

Добыча первичных природных ресурсов

DOI: 10.34828/UdSU.2023.68.93.008

УДК 622.276.63

Р.А. Тельнов, Е.А. Кучерова, О.В. Никитина

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ШТАНГОВЫХ ГЛУБИННЫХ НАСОСОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЕ ОРЭ

Аннотация. В настоящий момент особую актуальность приобретает решение вопросов использования нетрадиционных подходов в процессе эксплуатации и разработки нефтяных месторождений, содержащих высоковязкие нефти. Применение теплоносителей в насосной добыче высоковязкой нефти по технико-экономическим параметрам является одним из перспективных направлений в освоении трудноизвлекаемых запасов нефти. Для месторождений с трудноизвлекаемыми запасами возможны варианты решения проблемы высокой вязкости нефти по технологии ОРЭ, в частности, применение резистивного греющего кабеля. Техническим результатом предлагаемой модели является снижение диаметра и веса нагревательного кабеля, а также увеличение его гибкости с достаточной разрывной прочностью, что делает его удобным для монтажа/демонтажа на скважинах, оборудованных штангово-глубинными насосами, путем помещения кабеля в полые штанги насоса или межтрубное пространство.

Ключевые слова: месторождение, вязкая нефть, одновременно-раздельная эксплуатация, штанговый глубинный насос, полые штанги, резистивный греющий кабель.

Для цитирования: Тельнов Р.А., Кучерова Е.А., Никитина О.В. Совершенствование нагревательной системы для штанговых глубинных насосов, применяемых в технологической схеме ОРЭ // Управление техносферой: электрон. журнал, 2023. Т.6. Вып.4. URL: <https://technosphere-ing.ru> С. 576 – 585. DOI: 10.34828/UdSU.2023.68.93.008.

Основная часть нефтяных и газовых месторождений представляют собой многопластовые залежи, которые разрабатываются самостоятельной сеткой скважин, пробуренных на каждый пласт. Бурение скважин является очень капиталоемким и продолжительным процессом, поскольку кроме бурения

скважины необходимо создать соответствующую инфраструктуру, то есть обустроить месторождение.

При таких условиях технологически оправданным и оптимальным с точки зрения экономии средств является объединение несколько продуктивных пластов в один эксплуатационный объект.

Поэтому в настоящее время на многопластовых месторождениях одним из основных методов регулирования разработки является технология одновременно-раздельной эксплуатации (ОРЭ), в результате применения которой происходит изменение условий разработки в пределах принятых ранее технологических решений.

Для принятия решения о возможности внедрения технологии ОРЭ на многопластовом месторождении необходимо соблюдение ряда условий:

- соответствие технологическим требованиям и приемлемость в выбранных условиях (например, состояние разработки объектов, рассматриваемых под внедрение технологии ОРЭ);
- геологическая характеристика объектов (например, при применении ОРЭ проницаемость пластов, предусмотренных для разработки единой сеткой скважин, должна различаться не менее чем на 20 %).

Здесь общей рекомендацией для внедрения технологии ОРЭ может быть следующее – чем больше различие в геологических, энергетических и потенциальных характеристиках пластов, тем будет эффективнее ввод в эксплуатацию метода ОРЭ. С учетом конкретных геолого-технических условий разработки залежей, характеристик скважин (технических и эксплуатационных) применяется одна из известных на сегодняшний день схем ОРЭ.

В настоящий момент особую актуальность приобретает решение вопросов использования нетрадиционных подходов в процессе эксплуатации и разработки

нефтяных месторождений, содержащих трудноизвлекаемые запасы, в частности, высоковязкие нефти.

Применение теплоносителей в насосной добыче высоковязкой нефти по технико-экономическим параметрам является одним из перспективных направлений в освоении трудноизвлекаемых запасов нефти [1].

Таким образом, для месторождений с трудноизвлекаемыми запасами возможными вариантами решения проблемы высокой вязкости нефти по технологии ОРЭ могут быть:

- закачка теплоносителя в пласт;
- применение греющего кабеля.

Опыт нагнетания теплоносителей в пласт показывает, что для широкого применения технологии требуется совершенствование теплоизоляции полых штанг.

В нефтяной промышленности в последние годы нашли широкое применение нагревательные кабельные линии при добыче высоковязких нефтей для предупреждения зависания насосных штанг при ходе вниз.

К примеру, известен способ для нефтескважины со штанговым глубинным насосом, в котором нагревательный кабель спускается до штока глубинного насоса внутри полых насосных штанг.

