

**ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИ РЕГУЛИРУЕМОГО ШТУЦЕРА**

Подоляко Д.С.

Научный руководитель профессор О.С. Чернова; доцент А.А. Азеев
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Актуальной проблемой эксплуатации газовых и газоконденсатных скважин является низкая эффективность существующих систем управления добычей углеводородов. В большинстве случаев организация управления добычей по традиционной схеме приводит к возникновению таких наиболее распространенных осложнений как отложение гидратов и парафинов, образование песчаных пробок и разъедание штуцера вследствие выноса механических примесей, а также заводнение из-за скопления жидкости на забое скважины. На большинстве месторождений скважины не оборудованы полноценными средствами телемеханики, что существенно ограничивает возможности их управления и контроля. Решением проблемы может стать автоматизация исполнительного оборудования скважин, в частности штуцеров и задвижек, работающих по определенной программе с учетом регистрации скважинных параметров. Возможность автоматического управления работой штуцера позволит бороться в автоматическом режиме с таким осложнением как заводнение, а также, частично, с отложениями парафинов, гидратов и даже в случае разъедания штуцера. Подробный алгоритм работы предлагаемой автоматической системы управления штуцером приведен на рисунке 1.

Работа предлагаемой системы управления заключается в следующем. Программой ведется расчет коэффициента истечения C и других основных параметров управления по данным с датчиков, которые включают в себя значения расхода газа, давления до штуцера, водонасыщенности, значения по механическим примесям, температуры до штуцера, буферного и линейного давления. Ведется сравнение оптимального значения коэффициента истечения с текущим расчетным. Если сравниваемые коэффициенты равны между собой, то система возвращается к измерению с помощью датчиков текущих значений работы скважины. В другом случае, если значение текущего коэффициента отличается от оптимального, программа проверяет условие на оптимальность текущего забойного давления, водонасыщенности, содержания механических примесей и расхода газа. Если все условия выполняются, и текущий расход газа стал больше, то текущее значение коэффициента истечения присваивается в качестве оптимального значения. В противном случае программа последовательно проверяет возможность наличия различных осложнений, при не обнаружении которых, ведется расчет диаметра штуцера с учетом измеренных текущих значений параметров и величины оптимального коэффициента истечения. Затем подается команда на привод штуцера для плавного изменения диаметра его проходного сечения до расчетной величины, после чего система возвращается к измерению текущих значений работы скважины, тем самым образуя цикл.

Вследствие нарушения оптимального режима работы газовой скважины из-за появления свободной воды под высоким пульсирующим давлением и при достаточно низких температурах в местах изгибов труб, сужений и клапанов начинается гидратообразование, зачастую в присутствии сероводорода и углекислого газа [1]. Как правило, гидратообразование происходит при исследовании и освоении газовых скважин в условиях медленного прогревания ствола скважины. В этом случае, как и в случае возникновения парафиновой пробки, наблюдается уменьшение дебита скважины и увеличение забойного давления, что служит верным способом определения данных осложнений предлагаемой системой автоматического управления. Наиболее простой способ борьбы с данными видами отложений – плавное расширение диаметра штуцера до величины проходного сечения трубы для вымывания этих отложений, либо до достижения определенной скорости потока газа по формуле 1.

$$U = \frac{Q \cdot 10000 \cdot 4}{86400 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot P_{заб}} \quad (1)$$

где: d – диаметр, см; Q – дебит газа, м³/сут; $P_{заб}$ – забойное давление, ат.

Превышая рассчитанное значение, образовавшиеся парафиновые и гидратные пробки будут выноситься на поверхность [2]. Найденное значение является нижним допустимым пределом скорости потока газа. Верхним пределом является ограничение по выносу механических примесей в следствие разрушения призабойной зоны пласта. Такой же способ, связанный с плавным открыванием сечения штуцера, можно использовать и в случае заводнения для удаления воды с забоя скважины. Признаками заводнения служит увеличение водяного столба в скважине, уменьшение устьевого давления и дебита скважины. При этом, естественно, простое изменение диаметра не смогут полностью устранить все негативные последствия, связанные, например, с разъеданием штуцера из-за выхода скважины из оптимального режима работы. Поэтому в ходе работы автоматической системы управления предусмотрена подача сигналов о возникновении конкретного вида отложений и команды об остановке скважины для выполнения ремонтных работ. Для некоторых устранимых изменением диаметра штуцера осложнений предусматривается подача одновременных сигналов и сообщений о виде осложнения, команды на привод об изменении диаметра штуцера и команды о необходимости остановки скважины. Для всех других видов осложнений подается только команда на остановку скважины с сигнализацией вида осложнения. Тарировка программы управления работой скважины по выносу механических примесей первоначально производится в период пуска скважины в эксплуатацию. Определение концентрации механических примесей производится в ходе испытаний скважины, включающих уточнение количества твердых и жидких примесей, выносимых из скважин и фиксируемых при помощи передвижной сепарационной установки.

