А.Н. Немков, А.Р. Эпштейн (ООО «Химспектр», г. Уфа, Российская Федерация)

СКВАЖИННЫЙ ФИЛЬТР ДЛЯ ТЕХНОЛОГИИ ВНУТРИСКВАЖИННОЙ СЕПАРАЦИИ ВЫСОКООБВОДНЕННЫХ СКВАЖИН

Alexey N. Nemkov, Arkady R. Epstein (Himspektr LLC, Ufa, Russian Federation)

WELL SCREEN FOR THE TECHNOLOGY OF WATER-CUT OIL DOWNHOLE SEPARATION

Введение

Согласно ряду исследований, эффективность работы установок предварительного сброса воды по качеству сбрасываемой воды и количеству остаточной воды в нефти зависит от степени разрушенности. С повышением последней эффективность работы установок предварительного сброса значительно повышается.

В нефтесборных коллекторах ввиду относительно невысоких скоростей течения эмульгирование жидкостей практически не происходит и, более того, создаются условия осаждения крупных водных капель по сечению трубопровода и образования сплошного подстилающего слоя воды, который может улавливаться наземными фильтрами. Наиболее интенсивное эмульгирование пластовых жидкостей происходит в рабочих органах электроцентробежных насосов в добывающих скважинах. Эмульсии, образующиеся в этих насосах, имеют наибольшую стойкость и поверхность раздела фаз.

Цели и задачи

Для подготовки жидкостей к расслоению в установках предварительного сброса наиболее целесообразно устанавливать фильтры в скважинах-сепараторах до электроцентробежных насосов.

Background

According to a number of studies, the efficiency of the preliminary water discharge units in terms of the quality of the discharged water and the amount of residual water in oil depends on the degree of destruction. With an increase in the latter, the efficiency of the pre-dumping installations increases significantly.

In oil-gathering reservoirs, due to the relatively low flow rates, emulsification of liquids practically does not occur and, moreover, conditions are created for the deposition of large water droplets along the cross-section of the pipeline and the formation of a continuous underlying layer of water, which can be captured by ground filters. The most intensive emulsification of formation fluids occurs in the working bodies of electric centrifugal pumps in production wells. The emulsions formed in these pumps have the greatest stability and interface.

Aims and Objectives

To prepare liquids for stratification in pre-discharge units, it is most expedient to install filters in separator wells before electric centrifugal pumps.

Авторы считают недостатком данных установок недостаточное качество подготовки воды, так как не производится фильтрация воды от твердых взвешенных частиц и глобул нефти.

Для решения указанной задачи предлагается в скважинную установку сброса воды установить фильтр объемной фильтрации, выполненный из пакета щеточных дисков и расположенный на колонне насосно-компрессорных труб.

Результаты

Приведены результаты стендовых испытаний конструкции скважинного фильтра объемной фильтрации для технологии внутрискважинной сепарации, показаны схемы расположения основного погружного оборудования.

Обосновано, что применение данного фильтра позволит:

- повысить производительность скважин за счёт эффективности гравитационного расслоения водонефтяной жидкости на развитой поверхности щеточных дисков фильтра;
- снизить стоимость операции очистки фильтра по сравнению с известными фильтрами;
- увеличить степень очистки продукта (воды) от примесей;
- предотвратить эрозионное разрушение внутренней поверхности колонны насосно-компрессорных труб.

The authors consider that the disadvantage of these installations is the insufficient quality of water treatment, since water is not filtered from solid suspended particles and oil globules.

To solve this problem, it is proposed to install a volumetric filtration filter made from a package of brush disks and located on a tubing string in a downhole water discharge unit.

Results

The results of bench tests of the structure of the downhole volumetric filtration filter for the downhole separation technology are presented, the layouts of the main submersible equipment are shown.

It has been substantiated that the use of this filter will allow:

- to increase the productivity of wells due to the efficiency of gravitational stratification of water-oil liquid on the developed surface of the filter brush discs;
- reduce the cost of the filter cleaning operation in comparison with known filters;
- to increase the degree of purification of the product (water) from impurities;
- prevent erosional destruction of the inner surface of the tubing string.

