

Разработка и внедрение мобильной установки для подготовки скважинной продукции

О.В. Третьяков
генеральный директор¹

И.И. Мазеин
первый заместитель генерального директора,
главный инженер¹

А.В. Усенков
заместитель генерального директора по
производству северной группы активов¹

А.В. Лекомцев
к.т.н., доцент²
alex.lekومتsev@mail.ru

П.Ю. Илюшин
к.т.н., доцент²
ilushin-pavel@yandex.ru

¹ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ», Пермь, Россия
²ПНИПУ, Пермь, Россия

Ежегодно на установках подготовки нефти ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» проводятся опытно-промышленные работы и внедрение новых технологий по повышению качества нефти и сточной воды. В связи с этим проведение всевозможных испытаний без вмешательства и нарушения основного процесса на стендовом оборудовании является актуальной задачей. Применение знаний об эффективных технологиях промышленной подготовки нефти и воды и конструкторских решений в области нефтяного машиностроения позволили разработать мобильный комплекс для моделирования процессов подготовки скважинной продукции и проведения опытно-промышленных испытаний

В изменяющихся условиях добычи скважинной продукции на нефтяных месторождениях наиболее чувствительным объектом нефтепромысла является система подготовки. При этом технологический процесс такой системы должен обеспечивать стабильную подготовку нефти и газа согласно требуемым нормам качества. Однако возникают ситуации, при которых процесс подготовки нарушается и требуется оперативное принятие технико-технологических решений, позволяющих повысить качество конечного продукта. Опытно-промышленная эксплуатация той или иной технологии без предварительного испытания в реальных условиях затруднительна по ряду причин (экономических, технико-технологических и т.д.). Кроме того, возникают риски, связанные с недостижением эффекта от внедрения. В этой связи становится актуальным вопрос создания мобильного комплекса для моделирования процесса подготовки нефти и воды с возможностью применения намечаемой к внедрению новой технологии на различных объектах нефтяной промышленности.

По результатам патентного поиска, выявлено три наиболее близких аналога, определяющие общий уровень техники для следующих предлагаемых технических решений [1–3]:

- мобильность и возможность монтажа на неподготовленной для капитального строительства площадке;
- подача химических реагентов в блочно-модульном исполнении, а также нагрев, удаление механических примесей, обезвоживание и обессоливание;

- возможность оперативного изменения внутренних конструкций технологических аппаратов;
- автоматизированный контроль и управление технологическим процессом;
- отсутствие влияния на основной технологический процесс подготовки промышленного объекта при эксплуатации устройства.

На основании вышеизложенного, разрабатываемый комплекс должен представлять собой мобильный промышленный образец установки для подготовки нефти и воды в масштабе 1:100, позволяющий проводить опытно-промышленные испытания (ОПИ) включенного в его технологический процесс оборудования или новой технологии согласно нормативно-правовой документации в области нефтяной и газовой промышленности (рис. 1). Результаты ОПИ должны быть учтены при реализации испытываемой технологии на действующем объекте подготовки.

Таким образом, сравнение разрабатываемого технического решения с уровнем техники, известным из научно-технической и патентной документации не выявило средство, которому присущи все указанные признаки, что определяет новизну разрабатываемого устройства.

Общая характеристика мобильной установки

Авторами разработана и изготовлена мобильная установка подготовки скважинной продукции (МУПСР), в которой реализованы основные типовые технологии: обезвоживание, обессоливание, очистка от

Наименование	Ед. изм.	Значение
Производительность установки	м ³ /ч	0,1÷2
Давление в точке подключения	МПа	0,015 ÷ 1,0
Температура перекачиваемой жидкости	°С	+5 ÷ +70
Содержание воды	%	1 ÷ 99
Потребляемая мощность	кВт	80
Габаритные размеры установки		
длина	мм	12000
ширина		3000
высота		3300
Масса нетто	кг	13000

Таб. 1 — Характеристики мобильной установки



Рис. 1 — Концепция создания мобильной установки подготовки скважинной продукции



Рис. 2 — Процессы и технологии, реализованные в МУПСР

с использованием новых технических средств и технологий.

