

РАЗДЕЛ IV. ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, КОНСТРУКЦИИ И МАТЕРИАЛЫ



Ким Игорь Леонидович — выпускник НИИЖТа 1991 г. Кандидат технических наук, доцент. Является автором более 20 научных и учебно-методических работ.

Сфера научных интересов — гидравлика трубопроводных систем.
E-mail: kim120767@yandex.ru



Кунц Константин Леонтьевич — выпускник НИИЖТа 1974 г., кандидат технических наук, доцент. Является автором более 80 научных и учебно-методических работ. Имеет один патент. С 2006 г. декан факультета ПГС. Почетный работник жилищно-коммунального хозяйства.

E-mail: pgs@stu.ru

УДК 628.179

И.Л. КИМ, К.Л. КУНЦ

СКОРОСТНОЙ АВАРИЙНЫЙ РЕМОНТ ДЕЙСТВУЮЩИХ ТРУБОПРОВОДОВ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В статье описана сущность оригинальной технологии аварийного ремонта подземных коммуникаций без разрытия траншеи, а также ее применение в сибирских условиях.

Ключевые слова: *аварийность трубопроводов, ремонт трубопроводов, без-вскрышные методы ремонта.*

Жизнеобеспечение современных городов во многом зависит от нормальной работоспособности инженерных коммуникаций. Значительную часть городских коммуникаций составляют системы напорных трубопроводов водоснабжения и отопления. Сегодня протяженность трубопроводных сетей водопроводно-канализационного хозяйства в России составляет около 700 тыс. км, т.е. примерно 5 м на человека. И это только без систем разводки водоснабжения и теплоснабжения внутри домов, что составляет приблизительно такую же величину. Больше половины (51 %) сетей расположены в 19 регионах и 20 % — сосредоточены в столичных областях. Проблема поддержания трубопроводов в работоспособном состоянии особенно актуальна для областных центров и крупных мегаполисов. Например, МУП «Горводоканал» г. Новосибирска ежедневно подает в город 800 тыс. м³ питьевой воды, отвечающей нормативным требованиям. Протяженность трубопроводов новосибирского водопровода составляет 1 477 км, из них более 200 км эксплуатируется более 50 лет, амортизация превысила 70 %.

Проблемными для города на текущий момент и перспективу в области водоснабжения и теплоснабжения являются вопросы снижения аварийности за счет строительства новых и реконструкции старых инженерно-технических объектов для обеспечения устойчивой работы жизнеобеспечивающих систем. Необходимо отметить, что в условиях Сибири, где отопительный сезон длится более полугода, очень важно проводить ремонтные работы в краткие сроки. Если авария произошла в зимний период, важно оперативно устранить повреждение, а затем летом произвести замену или качественный ремонт.

В настоящее время существует широкий спектр технологий по ремонту и реновации пропускной способности действующих трубопроводных коммуникаций. Одна из технологий бестраншейного скоростного ремонта была разработана еще в 90-е гг. в СГУПСе.

Сущность технологии: продавливание специальной технологической растворной смеси с помещенными в нее герметизирующими элементами по трубопроводу в пределах аварийного участка. Участок ограничивается двумя ближайшими смотровыми колодцами или камерами. Раствор приготавливается на месте проведения ремонтных работ и закачивается через предварительно врезанный патрубок в начале участка. После окончания работ остатки раствора удаляются через аналогичный патрубок в конце (рисунок).

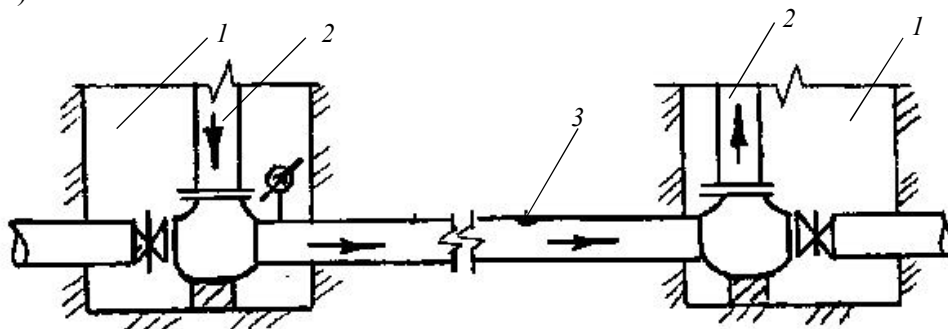


Схема ремонтного участка:

1 — колодцы сети; 2 — технологические патрубки; 3 — аварийное отверстие

Герметизирующий элемент, попадая в зону влияния утечки, захватывается отделяющимся потоком и устремляется в отверстие, при этом хвостовик выполняет роль чувствительного проводника, улавливающего деформацию потока, увлекая за собой более тяжелое ядро. Герметизирующий элемент имеет каплевидную форму и содержит ядро, покрытое пластичным материалом, которое формируется из волокнистого материала в виде упругого узла. В аварийном отверстии оболочка элемента деформируется под действием избыточного давления, тем самым полностью перекрывая повреждение. При этом герметизирующий элемент, вдавливаясь в повреждение, приобретает форму заклепки, а представляющая собой водонерастворимый материал технологическая смесь, попадая в затрубное пространство, отвердевает.