Ключевые слова: технология внутрискважинной сепарации; гравитационное разделение смеси; насосно-компрессорные трубы; фильтр объемной фильтрации; установка предварительного сброса воды; коллектор системы поддержания пластового давления

Keywords: downhole separation technology; gravity separation of the mixture; oil-well tubing; volumetric filtration filter; preliminary water discharge unit, pre-discharge water installation; header of the reservoir pressure maintenance system

---

Согласно ряду исследований [1-7], эффективность работы установок предварительного сброса воды (УПС) по качеству сбрасываемой воды и количеству остаточной воды в нефти зависит от степени разрушенности.

С повышением последней эффективность работы УПС значительно повышается.

В нефтесборных коллекторах ввиду относительно невысоких скоростей течения эмульгирование жидкостей практически не происходит и, более того, создаются условия

осаждения крупных водных капель по сечению трубопровода и образования сплошного подстилающего слоя воды, который может улавливаться наземными фильтрами. Наиболее интенсивное эмульгирование пластовых жидкостей происходит в рабочих органах электроцентробежных насосов (ЭЦН) в добывающих скважинах. Эмульсии, образующиеся в этих насосах, имеют наибольшую стойкость и поверхность раздела фаз.

Следовательно, для подготовки жидкостей к расслоению в УПС наиболее целесообразно устанавливать фильтры в скважинах-сепараторах до ЭЦН. Считаем, что недостатком данных установок является недостаточное качество подготовки воды, так как не производится фильтрация воды от твердых взвешенных частиц и глобул нефти.

Указанная задача решается тем, что в скважинную установку сброса воды устанавливается фильтр объемной фильтрации, выполненный из пакета щёточных дисков и расположенный на колонне насосно-компрессорных труб (НКТ). Через выполненное в боковой части фильтра отверстие, соответствующее форме брони кабеля, пропущен силовой трёхжильный кабель, на конце колонны НКТ размещена установка ЭЦН.

На рисунке 1 представлена скважинная установка сброса воды с установленным фильтром. В скважине 1 находится труба НКТ 2, фильтр 3, трубная вставка 4, кабель 5 и УЭЦН 6. Трубопровод отвода нефти 7 соединен со скважиной 1. Патрубок 9 соединен с трубопроводом отвода очищенной воды.

После закачки водонефтяной жидкости из нефтяной скважины по трубопроводу подвода продукции скважин 8 по кольцевому пространству между скважиной 1 и трубной вставкой 4 через определенное время происходит гравитационное разделение смеси, и частично обводнённая нефть по трубной вставке 4 поступает в нефтяной коллектор. Отстоявшаяся вода через фильтр 3 поступает на вход электроцентробежного насоса 6 и под давлением через колонну НКТ поступает через патрубок 9 в коллектор системы поддержания пластового давления или сразу в нагнетательную скважину (на рисунке не показана).

Рисунок 1. Скважинная установка сброса воды с установленным фильтром

Для подтверждения заявленных функций фильтра были проведены стендовые испытания. Принципиальная гидравлическая схема стенда представлена на рисунке 2.

Для определения значений гидравлического сопротивления фильтра проводилась прокачка модельными жидкостями, и снимались показания зависимости перепада давления на фильтре от расхода модельной жидкости.

Для определения способности сепарировать механические примеси из модельной жидкости использовали два показателя: коэффициент фильтрации и тонкость фильтрации.

Коэффициент фильтрации определялся отношением массы отсепарированных механических примесей к массе механических примесей, подаваемых на фильтрующий элемент.

Тонкость фильтрации определялась величиной механических примесей, удаляемых из потока модельной жидкости.

Рисунок 2. Принципиальная гидравлическая схема стенда

По результатам замеров масс механических примесей определяли коэффициент сепарации исследуемого образца фильтра по следующему алгоритму.

1. Разделение всех механических примесей на группы гранулометрического состава. Для этого использовали вибросита.

