

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО КАБЕЛЯ ПИТАНИЯ ДЛЯ ДОЗИРОВАННОГО ВВЕДЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ В СКВАЖИНУ

### APPLICATION OF MULTIFUNCTIONAL POWER CABLE FOR DOSED SUPPLY OF CHEMICAL REAGENTS TO THE WELL

**Н. Р. Яркеева**  
Natalya R. Yarkeeva

Уфимский государственный  
нефтяной технический  
университет,  
г. Уфа, Российская Федерация

Ufa State Petroleum  
Technological University,  
Ufa, Russian Federation

**И. И. Шафиков**  
Ilyas I. Shafikov

Уфимский государственный  
нефтяной технический  
университет,  
г. Уфа, Российская Федерация

Ufa State Petroleum  
Technological University,  
Ufa, Russian Federation

**Д. В. Имангулов**  
Dinis V. Imangulov

Уфимский государственный  
нефтяной технический  
университет,  
г. Уфа, Российская Федерация

Ufa State Petroleum  
Technological University,  
Ufa, Russian Federation

Большинство разрабатываемых нефтяных залежей России достигают завершающего этапа разработки. Ему свойственен большой процент обводненности скважинной продукции и постепенное увеличение частоты ремонтных работ в добывающих и нагнетательных скважинах. Поэтому практически все нефтяные компании выделяют огромные средства на разработку технологий, призванных увеличить успешность добычи нефти из добывающих скважин.

Производительность установки электроцентробежного насоса зависит от большого количества факторов. К этим факторам относятся: содержание газа, наличие солевых и парафиновых отложений и др. Во многом именно из-за этих осложнений снижаются межремонтный период работы насосного оборудования, дебит добывающих скважин, пропускная способность нефтепроводных коммуникаций, происходят преждевременные поломки различного оборудования, возникает потребность в большом количестве неплановых ремонтов, что в дальнейшем приводит к снижению уровня добычи и дополнительным затратам.

В данной статье рассмотрена технология применения многофункционального кабеля питания для дозированной подачи химического реагента в скважины на Ключевом месторождении, благодаря которой удается добиться снижения межочистного и межремонтного периодов.

Целью работы является изучение технологии применения многофункционального кабеля питания для дозированной подачи химического реагента.

Данный метод оптимизации позволяет повысить сроки безотказной работы добывающих скважин, благодаря чему снижаются затраты на ремонтные работы и увеличивается уровень добычи, так как скважины находятся в рабочем состоянии больший срок.

Most of the developed oil deposits in Russia reach the final stage of development. It is characterized by a large percentage of water cut in well products and a gradual increase in the frequency of repair work in production and injection wells. Therefore, almost all oil companies allocate huge funds for the development of technologies designed to increase the success of oil production from producing wells.

The performance of an electric centrifugal pump unit depends on a large number of factors. These factors include gas content, the presence of salt and paraffin deposits, etc. Largely because of these complications, the overhaul period of pumping equipment, the production rate of oil wells, the throughput of oil pipelines are reduced, premature failure of various

#### Ключевые слова

кабель четырехжильный;  
добывающая скважина;  
ремонтные работы;  
дозированное введение;  
межремонтный период

#### Key words

four-vein cable; production well;  
repair work; dosed supply;  
overhaul period

equipment occurs, and there is a need for large number of unplanned repairs, which in the future leads to a decrease in the level of production and additional costs.

This article discusses the technology of using a multifunctional power cable for the dosed supply of a chemical reagent into the wells at the Klyuchevoye deposit, due to which it is possible to reduce the inter-cleaning and overhaul periods.

The aim of the work is to study the technology of using a multifunctional power cable for dosed supply of a chemical reagent.

This optimization method allows to increase the uptime of production wells, which reduces the cost of repair work and increases the production level, since the wells are in working condition for a longer period.

