УДК 622.276

Д.И.ПОПОВ
Российский государственный университет нефти и газа им. И.М.Губкина, Москва

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВОДОГАЗОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПЛАСТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАСОСНО-ЭЖЕКТОРНЫХ УСТАНОВОК

Известно, что в России и в мире применение заводнения для поддержания пластового давления считается наиболее распространенным методом. С точки зрения физических особенностей взаимодействия системы вода – порода, существует множество преград для достижения высоких коэффициентов вытеснения. Здесь представлены результаты исследования новой технологии реализации водогазового воздействия на пласт с применением насосно-эжекторной установки.

It is known that currently flooding application is being considered as the most extended method for the layer pressure supporting in Russia and of cause around all over the world. But there are a lot of physical and chemical barriers for the high oil recovery achievement that are linked with interactive of «water-rock» system. The results of research of the new technology for water-gas injection realization with use the pump-injector equipment are presented at this article.

Необходимость закачки вместе с газом воды объясняется тем, что в большинстве случаев при закачке только газа происходит его прорыв по высокопроницаемым пропласткам в добывающие скважины. Таким образом, мы не получаем эффекта, на который рассчитывали. Закачка же воды препятствует этому явлению благодаря тому, что она, заходя в хорошо проницаемые пропластки вместе с газом, закупоривает их за счет определенного соотношения фазовых проницаемостей по воде и газу и не дает прохода газу, которому приходится выбирать другой путь. При этом имеется два положительных эффекта: выравнивание профиля вытеснения и увеличение коэффициента охвата пласта воздействием. Традиционные технологии водогазового воздействия (ВГВ) не получили широкого распространения на отечественных нефтяных промыслах. Это связано со многими барьерами на пути их реализации. Широко известна компрессорная технология ВГВ. Вода и газ подаются на забой раздельно. При этом газ сжимается до необходимого давления с помощью компрессора, вода нагнетается с помощью электроцентробежного насоса системы поддержания пластового давления. Одной из наиболее серьезных трудностей реализации данного метода является использование компрессоров высокого давления, что требует высоких начальных капитальных вложений, а также решения проблем, связанных с низкой надежностью оборудования.

По аналогии с вышеуказанным методом возможно применение бескомпрессорного метода с использованием газа из газовых пластов. Смешивание газа с водой происходит в насосно-компрессорной трубе и на забой приходит уже газожидкостная смесь (ГЖС). Применение метода возможно при наличии в разрабатываемом месторождении высоконапорных газовых пластов. Известна также схема перспективных технологий перекачки газожидкостных смесей с использованием бустерных насосов, представляющих собой поршневые насосы с дополнительными камерами и впускными клапанами для газа. Недостатком этого способа является существенное снижение коэффициента заполнения рабочей камеры насоса в период такта всасывания, связанное со значительной сжимаемостью газа, что ведет к заметному снижению объемной подачи на-

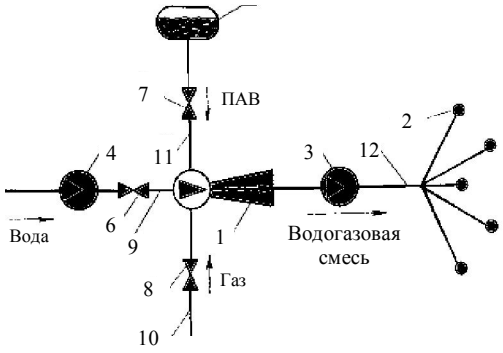


Рис.1. Расстановка наземного оборудования при реализации ВГВ посредством насосно-эжекторной системы

1 – эжектор; 2 – нагнетательные скважины; 3 и 4 – многоступенчатые центробежные насосы; 5 – емкость с ПАВ; 6, 7 и 8 – регулируемые задвижки; 9 – линия нагнетания воды; 10 – газовая линия; 11 – линия подачи ПАВ; 12 – линия закачки водогазовой смеси

соса. Известны технологические схемы ВГВ с применением струйных аппаратов (эжекторов). Уже предлагался способ водогазового воздействия на пласт, включающий закачку созданной эжектором водогазовой смеси в нагнетательные скважины и добавку в водогазовую смесь пенообразующих поверхностно-активных веществ (рис.1). Предложенный способ имеет низкие функциональные перспективы из-за невозможности создания эжектором высоких давлений нагнетания ГЖС.

Целью исследований явилось изучение результатов вытеснения нефти ГЖС. Вытеснение производилось смесью вода + азот + ПАВ. В качестве модели нефти использовался керосин, в качестве ПАВ – сульфанол в концентрации 0,1 % по объему. Водогазовая смесь готовилась струйным аппаратом. ПАВ в виде водного раствора необходимо добавлять в нее для получения стабильной смеси, которая не будет разрушаться со временем. Смешение раствора с азотом происходит во время опыта в струйном аппарате непосредственно перед закачкой смеси в модель пласта. Схема работы экспериментального стенда при моделировании вытеснения нефти водогазовой смесью приведена на рис.2.

