

**РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА
В МАГИСТРАЛЬНОМ НЕФТЕПРОДУКТОПРОВОДЕ
ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЕГО УЧАСТКОВ СО СВЕРХНОРМАТИВНЫМИ
ПОТЕРЯМИ НЕФТЕПРОДУКТОВ**

Л.М. Спириденко¹, Т.С. Казмиркивская², М.А. Петроченко¹

¹Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой,
Новополоцк, Беларусь

²НС «Солнечногорская» Володарского РПНУ АО «Транснефть-Верхняя Волга»,
Россия

Трубопроводный транспорт является наиболее экономически и экологически выгодным транспортом для перекачки углеводородов. Однако при перекачке нефтепродуктов могут происходить различные виды потерь нефтепродукта, такие как эксплуатационные, естественные и аварийные. Эксплуатационные и естественные потери относятся к нормативным, и их величина, в настоящее время рассчитывается и учитывается. Однако потери, возникающие при аварийных разливах нефтепродукта, несанкционированных врезках при хищении перекачиваемых нефтепродуктов нельзя рассчитывать. Несанкционированные врезки приносят огромные убытки компаниям, они связаны как с потерей нефтепродукта, так и с экологическими последствиями при разливе продукта в окружающую среду.

Экономический ущерб от несанкционированных врезок исчисляется сотнями и более тонн в сутки потерянного продукта. Для Республики Беларусь также существует проблема несанкционированных врезок, хотя в последнее время она успешно решается. Одним из решений вопроса обнаружения и ликвидации несанкционированных врезок является проведение мониторинга герметичности линейной части нефте- и нефтепродуктопроводов. По причине огромной протяженности линейной части магистральных нефтепродуктопроводов, достигающей в длину нескольких тысяч километров, на трубопроводах может одновременно существовать десятки, а то и сотни несанкционированных врезок. Поэтому наиболее важным вопросом при обнаружении утечек из трубопровода является обеспечение более точного места выхода нефти, что поможет организовать оперативную работу по обнаружению и устранению несанкционированных отборов. Данная проблема в настоящее время является актуальной для России, Республики Беларусь, а также других стран.

Для обеспечения непрерывного мониторинга герметичности магистральных нефте- и нефтепродуктопроводов (далее - МНПП) в пределах технологического участка в режиме реального времени применяются системы обнаружений утечек (далее – СОУ). Данные системы работают по заданным алгоритмам на всех режимах функционирования МНПП, включая

нестационарные, переходные режимы и режим остановленной перекачки. Основная функция СОУ – это выявление факта возникновения утечки и установление ее координат и интенсивности. Система обеспечивает формирование сигнала тревоги о возможном наличии утечки и отображение информации в реальном масштабе времени, помогающей оперативно принять решение по устранению утечки. В Республике Беларусь, России и в странах запада (США, Германия, Франция и др.) наличие СОУ на магистральных трубопроводах регулируется на законодательном уровне. В них представлены описание методов обнаружения утечек и требования к следующим видам СОУ:

- системы обнаружения утечек по волне давления;
- параметрические системы обнаружения утечек;
- комбинированные системы обнаружения утечек.

Методы, применяемые для обнаружения утечек на МННПП: Метод определения утечек по анализу профиля давления, Балансовый метод, Метод «давление – расход», Метод диагностики утечек на основе анализа давлений в изолированных секциях при закрытых задвижках, Алгоритм определения утечек по волне давления

Все вышеперечисленные методы требуют стационарной установки оборудования, кроме того, перечисленные методы не позволяют обеспечить точные координаты утечки продукта в трубопроводе. Для более точного определения места утечки специалистами ПАО «Транснефть», которые являются выпускниками Полоцкого государственного университета им. Евфросинии Полоцкой была предложена разработка мобильного комплекса измерения расхода в МННПП с передачей данных в системы диспетчеризации для локализации участков МННПП. Предполагается, что данный комплекс будет передвигаться между уже существующими, врезными расходомерами, которые показывают разницу в расходе. Мобильный комплекс представляет собой передвижную базу, состоящую из спецавтомобиля, который оснащен расходомерами. В качестве передвижной базы специалистами ПАО «Транснефть» предлагается использовать спецавтомобиль АРОК на базе КАМАЗ 43118.

