

УДК 622.691.4:629.4.063.2

М.Е. Усольцев, А.А. Коршак

ВЫНОС СКОПЛЕНИЙ ЖИДКОСТИ ИЗ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

Приведен анализ причин образования скоплений жидкости в магистральных газопроводах, рассматривается динамика изменения скоплений и проводится оценка возможности их выноса без применения механических устройств. Предложена схема установки для комплексного изучения возможности выноса жидкости из пониженных участков газопровода.

Ключевые слова: газопровод, скопления жидкости, пониженные участки, вынос скоплений, экспериментальная установка.

Анализ статистических данных по качеству поставляемого на экспорт газа показывает, что имеют место случаи ухудшения качества газа контрактным требованиям по температуре точки росы по содержанию влаги и углеводородам. Показатели же качества осушки газопроводов после строительства и капремонтов нормативами не установлены, и в проектах строительства объектов не обосновываются.

По разным причинам очистка и осушка газопроводов может выполняться с нарушением технологии, что вызывает ухудшение качества газа, поставляемого потребителям, в том числе на экспорт, как это имело место в 2004 году при подаче газа по газопроводу «Ямал-Европа» через ГИС «Кондратки».

Изучение подобных эпизодов показало, что причинами повышения точки росы могут являться:

- 1) недостаточно качественная подготовка газа на промыслах;
- 2) неполное удаление воды после гидроиспытаний и невыполнение работ по осушке на большинстве объектов капитального строительства, реконструкции и капитального ремонта магистральных, межпромысловых газопроводов, технологических обвязок КС,

ГРС, УКПГ месторождений и ПХГ, происходящее по причине отсутствия необходимой проектной документации и недостаточного количества мобильных установок осушки;

- 3) попадание жидкости в полость трубопроводов при авариях и строительно-монтажных работах;

- 4) проведение комплексов работ по внутритрубной диагностике и связанных с ними изменениями режимов и скоростей потоков газа;

- 5) наличие накопившейся жидкости в полости магистральных и межпромысловых газопроводов, не имеющих камер запуска и приема очистных устройств, и ее вынос при перераспределении потоков газа и связанных с этим изменений режимов работы газопроводов (увеличение скоростей потоков, изменение температуры транспортируемой среды);

- 6) конструктивные особенности сооружений с наличием тупиковых участков, закрытых объемов, «мертвых» полостей (полость между корпусом и затвором запорной арматуры, уткообразные конструкции перемычек между газопроводами и др.) затрудняющие удаление воды из полости газопроводов.

Отдельно хотелось бы отметить, что более 7345,9 км газопроводов, эксплуатирующихся ОАО «Газпром», не оборудованы камерами приёма и запуска очистных устройств. Вопрос очистки данных участков остаётся открытым.

Очистка полости трубопровода – технологическая операция, которая выполняется в процессе сооружения трубопровода с целью установления проходного сечения, заполнения магистрали транспортируемой средой, без изменения её физико-химических свойств, пропуска диагностических и других специальных устройств в процессе эксплуатации. Также немаловажным фактором для проведения очистки является постепенное засорение газопровода, что приводит к снижению его пропускной способности. Процесс работы магистрального газопровода с недогрузкой сопровождается увеличением степени сжатия КС и, соответственно, возрастанием затрат энергии на транспорт газа. Таким образом, очистка (продувка) трубопроводов является одним из основных инструментов для повышения эффективности работы компрессорных станций. [1]

Работы по очистке полости выполняются на основании следующих нормативных документов:

- 1) СНиП III-42-80*. Магистральные трубопроводы;
- 2) ВСН 011-88. Миннефтегазстрой. Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Очистка полости и испытание;
- 3) СП 111-34-96. Свод Правил сооружения магистральных газопроводов. Очистка полости и испытание газопроводов;
- 4) ВН 39-1.9-004-98. Инструкция по проведению гидравлических испытаний трубопроводов повышенным давлением (методом стресс-теста).

