

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РАБОТЫ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ ПРИ ПЕРЕКАЧКЕ ГАЗОНАСЫЩЕННЫХ ЖИДКОСТЕЙ

Черкасов Николай Викторович

студент, Филиал Тюменского индустриального университета в городе Сургуте, РФ, г. Сургут

Аннотация. В данной статье рассмотрели особенности работы насосных агрегатов при перекачке газонасыщенных жидкостей. Использование насосной и эжекторной систем представляет собой попеременную закачку воды и газа. Закачка воды с чередованием газа включает в себя закачку поочередно воды и газа или смеси воды и газа, одновременно чередуя воду и газ. Целью этих экспериментов является изучение характеристик струи при высоких давлениях на входе в эжектор (0-0,3 МПа), а также разработка новой методики расчета реометра.

Ключевые слова: Насосно-эжекторные системы, эжектор жидкого газа, закачка газа, вода, рабочая жидкость, манометр.

Целью данной работы является характеристика насосно-эжекторной системы при высоких давлениях на входе струйного аппарата в пределах 0 – 0,3 МПа. Кроме того, дифференциальный манометр должен быть откалиброван с созданием новой методологии расчета.

Исследования насосно-эжекторной системы проводились на лабораторном стенде (рис. 1), который работал следующим образом. Рабочая жидкость (вода) из бака 1 поступает на впуск многоступенчатого центробежного насоса 2. Далее рабочая жидкость нагнетается к соплу струйного аппарата 3 и впрыскивает, в зависимости от условий эксперимента, либо газ из бака 1, либо газ из атмосферы, который регулируется клапанами 12 и 13.

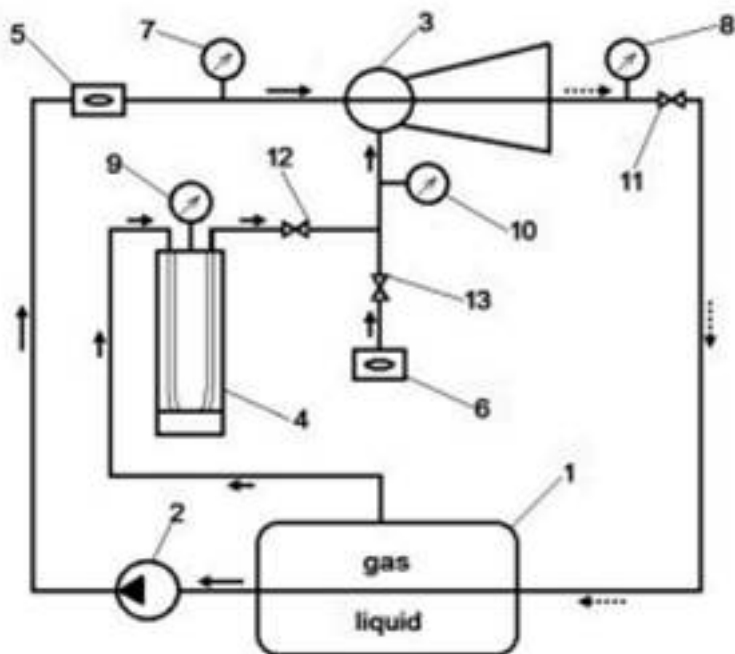


Рисунок 1. Схема стенда для исследования насосно-эжекторной системы:

1 - резервуар для жидкости и газа; 2 - многоступенчатый центробежный насос; 3 - эжектор; 4 - дифференциальный манометр; 5 - измеритель жидкости; 6 - счетчик газа; 7, 8, 9 манометры; 10 - давление-вакуум счетчик; 11, 12, 13 - регулирующие клапаны и задвижки.

Расход рабочей жидкости, впрыскиваемой в сопло, измеряется расходомером 5. В зависимости от условий расход впрыскиваемого газа измеряется дифференциальным манометром 4 при впрыске газа высокого давления или газовым счетчиком 6 при впрыске атмосферного воздуха. Давления перед рабочим соплом струйного аппарата и на выходе из его диффузора измерялись с помощью манометров 7 и 8. Давление на входе эжектора измеряли с помощью вакуумметра 10. Различные режимы работы и давления создавались регулирующим клапаном 11 [5].

Одновременная попеременная закачка газонасыщенных жидкостей представляет собой комбинацию традиционных методов нагнетания и нагнетания газа. В отличие от воды, которая занимает небольшие гидрофильные поры и узкие места в затопленной зоне пласта, закачиваемый газ как неабсорбируемая фаза занимает большие гидрофобные поры и верхнюю часть пласта под действием гравитационных сил. Эти аспекты вытеснения нефти привели к целесообразности поддержания пластового давления путем закачки воды и газа [1].

В то же время профиль смещения также выравнивается, и увеличивается охват пласта. Различные авторы проводили лабораторные фильтрационные эксперименты по вытеснению нефти и углеводородных жидкостей из пласта водой, газом и различными комбинациями этих агентов.

Результаты экспериментов по использованию закачки водяного переменного газа (WAG) показали, что закачка газа и воды, независимо от типа используемого газа и стадии затопления, способствует повышению эффективности вытеснения. Величина увеличения эффективности вытеснения зависит от состава газового агента. Минимальное увеличение на 7-8% было получено в экспериментах с использованием азота; при закачке сухого углеводородного газа увеличение составило 15-16%; с увеличением содержания промежуточных компонентов C2-C4 в углеводородном газе эффективность вытеснения повышалась. Серия экспериментов на образцах керна с учетом смачиваемости коллекторов доказывает эффективность использования WAG по сравнению с закачкой воды или газа

отдельно.