Материалы и методы

В качестве основы были приняты технические наработки установок промышленной подготовки нефти. С привлечением конструкторского бюро были разработаны основные технические решения, произведены необходимые технологические и гидравлические расчеты, на основании которых была принята концепция создания мобильной установки подготовки скважинной продукции.

Ключевые слова

мобильная установка, подготовка нефти и воды на промысле, обезвоживание нефти, обессоливание нефти

механических примесей, стабилизация нефти, а также процессы подготовки сточных вод, используемых для заводнения нефтяных месторождений — удаление нефтепродуктов и твердых взвешенных частиц (рис. 2) [4–6]. Установка позволяет проводить опытно-промышленные испытания новых технических средств и технологий по повышению подготовки скважинной продукции, моделирование проектных решений по действующей технологической схеме подготовки нефтедобывающих компаний [7].

По результатам анализа отечественной и зарубежной научно-технической и патентной документации в области эффективных технических конструкций оборудования для подготовки нефти и воды, в МУПСП были реализованы в виде новых технических устройств и аппаратов следующие технологии: нагрев, химическое воздействие, применение коалесцирующих насадок, технология промывки эмульсии в слое воды, отстаивание. Согласно известным исследованиям [8, 9], применяемые в МУПСП технологии в 93,3% случаев обеспечивают эффективность разрушения

водонефтяных эмульсий. В 91,7% случаев технологический процесс объектов подготовки на территории Пермского края может быть полностью воспроизведен на данной установке (рис. 2). Остальные технологии возможны при дооснащении МУПСП дополнительным оборудованием: центробежным сепаратором, флотатором, источниками электромагнитного, электрического полей и ультразвука.

Технические характеристики МУПСП представлены в таб. 1, вид установки и ее технологическая схема приведены на рис. 3, 4. Требования к сырой продукции, поступающей на мобильную установку приведены ниже:

- содержание воды в нефти, не более 60%;
- содержание свободного газа, не более 10%;
- плотность нефти 700–1000 кг/м³;
- динамическая вязкость дегазированной нефти, не более 300 мПа·с;
- минерализация, не более 350 г/л;
- содержание механических примесей, не более 500 г/л.

При испытаниях на воде:

- содержание воды в нефти, не более 15%;
- содержание свободного газа, не более 10%;
- содержание мехпримесей, не более 500 г/л;
- содержание нефтепродуктов в воде, не более 500 г/л.

Установка, выполненная в сборном рамном корпусе на двух платформах, состоит из 4 технологических блоков. Основной блок (Блок 1) позволяет осуществлять процесс подготовки нефти и воды методом отстаивания водонефтяной эмульсии (ВНЭ) в трех технологических аппаратах специальной конструкции с применением системы нагрева ВНЭ (Блок 2), подачи химических реагентов (Блок 3) и пресной воды (Блок 4).

При проведении опытно-промышленных испытаний подключение мобильной установки осуществляется к трубопроводной обвязке действующего объекта с помощью гибких рукавов и быстроразъемных соединений для параллельной работы с производственным процессом промышленной подготовки площадного объекта, как показано на рис. 5. Производится ее калибровка, т.е. обеспечение параметров работы установки (расход, давление, температура), при которых показатели качества (содержание воды в нефти, хлорорганических солей и т.д.) выходящего продукта из МУПСП и объекта подготовки соответствовали. После установления сходимости в анализе проб проводится изменение технологических режимов работы МУПСП, внутренней оснастки ее аппаратов или внедрение нового оборудования в технологический процесс согласно программе ОПИ, оценивается эффективность смены режимов при сравнении с «калибровочными» пробами. По результатам анализа и обобщения проб, формируются рекомендации об оптимальных режимах или эффективности использования испытываемых технических средств, и принимается решение по их масштабированию на производственный объект.

