

*М. М. ЕРМЕКОВ, М. Н. БАБАШЕВА, В. Н. БАБАШЕВ**

О СХЕМЕ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ВОДОГАЗОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА НЕФТИНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

Технология водогазового воздействия (ВГВ) на пласт сейчас занимает второе место в мире по объему добываемой нефти среди улучшенных вторичных и третичных методов воздействия. ВГВ успешно реализуется в настоящее время на ряде месторождений России (Урало-Поволжья), Канады, США и др., исследовательские и подготовительные работы по внедрению метода ведутся и на ряде месторождений Западной Сибири.

Газовые и водогазовые технологии могут быть использованы для добычи трудноизвлекаемых запасов нефти, т.е. нефти в низкопроницаемых и гидрофобных коллекторах, заводнение

которых неэффективно или невозможно, для добычи вязкой и высоковязкой нефти и т.п.

Сложности с внедрением ВГВ в основном связаны с использованием нестандартного оборудования, которого нет на промыслах и которое приходится специально доставлять и монтировать на опытных участках. Это в первую очередь оборудование для закачки газа - дорогостоящие и сложные в работе компрессоры высокого давления. Предлагаемые некоторыми авторами насосно-буsterные системы также сложны, имеют ограниченную область применения. Кроме того, остается открытым вопрос о технических средствах для закачки ВГС в скважины - в ряде работ

есть предложения о дожатии смеси насосами, но эти предложения нуждаются в анализе и опробовании насосного оборудования применительно к закачке ВГС. Также требуется произвести смешивание воды и газа в необходимых количествах и при определенных водогазовых соотношениях, поэтому встает вопрос о простых и доступных смесителях.

Поэтому, несмотря на все доказанные преимущества ВГВ, его внедрение в настоящее время проводится только на небольших опытных участках, количество задействованных скважин составляет до нескольких десятков и использование ВГВ ограничивается только опытным внедрением.

Наиболее перспективным методом ВГВ в настоящее время может стать способ, предложен-

ный А. Н. Дроздовым и А. А. Фаткуллиным [1], имеющий ряд преимуществ по сравнению с другими технологиями и в то же время лишенный некоторых их недостатков.

Ранне был известен способ ВГВ, включающий закачку созданной эжектором ВГС в нагнетательные скважины и добавку в ВГС пенообразующих ПАВ [2]. Применение этого метода ограничено из-за невозможности создать высокие давления на выходе из эжектора. Эти ограничения устраняются тем, что ВГС после эжектора дожимают центробежным насосом и поддерживают при этом содержание свободного газа в смеси на входе насоса не выше критического газосодержания бескавитационной работы насоса на ВГС. Принципиальная схема реализации этого способа приведена на рис. 1.

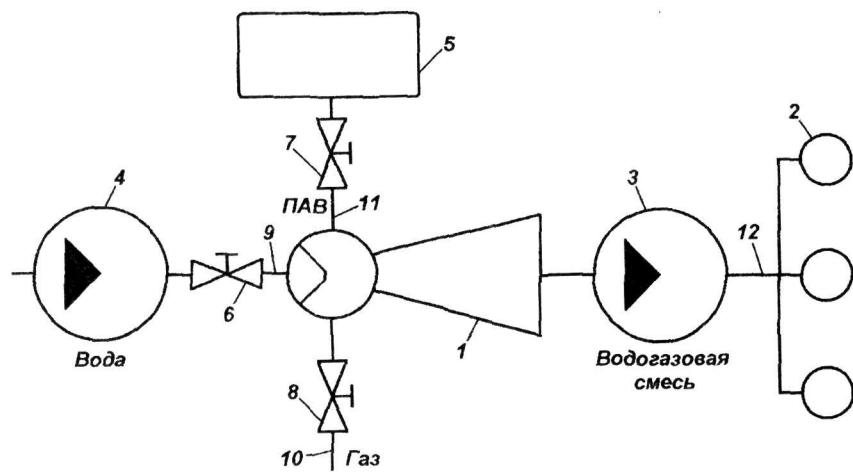


Рис. 1. Принципиальная схема технологии ВГВ

на нефтяные пласты: 1 – эжектор; 2 – нагнетательные скважины; 3 – насос; 4 – силовой насос для привода эжектора; 5 – ёмкость с ПАВ; 6, 7, 8 – регулируемые задвижки; 9 – линия нагнетания воды; 10 – линия подачи газа; 11 – линия подачи ПАВ; 12 – линия закачки ВГС

ВГВ на пласт осуществляют следующим образом.

