

УЛУЧШЕНИЕ РАБОТЫ ГАЗОВОГО СЕПАРАТОРА ТРУБНОГО ТИПА С ВЫСОКОЙ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТЬЮ

Ш.И. Мустафаев¹, К.Г. Гасимова², М.Г. Ханбабаева³

¹Институт Систем Управления Национальной Академии Наук Азербайджана,
Баку, Азербайджан

²Азербайджанский Педагогический Университет, Баку, Азербайджан

³ Институт Геологии НАН Азербайджана

Резюме. В статье дается сведение о разработке и внедрении газового сепаратора нового типа, предназначенного для применения в штанговых глубинно-насосных скважинах с высоким газопроявлением. Затрагиваются некоторые теоритические аспекты проектирования газосепарирующих устройств. Описывается предложенная конструкция данного устройства и излагается принцип его работы.

Экономический эффект от внедрения данного газосепаратора объясняется дополнительной добычей нефти, уменьшением потерь попутного газа (направлением выходного потока в герметическую сеть внутривнепромислового сбора и транспортировки), увеличением продолжительности межремонтного периода и повышением к.п.д. всей глубиннонасосной установки.

Приводятся результаты опытного внедрения разработанного устройства в двух скважинах НГДУ «Балаханынефть» ПО «Азнефть».

Ключевые слова: месторождения, всасывающий клапан, сепаратор, газовая камера, клапан, обратный клапан, скважин.

AMS Subject Classification: 74P10.

1. Введение

Известно, что работа используемых при эксплуатации нефтяных скважин газоотделяющих установок основывается на изменении инерцион-ной характеристики потока газожидкостной смеси, поступающей на вход глубинного насоса. Внутри этих установок входной поток резко изменяет скорость и направление движения, в результате чего из газожидкостной смеси отделяется газовая фаза, направляющаяся затем в затрубное кольцевое пространство скважины. На практике широко распространен такой (принудительный) способ отделения свободного газа, предотвращающий дальнейшее его попадание на прием глубинного насоса, ибо попадание газа в цилиндр насоса отрицательно сказывается на работе всей глубиннонасосной установки: уменьшается коэффициент подачи насоса, снижается фактическая производительность скважины, возникают механические удары плунжера, ухудшаются надежностная и энергетическая характеристики всей штанговой глубиннонасосной установки (ШГНУ) и ее к.п.д.

Анализ выполненных научно-технических исследований [1,2,3], а также практических результатов внедренных изобретений, предложений и промысловых мероприятий показывают, что степень сепарации газа помимо реальных условий эксплуатации, определяется комплексом конструктивных параметров сепарирующей установки и размерами затрубного пространства скважины. Установлено, что в зоне сепарации существует такое соотношение этих величин, при обеспечении которых можно добиться наибольшую степень выделения газа из газожидкостной смеси. Также выявлено, что существующие сепараторы не в состоянии сепарировать газовые пузырьки диаметрами меньше определенного размера. По этой причине разумно предполагать существование определенного предела области применения данных устройств. Однако, выявление этого предела, как отмечено в [3], связано с определением скорости всплывания газовых пузырьков, содержащихся в жидкости в огромном количестве и имеющих различные размеры диаметров (от доли мм. до нескольких десятков мм.).

Известно, что сепарация газа обуславливается размерами сепаратора и газовых пузырьков, расходом газожидкостной смеси и ее вязкостью, а также продолжительностью цикла работы насоса. Из условия непопадания газового пузырька в цилиндр насоса, что эквивалентно превышению величины гидравлической длины сепаратора над длиной пути, пройденного пузырьком с диаметром d_r , в [3] получено выражение, позволяющее определить гидравлическую длину сепаратора ℓ :

$$\ell \geq s \frac{d_n^2}{d_2^2 - d_1^2} - \frac{1635}{n} \cdot \frac{d_r^2}{\gamma},$$

где s , n , d_n , d_1 , d_2 , γ – соответственно, длина хода плунжера, число циклов работы насоса за минуту, наружный диаметр внутренней трубы, внутренний диаметр внешней трубы сепаратора и кинематическая вязкость жидкости.

