

ОБЪЕМНЫЕ НАСОСЫ «НОВОМЕТ» – новое решение для добычи нефти

ЗАПАСОВ ЛЕГКОЙ НЕФТИ, КАК В РОССИИ, ТАК И В МИРЕ С КАЖДЫМ ГОДОМ СТАНОВИТСЯ ВСЕ МЕНЬШЕ. ПО МНЕНИЮ ЭКСПЕРТОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ, МИРОВЫЕ ЗАПАСЫ ВЯЗКОЙ НЕФТИ ЗНАЧИТЕЛЬНО ПРЕВЫШАЮТ ЗАПАСЫ ЛЕГКОЙ, И СОСТАВЛЯЮТ БОЛЕЕ 70% ВСЕХ ЗАПАСОВ. ДОБЫЧА ВЯЗКОЙ НЕФТИ ТРЕБУЕТ НЕТРАДИЦИОННОГО УНИКАЛЬНОГО ПОДХОДА. КАКИЕ РЕШЕНИЯ ПРЕДЛАГАЮТ РОССИЙСКИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ ОБОРУДОВАНИЯ?

THE RESERVES OF LIGHT CRUDE OIL, BOTH IN RUSSIA AND IN THE WORLD, ARE BECOMING LESS AND LESS EVERY YEAR. ACCORDING TO EXPERTS OF THE OIL AND GAS INDUSTRY, THE WORLD RESERVES OF VISCOUS CRUDE OIL SIGNIFICANTLY EXCEED THE RESERVES OF LIGHT CRUDE OIL, AND CONSTITUTE MORE THAN 70% OF ALL RESERVES. PRODUCTION OF VISCOUS CRUDE OIL REQUIRES AN UNCONVENTIONAL UNIQUE APPROACH. WHAT SOLUTIONS DO RUSSIAN EQUIPMENT MANUFACTURERS OFFER?

Ключевые слова: объемные насосы, добыча нефти, высоковязкая нефть, добычная установка, погружной насос.

Паначев Михаил Васильевич, начальник КБ ОРЭ и ОН ДИР АО «Новомет-Пермь»

По мере продолжающегося роста добычи лёгкой нефти доля тяжелой в структуре запасов углеводородов будет возрастать. Во многих промышленно развитых странах мира тяжелая, вязкая нефть рассматривается в качестве основной базы развития нефтедобычи на ближайшие годы. По прогнозам ведущих мировых аналитиков, динамика добычи такого сырья в перспективе будет иметь положительный тренд.

Иными словами, как в ближайшем, так и отдаленном будущем добыча вязкой нефти приобретает ключевое значение.

Традиционные способы добычи вязкой нефти

Традиционно в таких условиях используются установки штанговых глубинных насосов (УШГН) и винтовых насосов (УВН). Но применение первых на начальном этапе строительства площадки и размещения оборудования требует больших капитальных затрат. А для вторых необходимо подбирать тип эластомера для каждой скважины, что увеличивает номенклатуру изделий и количество ошибок при подборе. Применение штанг для привода также ограничивает использование этих установок в горизонтальных скважинах.

Предлагаемое решение

Одним из путей решения проблемы является применение объемных насосов с приводом от погружного электродвигателя. Во-первых,

отпадает необходимость строительства инфраструктуры скважины, во-вторых, при отсутствии эластомера не требуется индивидуальный подбор насоса.

Проблемы, возникающие при добыче вязкой нефти традиционными способами: плунжерными или винтовыми насосами, можно решить применив погружной насос объемного действия, который получал бы энергию от погружного электродвигателя. В качестве насоса выбран многоступенчатый пластинчатый насос оригинальной конструкции [патент РФ № 2495282] с расположением пластинок в статоре. Общий вид ступени показан на рис. 1.

Объемно-роторный насос пластинчатого типа (далее ОРНП) в сборе показан на рис. 2.