Проводят закачку созданной эжектором 1 ВГС в нагнетательные скважины 2 и добавку в ВГС пенообразующих ПАВ. Для этого силовым насосом 4 по линии нагнетания воды 9 подают воду в рабочее сопло эжектора 1. При истечении воды через рабочее сопло с высокой скоростью создается разрежение в приемной камере эжектора 1, куда инжектируется газ по линии 10. Одновременно с этим по линии 11 в приемную камеру эжектора 1 подают пенообразующие ПАВ из ёмкости 5. В проточной части эжектора 1 происходит смешивание потоков и образование ВГС.

На выходе из эжектора 1 ВГС имеет некоторое повышенное давление, которого, однако, недостаточно для закачки ВГС в нагнетательные скважины 2. Поэтому после эжектора 1 дожимают насосом 3 ВГС и закачивают ее под высоким

давлением по линии 12 в нагнетательные скважины 2.

Чтобы избежать снижения рабочей характеристики насоса 3 из-за вредного влияния свободного газа, содержание свободного газа в смеси на входе насоса $p_{\text{вх}}$ поддерживают не выше критического газосодержания бескавитационной работы насоса $p_{\text{кр}}$ на ВГС.

Содержание свободного газа в смеси на входе (приеме) насоса $p_{\text{вх}}$ регулируют изменением подачи газа эжектором 1, используя при этом регулируемую задвижку 8 на линии подачи газа 10.

Критическое газосодержание бескавитационной работы насоса $\beta_{\text{кр}}$ на ВГС регулируют путем изменения пенообразующих свойств ВГС или путем изменения давления на приеме насоса 3 за счет изменения давления воды, нагнетаемой по линии 9 в эжектор 1 с помощью регулируемой задвижки 6. При увеличении давления воды,

нагнетаемой по линии 9 в эжектор 1, растет давление, создаваемое эжектором 1, что приводит к повышению давления на приеме насоса 3. При уменьшении давления нагнетаемой воды давление на приеме насоса 3 снижается.

Пенообразующие свойства ВГС повышают увеличением концентрации ПАВ и/или добавкой ПАВ с более высокой пенообразующей способностью. Увеличение концентрации ПАВ достигают повышением подачи ПАВ в эжектор 1 по линии 11 с помощью регулируемой задвижки 7. Добавку ПАВ с более высокой пенообразующей способностью производят заливкой их в емкость 5.

Эти решения позволяют исключить вредное влияние свободного газа на работу дожимного насоса и достичь высоких давлений нагнетания смеси, необходимых для эффективной реализации ВГВ.

Приведенная схема реализации ВГВ обладает следующими основными преимуществами:

- ВГВ проводится без дорогостоящих и трудоемких в обслуживании компрессорных станций высокого давления;

- при закачке ВГС 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 ВГС по сравнению с известными эжекторными технологиями;

- используется попутный газ, обычно сгорающий в факелах;

- пенообразующие ПАВ способствуют как снижению вредного влияния газа на работу подпорного насоса, так и повышению нефтеотдачи пласта;

- предотвращаются прорывы газа в добывающие скважины;

- технология может быть успешно реализована как на отдельных скважинах и кустах, так и на месторождении в целом.