Полые штанги (рис.1) применяются для следующих целей:

- а) в качестве канала для подачи в скважину различных реагентов;
- б) получение продукции из одного пласта при ОРЭ;
- в) улучшение выноса песка за счет уменьшения сечения подъемной колонны и увеличения скорости.

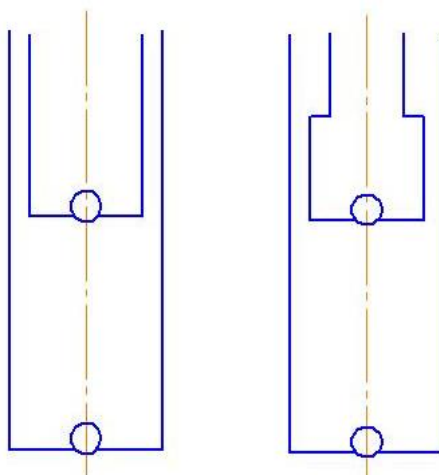


Рис. 1. Схема применения полых штанг

Так, авторами [2] разработана оптимальная конструкция нагревательной системы, снижающая трудоемкость монтажа, повышающая КПД, межремонтный период работы скважины и безопасность обслуживания.

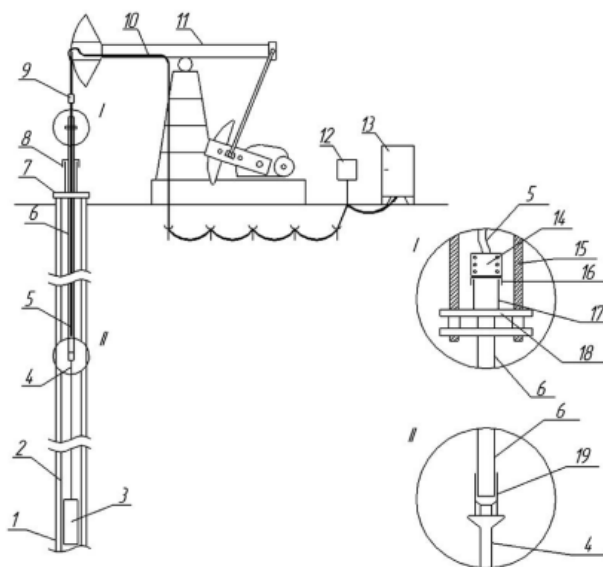


Рис. 2. Схема нагревательной системы с использованием полых штанг для спуска кабеля

Суть данной разработки заключается в следующем. В эксплуатационную колонну 1 (рис. 2) спускается на НКТ 2 глубинный насос 3, плунжер которого соединен с монолитными насосными штангами 4, верхний конец которых не

достигает до глубины кристаллизации парафина на 80-120 м. Выше монолитных штанг на 15-20 метров в скважину спускается нагревательный кабель 5 внутри полых штанг 6. Полые штанги нижним концом соединены с монолитными штангами 4, а сверху подвешиваются на траверсе 18 с помощью корпуса сальника 17. Нижняя полая штанга и предпоследняя верхняя штанга имеют свободное сообщение с внутренним пространством НКТ. На крышке 16 сальника 17 с помощью зажима 14 подвешивается нагревательный кабель, ввод которого в полые штанги герметизируется в сальнике 17. Выше зажима 14 на расстоянии 0,8-1,0 метр выполняется переход 9 от нагревательного кабеля 5 на силовой бронированный кабель 10, который имеет большую гибкость по сравнению с НК. Для обеспечения безопасной эксплуатации и минимального циклического изгиба при возвратно-поступательном движении полых штанг силовой кабель последовательно без натяга крепится к головке балансира станка-качалки 11, далее вдоль балансира до опорного подшипника, после этого спускается вниз до клеммной коробки 12, где соединяется с источником питания от станции управления 13. При этом силовой кабель 10 подвергается незначительному изгибу около опорного подшипника балансира станка-качалки при качании головки балансира. Практика применения такой конструкции кабельной системы показала рациональность.

В существующей схеме предлагается усовершенствовать кабельную линию и рассмотреть резистивный нагревательный кабель [3]. Кабель имеет круглое сечение с полимерной наружной оболочкой и содержит токопроводящие нагревательные жилы и *n*-заполняющие жилы, выполненные из арамидных нитей (рис. 3).