Нефтяная промышленность России находится на таком этапе, когда прежние методы разработки месторождений становятся уже не столь экономически рентабельными, нежели раньше. Поэтому возникает проблема экономии средств и вовлечения в разработку все более и более продвинутых технологий, позволяющих снизить затраты [1, 2]. Защита обсадной колонны и оборудования скважины от коррозии и отложения солей возможна путем подачи ингибирующей композиции в состав азотсодержащей пены [3, 4]. Можно применять особые погружные кабельные агрегаты [5, 6]. Рассмотрим одну из подобных технологий более подробно.

В связи с тем что в зависимости от предназначения и принципа действия реагента, возникает необходимость его дозированной подачи на прием насоса или на требуемый промежуток эксплуатационной колонны. Эта задача решается путём использования особого четырехжильного кабельного агрегата, предназначенного для устройств электронасосов с ключевыми тремя жилами для доставки электроэнергии на погружной электродвигатель, и капиллярной трубки для ввода реагентов в скважину.

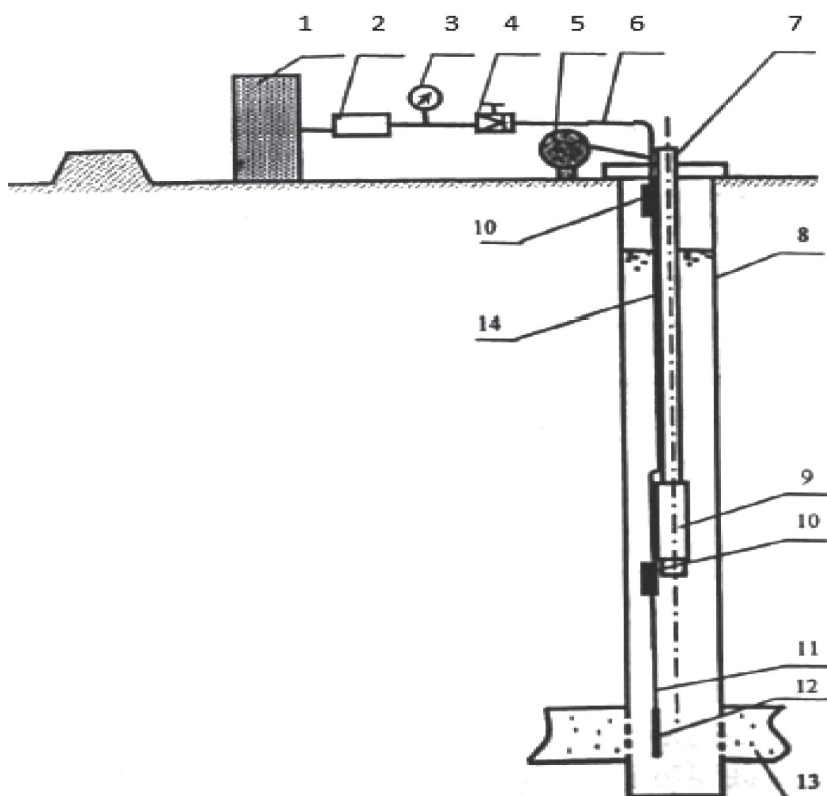
С целью использования на скважинах, оснащенных насосами с приводом, применяется погружной кабельный агрегат (рисунок 1). Это четырехжильный хорошо защищенный кабель питания двигателя с полый полиэтиленовой трубкой.



Рисунок 1. Погружной кабельный агрегат

Выбранная для использования особого кабельного агрегата скважина оснащается специальным насосом класса установки дозирочной электронасосной или иным другим дозирующим агрегатом, создающим нужное значение дозирования. Дозировочный насос настраивается на проектную дозировку используемого химического реагента. Рекомендуется, чтобы емкость химического реагента была равной или превышала месячную норму потребления химического реагента. Марка химического реагента и величина дозирования устанавливаются по результатам лабораторных и опытно-промысловых испытаний [7]. Насос класса установки дозирочной электронасосной или иного дозирующего агрегата и емкость располагаются на промежутке не менее 3 м от устья скважины, около станции контроля электроцентробежным насосом или клеммной коробки так, чтобы не возникали помехи осуществлению технологических процессов на скважине (капитальный ремонт скважин, подземный ремонт скважин и т.д.).