Местоположение аварийного отверстия по периметру поперечного сечения трубы заранее спрогнозировать невозможно. Тогда очевидно, что для повышения вероятности заделки отверстия герметизирующие элементы должны быть равномерно распределены по живому сечению потока, а скорость их движения в потоке оптимальна. Опытным путем установлено, что при использовании воды как транспортирующей среды невозможно добиться стабильного положения элементов в потоке, потому что они скапливаются в верхней или нижней части трубы. Более реальным видится путь

транспортирования герметизирующего элемента в среде с большей вязкостью, так как силы внутреннего трения будут препятствовать быстрому перемещению элемента по вертикали. В связи с этим предложено транспортировать герметизирующий элемент в вязкой технологической смеси. Изучение потенциально возможных растворных смесей привело к выводу о целесообразности использования водозатворенных глиноцементных составов, которые относятся к структурным жидкостям, обладающим способностью удерживать во взвешенном состоянии твердые частицы большей крупности, чем частицы, входящие в состав данной среды.

В результате предварительных исследований определен предпочтительный состав технологической смеси. В него входят следующие компоненты: портландцемент марки 400 и выше, На-бентонитовые глины. В качестве добавок использованы: для уменьшения срока схватывания — метасиликат натрия (жидкое стекло) и пластифицирующая добавка — полиакриламид. Глиноцементный раствор представляет собой смесь мелкофракционных порошков, поэтому глиноцементный состав рассматривался как смешанное вяжущее, а содержание воды в растворе представлялось водотвердым отношением (В/Т). Первоначально определялись предельные напряжения сдвига и вязкость смеси на капиллярном вискозиметре. После чего определяли сроки схватывания смесей. В ходе эксперимента было отмечено, что составы с большим содержанием цемента склонны к расслаиванию, а это обуславливает неоднородность растворной смеси, в связи с чем предпочтение было отдано следующему составу ($\Gamma : Ц = 1 : 1$ с $В/Т = 0,9$, с добавлением 2-процентных водных растворов полиакриламида и жидкого стекла).

С учетом того, что технология особенно эффективна в зимний период, были проведены специальные исследования, в ходе которых установлено, что смесь сохраняет свои технологические свойства при температуре воды для ее приготовления от 2 до 60 °С. Общее снижение температуры по тракту движения технологической смеси в процессе ее закачки в ремонтируемый трубопровод при температуре воздуха –30 °С составляет 2 °С.

Главными преимуществами являются: кратковременное отключение участка от потребителя, ликвидация всех повреждений в пределах ремонтируемого участка, низкая стоимость ремонтных работ.

Были проведены натурные испытания технологии на реальных объектах Новосибирска. За 5 лет были выполнены работы по устранению аварийных утечек на более чем ста участках сетей холодного и горячего водоснабжения и теплоснабжения. Работы велись на линиях диаметром от 50 до 400 мм, выполненных из стальных и чугунных труб.

Испытания позволяют заключить следующее.

1. Устранение утечки методом безвскрышного ремонта с последующей устойчивой работой более одного года состоялось на 75 % стальных и 50 % чугунных трубопроводов.

2. Состоявшаяся герметизация в большинстве случаев сопровождается надежным и долговечным перекрытием аварийного отверстия. Повторная разгерметизация происходит раньше, чем через один год после производства ремонтных работ, как правило, на трубопроводах, пролежавших в земле более десяти лет.

3. Вскрытие отремонтированных, но вновь вышедших из строя участков показало, что неудовлетворительные результаты герметизации в основном имели место при наличии трещины в стенке труб или разгерметизации стыка чугунных труб.

4. Установлено, что с увеличением расстояния от места ввода технологической смеси до сечения трубопровода с аварийной утечкой вероятность положительного результата герметизации уменьшается.

5. Более половины отремонтированных трубопроводов теплосетей и систем горячего водоснабжения проработали менее одного года. Разгерметизация их в основном имела место в межотопительный сезон, что объясняется большими перепадами температуры воды в теплосети по окончании отопительного сезона, опорожнением трубопроводов в летнее время. В этой связи очевидно, что метод безвскрышного ремонта указанных трубопроводов может рассматриваться лишь в качестве временной меры, обеспечивающей работоспособность сети до конца отопительного сезона.

6. Себестоимость ремонтных работ не превышала 15–20 % от себестоимости работ традиционными методами со вскрытием траншеи.

7. За период испытаний не было ни одного случая возникновения каких-либо побочных отрицательных явлений или осложнений в эксплуатации отремонтированных сетей.

8. Работа ремонтного комплекса на аварийном участке практически не создавала помех автодорожному и пешеходному движению.

Вышеперечисленные результаты апробации делают технологию безвскрышного ремонта привлекательной с технико-экономической, экологической и санитарной точек зрения.

Библиографический список

1. Кунц К.Л., Ким И.Л. Ремонт трубопроводов без вскрытия траншеи // Вопросы водоснабжения и канализации. Инженерно-геологические условия и фундаменты транспортных сооружений в Сибири: Межвуз. сб. науч. тр. Новосибирск, 1994.

2. Кунц К.Л., Ким И.Л. Особенности герметизации трубопроводов в зимний период // Ресурсосберегающие технологии: Сб. науч. тр. Новосибирск: СГАПС, 1997.

I.L. Kim, K.L. Kunts. Speed Emergency Repair of Existing Pipelines in Western Siberia.

The article describes the essence of the original technology of emergency repair in underground utilities without a trench dug, and its use in Siberia.

Key words: *pipeline accident, repair of pipelines, repair methods without dug trenches.*