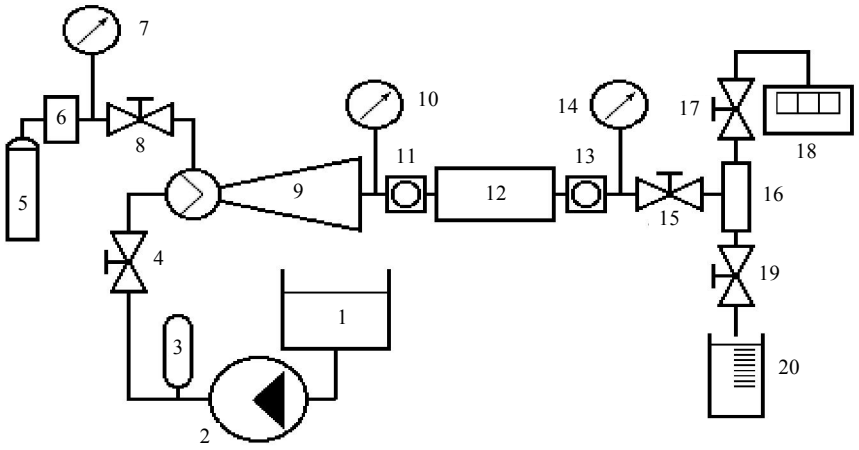


Рис.2. Схема работы экспериментального стенда при моделировании вытеснения нефти водогазовой смесью

Смесь воды с ПАВ, приготовленная до начала эксперимента, из емкости 1 подается дозировочным насосом 2 в рабочее сопло струйного аппарата 9, снабженного манометром 10, проходя при этом через компенсатор 3. Подачу воды можно регулировать вентилем 4. При истечении потока воды из рабочего сопла струйного аппарата, имеющего малое проходное сечение, создается разрежение, позволяющее инжектировать газ. Газ подается из баллона 5 через редуктор 6. Давление газа замеряется манометром 7, его расход регулируется вентилем 8. Полученная в струйном аппарате смесь воды, азота и ПАВ через смотровую камеру 11 поступает в модель пласта 12. С помощью смотровой камеры можно наблюдать и фиксировать структуру смеси, поступающей в модель пласта. Для этого используются микроскоп с

большим фокусным расстоянием (например, микроскоп МБС-10) и фотоаппарат. Структуру смеси вытесненного из модели керосина, воды и азота на выходе из модели можно наблюдать через камеру 13. Давление на выходе из модели замеряется манометром 14 и регулируется вентилем 15. По прохождении вентиля 15 смесь поступает в сборную емкость 16, где разделяется на жидкую и газообразную фазы. Жидкая часть (вода и керосин) сливаются через вентиль 19 в мерную емкость 20, где происходит разделение и замер количества полученных из модели керосина и воды. Газ через вентиль 17 выпускается в атмосферу, проходя через газовый счетчик 18. В результате многочисленных экспериментов была прослежена динамика вытеснения модели нефти мелкодисперсной водогазовой смесью (МВГС), определены коэффициенты вытеснения при различных газосодержаниях смеси.

На графиках явно выделяются максимальные коэффициенты конечной нефтеотдачи при определенных газосодержаниях ГЖС. В каждом эксперименте фиксировалась структура смеси. Была выстроена результирующая кривая в координатах газосодержание смеси – коэффициент вытеснения, позволяющая выявить особенности применения полученных результатов.

Технология с применением насосно-эжекторных установок безоговорочно обладает целым рядом преимуществ:

- водогазовое воздействие проводится без дорогостоящих и трудоемких в обслуживании компрессорных станций высокого давления;
- при закачке водогазовой смеси насосно-эжекторной установкой требуется существенно меньшее давление нагнетания, чем при закачке газа компрессором;
- насосно-эжекторные установки просты, компактны и надежны;
- достигается в несколько раз большее давление нагнетания водогазовой смеси по сравнению с известными эжекторными технологиями;
- решается проблема утилизации попутного газа, сгорающего в факелах;
- пенообразующие ПАВ способствуют снижению вредного влияния газа на работу подпорного насоса и повышению нефтеотдачи пласта;
- при фильтрации в пласте реализуется процесс, близкий к смешивающемуся вытеснению;
- предотвращаются прорывы газа в добывающие скважины;
- технология может быть реализована как на отдельных кустах, так и на месторождении в целом.

Научный руководитель проф. *А.Н.Дроздов*