РИС. 1. Общий вид ступени ОРНП

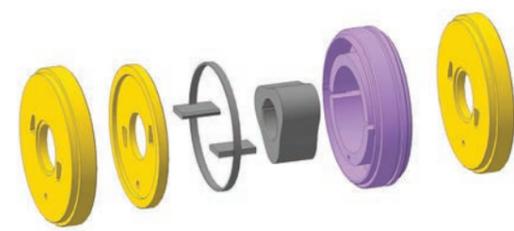


РИС. 2. Общий вид многоступенчатого пластинчатого насоса



РИС. 3. Напорно-расходная характеристика ступени ОРНП5 на воде (750 об/мин)

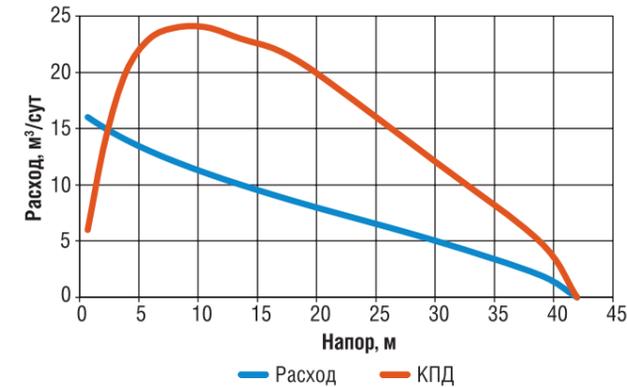


РИС. 4. НРХ ступени ОРНП5 на жидкости вязкостью 100 сСт (750 об/мин)

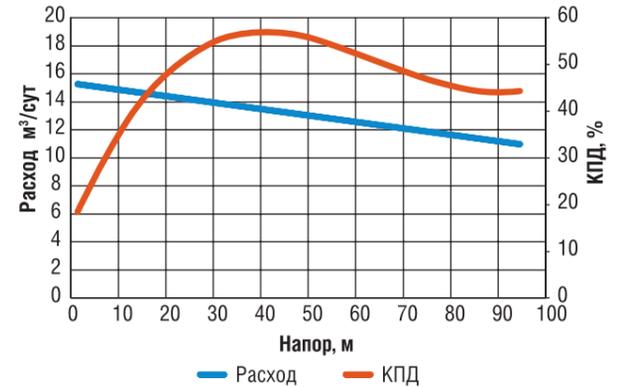


ТАБЛИЦА 1. Характеристики ОРНП5

Диапазон подач, м³/сут	5 – 15
Частота вращения, об/мин	500 – 1000
Номинальная частота вращения, об/мин	750
Исполнение по коррозионностойкости	Любое, в том числе для СКРН
Рекомендуемая вязкость жидкости, сСт	30 – 5000

Преимущества этого насоса, перед плунжерными и винтовыми, состоят в следующем:

- не используются эластомеры;
- насос может создавать практически любой требуемый напор (путём подбора необходимого кол-ва ступеней);
- может применяться в горизонтальных скважинах.
- проведенные испытания показали возможность его применения для перекачивания высоковязкой нефти, вплоть до 5000 сСт.

Успешные испытания опытного экземпляра привели к разработке и изготовлению такого типа насоса в 2-х габаритах. АО «Новомет-Пермь» производит ОРНП в 5 и 5А габаритах. Характеристика каждого насоса представлена ниже.

Характеристика ОРНП5-10

Изначально, данный насос спроектирован и изготовлен в 5 габарите и направлен для эксплуатации низкодебитных скважин. Совместно с низкооборотным электродвигателем 117 мм, ОРНП5-10 может применяться для э/к от 140 мм.

Характеристики насоса представлены в табл. 1.

Этот насос прошел все заводские испытания, в том числе ресурсные с песком. Для увеличения ресурса элементы насоса выполнены из износостойких материалов.

В том числе насос прошел опытно-промышленные испытания в различных нефтяных компаниях, как в России, так и за рубежом.

Хотелось бы отметить, что объемные насосы имеют лучшие характеристики при работе на вязкой жидкости. Проведенные испытания подтвердили это.

Напорно-расходные характеристики насоса на разной вязкости, в пересчете на одну ступень, приведены на рис. 3, 4. Видно, что при увеличении вязкости жидкости напор монотонно растет при одном и том же расходе жидкости (из-за уменьшения утечек через

зазоры). КПД от вязкости жидкости изменяется также монотонно – при увеличении вязкости растет.

Характеристики ОРНП5А-50

В продолжении развития данного типа насоса разработан ОРНП в 5А габарите с подачей до 50 м³/сут.

Как и предшественник, насос в этом габарите прошел все заводские испытания и находится на стадии проведения опытно-промышленных испытаний в разных компаниях в России, и за рубежом. Как и в 5 габарите элементы ступени насоса выполнены из износостойких материалов.