Отмеченное обстоятельство затрудняет определение оптимальных размеров сепараторов, т.к. по указанной выше формуле видно, что при этом, требуется априорное знание некоторых данных, достоверная информация о которых практически отсутствует. Поэтому, при разработке сепараторов для конкретно сложившихся условий эксплуатации ШГНУ, как правило, руководствуются качественными результатами теоретических исследований. Часто обращаются к экспериментальным данным, полученным во время опытной эксплуатации этих устройств. В этой связи, автор предлагаемой разработки также стремились к такому конструированию сепаратора, где по возможности все больше учитывается взаимосвязь вышеперечисленных конструктивных и режимных параметров работы проектируемого устройства, и параметров, характеризующих реальные условия эксплуатации скважин.

В статье приводятся сведения о промышленной разработке и внедрении газового сепаратора нового типа с высокой разрешающей способностью. Данная разработка является дальнейшим развитием подобного рода

устройства, описанного в [4]. Вносимые изменения в конструкции и в размерах устройства и некоторое усовершенствование самого механизма сепарации способствовали существенному улучшению эксплуатационных характеристик.

Ниже описываются состав и принцип работы разработанного устройства, обозначенного как «YSBQA».

2. Устройство YSBQA

Устройство YSBQA состоит из цилиндрического корпуса, газосборной камеры, камеры разрежения, переходника и выпускного клапана. Весь корпус изготовлен в виде верхнего и нижнего корпусов. Нижний конец верхнего корпуса и верхний конец нижнего корпуса снабжены резьбовыми соединениями. Кольцевая перегородка с конечными отверстиями в виде сопел, размещена между верхним и нижним корпусами с помощью этого соединения. Нижний конец нижнего корпуса снабжен заглушкой с отверстиями – соплами. На верхнем конце верхнего корпуса установлен переходник, а между внутренней его поверхностью и внешней поверхностью приемной трубы образована камера для сбора выделившегося газа, где также размещен обратный клапан. Шарик данного клапана изготовлен с диаметром больше чем диаметр газовыпускного канала. Закрытие нижнего конца нижнего корпуса заглушкой, снабженной отверстиями – соплами, и образование на ее основе некоторого пространства в виде перегородки, обеспечивают многократные действия по сжатию и расширению газожидкостной смеси на входе камеры разрежения, и способствует отделению значительного объема газа из смеси за счет резкого падения давления.

Конструирование корпуса сепаратора в виде верхнего и нижнего корпусов и образование кольцевой перегородки, снабженной отверстиями – соплами между верхним и нижним корпусами, и фиксирование ее с помощью резьбовых соединений, повышают устойчивость данной перегородки во время движения газожидкостной смеси внутри сепаратора, и ускоряет процесс выделения газа из жидкости при постоянном сжатии и расширении раствора.

Размещение переходника на верхнем конце верхнего корпуса и создание газовой камеры для сбора газа, поступающего из камеры разрежения при закрытии обратного клапана во время движения плунжера насоса вверх, способствует образованию определенного давления, достаточного для открытия обратного клапана, выпуску газа из перепускного канала и передаче его в кольцевое затрубное пространство.

Использование обратного клапана вместо обычного и изготовление его шарика с большим диаметром по сравнению с размером входного отверстия газовыпускного канала, в определенной степени упрощает конструкцию и

облегчает работу всего устройства, в результате чего создается благоприятное условие повышения его надежности.

Описываемая выше конструкция газового сепаратора изображена на предлагаемом рисунке, где фиксировано положение, соответствующее закрытому состоянию обратного клапана при ходе плунжера вниз.

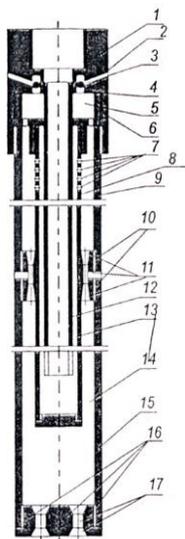


Рис.1. Конструкция газового сепаратора YSBQA

К переходнику (1) газового сепаратора сверху присоединяется скважинный насос, а снизу – приемная труба (2). С помощью переводника (3) внутри патрубка (4) концентрически размещена приемная труба (2). Нижний конец нижнего корпуса (5) снабжен заглушкой (6). Последняя, в свою очередь, снабжена отверстиями в виде сопел (7) и изготовлена как кольцевая перегородка. Кольцевое пространство, заключенное между патрубком (4) и приемной трубой (2) образует газовую камеру (8). На верхней части патрубка (4) размещены высасывающие отверстия (9), и с их помощью выделенный из газа раствор (нефть) во время работы плунжера насоса высасывается в камеру (8) и отсюда передается в приемную трубу (2), соединенную со скважинным насосом.