2. Для каждого типоразмера механических примесей определялся коэффициент сепарации:

$$K_{\text{сеп}} = M_3/M_1 = M_3/(M_2 + M_3),$$

где M_1 - масса механических примесей, внесённая в засыпное устройство;

M_2 - масса механических примесей прошедших сквозь блок фильтров и задержанных фильтром стенда;

M_3 - масса механических примесей задержанных блоком фильтров.

Успешным считалось соотношение $(M_2+M_3)/M_1$ не менее 0,95.

Результаты приведены в таблице 1.

По результатам испытаний установлено следующее.

1. Из 1000 г механических примесей фильтр смог задержать 953 г. Полнота отсева составила 95,3 %.

2. Тонкость фильтрации - 250 мкм.

3. Максимальный перепад давления - 0,2 МПа.

Фильтр успешно прошел стендовые испытания и рекомендуется для проведения промысловых.

Таблица 1. Результаты стендовых испытаний фильтра

Показатели \ Номер эксперимента	1	2	3	4	5	6	7
Герметичность фильтра и отсутствие остаточных деформаций	+	+	+	+	+	+	+
Перепад давления, МПа	0,200	0,020	0,019	0,017	0,040	0,039	0,037
Расход, м ³ /сут	400	300	288	276	300	288	276
Частота, Гц	-	30,80	30,15	28,97	30,80	30,15	28,97
Температура окружающей среды, °С	20-25	22	22	22	22	22	22
Температура жидкости, °С	5-90	22	22	22	22	22	22
Мех. примеси в модельной жидкости, г	1000	0	0	0	1000	1000	1000
Расход газа, л	30	0	0	0	0	0	0
Мех. примеси, задержанные фильтром, г	921	0	0	0	943	948	953

Выводы

Применение предлагаемого фильтра объёмной фильтрации позволит:

1. повысить производительность скважин за счёт эффективности гравитационного расслоения водонефтяной жидкости на развитой поверхности щёточных дисков фильтра;

2. снизить стоимость операции очистки фильтра по сравнению с известными фильтрами;

3. увеличить степень очистки продукта (воды) от примесей;

4. предотвратить эрозионное разрушение внутренней поверхности колонны насосно-компрессорных труб.

Список литературы

1. Артемьев В.Н., Галанцев И.Н., Госсман В.Р., Ибрагимов Г.З., Пальцев В.А., Хисмутдинов Н.И. Оптимизация параметров установок предварительного сброса воды (для условий месторождения Юганского региона). М.: ВНИИОЭНГ, 1993. 53 с.
2. Тарасов М.Ю., Зарембо Л.М., Каменева Т.И. Исследование процессов предварительного сброса воды на месторождении с низкой температурой продукции скважин // Тр. СибНИИНП. Тюмень: СибНИИНП, 1991. С. 82-88.
3. Валяев Б.Г., Трофимов В.В. Обезвоживание нефти в промысловых условиях без нагревания эмульсии // Тр. Гипровостокнефть. Самара: Гипровостокнефть, 1971. Вып. 13. С. 67-77.
4. Пестрецов Н.В., Зайнагабдинов Ч.Ф., Амброс В.С., Ненашев В.А., Назаров В.В. Совершенствование технологии предварительного сброса воды в системах сбора продукции скважин на месторождениях АО «Юганскнефтегаз» // Нефтепромысловое дело. 1995. № 8. С. 68-69.
5. Фахретдинов Р.Р., Голубев М.В. Подбор и расчет технологического оборудования для обеспечения предварительного сброса пластовой воды на примере УПСВ-60 Бураево // Тр. БашНИПИнефть. Уфа: БашНИПИнефть, 2001. Вып. 106. С. 154-156.
6. Репин Н.Н., Братцев С.И. Повышение эффективности работы установок с предварительным сбросом пластовой воды // Нефтяное хозяйство. 1990. № 3. С. 55-58.
7. Современное состояние и пути совершенствования предварительного обезвоживания нефти. М.: ВНИИОЭНГ, 1984. Вып. 12. С. 25-27.