Силовой кабель электродвигателя насоса подсоединяется к станции контроля работы электроцентробежного насоса посредством особого разъема, и во избежание поломок и несчастных случаев силовой кабель заземляется. В то же время схема пуска и отключения насоса должна гарантировать одновременное отключение и пуск вместе с электродвигателем центробежного насоса. Дозировочный насос с обратным клапаном и электроконтактным манометром обматывается с линией введения реагента в скважину (рисунок 2). Корректирующий обратный клапан нужен для того, чтобы минимизировать неуправляемое введение реагента в скважину из-за огромной разницы плотностей дозируемого реагента и газонефтяной смеси в межтрубном пространстве для исключения возникновения так называемого «эффекта сифона». В роли линии введения химического реагента применяется стальная



1 — бак с химическим реагентом; 2 — насос-дозатор; 3 — электроконтактный манометр; 4 — корректирующий клапан; 5 — клеммная коробка; 6 — линия обвязки (медная трубка); 7 — колонна насосно-компрессорных труб; 8 — обсадная колонна; 9 — установка электроцентробежного насоса; 10 — соединительный ниппель; 11 — капиллярная трубка; 12 — груз-форсунка; 13 — продуктивный пласт; 14 — особый погружной кабель с капиллярной трубкой

**Рисунок 2.** Схема расположения оборудования по дозированию реагента

импульсная трубка, содержащая по краям специальные накидные гайки. Линия введения химического реагента посреди дозировочного насоса и клеммной коробки устанавливается на особых стойках высотой не менее 1 м или закапывается в землю на глубину не менее 0,7 м.

Электроконтактный манометр подсоединяется к электрической схеме дозатора и устанавливается на отказ электродвигателя насоса при уменьшении давления в нагнетательной линии до атмосферного. После электроконтактного манометра на линии введения реагента размещается вентиль, при помощи которого контролируется состояние насоса-дозатора. Увеличение давления на электроконтактном манометре, при перекрытии вентиля, описывает правильную работу насоса. В результате опытно-промысловых исследований обнаружено, что максимальная производительность от использования реагентов получается тогда, когда их заранее подают в добываемую продукцию до появления солевых

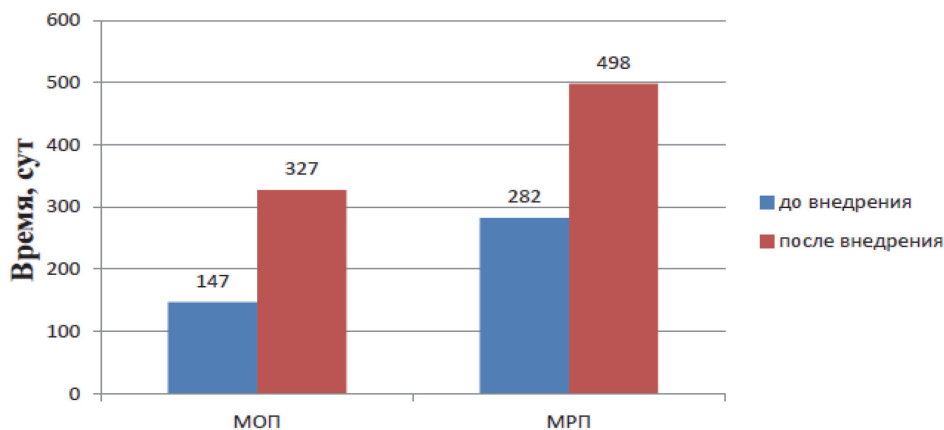
осадков, высоковязких эмульсий и асфальтосмолопарафиновых отложений. Ввиду этих обстоятельств подаваемый реагент нужно использовать максимально близко к промежутку с перфорированной обсадной колонной. Если есть необходимость, то применяемый реагент допускается использовать и на приеме насосного агрегата. С целью недопущения поломки капиллярной трубки в промежутке пребывания электродвигателя применяются центраторы на компенсаторе. Капиллярная трубка жестко устанавливается непосредственно на центраторе благодаря применению специальной скобы. Во время сборки центробежного насоса для крепления капиллярной трубки на устье скважины используется зажим особого назначения. Контакт капиллярной трубки с линией подачи реагента и увеличение капиллярной трубки от токоввода погружного электродвигателя до промежутка введения реагента проводится при помощи особого ниппеля. Если используется