Также в автомобиле АРОК предусмотрены пассажирский и технологический отсеки. В технологическом отсеке можно расположить все требующееся оборудование, в пассажирском отсеке можно принять пищу, отдохнуть и переночевать, в случае длительных командировок. Для измерения расхода предлагается использовать накладные ультразвуковые расходомеры, например расходомеры Стримлюкс. Данные расходомеры имеют ряд преимуществ, к которым можно отнести возможность в короткое время организовать точку измерения расхода на новых и существующих объектах и низкие затраты на установку расходомера.



Рисунок 1. – АРОК на базе КАМАЗ 43118



Рисунок 2. – Расходомеры «Стримлюкс»

Расходомер использует два накладных ультразвуковых датчика, которые работают одновременно как ультразвуковой передатчик и ультразвуковой

вой приемник. Накладные ультразвуковые датчики крепятся к трубопроводу снаружи на определенном расстоянии друг от друга. Ультразвуковые датчики могут быть установлены следующими способами:

- V-образным, когда ультразвук пересекает трубу дважды;
- W-образным (используется редко), когда ультразвук пересекает трубу четыре раза;
- Z-образным, когда накладные ультразвуковые датчики монтируются на противоположных сторонах трубы и ультразвук пересекает трубопровод один раз.

Выбор способа монтажа зависит от трубопровода и характеристик жидкости. Расходомер работает по принципу поочередной передачи и приема частотно-модулированного всплеска звуковой энергии между двумя ультразвуковыми датчиками и измерения времени, за которое звуковой сигнал проходит между ними. Разница в измеренном времени прохождения сигнала прямо и точно определяет скорость жидкости в трубопроводе. Расходомер включает в себя стандартный интерфейс связи RS-485 и необходимый протокол передачи данных. Его аппаратные средства поддерживают модем для передачи данных по сети на базе телефонной линии. С помощью преобразователя RS232/RS485, расходомер может быть подключен к сетевой шине RS485. Можно также использовать модуль кратких сообщений GSM для передачи данных расхода жидкости на удаленный компьютер. С помощью модуля GSM, можно проверять данные расхода жидкости и статус расходомера с сотового телефона. При использовании порта RS485 для подключения к сети, можно использовать IDN расходомера в качестве его сетевого адреса, и использовать {W}-расширенную команду, установленную в качестве протокола передачи данных. Токовый выход и выход ОСТ может быть использован для контроля клапана, а релейный выход может быть использован для включения и отключения других устройств. Четырехканальные аналоговые входы могут быть использованы для входных сигналов давления, температуры и других. Максимальное расстояние передачи составляет 15 м для порта RS232 и 1000 м для RS485. Если требуется передача на большие расстояния, для этой цели служат выход с токовой петлей, модем, GSM. Управление расходомером может совершаться с удаленного компьютера, за исключением изменения IDN, которое может быть выполнено на месте с клавиатуры расходомера. Протокол передачи данных основан на принципе ведущий/ведомый. Ведущий (удаленный компьютер) отправляет команду, ведомый (расходомер) реагирует на нее. Предлагаемые датчики расходомера устанавливаются на тело трубы. Для их установки необходимо произвести земляные работы по вскрытию участка трубопровода. Для производства земляных работ, на автомобиль АРОК вместо гидравлического манипулятора устанавливается навесной мини экскаватор, что

позволит преобразовать автомобиль АРОК в максимально мобильный комплекс. Данное предложение специалистов ПАО «Транснефть» можно использовать на МНПП Республики Беларусь.

Выводы:

Мобильный комплекс, предложенный специалистами ПАО «Транснефть», для измерения расхода в МНПП с передачей данных в системы диспетчеризации позволит:

- проводить непрерывный мониторинг герметичности МНПП;
- оперативно обнаруживать утечки нефти и нефтепродукта для локализации участков МНПП;
- более точно определять координаты возникших утечек продукта и их интенсивность.

Данная система обнаружения утечек позволит обеспечить уменьшение сверхнормативных потерь нефти и нефтепродукта при несанкционированных врезках, а также экологических последствий при разливе продукта в окружающую среду.