Кольцевое пространство, образованное между корпусами (5), (10) и патрубком (4), составляет камеру разрежения (11), где снабженная отверстиями - соплами кольцевая перегородка (13) размещена между корпусами.

Образованное пространство между верхней части приемной трубы (2) и переводником (3) составляет камеру (14) для накопления газа. Над этой

камерой размещен обратный клапан (15), шарик которого изготовлен с диаметром, превосходящим диаметры отверстия втулки (16) и открытого отверстия газовыпускного канала и канала (17).

С помощью переходника (1), в силу размещения газового сепаратора под приемом насоса, внутренние поверхности стакана насоса и приемной трубы (2) сообщаются, и при ходе плунжера вверх нагнетательный клапан насоса закрывается, а всасывающий – открывается. В результате этого высасыванием газожидкостной смеси по отверстиям (7) сначала через нижний корпус (5), а затем через перегородку (6) происходит процесс многократного сжатия и расширения газожидкостного потока. При этом резко снижается давление, мгновенно отделяется значительный объем газа из раствора, и образуется челночная структура движения потока. В данном случае крупные газовые пузырьки соединяются друг с другом, и происходит их дальнейшее движение через кольцевую перегородку (13), снабженную отверстиями в виде сопел (12). Также при этом происходит аналогичная структура движения потока, образуется многократное сжатие и расширение смеси, создается перепад давления и в результате чего значительный объем газа отделяется из раствора. Образованные крупные газовые пузырьки, притесняя поток жидкости к стенкам корпуса (10), устремляются вверх. Отделившийся газ поступает в камеру (14). При этом обратный клапан (15) оказывается в закрытом положении и сепарированный раствор, высасываясь через отверстия (9), размещенные на верхней части патрубка (4), в камеру накопления (8) и попадает в цилиндр насоса по приемной трубе (2).

При движении плунжера насоса вниз его нагнетательный клапан открывается, а высасывающий - закрывается. Газожидкостная смесь, проходя путь «нижний корпус-отверстия (7) – перегородка (6)» высасывается, подвергаясь процессу многократного сжатия и расширения потока. С образованием перепада давления со смесью происходят аналогичные процессы сжатия и расширения, и из него отделяется значительный объем газа. Этот объем газа поступает в газовую камеру и прибавляется к объему газа, выделившегося в предыдущем цикле работы насоса, т.е. при движении плунжера вверх. Открывается обратный клапан (15), т.к. под действием давления, образованного при этом, поднимается шарик клапана, и через открытое отверстие газовыпускного клапана очищенный газ поступает в кольцевое пространство скважины. При движении плунжера вниз нагнетательный клапан закрывается, высасывающий клапан открывается, наступает очередной цикл работы газового сепаратора.

3. Технологические показатели скважин

Опытные образцы разработанного газового сепаратора были изготовлены на Бакинском заводе нефтяных оборудований. Установка YSBQA успешно прошла промышленное испытание на промыслах НГДУ

«Балаханынефть» ПО «Азнефть». Результаты внедрения оказались положительными, что подтверждает перспективность разработанной конструкции.

Средние величины основных технологических показателей, фиксированных до применения этих установок в скважинах 2545 и 3952, приводятся в табл.1.

Таблица 1

Технологические показатели скважин до внедрения YSBQA

| Скв. | Добыча нефти, т/сут. | Добыча воды, м ³ /сут. | Добыча газа, м ³ /сут. | Коэффициент подачи насоса |
|------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| 2545 | 0,9 | 1,14 | 100 | 0,27 |
| 3952 | 1,2 | 1,8 | 150 | 0,44 |

В табл. 2 и 3 даются осредненные промысловые данные, полученные из этих же скважин после установки в них разработанных сепараторов.