погружной электродвигатель центробежного насоса диаметром 117 мм в промежутке присутствия электродвигателя, то появляется существенная потребность в использовании медной трубки диаметром 7 мм.

### Выводы

Использование многофункционального четырехжильного кабеля питания для дозиро-

ванной подачи химических реагентов на Ключевом месторождении позволило увеличить межочистной и межремонтный периоды по всем скважинам. Динамики межочистного и межремонтного периодов после внедрения погружного кабельного агрегата показаны на рисунке 3.



**Рисунок 3.** Динамики межочистного и межремонтного периодов после внедрения погружного кабельного устройства

Из гистограммы видно, что до внедрения данной технологии межочистной период составлял в среднем 147 сут, после внедрения межочистной период составил 327 сут. Таким образом, он увеличился на 180 сут. Межремонтный период до внедрения составлял в среднем 282 сут, после внедрения он стал равен 498 сут. Следовательно, он увеличился на 216 сут. Такое повышение срока эксплуатации скважин без ремонтов и чисток привело к за-

метному росту экономической выгоды добычи нефти и к снижению её себестоимости, так как пропала необходимость останавливать скважины на устранение неполадок, что ощутимо повышает рентабельность дальнейшей разработки месторождения. Также отпадает частая потребность в вызове бригад капитального и подземного ремонтов скважин, что также весьма положительно сказывается на доходах добывающих компаний.

### СПИСОК ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сафонов Е.Н., Гарифуллин Ф.С., Волочков Н.С. Новые ресурсосберегающие технологии применения химических реагентов в процессах добычи нефти // Нефтяное хозяйство. 2004. № 8. С. 42–43.
2. Technical Report: Subsurface Injection of In Situ Remedial Reagents (ISRRs). Los Angeles: Regional Water Quality Control Board Jurisdiction, 2009. 46 p.
3. Пат. 2174590 РФ, МПК Е 21 В 41/02. Способ защиты от коррозии и солеотложений внутрискважинного оборудования / Ю.В. Антипин, Р.Ф. Габдуллин, Н.Р. Яркеева, М.И. Саматов, С.В. Дорофеев, И.Ф. Алетдинов. 2000130180/03, Заявлено 04.12.2000; Оpubл. 10.10.2001. Бюл. 28.
4. Габдуллин Р.Ф., Мусин Р.Р. Антипин Ю.В., Гильмутдинов Б.Р., Дорофеев С.В. Защита обсадной колонны и оборудования скважины от коррозии и отложения солей ингибирующими композициями в составе азотсодержащих пен // Нефтяное хозяйство. 2005. № 7. С. 32–34.

5. Гарифуллин И.Ш. Эффективность применения специального погружного кабельного устройства для предупреждения асфальтосмолопарафиновых отложений в скважинах // Нефтяное хозяйство. 2005. № 12. С. 45–47.
6. Мальцев А.П., Сабиров А.А., Соколов Н.Н. Опыт внедрения оборудования для подачи реагентов в призабойную зону скважины при борьбе с АСПО // Территория «Нефтегаз». 2006. № 2. С. 60–62.
7. Шакрисламов А.Г., Антипин Ю.В., Гильмутдинов Б.Р., Гарифуллин Ф.С. Повышение надежности эксплуатационной колонны в условиях солеотложения и коррозии // Нефтяное хозяйство. 2007. № 8. С. 128–131.

