

УДК

Малый габарит для большой добычи



Д.Н. Мартюшев



П.А. Харламов



С.Д. Слепченко



В.А. Невоструев

Д. Мартюшев

Martushev@novomet.ru
Тел. +7 (342) 299 75 99 доб. 505
/АО «Новомет-Пермь», г. Пермь/

П. Харламов,

harlamov.pa@novomet.ru
Тел. (342) 299 75 99 доб. 355

С. Слепченко, к.т.н.

Slepchenko@novomet.ru
Тел.: +7 (342) 2997599, доб. 547,
89504499728

В. Невоструев

Nevostruev.va@novomet.ru
Тел. +7 (342) 299 75 99 доб. 355

/ООО «Новомет-Сервис», г. Пермь/

Дается обзор инновационного малогабаритного оборудования компании «Новомет», приводится история его создания, подробно разбираются преимущества его использования в скважинах с техническими ограничениями, в боковых стволах и в искривленных скважинах. Даны технические характеристики УЭЦН 2А и 3-го габаритов, результаты их опытно-промышленных испытаний. Также описаны проблемы и сложности, с которыми конструкторам пришлось столкнуться на первых этапах продвижения данного оборудования, и варианты их решения. Приводятся наработки оборудования по разным месторождениям.

Ключевые слова: малогабаритные УЭЦН, вентильный двигатель, скважины с техническими ограничениями, боковые стволы, рекордные наработки, гибкие муфты.

Идея создания установок малого габарита возникла после проведения анализа фонда скважин ряда нефтяных компаний, с которыми работает наше предприятие. Анализ показал, что в каждой компании существует весьма значительный бездействующий фонд, где скважины имеют определенные технические ограничения. Последнее может быть обусловлено целым рядом причин, включая смятие колонн, их негерметичность, проведение ремонтных и аварийных работ, износ, коррозию и другие факторы, а также отсутствие подачи.

В этих случаях после капитального ремонта и ввода в эксплуатацию почти во всех скважинах наличествуют технические ограничения в связи с уменьшением проходного сечения эксплуатационной колонны. Серийными установками такие скважины эксплуатировать невозможно, в связи с чем возникает необходимость в погружном оборудовании специального исполнения для продления выработки запасов и повышения рентабельности добычи.

Перед специалистами АО «Новомет-Пермь» встал вопрос: какое оборудование сможет работать в таких эксплуатационных колоннах?

В настоящей статье представлены технические параметры УЭЦН 2А и 3-го габаритов, а также результаты их серийного внедрения. Показан потенциал применения малогабаритных установок в боковых стволах и другие перспективные области для внедрения оборудования этого типа.

Цели и задачи разработки

В середине 2000-х годов руководством АО «Новомет-Пермь» было принято решение о создании установок 3-го габарита для эксплуатационных колонн диаметром от 114 мм с внутренним диаметром от 100 мм и выше (табл. 1).

На первом этапе в 2008 г. под руководством заведующего отделом погружных электроприводов ОАО «ОКБ БН КОННАС» А.М. Санталола был разработан и изготовлен вентильный двигатель ПВЭДН81 с диаметром 81 мм по корпусу, мощностью до 63 кВт в одной секции и возможностью регулирования частоты вращения в диапазоне от 1000 об/мин до 6000 об/мин. На данный момент максимальная мощность одной секции составляет 90 кВт.

Первая установка УВННЗ-80-2400/33-040 с вентильным двигателем ПВЭДН81 была смонтирована в ноябре 2008 г. в скважине № 102 Спиридоновского месторождения, отработала 574 суток и была поднята в исправном состоянии по причине проведения ГТМ. В этот же период в ОАО «Оренбургнефть» в эксплуатацию были запущены еще две установки 3-го габарита, их наработка составила 286 и 399 сут соответственно. При этом внедрение УЭЦН малого габарита позволило увеличить добычу нефти по данным скважинам в среднем на 36 т/сут.

Чтобы вывести из бездействия обводнившиеся аварийные скважины и увеличить депрессию на пласт (это может быть достигнуто увеличением глубины спуска насосного оборудования), в последние годы получает все большее распространение технология зарезки боковых стволов. Увеличение глубины спуска в таких скважинах становится возможным только для оборудования, габаритные размеры которого позволяют войти в хвостовик с наружным диаметром 102 мм, а конструкция дает возможность работать при значительном отклонении ствола скважины от вертикали (до