Предлагаемая система управления, работающая в автоматическом режиме с обратной связью, позволит обеспечить повышение объема добычи за счет: поддержания постоянной оптимальной величины депрессии на пласт,

увеличения срока фонтанирования скважин, снижения вероятности образования песчаных и гидратных пробок, функции самоочистки, бесступенчатой самокорректировки расхода потока, автоматизации мероприятий по устранению износа штуцера. Для повышения износостойких характеристик возможно изготовление штуцера из коррозионностойких материалов, таких как карбид кремния. Штуцер, выполненный из этих материалов является достаточно экономичным решением по сравнению с изделиями на металлической основе за счет устойчивости к повреждениям и износу при работе с агрессивными и высокотемпературными средами.

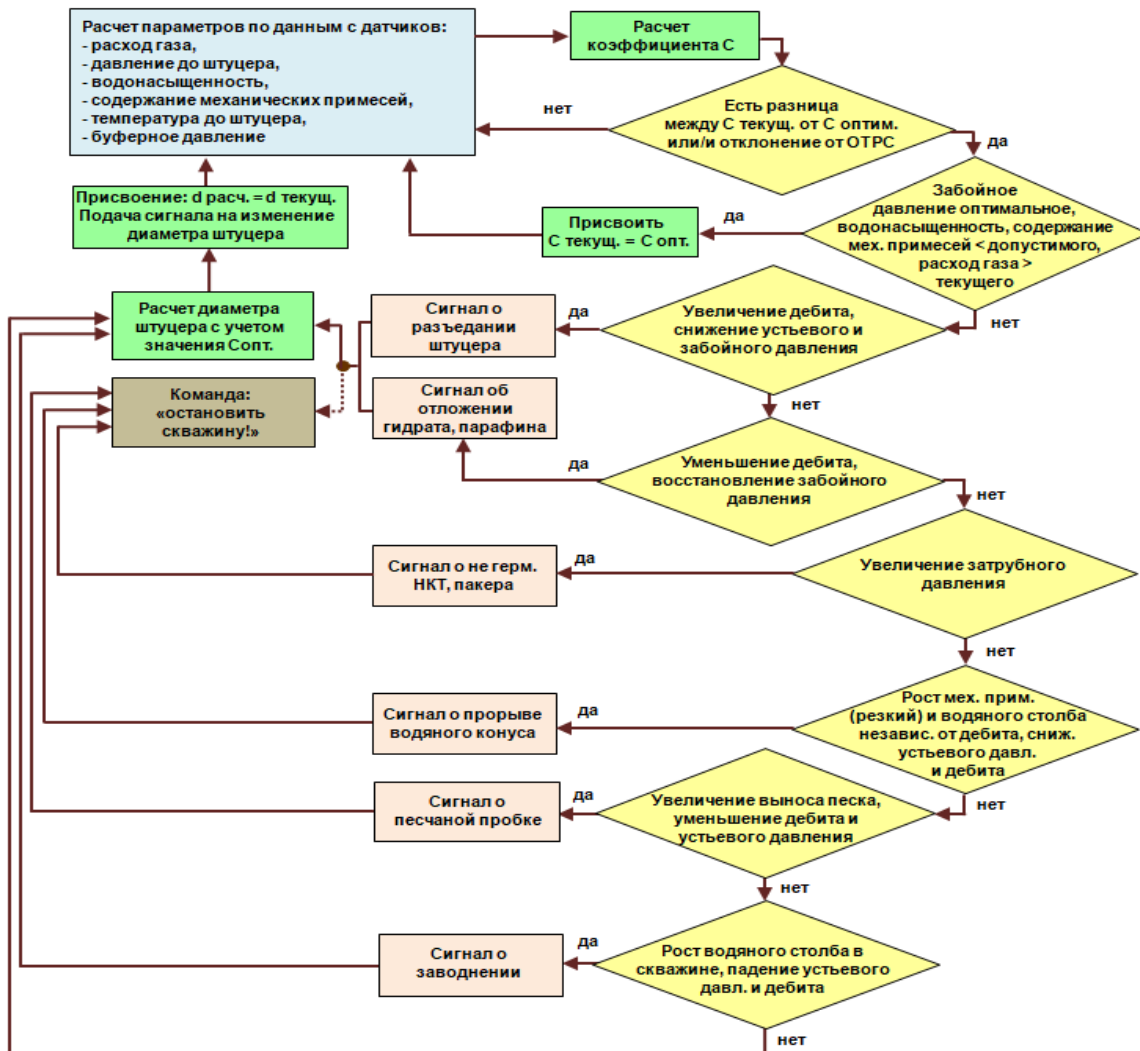


Рис. 1. Алгоритм работы системы автоматизации

Таким образом, автоматизация системы регулирования устьевого оборудования добывающей скважины позволит оперативно регулировать производительность скважины методом штуцирования в автоматизированном режиме, повышая эффективность технологии.

Следует отметить что совершенствование устьевого оборудования путем внедрения на производство автоматически управляемого штуцера позволит уменьшить риск возникновения осложнений при эксплуатации скважин, увеличить межремонтный период скважинного оборудования, а также будет экономически выгодным решением. Кроме того, система автоматизации позволит оперативно отслеживать и регулировать параметры скважины тем самым повышая эффективность управления системой добычи углеводородов на кустовой площадке.

Литература

1. Ли Дж., Ваттенбфргер Р.А. Инжиниринг газовых резервуаров. – М., Ижевск: 2014. – 944 с.
2. Тер-Саркисов Р.М. Разработка месторождений природных газов. – М.: ОАО «Издательство Недр», 1999. – 659 с.