В случае реализации технологии ВГВ требуется одновременно откачивать большое количество газа, чтобы получать водогазовую смесь (ВГС) с необходимым газосодержанием, и высокие давления на выходе из струйного аппарата, чтобы получить высокие давления нагнетания смеси на выходе из всей установки, так как дожимной насос может повысить давление смеси на определенную величину, причем чем больше будет давление смеси на входе в насос, тем больше будет давление на выходе из насоса.

Исходя из имеющихся результатов испытаний струйных аппаратов при откачке газа, для увеличения давления на выходе из струйного аппарата можно повысить давление газа, подаваемого на прием эжектора. Сделать это можно с помощью так называемого гидроструйного компрессора [3, 4]. После повышения давления газа он подается в основной струйный аппарат, где происходит его смешивание с водой, затем полученная смесь дожимается насосом и закачивается в скважины. Схема реализации такой технологии получения и закачки ВГС приведена на рис. 2 [5].

Технология реализуется следующим образом. Поступающая по линии 14 скважинная продукция в сепараторе 15 разделяется на нефть, газ и воду. Нефть по линии 16 поступает в нефтепровод, газ по линии 18 подается на прием струйного аппарата. В случае недостаточного давления газа на выходе из сепаратора 15 можно дожимать газ нагнетателем 19. Количество газа регулируется задвижкой 8. Вода по линии 17 подается на прием подпорного насоса 4 и затем по линии 9 подается в рабочее сопло эжектора 1. По линии 11 насосом 13 из емкости 5 в рабочую воду добавляются пенообразующие ПАВ. Полученная в эжекторе 1 ВГС дожимается до необходимого давления насосом 3 и по линии 12 закачивается в нагнетательные скважины 2.

В качестве нагнетателя 19 для повышения давления газа перед приемом струйного аппарата можно использовать так называемый струйный компрессор [6] - насосно-эжекторную установку первой ступени (см. рисунок 2). В этом случае вода из сепаратора 15 подается по линии 17 на прием подкачивающего насоса 23 и далее в газоводяной сепаратор 22, из которого насосом 21 она подается в рабочее сопло эжектора 20. Газ из сепаратора 15 поступает на прием эжектора 20. Полученная ВГС с повышенным давлением поступает в газоводяной сепаратор 22, где происходит отделение газа от воды. Газ под некоторым повышенным давлением идет на прием основного эжектора 1, а вода - в насос 4, а затем по схеме, аналогичной рисунку 1, - в рабочее сопло эжектора 1. Остальная часть схемы остается без изменений.

Часть рабочей жидкости циркулирует по замкнутому контуру в насосно-эжекторной установке первой ступени 19 и существенно нагревается. Поэтому происходит нагрев воды, закачиваемой в нагнетательные скважины. Следовательно, в