### REFERENCES

1. Safonov E.N., Garifullin F.S., Volochkov N.S. Novye resursosberegayushchie tekhnologii primeneniya khimicheskikh reagentov v protsessakh dobychi nefi [New Resource-Conserving Chemical Treatment Technologies in

Oil Production]. *Neftyanoe khozyaistvo — Oil Industry*, 2004, No. 8, pp. 42–43. [in Russian].

2. Technical Report: Subsurface Injection of In Situ Remedial Reagents (ISRRs). Los Angeles: Regional Water Quality Control Board Jurisdiction, 2009. 46 p.

3. Antipin Yu.V., Gabdullin R.F., Yarkeeva N.R., Samatov M.I., Dorofeev S.V., Aletdinov I.F. *Sposob zashchity ot korrozii i soleotlozhenii vnutriskyvazhinogo oborudovaniya* [Method of Protection against Corrosion and Salt Deposition of In-Well Equipment]. Patent. RF, No. 2174590, 2001. [in Russian].

4. Gabdullin R.F., Musin R.R., Antipin Yu.V., Gil'mutdinov B.R., Dorofeev S.V. Zashchita obsadnoi kolonny i oborudovaniya skvazhiny ot korrozii i otlozheniya solei ingibiruyushchimi kompozitsiyami v sostave azotsoderzhashchikh pen [Corrosion and Salts Deposit Protection of the Well Equipment by Inhibiting Compositions Consisting of Nitrogen-Containing Foams]. *Neftyanoe khozyaistvo — Oil Industry*, 2005, No. 7, pp. 32–34. [in Russian].

5. Garifullin I.Sh. Effektivnost' primeneniya spetsial'nogo pogruzhnogo kabel'nogo ustroystva dlya preduprezhdeniya asfal'tosmoloparafinykh otlozhenii v skvazhinakh [Efficiency of Application of Special Downhole Cable Device for Prevention of Asphalt-Resin-Wax Deposits in Wells]. *Neftyanoe khozyaistvo — Oil Industry*, 2005, No. 12, pp. 45–47. [in Russian].

6. Mal'tsev A.P., Sabirov A.A., Sokolov N.N. Opyt vnedreniya oborudovaniya dlya podachi reagentov v prizaboynuyu zonu skvazhiny pri bor'be s ASPO [Experience in the Implementation of Equipment for the Supply of Reagents in the Bottom-Hole Zone of the Well in the Fight Against Asphalt-Resin-Paraffin Deposits]. *Territoriya Neftegaz — Oil and Gas Territory*, 2006, No. 2, pp. 60–62. [in Russian].

7. Shakrislamov A.G., Antipin Yu.V., Gil'mutdinov B.R., Garifullin F.S. Povyshenie nadezhnosti ekspluatatsionnoi kolonny v usloviyakh soleotlozheniya i korrozii [Increase of a Flow String Reliability in Conditions of Scale and Corrosion Formation]. *Neftyanoe khozyaistvo — Oil Industry*, 2007, No. 8, pp. 128–131. [in Russian].

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ ABOUT THE AUTHORS

**Яркеева Наталья Расатовна**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Разработка и эксплуатация нефтяных и газонефтяных месторождений», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

**Natalya R. Yarkeeva**, Candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor of Oil and Gas-Oil Field Development and Operation Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: Yarkeevan@yandex.ru

**Шафиков Ильяс Ильдарович**, студент кафедры «Разработка и эксплуатация нефтяных и газонефтяных месторождений», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

**Ilyas I. Shafikov**, Student of Oil and Gas-Oil Field Development and Operation Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: ildarovich.i@inbox.ru

**Имангулов Динис Вадимович**, студент кафедры «Разработка и эксплуатация нефтяных и газонефтяных месторождений», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

**Dinis V. Imangulov**, Student of Oil and Gas-Oil Field Development and Operation Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: imangulov.d@mail.ru