Мобильная установка успешно прошла опытно-промышленные испытания на УПСВ «Рассвет» (Пермский край). Установлены основные закономерности процессов разрушения реальных стойких водонефтяных эмульсий при оперативном воздействии на них различными методами [6]. Проведение

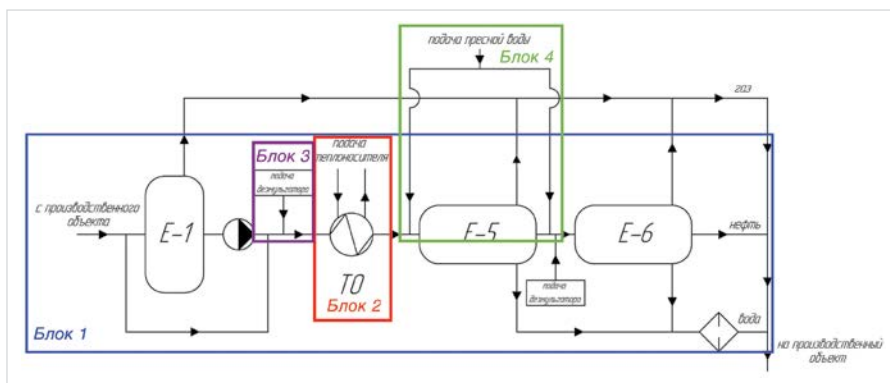


Рис. 3 — Технологическая схема МУПСП



Рис. 4 — Мобильная установка

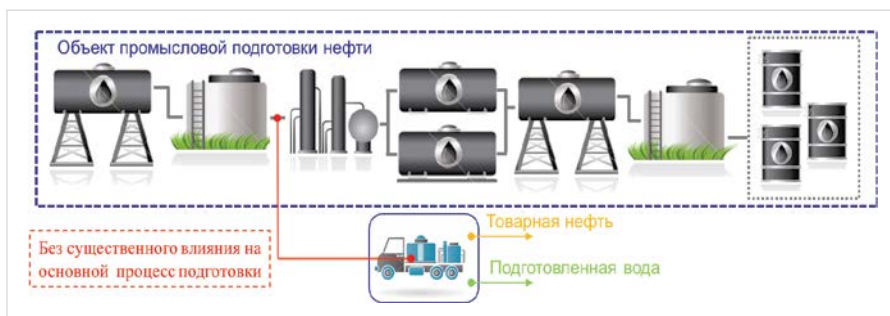


Рис. 5 — Схема подключения МУПСП на объекте подготовки нефти

исследований в термобарических условиях с кондиционными смесями обеспечило повышение информативности и достоверности результатов по отношению к результатам на модельных смесях и в лабораторных условиях, отличных от реальных.

Итоги

С целью оперативного выявления и решения проблем ухудшения качества товарной нефти и воды, закачиваемой в пласт, обоснования проектных решений при реконструкции и перевооружении производственных объектов, а также для испытания новых технических средств и технологий разработана и изготовлена мобильная установка. За период опытно-промышленных испытаний установки опробовано 4 технологии, в результате удалось снизить содержание твердых взвешенных частиц и нефтепродуктов в пластовой воде в 4,5–5 раз — до 10 мг/л. Разработаны рекомендации по повышению качества подготавливаемой продукции для реализации на производстве.

Выводы

Разработанная и испытанная мобильная установка для подготовки скважинной продукции позволила установить причины нестабильной подготовки скважинной продукции на одном из объектов подготовки ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» и обосновать рекомендованные мероприятия по повышению степени подготовки нефти и воды.

Список литературы

1. Патент на полезную модель № 127323 РФ. Модульный комплекс установки подготовки нефти. Заявл. 27.11.12. Опубл. 27.04.13.
2. Pat. CN 204417422. Skid-mounted crude oil dehydrating device. Declared 26.01.15. Published 24.06.15
3. Pat. 9157035 US. Local produced oil dehydrator. Declared 04.03.14. Published 13.10.15.
4. Медведев В.Ф. Сбор и подготовка неустойчивых эмульсий на промыслах. М.: Недра, 1987. 144 с.

5. Миронов Е.А. Закачка сточных вод нефтяных месторождений в продуктивные и поглощающие горизонты. М.: Недра, 1976. 168 с.
6. Лекомцев А.В., Илюшин П.Ю., Шишкин Д.А. Технология кустовой подготовки и закачки подтоварной воды в пласт с использованием трубного делителя фаз // Экспозиция Нефть Газ. 2016. №7. С. 85–88.
7. Третьяков О.В., Усенков А.В., Лекомцев А.В., Илюшин П.Ю., Галкин С.В. Результаты опытно-промышленных испытаний мобильной установки подготовки скважинной продукции. Нефтяное хозяйство. 2016. № 12. С. 131–135.
8. Тонов В.П. Промысловая подготовка нефти. М.: Наука, 1977. 271 с.
9. Позднышев Г.Н. Стабилизация и разрушение нефтяных эмульсий. М.: Недра, 1982. 221 с.