Таблица 1

Типоразмеры УЭЦН 3-го габарита

| Ступень | Q, м ³ /сут | n, об/мин | КПД, % |
|---------|------------------------|-------------|--------|
| 3-25 | 25 ÷ 40 | 3000 ÷ 6000 | 41 |
| 3-40 | 45 ÷ 80 | 3000 ÷ 6000 | 52 |
| 3-80 | 100 ÷ 160 | 3000 ÷ 6000 | 58 |
| 3-140 | 180 ÷ 250 | 3000 ÷ 6000 | 64 |
| 3-200 | 300 ÷ 400 | 3000 ÷ 6000 | 61 |
| 3-320 | 240 ÷ 625 | 3000 ÷ 6000 | 70 |

Таблица 2

Типоразмеры УЭЦН 2А габарита

| Ступень | Q, м ³ /сут | n, об/мин | КПД, % |
|---------|------------------------|-------------|--------|
| 2А-20 | 20 ÷ 40 | 3000 ÷ 6000 | 44 |
| 2А-30 | 30 ÷ 60 | 3000 ÷ 6000 | 49 |
| 2А-50 | 50 ÷ 100 | 3000 ÷ 6000 | 61 |
| 2А-100 | 100 ÷ 240 | 3000 ÷ 6000 | 57 |

90°). Так возникла необходимость в установках сверхмалого габарита, способных работать в боковых стволах 102 мм с внутренним диаметром 88,9 мм.

Для эксплуатации скважин с техническими ограничениями в 2009 г. по техническому заданию и при активном участии специалистов ТНК-ВР в АО «Новомет-Пермь» началась работа по созданию установок условного 2А габарита (табл. 2).

В целях уменьшения габарита установки с использованием имеющегося серийного вентильного дви-

гателя габарита 81 мм были разработаны и внедрены:

- насос с минимальным диаметром 69 мм по корпусу;
- модуль смещения, обеспечивающий смещение осей валов двигателя и насоса относительно друг друга на 6 мм.

Максимальный габарит установки составил 82 мм, а рекомендуемый внутренний диаметр обсадной колонны – 88,9 мм (рис. 1).

Первый запуск установки 2А габарита состоялся в июне 2011 г. в скважине № 75333У Самотлорско-



Рис. 1. Установка 2А габарита в боковом стволе

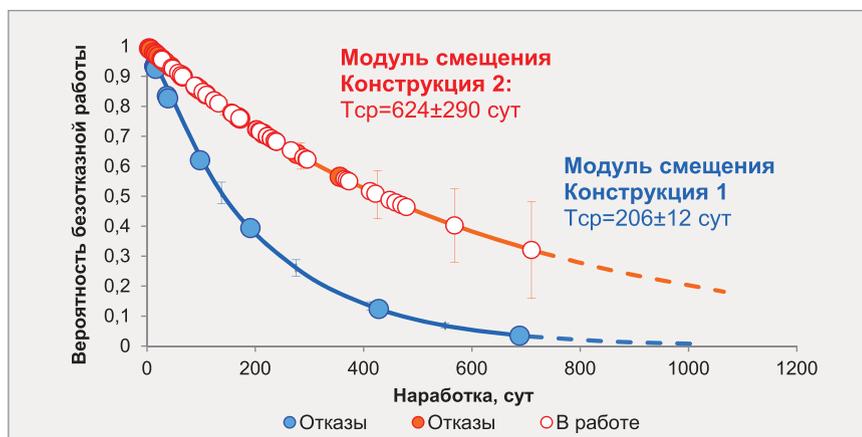


Рис. 2. Надежность УЭЦН 2А габарита в зависимости от конструкции модуля смещения

Таблица 3

Информация по внедрению УЭЦН 3-го габарита

| № | Нефтяная компания | Начало внедрения | Всего запущено, шт. |
|--------------|-------------------|------------------|---------------------|
| 1 | Роснефть | ноябрь 2008 г. | 698 |
| 2 | Прочие | июль 2009 г. | 26 |
| 3 | Русснефть | февраль 2010 г. | 41 |
| 4 | Газпром нефть | октябрь 2010 г. | 29 |
| 5 | Сургутнефтегаз | июнь 2011 г. | 23 |
| 6 | Лукойл | июль 2011 г. | 12 |
| Итого | | | 829 |

Таблица 4

Информация по внедрению УЭЦН 2А габарита

| № | Нефтяная компания | Начало внедрения | Всего запущено, шт. |
|--------------|-------------------|------------------|---------------------|
| 1 | Роснефть | февраль 2011 г. | 326 |
| 2 | Газпром нефть | октябрь 2011 г. | 40 |
| 3 | Прочие | март 2012 г. | 21 |
| 4 | Лукойл | апрель 2013 г. | 33 |
| 5 | Сургутнефтегаз | декабрь 2013 г. | 40 |
| 6 | Русснефть | апрель 2014 г. | 4 |
| Итого | | | 464 |

го месторождения ОАО «Самотлорнефтегаз», наработка составила 428 сут, подъем был осуществлен по причине полета скребка для АСПО. Потом в рамках данного проекта было запущено еще шесть УЭЦН, максимальная наработка к настоящему времени составила 688 сут.