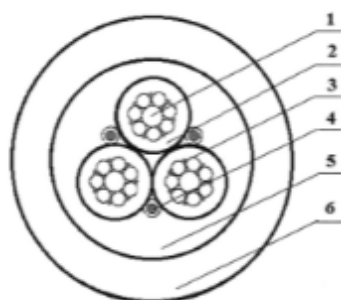


Рис. 3. Поперечное сечение резистивного нагревательного кабеля переменного тока для выкидных линий и скважин с ШГН, состоящий из трех токопроводящих нагревательных жил

Нагревательные жилы 1, заключенные в изоляцию 2, выполненную из полимера, например, блок сополимер пропилена с этиленом или других материалов с аналогичными свойствами. Токопроводящие нагревательные жилы 1 могут быть выполнены как однопроволочными, так и многопроволочными из медных проволок суммарным сечением от 1 до 32 мм² или алюминиевых проволок суммарным сечением от 1,5 до 45 мм². В многопроволочных жилах проволоки скручены между собой. Снаружи на проволоки наложены нити из арамидных волокон 3, например, марки К-49. Кроме того, проволоки токопроводящих нагревательных жил могут быть скручены между собой непосредственно с нитями из арамидных волокон. В промежутках между токопроводящими нагревательными жилами 1 и вдоль их уложены *n* «грузонесущих» заполняющих жил 4, выполненных из арамидных нитей, заключенных в изоляцию, выполненную из полимера (блок-сополимер пропилена с этиленом или других материалов с аналогичными свойствами), и выполненные с возможностью подключения к регулируемому источнику переменного тока. Сечение «грузонесущих» заполняющих жил, состоящих из арамидных нитей, подбирается по паспортным характеристикам материала таким образом, чтобы разрывное усилие кабеля было в пределах 1000-1500 кг.

Техническим результатом предлагаемого резистивного греющего кабеля является снижение диаметра и веса нагревательного кабеля, а также увеличение его гибкости с достаточной разрывной прочностью, что делает его удобным для монтажа/демонтажа в скважинах, оборудованных штангово-глубинными насосами, путем помещения кабеля в полые штанги насоса или межтрубное пространство.

Выводы

В работе предложен способ использования резистивного греющего кабеля для ШГН в составе компоновки одновременно-раздельной эксплуатации, помещаемого в полые насосные штанги с целью снижения вязкости нефти на разрабатываемых залежах, что позволяет получить улучшенные энергетические характеристики и возможность безопасной эксплуатации.

Предложенное техническое решение позволяет решать следующие задачи:

1. Отсутствие в конструкции стальной брони делает кабель гибким и более удобным для монтажа/демонтажа на скважине с ШГН.
2. Полная замена в конструкции брони из стальных проволок на полимерные «грузонесущие» кабельные изделия, выполненные из арамидных волокон, позволяет значительно снизить вес кабеля при сохранении необходимой прочности изделия.
3. Малый диаметр кабеля позволяет помещать кабель в полые штанги на нефтедобывающих скважинах с ШГН.
4. Малый вес кабеля позволяет протягивать его в короткие сроки длиной до 1500 м без демонтажа труб и применения специализированной техники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Максutow Р.А., Доброскок Б.Е., Зайцев Ю.В. Одновременная раздельная эксплуатация многопластовых нефтяных месторождений. М.: «Недра», 1974. 232 с.
2. Насыров А.М., Колесова С.Б., Шляпников Ю.В. [и др.] Энергосберегающая нагревательная система для штанговых глубинных насосов // Экспозиция. Нефть. Газ. 2019. № 5 (72). С. 41–43.
3. Патент на полезную модель № RU145740U1 Нагревательный кабель для нефтяных скважин.
4. Хузин Р.И. Конструкции установок одновременно-раздельной эксплуатации пластов // Молодой ученый, 2021. № 4 (346). С. 50–51. URL: <https://moluch.ru/archive/346/77984/> (дата обращения: 18.10.2023).
5. Хузин Р.И. Критерии выбора объекта для применения одновременно-раздельной эксплуатации пластов на многопластовых месторождениях // Молодой ученый. 2021. № 4 (346). С. 61–63. URL: <https://moluch.ru/archive/346/77939/> (дата обращения: 18.10.2023).

Поступила в редакцию 18.10.2023

Сведения об авторах

Тельнов Руслан Александрович

магистрант, Институт нефти и газа им. М.С.Гуцериева, ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», 426034, ул. Университетская, 1, г. Ижевск, Россия.

