

УДК 537.877

## АНАЛИЗ ОТРАЖЕННЫХ СИГНАЛОВ В ЛИНИИ СОДК

Н. В. ГЕРАСИМЕНКО

Научный руководитель С. В. БОЛОТОВ, канд. техн. наук, доц.

Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

Согласно ГОСТ 30732–2006 [1] элементы трубопровода с пенополиуретановой (ППУ) теплоизоляцией должны оснащаться сигнальными проводниками системы оперативного дистанционного контроля (СОДК) (рис. 1) [2].

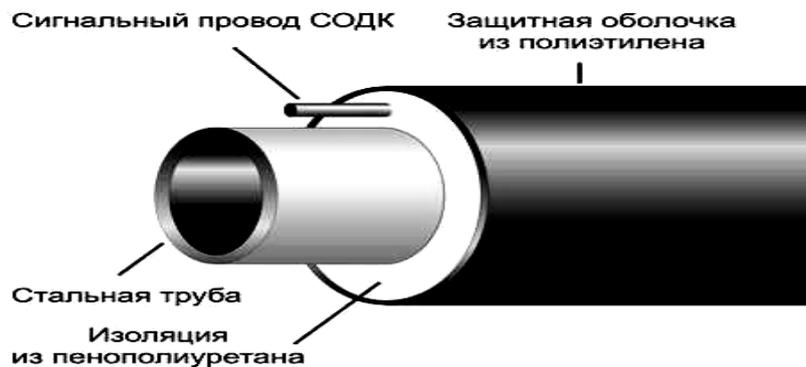


Рис. 1. Проводник СОДК в изоляционном слое трубы

Сигнальные проводники в составе системы используются для периодического или непрерывного мониторинга состояния трубопроводов при помощи приборов, оценивающих электрическое сопротивление слоя теплоизоляции (пороговых детекторов) или импульсных рефлектометров. Последние позволяют выполнить оценку расстояния от точки подключения к линии до участка теплоизоляции, электрическое сопротивление которого значительно ниже, чем в нормальном состоянии. При помощи импульсных рефлектометров также возможно обнаружить повреждения самой линии СОДК. Это могут быть короткие замыкания, обрывы проводников или неоднородность расстояния от поверхности металлической трубы до проводника.

В [2, 3] впервые была представлена математическая модель линии СОДК, основанная на теории длинных линий. Дальнейшее развитие математической модели и разработка численных и аналитических методов решения уравнений позволили получить широкое представление о свойствах отраженных сигналов в линии СОДК при различных видах повреждений, а также особенности их распространения.

Приведем здесь наиболее важные случаи (рис. 2), а именно виды отраженных сигналов при наличии дефектов типа «увлажненный участок» (см. рис. 2, *а*) и «повышенное контактное сопротивление» (см. рис. 2, *б*). Первый дефект возникает из-за утечки теплоносителя из основной трубы или при проникновении воды из грунта в случае повреждения защитной

полиэтиленовой оболочки. Локация таких участков с целью устранения повреждений является важной задачей и позволяет предотвратить масштабные аварии в теплосетях. Дефект второго типа возникает при некорректном монтаже линии СОДК, некачественной пайке и изломах проводников, а также в местах соединения выводов рефлектометра и линии.

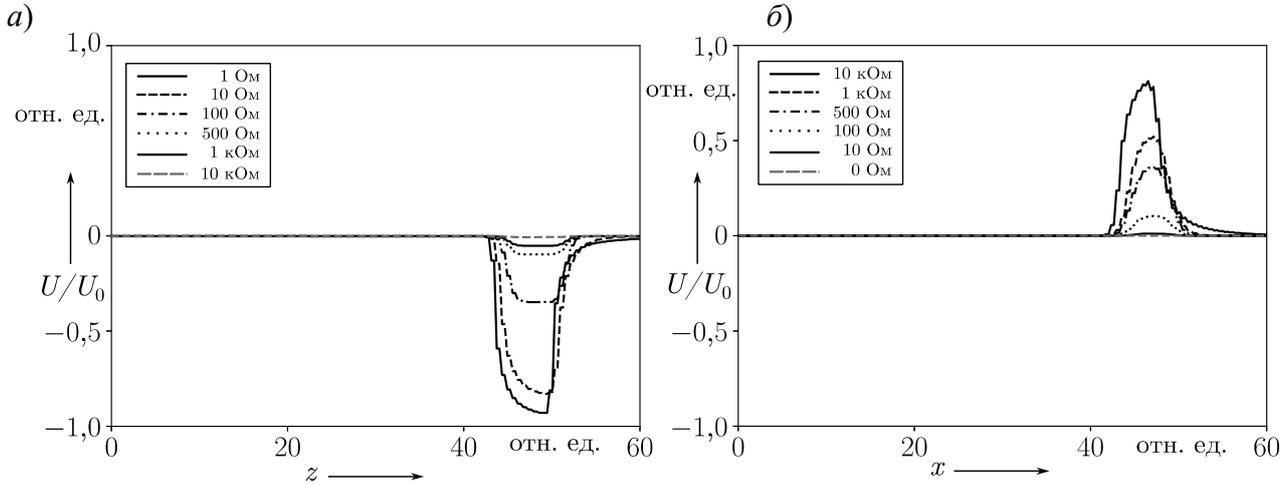


Рис. 2. Отраженные сигналы при наличии увлажненного участка теплоизоляции (а) и при повышенном контактном сопротивлении (б). Исследования выполнены для различных значений сопротивлений

Как можно видеть из рисунка, тип дефекта влияет на форму и полярность отраженных сигналов, при этом, например, степень увлажнения теплоизоляционного слоя (как следствие, величина пониженного электрического сопротивления) оказывает влияние на амплитуду отраженного сигнала. Анализ результатов моделирования различных видов неоднородностей и дефектов в линии СОДК дает возможность установить зависимости, важные для дальнейшей настройки приборов-рефлектометров и идентификации сигналов, обусловленных дефектами, что позволит повысить достоверность результатов диагностики с применением импульсной рефлектометрии.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **ГОСТ 30732–2006.** Трубы и фасонные изделия стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной оболочкой. Технические условия.
2. **Герасименко, Н. В.** Математическая модель ПИ-трубопровода тепловой сети для контроля мест повреждения методом рефлектометрии / Н. В. Герасименко // Интеллектуальные информационные технологии, энергетика и экономика: материалы XIV Междунар. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов. – Смоленск, 2020. – Т. 3. – С. 29–33.
3. **Герасименко, Н. В.** Математическое моделирование системы оперативного дистанционного контроля на основе телеграфных уравнений / Н. В. Герасименко, С. В. Болотов // Современные методы и приборы контроля качества и диагностики состояния объектов. – Могилев, 2020. – Т. 1. – С. 57–60.