После получения положительных результатов данные опытно-промышленные испытания были признаны успешно пройденными.

На начальном этапе внедрения установок 2А габарита были зафиксированы определенные проблемы

с ранними отказами данного оборудования. Основной из них явилась низкая надежность модуля смещения старой конструкции. После его модернизации уровень наработок увеличился в разы (рис. 2). Таким образом, новая конструкция вала модуля смещения обеспечила стабильную длительную работу в скважинах малого диаметра, в том числе в боковых стволах.

Текущий опыт эксплуатации УЭЦН 2А габарита говорит также о том, что при спуске установки на большую глубину нефтедобыча увеличивается в среднем на 10 т/сут.

Опыт массовой эксплуатации установок малого габарита

Успешные промысловые испытания УЭЦН малого габарита позволили в короткие сроки осуществить их массовое промышленное внедрение. В настоящее время они находят применение на нефтяных месторождениях России и за рубежом.

На сегодня в эксплуатацию запущено 829 установок 3-го габарита и 464 установки 2А габарита. При этом основной объем внедрения приходится на боковые стволы, например на Самотлорском месторождении половина установок 3-го габарита и почти весь фонд 2А установлены именно в них. Основными компаниями, где эксплуатируются данные УЭЦН, являются «Роснефть», «Лукойл», «Газпромнефть», «Русснефть» и «Сургутнефтегаз». Результаты внедрения представлены в табл. 3 и 4.

В целом средняя наработка до подъема по всему имеющемуся опыту значительно выросла и составила 658 ± 65 сут (рис. 3).

Необходимо отметить, что на разных фондах скважин с различными условиями эксплуатации уровень наработок (например, установок 3-го габарита) заметно различается. Наиболее высокий зафиксирован в «Лукойле» – 662 ± 52 сут и «Сургутнефтегазе» – 438 ± 78 сут.

Кроме этого, наш опыт показывает, что наблюдается качественная разница уровня наработки УЭЦН 3-го габарита в зависимости от схемы обслуживания. Основными проблемами при отсутствии фирменного сопровождения «Новомет» являлись недостаточно точное определение потенциала скважины и проблемы с подготовкой ее к эксплуатации УЭЦН. Достаточно низкую наработку в этом случае нельзя считать проблемой надежности самого оборудования. Напротив, обслуживание высоконадежного и высокоточного оборудования сервисным предприятием завода-изготовителя и разработчика этого оборудования позволяет в полной

мере раскрыть его потенциал, заложенный при проектировании.

Рассмотрим это на примере. На Самотлорском месторождении было внедрено 500 малогабаритных установок с фирменным сопровождением и 254 без него, причем уровень наработки установок в первом случае оказался почти в два раза выше (рис. 4).

Установки малого габарита нашли также свое применение в нефтяных компаниях за пределами России, а именно в Колумбии и Египте. Всего в работу запущено 48 таких установок, средняя наработка по этим проектам составляет 667 ± 95 сут (рис. 5).

Рекордные наработки и перспективы

Сегодня на Самотлорском месторождении АО «Самотлорнефтегаз» одна из установок производства «Новомет» – УВНН-2А-80Э-2300/46-140 демонстрирует наработку свыше 1400 сут, продолжая работать в скважине. Всего на данном месторождении 1000-суточный рубеж преодолели 12 новометовских установок, из них сегодня в работе находится 4.

На Южно-Черемшанском месторождении ОАО «Томскнефть», обслуживанием которого занимается ОП «Новомет-Стрежевой», установка производства АО «Новомет-Пермь» 2А габарита ВНН2А-80Э-1600 отработала в скважине свыше 1570 сут и в настоящее время находится в скважине.