Эксперименты показали, что наиболее значительный эффект WAG наблюдался для сред со смешанной смачиваемостью, когда гидрофобные поверхности формируются через дорожки вдоль крупных пор, в то время как более мелкие остаются гидрофильными. Непосредственное наблюдение за физическими процессами, происходящими в пористой среде во время WAG, проводилось на микромодели из мокрого стекла.

Различные водогазовые технологии за последние десятилетия были применены почти на сотне месторождений в мире, как за рубежом, так и в нашей стране. Коэффициент успешного использования WAG, по данным зарубежной практики, превышает 90%.

При одновременной закачке воды и газа наибольший эффект достигается, когда содержание газа в водогазовой смеси находится в диапазоне 25-75%. Сейчас за рубежом в технологии WAG обычно вводят сухие или обогащенные углеводородные газы, а также углекислый газ. Наиболее часто регистрируемое увеличение нефтеотдачи пластов во время WAG составляет примерно 5%, но, как отмечается на некоторых месторождениях, нефтеотдача может увеличиться на 20%.

Исследования показали эффективность WAG CO₂ для многослойного формирования. В статье был представлен обширный обзор процесса инъекции WAG. Прирост добычи нефти на рассматриваемых месторождениях составляет около 5-10%. Чтобы получить эффект WAG и избежать раннего прорыва нагнетаемого газа, необходимо иметь хорошее представление о фазе поведения пластовых смесей нефти и нагнетаемого газа, а также о неоднородности пласта. Экспериментальное исследование схем закачки WAG и SWAG с CO₂ направлено на определение функции функции совместной оптимизации для хранения CO₂ и дополнительной добычи нефти.

Эксперименты проводятся для представления несмешивающихся, почти смешивающихся и смешивающихся перемещений. Численное моделирование показывает значительное снижение относительной проницаемости газа для перемещений WAG и SWAG по сравнению с перемещениями с непрерывной закачкой газа, в результате чего повышается эффективность вертикальной развертки CO₂. В литературе представлен всесторонний обзор смещений месторождения WAG и их влияния на нефтеотдачу и соотношение добываемый газ/вода.

Часто ожидается, что газовая фаза будет демонстрировать большие эффекты гистерезиса. Гистерезис снижает подвижность газа и, следовательно, улучшает соотношение подвижности газа и нефти и уменьшает гравитационную сегрегацию. Первый эффект всегда положительный, но второй в основном положительный в более однородных коллекторах, где гравитационная сегрегация оказывает негативное влияние на добычу.

В неоднородных коллекторах уменьшение гравитационной сегрегации может привести к тому, что нефть в низкопроницаемых пластах останется незамутненной.

В России экспериментальные работы по WAG проводились на Советском и Вахском, Илишевском, Алексеевском, Новогоднем, Восточно-Перевальное и на Средне-Хулымском месторождениях.

В зарубежной практике для осуществления воздействия на газ и воду используется сложное и дорогостоящее оборудование, требующее больших капитальных вложений, качественного обслуживания и грамотной эксплуатации - установки подготовки газа, насосы и компрессоры высокого давления. Попытки применения компрессорной технологии WAG на Самотлорском и Новогоднем месторождениях в российских условиях, несмотря на огромные затраты, в конечном итоге были прекращены.

Таким образом, традиционная технология закачки SWAG не находит широкого применения на отечественных нефтяных месторождениях. Основной проблемой является отсутствие эффективных процессов и технологий закачки воды и газа в нагнетательные скважины. В этой ситуации использование струйной технологии, в частности насосно-эжекторных систем, может оказаться очень привлекательным решением.

В ранее опубликованных работах лабораторные исследования насосно-эжекторных систем проводились при постоянном давлении на впускном штифте струйного аппарата (0; 0,5 МПа) при различных значениях относительного перепада давления мощности, создаваемого в рабочем сопле эжекторов ΔP_p . В данной статье были рассмотрены характеристики эжектора с постоянным δP_p при относительном перепаде давления на выходе δP_o , создаваемом струйным аппаратом.

Таким образом методика расчета дифференциального манометра позволяет рассчитывать расход газа с погрешностью не более 1,8%. Полученные напорно-энергетические характеристики для высоких давлений на входе эжектора в диапазоне от 0,05 до 0,3 МПа позволяют сделать вывод, что максимальный КПД при этом условии не превышает 32,5%. Коэффициенты объемного впрыска варьируются от 1 до 1,14. Также стоит отметить, что после давления на входе 0,26 МПа наблюдается некоторое снижение КПД, которое можно оценить в дальнейших исследованиях при более высоком давлении на входе.

Список литературы:

1. Байбекова Л. Р. Сооружения и оборудование для хранения, транспортировки и отпуска нефтепродуктов / Л.Р. Байбекова. - М.: Бибком, 2020. - 168 с.
2. Белоусов В. С. Нефтегазовая отрасль: основные процессы и англо-русская терминология / В. С. Белоусов. - М.: Техинпутъ, 2019. - 876 с.
3. Фомин Г.С. Нефть и нефтепродукты. Энциклопедия международных стандартов / Г.С. Фомин, О.Н. Фомина. - М.: ПРОтектор, 2019. - 406 с.
4. Гуреева Марина Алексеевна Основы экономики нефтегазовой отрасли. Учебник для начального профессионального образования / Гуреева Марина Алексеевна. - М.: Академия (Academy), 2017. - 252 с.
5. Акимов В.Ф. Измерение расхода газонасыщенной нефти: моногр. / В.Ф. Акимов. - М.: [не указано], 2016. - 398 с.