Таблица 2

Результаты внедрения YSBQA в скв. 2545 НГДУ «Balaxanineft»

| Месяц, год | Добыча нефти, т/сут. | Добыча воды, м ³ /сут. | Добыча газа, м ³ /сут. | Коэффициент подачи насоса |
|------------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| 07.2014 | 1,1 | 3,1 | 45 | 0,57 |
| 08.2014 | 0,7 | 2,5 | 45 | 0,42 |
| 09.2014 | 1,0 | 2,54 | 45 | 0,45 |

Таблица 3

Результаты внедрения YSBQA в скв. 3952 НГДУ «Balaxanineft»

| Месяц, год | Добыча нефти, т/сут. | Добыча воды, м ³ /сут. | Добыча газа, м ³ /сут. | Коэффициент подачи насоса |
|------------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| 07.2014 | 0,2 | 2,7 | - | 0,67 |
| 08.2014 | 1,2 | 1,7 | 95 | 0,67 |
| 09.2014 | 1,5 | 1,6 | 95 | 0,72 |

Ожидаемая годовая экономическая эффективность получилась для скважины 2545 равной 1890\$, а для скважины 3952 равной 4104\$. Продолжается применение данного типа устройств в ряде других скважин ПО «Азнефть».

Высокая степень сепарации и простота предложенной конструкции также могут способствовать широкому применению данного устройства в различных регионах СНГ, где имеются подобные условия эксплуатации скважин.

Литература

1. Адонин А.Н., Добыча нефти штанговыми насосами, Москва, Недра, 1979, 212с.
2. Адонин А.Н., Кадымова К.С., Троицкий В.Ф., Опыт применения газовых якорей, Баку, Азнефтеиздат, 1956, 55с.
3. Мовламов Ш.С., Исследования по совершенствованию теории и практики эксплуатации скважин штанговой насосной установкой, Баку, Элм, 1998, 194 с.
4. Патент Азербайджанской Республики, А.Р. Patent I 2007 0181. E21 B 43/34, 43/38.

Yüksək separasiyalı boru tipli qaz ayırıcı işinin yaxşılaşdırılması

Ş.İ. Mustafayev, K.Q. Qasımova, M.H. Xanbabayeva

XÜLASƏ

Məqalədə qaz ayırıcı qurğusunun işi, digər qaz ayırıcılarında olduğu kimi axının qaz ayırıcıya daxil olduğu və onun içərisində hərəkəti zamanı sürət və istiqamətinin kəskin və çoxsaylı dəyişməsi ilə axının inersion xarakteristikasının dəyişməsinə əsaslanmışdır. Qurğunun qaz təzahürlü quyularda tətbiqi ilə ştanqlı dərinlik nasosunun dolma əmsalının yüksəldilməsi və həmçinin avadanlığın f.i.ə. və məhsuldarlığının artırılması ilə yanaşı onun iş rejimini də yaxşılaşdırır.

İşlənmiş qaz ayırıcısının tətbiqindən alınan iqtisadi mənfəət silindirə daxil olan qazın miqdarının azaldılması hesabına ştanqlı quyu nasosunun f.i.ə.-nin və təmirarası müddətin artırılması yolu ilə alınan əlavə neftdən yaranır.

Açar sözlər: yataqlar, qaz ayırıcı, sorucu klapın, qaz kamerası, klapın, əks klapın, quyu.

Improvement work of pipe-shaped gas separator with high separator possibility

Sh.I. Mustafayev, K.G. Gasimova, M.H. Khanbabayeva

ABSTRACT

Information about development and introduction of new type gas separator for use in pumping sucker-rod wells with high gas showing is given in the article. Some theoretical aspects of designing gas separating devices are touched. Suggested construction of this device is described and its operating principle is stated. This gas separator introduction economic effect is explained by additional oil production, decrease of associated gas losses (by direction of effluent into hermetical network of intra-field gathering and transportation), increase of overhaul period duration and increase of the whole deep-well (subsurface) pipping unit efficiency. Results of worked out device experimental introduction in two wells of "Azneft" PU (Production Union) OGPD (Oil and Gas Production Department) "Balakhanyneft" are given.

Keywords: oil well, sucker-rod pump, free gas, separation, gas chamber, valve, back pressure valve, annular space.