Перспективы применения УЭЦН малого габарита определяются все увеличивающимся количеством скважин с боковыми стволами, применением их в составе байпасных установок и систем ОРЭ для наиболее распространенных в России скважин с эксплуатационными колоннами 146 и 168 мм. Так, байпасные системы в комплекте с установками малого габарита нашли свое применение в ООО «РН-Юганскнефтегаз», ООО «Газпромнефть-Хантос» и ОАО «Саратовнефтегаз», а системы ОРЭ, в

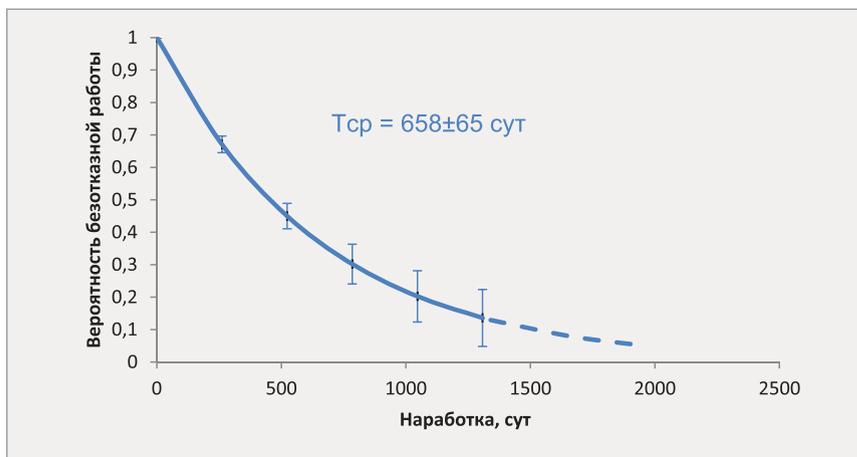


Рис. 3. Надежность УЭЦН 2А габарита

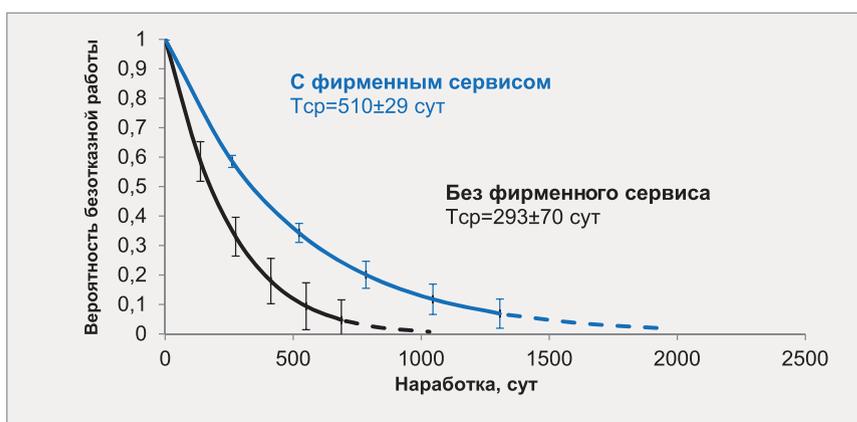


Рис. 4. Надежность УЭЦН малого габарита в зависимости от типа поставок

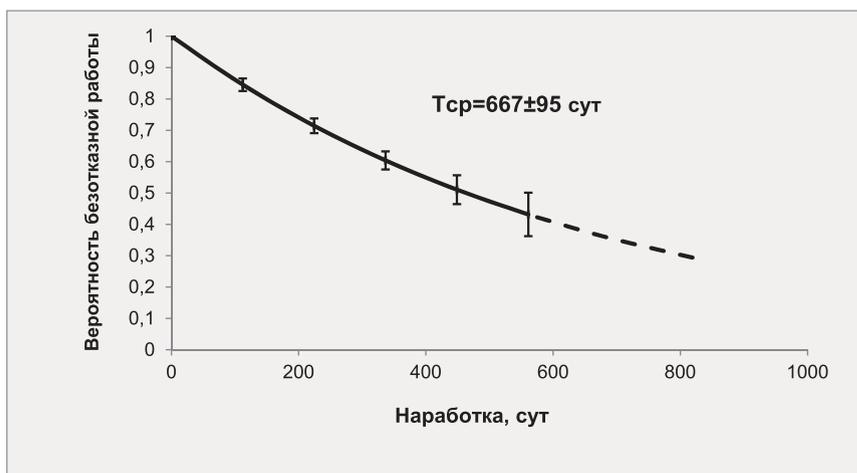


Рис. 5. Надежность УЭЦН малого габарита в зарубежных проектах

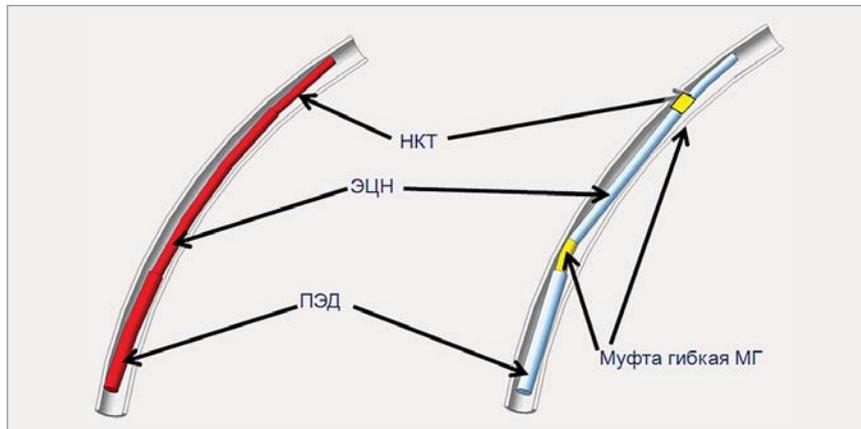


Рис. 6. Расположение малогабаритной УЭЦН с гибкой муфтой в ЭК

свою очередь, – в ОАО «Сургутнефтегаз» и ОАО «РН-Нижневартовск».

Возможен и массовый переход на бурение скважин малого диаметра. Это позволяет на 1/3 снизить стоимость бурения.

Двухсекционный вентильный двигатель

Чтобы расширить область применения малогабаритного оборудования, был разработан секционный вентильный двигатель ПВЭДНС-81, состоящий из двух секций с максимальной мощностью 100 кВт каждая. Максимальная мощность данного двигателя составила 200 кВт при частоте вращения 6000 об/мин.

В условиях ОКБ БН секционный вентильный двигатель мощностью 125 кВт в начале 2014 г. успешно прошел приемочные испытания и был допущен к промышленным. В сентябре 2014 г. была изготовлена и подготовлена к ОПИ установочная партия ПВЭДНС-81 в количестве 12 шт. Данная разработка позволяет обеспечить подачу в 3-м габарите до 400 м³/сут и повысить напор установок 2А и 3-го габаритов до 2750 и 3100 м соответственно.

Гибкие муфты

Достаточно часто боковые стволы отличаются от обычных скважин повышенной кривизной – до 4° на

10 м. Работа установки в искривленных участках связана с повышенными нагрузками на концах валов входящих изделий, что может привести к их преждевременному слому.

Для обеспечения возможности безаварийной эксплуатации УЭЦН в боковых стволах специалистами компании «Новомет» сконструированы специальные приспособления, позволяющие установке преодолевать кривизну, – так называемые гибкие муфты (рис. 6).