Development and integration of the mobile treatment unit of production fluid

UDC 622.276

Authors:

Oleg V. Tretyakov — general director¹
Igor I. Mazein — first deputy general director, chief engineer¹
Andrey V. Usenkov — deputy general director on production of North deposits¹
Alexander V. Lekomtsev — Ph.D., associate professor²; alex.lekomtsev@mail.ru
Pavel Yu. Ilyushin — Ph.D., associate professor²; ilyushin-pavel@yandex.ru

¹LUKOIL-PERM, LLC, Perm, Russian Federation

²Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

Abstract

Pilot tests and technology adoption are carried out at oil treatment units of LUKOIL-PERM every year; the aim is – to improve on oil and waste water quality. Thereby the testing without influence and violation on main technology process with the use of test stand equipment is an urgent task. Preparation experience of oil and water, designing solutions of petroleum engineering helped to develop the mobile system for modeling the process of preparation of production fluid and pilot tests (based on the innovation technology). The pilot testing of new technical units and technologies was carried out using the complex.

Materials and methods

Technical developments of field oil treatment plants were taken in as the basis. Principal technical solutions, technological and hydraulic calculations became the blueprint for the treatment unit strategy of production fluid.

Results

The mobile unit was designed and manufactured to identify and solve problems of quality deterioration in commercial oil and water, for design decisions in reconstruction and re-equipment of production facilities, as well as for testing new hardware and techniques. Four technologies were tested while pilot

testing, as a result — the content of suspended solids and oil in produced water was reduced in 4.5–5 times, up to 10 mg/l. The recommendations for improving the quality of the product were prepared for implementation in the workplace.

Conclusions

The developed and tested mobile unit allowed to establish the causes of the unstable preparation production fluid at one oil and water treatment units LUKOIL-PERM and justify the recommended measures of improving the degree of preparation of oil and water.

Keywords

mobile unit, oil and water treatment units, dehydration of oil, desalting of oil

References

1. Useful model patent № 127323 RF. *Modul'nyi kompleks ustanovki podgotovki nefi* [Modular complex oil treatment]. Declared 27.11.12. Published 27.04.13.
2. Pat. CN 204417422. Skid-mounted crude oil dehydrating device. Declared 26.01.15. Published 24.06.15.
3. Pat. 9157035 US. Local produced oil dehydrator. Declared 04.03.14. Published 13.10.15.
4. Medvedev V.F. *Sbor i podgotovka neustoi chivnykh emul'sii na promyslakh* [Collection and preparation of unstable emulsions in the oil fields]. Moscow: Nedra, 1987, 144 p.
5. Mironov E.A. *Zakachka stochnykh vod nefyanykh mestorozhdeniy v produktivnye i pogloshchayushchie gorizonty* [Waste water injection into productive and intake formations of oil fields]. Moscow: Nedra, 1976, 168 p.
6. Lekomtsev A.V., Ilyushin P.Yu., Shishkin D.A. *Tekhnologiya kustovoy podgotovki i zakachki podtovarnoy vody v plast s ispol'zovaniem trubnogo delitelya faz* [Cluster technology of preparation and injection of produced water into the reservoir, using a pipe phase divider]. Exposition Oil Gas, 2016, issue 7, pp. 85–88.
7. Tretyakov O.V., Usenkov A.V., Lekomtsev A.V., Ilyushin P.Yu., Galkin S.V. *Rezultaty opytno-promyshlennykh ispytaniy mobil'noy ustanovki podgotovki skvazhinnoy produktsii* [The results of pilot tests of mobile well production treatment unit]. Oil Industry, 2016, issue 12, pp. 131–135.
8. Tronov V.P. *Promyslovaya podgotovka nefi* [Commercial preparation of oil]. Moscow: Nauka, 1977, 271 p.
9. Pozdnyshv G.N. *Stabilizatsiya i razrushenie nefyanykh emul'siy* [Stabilization and destruction of oil emulsions]. Moscow: Nedra, 1982, 221 p.