E-mail: telnovruslan@mail.ru

Кучерова Елена Аркадьевна

к.т.н, доцент кафедры «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений», Институт нефти и газа им. М.С.Гуцериева, ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», 426034, ул. Университетская, 1, г. Ижевск, Россия.

E-mail: mamaky19@yandex.ru

Никитина Ольга Витальевна

к.т.н, доцент кафедры «Бурение нефтяных и газовых скважин», Институт нефти и газа им. М.С.Гуцериева, ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», 426034, ул. Университетская, 1, г. Ижевск, Россия.

E-mail: nikitina_olgavit@mail.ru

R.A. Telnov, E.A. Kucherova, O.V. Nikitina

IMPROVEMENT OF HEATING SYSTEM FOR ROD DEEP-WELL PUMPS USED IN THE TECHNOLOGICAL SCHEME OF SSO

Annotation. At the present moment, the issues of using non-traditional approaches in the process of operation and development of oil fields containing high-viscosity oil are of particular relevance. Application of heat carriers in pumping production of high-viscosity oil by technical and economic parameters is one of the promising directions in the development of hard-to-recover oil reserves. For fields with hard-to-recover oil reserves there are possible variants of solving the problem of high viscosity oil reserves by the technology of simultaneous-separate operation (SSO), in particular, the application of resistive heating. The technical result of the proposed model is to reduce the diameter and weight of the heating cable, as well as to increase its flexibility with sufficient breaking strength, which makes it convenient for installation/dismantling at wells equipped with rod-and-depth pumps by placing the cable in the hollow pump rods or intertube space.

Keywords: field, viscous oil, simultaneous-separate operation, sucker rod pump, hollow rods, resistive heating cable.

For citation: Telnov R.A., Kucherova E.A., Nikitina O.V. [Improvement of heating system for rod deep-well pumps used in the technological scheme of SSO]. *Upravlenie tekhnosferoi*, 2023, vol. 6, issue 4. (In Russ.) Available at: <https://technosphere-ing.ru/> pp. 576 – 585. DOI: 10.34828/UdSU.2023.68.93.008.

REFERENCES

1. Maksutov R.A., Dobroskok B.E., Zaitsev Yu.V. *Odnovremennaja razdel'naja jekspluatacija mnogoplastovyh neftjanyh mestorozhdenij* [Simultaneous separate exploitation of multilayer oil fields]. Moscow: «Nedra», 1974, 232 p. (In Russ.).
2. Nasyrov A.M., Kolesova S.B., Shlyapnikov Yu.V. etc. *Jenergoberegajushhaja nagrevatel'naja sistema dlja shtangovyh glubinnyh nasosov* [Energy-saving heating system for rod depth pumps]. EXPOSITION. OIL AND GAS. 2019, no.5 (72) pp. 41–43. (In Russ.).
3. Utility model patent No. RU145740U1 Heating cable for oil wells.
4. Khuzin R.I. *Konstrukcii ustanovok odnovenno-razdel'noj jekspluatacii plastov* [Designs of installations for simultaneous and separate exploitation of reservoirs]. *Young scientist*, 2021, no. 4 (346), pp. 50–51. Available at: <https://moluch.ru/archive/346/77984> (accessed: 18.10.2023). (In Russ.).
5. Khuzin R.I. *Kriterii vybora obekta dlja primenenija odnovenno-razdel'noj jekspluatacii*

plastov na mnogoplastovyh mestorozhdenijah [Criteria for selecting an object for simultaneous and separate exploitation of reservoirs in multi-layer deposits]. Young scientist, 2021, no. 4 (346). pp. 61–63. Available at: <https://moluch.ru/archive/346/77939/> (accessed: 18.10.2023). (In Russ.).

Received 18.10.2023

About the Authors

Telnov Ruslan Aleksandrovich

Master's student, M.S.Gutseriev Institute of Oil and Gas, Udmurt State University, 426034, Universitetskaya str., 1, Izhevsk, Russia.

E-mail: telnovruslan@mail.ru

Kucherova Elena Arkadijevna

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department Development of oil and gas wells, M.S. Gutseriev Institute of Oil and Gas, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Udmurt State University», 426034, Universitetskaya str., 1, Izhevsk, Russia. E-mail: mamaky19@yandex.ru

Nikitina Olga Vitalievna

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department Drilling of oil and gas wells, M.S. Gutseriev Institute of Oil and Gas, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Udmurt State University», 426034, Universitetskaya str., 1, Izhevsk, Russia.

E-mail: nikitina_olgavit@mail.ru