месяцы в городах "А" и "Б". В городе "В" – три периода повышенной аварийности сетей: в январе, апреле и июле. Июльский период, очевидно, связан с туризмом в городе "В".

Анализ значений показателей надежности выявил их сходство в распределении во времени. Существенным оказалось небольшое значение времени безотказной работы сетей (не превышает шести суток), Вероятность безотказ-

**Процентное распределение количества поврежденных водопроводных сетей
в анализируемых городах в течение года**

Месяц	Среднее количество аварий в городах, %		
	"А"	"Б"	"В"
I	11,1	8,6	12,7
II	9,2	7,2	4,8
III	7,2	7,6	7,1
IV	5,8	7,4	13,2
V	6,0	8,2	7,4
VI	6,3	7,5	7,7
VII	6,8	7,8	11,9
VIII	7,4	9,7	7,2
IX	6,6	7,7	8,7
X	9,5	7,2	6,7
XI	12,2	9,7	7,0
XII	11,9	10,8	5,4
Итого	100,0	100,0	100,0

ной работы элементов водопроводных систем для высказанных выше значений времени 34...38 %.

Таким образом, исследуемые водопроводные сети характеризуются значительной аварийностью, нестабильностью работы, а долговременная, надежная их эксплуатация оказывается маловероятной.

ЛИТЕРАТУРА

- Ильин Ю.А. Надежность водопроводных сооружений и оборудования. — М., 1985. — 180 с. 2. D z i e n i s L., K r ö l i k o w s k i A. Analiza uszkodzeń miejskich sieci wodociągowych. Materiały konferencyjne "Niezawodność systemów wodociągowych i kanalizacyjnych. — Kielce, 1986. — 209–214 с. 3. D z i e n i s L., O r z e c h o w s k a M. Analiza awaryjności sieci wodociągowej w Białymstoku z zastosowaniem teorii niezawodności // Gaz, woda i technika Sanitarna. — 1987. — N 4. — С. 60–62. 4. D z i e n i s L., K r ö l i k o w s k i A. Analiza uszkodzeń sieci wodociągowych makroregionu północnowschodniego. Materiały konferencyjne "Problemy gospodarki wodno-ściekowej w regionach rolniczo-przemysłowych" — Białystok, 1987. — С. 85–92.

УДК 628.543

А.Г. ВОРОНИН

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД МЯСОКОМБИНАТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТОКОВ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

Одним из основных загрязнителей сточных вод предприятий мясной промышленности являются жировые частицы. Они значительно усложняют эксплуатацию канализационных сетей, вызывая их закупорку, затрудняют