References

1. Artemev V.N., Galantsev I.N., Gossman V.R., Ibragimov G.Z., Paltsev V.A., Khismutdinov N.I. *Optimizatsiya parametrov ustanovok predvaritel'nogo sbrosa vody (dlya uslovii mestorozhdeniya Yuganskogo regiona)* [Optimization of the Parameters of the Preliminary Water Discharge Units (for the Conditions of the Field in the Yugansk Region)]. Moscow, VNIIOENG Publ., 1993. 53 p. [in Russian].
2. Tarasov M.Yu., Zarembo L.M., Kameneva T.I. *Issledovanie protsessov predvaritel'nogo sbrosa vody na mestorozhdenii s nizkoi temperaturoi produktsii skvazhin* [Investigation of the Processes of Preliminary Water Discharge in a Field with a Low Temperature of Well Production]. *Trudy SibNIINP* [Proceedings of SibNIINP]. Tyumen, SibNIINP Publ., 1991, pp. 82-88. [in Russian].
3. Valyaev B.G., Trofimov V.V. *Obezvozhivanie nefiti v promyslovyykh usloviyakh bez nagrevaniya emul'sii* [Dehydration of Oil in the Field Without Heating the Emulsion]. *Trudy Giprovostokneft'* [Proceedings Giprovostokneft']. Samara, Giprovostokneft' Publ., 1971, Issue 13, pp. 67-77. [in Russian].
4. Pestretsov N.V., Zainagabdinov Ch.F., Ambros V.S., Nenashev V.A., Nazarov V.V. *Sovershenstvovanie tekhnologii predvaritel'nogo sbrosa vody v sistemakh sbora produktsii skvazhin na mestorozhdeniyakh AO «Yuganskneftegaz»* [Improving the Technology of Preliminary Water Discharge in Well Production Collection Systems at the Fields of JSC Yuganskneftegaz]. *Neftpromyslovoe delo - Oilfield Engineering*, 1995, No. 8, pp. 68-69. [in Russian].
5. Fakhretdinov R.R., Golubev M.V. *Podbor i raschet tekhnologicheskogo oborudovaniya dlya obespecheniya predvaritel'nogo sbrosa plastovoi vody na primere UPSV-60 Buraevo* [Selection and Calculation of Technological Equipment to Ensure Preliminary Discharge of Produced Water by the Example of UPSV-60 Buraevo]. *Trudy BashNIPIneft'* [Proceedings of BashNIPIneft']. Ufa, BashNIPIneft' Publ., 2001, Issue 106, pp. 154-156. [in Russian].
6. Repin N.N., Brattsev S.I. *Povyshenie effektivnosti raboty ustanovok s predvaritel'nyim sbrosom plastovoi vody* [Improving the Efficiency of units with Preliminary Discharge of Produced Water]. *Neftyanoe khozyaistvo - Oil Industry*, 1990, No. 3, pp. 55-58. [in Russian].
7. *Sovremennoe sostoyanie i puti sovershenstvovaniya predvaritel'nogo obezvozhivaniya nefiti* [Current State and Ways of Improving Preliminary Oil Dehydration]. Moscow, VNIIOENG Publ., 1984, Issue 12. pp. 25-27. [in Russian].

Авторы

• Немков Алексей Николаевич
ООО «Химспектр»
Начальник Департамента НИОКР
Российская Федерация, 450075, г. Уфа,
ул. Р. Зорге 75а, офис 6
e-mail: nemkov_an@mail.ru

• Эпштейн Аркадий Рувимович, канд. техн. наук
ООО «Химспектр»
Главный конструктор
Российская Федерация, 450075, г. Уфа,
ул. Р. Зорге 75а, офис 6
e-mail: arepstein@mail.ru

The Authors

• Nemkov Alexey N.
Himspektr LLC
Head of R&D Department
6 office, 75a, R. Sorge str., Ufa, 450075,
Russian Federation
e-mail: nemkov_an@mail.ru

• Epstein Arkady R., Candidate of Engineering
Sciences
Himspektr LLC
Chief Designer
6 office, 75a, R. Sorge str., Ufa, 450075,
Russian Federation
e-mail: arepstein@mail.ru