Методы очистки трубопровода:

- промывка с пропуском очистного поршня или поршня-разделителя;
- продувка с пропуском очистного и при необходимости поршня-разделителя;
- продувка без пропуска очистных поршней.

В данной работе наибольшее внимание уделено второму и третьему методам. Очистке без применения очистных поршней и поршня-разделителей могут быть подвергнуты трубопроводы диаметром, не превышающим 219 мм и длиной менее 5 км. Очистка осуществляется за счёт скоростных потоков газа из ресиверов, создаваемых на прилегающем участке или компрессоров с высокой производительностью. Для продувки газопровода может быть использован природный газ от действующего газопровода или скважины, пропущенный через сепаратор осушки газа. Для проведения данной операции из трубопровода следует вытеснить воздух. Вытеснение считается законченным, когда содержание кислорода в газе, выходящем из трубопровода, составляет не более 2 %. [2]

При многониточных газопроводах продувку осуществляют поочередным отключением отдельных ниток, что исключает безвозвратные потери газа, и в этом случае ущерб связан со снижением производительности МГ и увеличением затрат на компримирование газа.

Продувка без очистных устройств наиболее проста по своему исполнению. Опытным путем установлено, что для вытеснения жидкости скорость газа при продувке должна быть больше 17 м/сек. Для переноса жидкости и частиц грунта скорость газа в начале продуваемого участка газопровода должна быть 22-30 м/сек.

Если МГ продувается не через полное сечение трубы, а через свечи, то необходимо соблюдение условия: $d \text{ свечи} / D \text{ трубы} \geq 0,4$. При несоблюдении вышеуказанных условий нужно

эффекта не будет, так как более низкая скорость движения газа окажется недостаточной для выноса жидкости и твердых частиц. Однако скорость газа приходится ограничивать требованием уменьшения потерь расхода газа на продувку.

Процесс продувки состоит из двух периодов:

- неустановившееся движение газа от начала подачи его в трубопровод до выхода в конце и установление заданного давления;
- собственно продувка.

Продувку заканчивают после прекращения выхода из трубы пыли, грязи и жидкости. Продувка связана с остановкой газопровода и стравливанием в атмосферу больших количеств газа.

Для продувки обычно выбирается участок между линейными кранами с заниженным коэффициентом эффективности. Направление продувки желательно выбирать так, чтобы оно совпадало с понижением рельефа трассы продуваемого газопровода. После продувок пропускная способность МГ повышается на 10 – 80 %. [3, 4]

При очистке трубопроводов диаметром 219 мм и выше рекомендуется использование метода продувки с пропуском очистного поршня или поршня-разделителя. Поршни разделители следует пропускать под давлением сжатого воздуха или природного газа, на участках протяжённостью не более 10 км, со скоростью не более 10 км/ч. [2]

В случае очистки газопровода с применением поршней-разделителей дополнительные затраты связаны с приобретением очистных устройств, снижением производительности МГ, безвозвратными потерями газа при сбросе продуктов очистки и

заработной платой дополнительного персонала.

При проведении очистки с помощью поршней-разделителей в микронеровностях на стенках трубопровода может оставаться влага. При вводе газопровода в эксплуатацию этот факт может сыграть важную роль в процессе образования гидратов. В связи с этим в трубопроводах следует проводить операцию осушки, хотя она не предусмотрена в нормативных документах на строительство магистральных трубопроводов. Осушку рекомендуется проводить осушенным природным газом или воздухом. Для усиления эффекта осушки можно применить пропускание поршней-разделителей, для распределения влаги скапливающейся в нижней части трубы. Осушка считается завершённой, если содержание влаги станет равным допустимому значению при транспорте природного газа.

