

УДК 628.147.25:005

**АНАЛИЗ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙ
НА ТРУБОПРОВОДАХ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ****Н.М. БОРДАДЫНОВА, Я.Н. КУЗЬМИНОВА***(Представлено: С.П. СТУДЕНИКИНА)*

Рассмотрены основные факторы, оказывающие неблагоприятное влияние на техническое состояние водопроводных сетей. Выявлены основные причины отказов и нарушений в работе водоводов. Проанализированы показатели надежности и ремонтпригодности трубопроводов.

Аварией на водопроводных предприятиях считается полное или частичное прекращение водоснабжения населенного пункта или отдельного его района, вызванное повреждением водопроводных сооружений, трубопроводов водопроводной сети или водоподъемных агрегатов.

На техническое состояние водопроводных сетей оказывают влияние различные факторы: динамические нагрузки (транспорт); коррозия; гидравлические удары (резкое изменение внутреннего давления); деформация почвы (замерзание, оттаивание, просадки); уровень грунтовых вод; старение металла; качество железобетонных конструкций; низкое качество строительно-монтажных работ и др.

Значительное негативное влияние на техническое состояние водопроводных сетей и сооружений оказывает выполнение строительства и ремонт дорог с отклонением от проектных решений. Увеличение динамических нагрузок на водопроводную линию или сооружение в сочетании с нарушениями требований по их прокладке приводит к возникновению аварийных ситуаций.

При оценке причин нарушений в работе сетей водопровода и статистических анализах аварий различных территорий было выявлено, что около 70...80 % аварий приходится на чугунные трубы и 20...30 % на стальные.

Основной вид повреждения чугунных и стальных труб – расстройство стыковых соединений, наблюдаемое преимущественно в первые годы их эксплуатации. Рост повреждений сварных швов (стальные трубы) объясняется главным образом их некачественностью вследствие выполнения сварки стыков летом при высокой температуре наружного воздуха, а также заключаются в неправильной укладке трубопровода в траншею, потере сцепления тела трубы с грунтом на большом протяжении.

Так, исходя из вида аварий, приблизительно 40 % связано с разрывом швов; 25 % – с разломами; 20 % – с отверстиями; 10 % – с трещинами; 5 % с дефектами стыков. Причиной разрывов швов в большинстве случаев ($\approx 80\%$) является гидравлический удар (на долю деформации почвы и коррозии приходится 20 %), а причиной образования сквозных отверстий – коррозия материала труб ($\approx 80\%$) (на долю деформации почвы и гидроудара – 20 %). В то же время основной причиной разломов ($\approx 75\%$) и трещин ($\approx 60\%$) в трубопроводах явилась деформация почвы. Такие причины, как гидроудар и коррозия, составляют оставшиеся 25 и 40 % для разломов и трещин соответственно.

Разрывы и трещины труб крупного диаметра – наиболее опасный вид аварий, так как они могут быть причиной затопления городских территорий, подвалов, подмыва и обрушения зданий, размыва больших котлованов и выноса значительных объемов земли. При этом обычно наблюдается резкое снижение напоров в сети. Ликвидация подобных повреждений составляет значительный объем работ.

В настоящее время для производства труб используются самые разные материалы: металлы, пластмассы, керамика, асбестоцемент, бетон и композиции из нескольких материалов. Каждый материал имеет свои достоинства и недостатки. Чтобы сориентироваться в этом многообразии и выбрать нужный тип трубы, необходимо знать цель использования трубопровода, параметры его работы и требуемую долговечность.

Рассматривать свойства труб целесообразно по виду материала, из которого они изготовлены, так как вид материала определяет эксплуатационные характеристики трубы, ее долговечность, методы монтажа и, естественно, стоимость.

Согласно статистическим данным, аварии на трубах большого диаметра происходят реже, чем на трубах среднего диаметра, это можно проследить, анализируя таблицу 1, в которой представлены показатели аварийности чугунных водоводов в одну нитку [1]. Тем не менее аварии на трубах большого диаметра наносят больший ущерб безопасности работы системе водоснабжения. Повреждения дорожных покрытий, размывы объемных котлованов, ущерб близкорасположенным инженерным коммуникациям, большие потери воды создают дополнительные сложности в локализации поврежденных участков и приводят к нарушению водоснабжения.

Таблица 1

Показатели аварийности чугунных водоводов в одну нитку

Диаметр водовода, D, мм	Среднее число аварий за 1 год при длине водовода L, км			
	L = 1	L = 2	L = 10	L = 15
200 (при $\lambda \approx 0,92$ 1/км·год)	1	5	9	14
400 (при $\lambda \approx 0,65$ 1/км·год)	1	3	6	10
600 (при $\lambda \approx 0,46$ 1/км·год)	–	2	5	7
800 (при $\lambda \approx 0,37$ 1/км·год)	–	2	4	5

Величины интенсивности отказов и ремонтов водопроводов приведены в таблице 2 [2].

Таблица 2

Показатели надежности и ремонтпригодности трубопроводов (при уровне достоверности $\delta = 0,95$)

Материал и диаметр трубопроводов, мм	Интенсивность отказов $\lambda \cdot 10^4$, 1/ч·км			Интенсивность ремонтов, $\mu \cdot 10^2$, 1/ч·км
	λ_{\min}	$\lambda_{\text{ср}}$	λ_{\max}	
Трубы чугунные <i>d</i> :				
100	0,9	1,02	1,14	1-4
150	0,75	0,92	1,09	1-4
200	0,70	0,87	1,05	1-4
300	0,55	0,70	0,85	1-4
400	0,50	0,62	0,74	1-4
500	0,47	0,52	0,57	1-4
600	0,44	0,48	0,53	1-4
700	0,4	0,44	0,48	1-4
800	0,36	0,39	0,42	1-4
900	0,34	0,37	0,4	1-4
Трубы стальные <i>d</i> :				
100	0,18	0,29	0,40	2-4
150	0,16	0,25	0,35	2-4
200	0,15	0,22	0,30	2-4
250	0,13	0,19	0,25	2-4
300	0,12	–	0,20	2-4
400	0,11	–	0,18	2-4
500	0,10	–	0,15	2-4
600	0,10	–	0,14	2-4

Анализ данных этой таблицы позволяет сделать вывод, что чугунные трубы имеют интенсивность отказов в 3...4 раза больше, чем стальные трубы при одном и том же диаметре. В то же время интенсивность ремонта стальных труб выше, чем чугунных. Повышение величины интенсивности отказов чугунных труб обусловлено их хрупкостью.

Аварийность сетей ухудшает водоснабжение потребителей. Устранение повреждений приводит в отдельных случаях к длительному выключению сетей и нарушению водоснабжения. В связи с этим необходимо вести строгий учет повреждаемости сети и анализ причин этих повреждений. Таким образом, учет и анализ состава сети водоснабжения и местных условий их расположения помогает выявлять наиболее слабые звенья в работе системы подачи воды и принимать своевременно необходимые меры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Математические методы решения задач надежности водопроводно-канализационных систем. Раздел I. Основы надежности инженерных систем / С.С. Душкин [и др.]. – Харьков: ХНАГХ, 2006. – 56 с.
2. Журба, М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: учеб. пособие / М.Г. Журба, Л.И. Соколов, Ж. М. Говорова; под ред. М.Г. Журбы. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Изд-во АСВ, 2003. – 288 с.