Разработано несколько вариантов:

- Муфта гибкая МГН без привода предназначена для прогиба установки между ЭЦН и трубами НКТ с сохранением герметичности в местах их соединения.

- Муфта гибкая МГПН с приводом предназначена для прогиба установки между гидрозащитой и модулем смещения (в случае 2А габарита) и между гидрозащитой и электродвигателем (в случае остальных габаритов) с сохранением герметичности в местах их соединения с передачей крутящего момента без восприятия осевой нагрузки.

- Муфта гибкая МГПН с приводом предназначена для прогиба установки между модуль-секциями насосов с сохранением герметичности в местах их соединения и пере-

дачей крутящего момента с восприятием осевой нагрузки.

На сегодняшний день пять УЭЦН с гибкими муфтами проходят ОПИ на фонде ОАО «Самотлорнефтегаз».

Ведутся работы по испытанию гибкой муфты с приводом для установки между гидрозащитой и электродвигателем с сохранением герметичности в местах их соединения с передачей крутящего момента без восприятия осевой нагрузки.

Выводы

Созданы инновационные надежные и энергоэффективные насосные системы для работы в боковых стволах и ремонтных скважинах с внутренним диаметром:

- от 88,9 мм с производительностью от 20 до 200 м³/сут;

- от 100 мм с производительностью от 25 до 400 м³/сут.

Эти малогабаритные УЭЦН нашли массовое применение как в российских, так и в зарубежных компаниях.

Накопленный опыт эксплуатации такого оборудования показывает, что максимальный уровень наработок достигается при его полном фирменном сервисном сопровождении.

Проблем при эксплуатации установок на повышенных оборотах не зафиксировано.

Разработка и внедрение гибких муфт позволили расширить область применения оборудования малого габарита в боковых стволах и увеличить максимально допустимую кривизну колонны в зоне подвески до 4° на 10 м.

Разработанные установки малого диаметра позволяют создать широкую гамму байпасных систем и систем ОРЭ.

Использование УЭЦН малого диаметра в ряде случаев позволяет перейти на бурение скважин малого диаметра со снижением затрат на бурение.

Литература

1. Кульчицкий В.В., Щebetов В.А., Айгуния В.В. Малогабаритные электроцентробежные насосы для скважин малого диаметра на баженовскую свиту // Нефтяное хозяйство. – 2014. – № 9.