Для изучения динамики изменения формы и размеров жидкостных скоплений, подтверждения теоретических основ их выноса из магистральных газопроводов, а также ввиду отсутствия возможности проведения полноценного производственного эксперимента

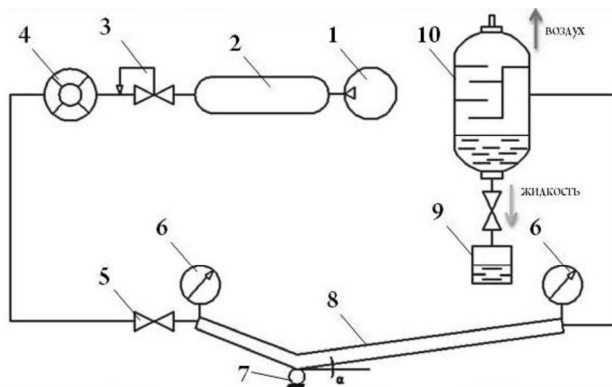


Рис. 1. Принципиальная схема установки для исследования выноса жидкости из МГ: 1 – компрессор; 2 – ресивер; 3 – регулятор потока; 4 – расходомер; 5 – кран; 6 – манометр; 7 – шарнир; 8 – светопрозрачный участок трубы; 9 – ёмкость для сбора жидкости; 10 – сепаратор

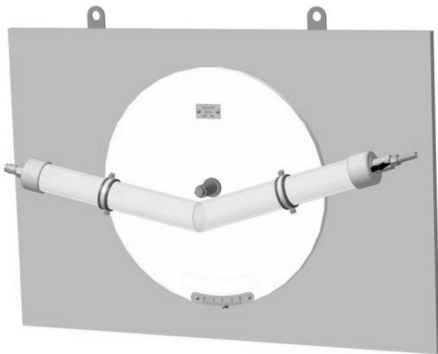


Рис. 2. Модель пониженного участка трубопровода

была спроектирована и изготовлена экспериментальная установка, схема которой представлена на рис. 1.

Экспериментальная установка представляет собой прозрачный участок трубопровода δ , изготавливаемый из труб марки "PLEXIGLAS RESIST". Данный материал характеризуется повышенной ударной вязкостью и стойкостью к разрушению, возможностью работы в жестких условиях. Более подробно данный элемент экспериментальной установки показан на рис. 2. Для изменения и фиксации заданного угла отклонения восходящей части участка трубопровода относительно

горизонта используется шарнир 7. Для создания газового потока используется воздушный поршневой компрессор 1 с ресивером 2. Для регулирования и фиксации значений расхода газа в установку включены регулятор потока 3, совмещенный с ротаметром 4.

Эксперименты, проводимые в ходе данной работы, позволят выявить закономерность изменения формы и размеров скоплений от расхода газа, а также оптимизировать процесс осушки газопровода после проведения гидроиспытаний или промывки. Правильный выбор метода осушки позволит сократить не только затраты на материалы и оборудование, но и на время проведения очистки, что в целом приводит к сокращению времени строительных или ремонтных работ.

Увеличение затрат на поддержание на высоком уровне эффективности работы газопровода приводит к росту прибыли транспортных систем. Таким образом, оптимальной величине гидравлической эффективности должна соответствовать максимальная прибыль от транспорта газа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Магистральные газонефтепроводы: Учебное пособие/* Зубарев В.Г. Тюмень: ТюмГНГУ. 1998. - 80 с.

2. *Очистка полости и испытание трубопроводов: Учебное пособие/* Ф.М. Мустафин, А.Г. Гумеров, О.П. Квятковский – М. Недра-Бизнесцентр, 2001. – 255 с.

3. *Эксплуатация компрессорных станций магистральных газопроводов: учебное пособие/*Т.Г. Артемова. Екатеринбург: УГТУ – УПИ, 2000. 176 с.

4. *Справочник работника газовой промышленности/* М.М. Волков, А.Л. Михеев, К.А. Конев – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 280 с. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Усольцев Михаил Евгеньевич – аспирант кафедры транспорта и хранения нефти и газа, Нефтегазовый факультет, mikhail.us@gmail.com,

Коршак Алексей Анатольевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедры транспорта и хранения нефти и газа, Нефтегазовый факультет, korshak-spb@mail.ru.

Санкт-Петербургский государственный горный институт имени Г.В. Плеханова (технический университет).