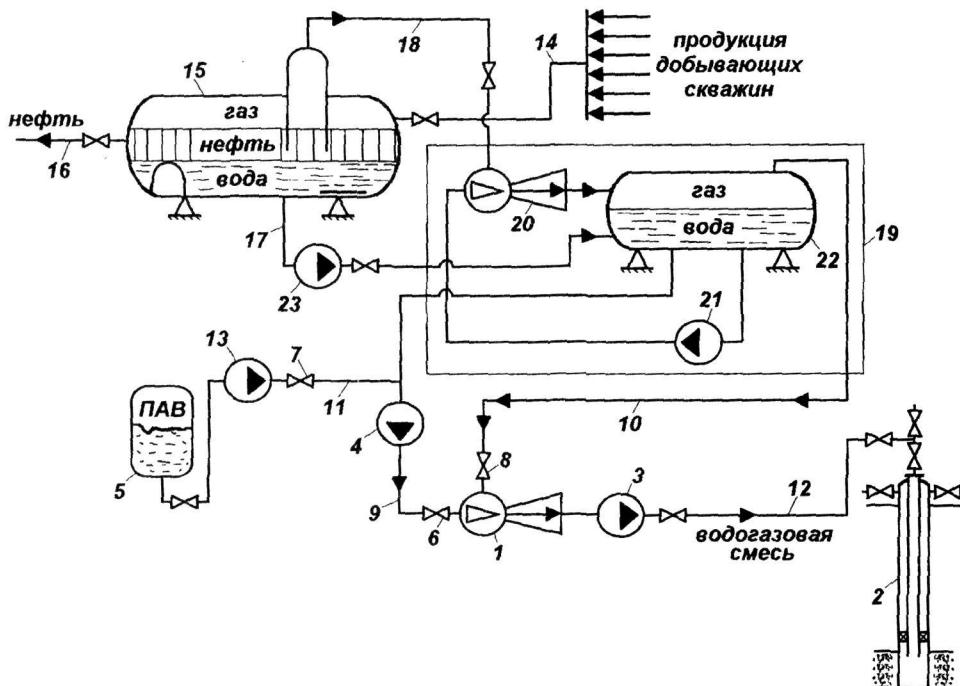


Рис. 2. Схема реализации технологии водогазового воздействия на нефтяных месторождениях:

- 1 - эжектор второй ступени; 2 - нагнетательная скважина; 3, 4 - насосы; 5 - емкость с ПАВ; 6, 7, 8 – задвижки; 9 - линия нагнетания воды; 10 - газовая линия; 11 - линия подачи ПАВ; 12 - линия закачки смеси; 13 - дозировочный насос; 14 - входной коллектор; 15 - трехфазный сепаратор; 16 - нефтепровод; 17 - водовод; 18 - газопровод; 19 - насосно-эжекторная установка первой ступени; 20 - эжектор первой ступени; 21 - силовой насос эжектора первой ступени; 22 - газоводяной сепаратор; 23 - подкачивающий насос

данной технологической схеме ВГВ возможно не только поддержание пластового давления, но и поддержание пластовой температуры, что актуально для разработки вязких и высокопарафинистых нефтей.

Полученная в основном эжекторе ВГС должна быть горизонтальным ЭЦН до давления около 20 МПа и закачивается в нагнетательные скважины.

Таким образом, струйный аппарат в предложенной схеме одновременно откачивает большое количество газа и при этом имеет достаточное давление на выходе. Кроме этого, в схему получения и закачки ВГС входит только оборудование, выпуск которого уже освоен промышленностью, и не входят дорогостоящие или малонадежные узлы, используется только известное на промыслах оборудование. Предложенная схема осуществления ВГВ может быть легко внедрена на промыслах.

ЛИТЕРАТУРА

- Патент РФ. № 2190760. Способ водогазового воздействия на пласт. Опубл. 10.10.2002.
- Патент РФ. № 2088752. Способ разработки нефтяного месторождения. Опубл. 27.08.1997.

3. Дроздов А.Н., Мохов М.А., Осичева Л.В., Хабибуллин Х.Х. Утилизация попутного газа в нефтепромысловом сборе с использованием струйного аппарата // Нефтепромысловое дело. 2004. № 5. С. 37-39.

4. Лямаев Б.Ф. Гидроструйные насосы и установки. Л.: Машиностроение, 1988. 256 с.

5. Дроздов А.Н., Егоров Ю.А. Подбор оборудования для осуществления водогазового воздействия на нефтяные пластины // Нефтепромысловое дело. 2005. № 5. С. 16-21.

6. Лысенко В.Д. Расчет разработки нефтяной залежи при газовом заводнении // Нефтепромысловое дело. 2003. № 1. С. 6-11.

Резюме

Өнеркәсіпте шығарылатын, құрамына белгілі көспілік жабдықтары кіретін, тоғыту үнғымаларына сұлы-газды қоспаларын айдау және алу бойынша технологиялық үлгісі ұсынылады.

Summary

The process flow diagram of gas water mixture acquisition and injection in the injection wells which includes equipment well known in the fields the production of which is mastered by industry is proposed.

ТОО НИИ «Каспиймунайгаз»,
г. Атырау;

ТОО «Тамко», г. Алматы*

Поступила 5.02.08г.