Характеристики насоса представлены в табл. 2.

Испытания на разной жидкости подтвердили лучшую характеристику насоса на жидкости большей вязкости. Напорно-расходные характеристики на разной вязкости, в пересчете на одну ступень, приведены на рис. 5, 6. Видно, что при увеличении вязкости жидкости напор растет при одном и том же расходе жидкости (из-за уменьшения утечек через зазоры). Из этого следует вывод, что при работе на вязкой жидкости, нам необходимо применять меньшее кол-во ступеней, соответственно стоимость насоса будет ниже.

ТАБЛИЦА 2. Краткая характеристика ОРНП5А-50

Диапазон подач, м³/сут	20 – 50
Частота вращения, об/мин	500 – 1000
Номинальная частота вращения, об/мин	1000
Исполнение по коррозионностойкости	Любое, в том числе для СКРН
Рекомендуемая вязкость жидкости, сСт	30 – 5000

РИС. 5. Напорно-расходная характеристика ступени ОРНП5А на воде (1000 об/мин)

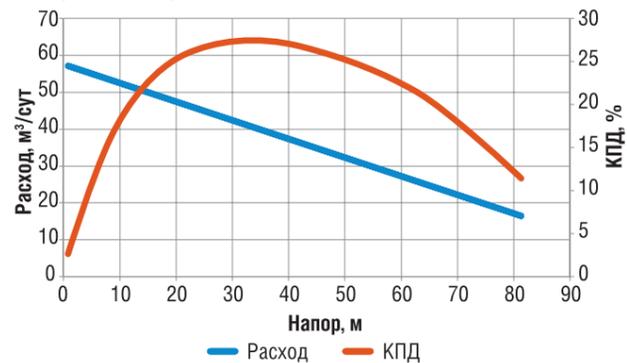


РИС. 6. Напорно-расходная характеристика ступени ОРНП5А на жидкости вязкостью 100 сСт (1000 об/мин)

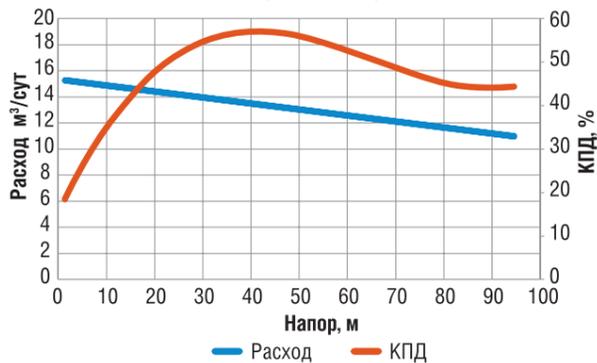
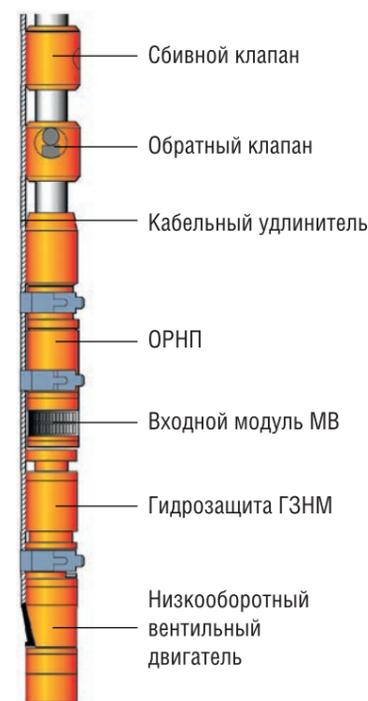


РИС. 7. Комплектация ОРНП



Комплектация ОРНП

Комплектация установки стандартная, как для УЭЦН, отличие в том, что применяется низкооборотный электродвигатель с частотой вращения от 100–1500 об/мин.

Основные элементы установки представлены на рис. 7.

Сравнение мощности ОРНП, ЭЦН и ПВЭДН от частоты вращения

Проведен анализ сравнения мощности ОРНП, ЭЦН и ПВЭДН от частоты вращения (см. рис. 8, 9).

Как видно, зона рабочих частот ЭЦН ограничена мощностью электродвигателя (правая граница) и необходимо создаваемым напором – не менее 20% от номинального (левая граница).

При этих границах диапазон изменения подачи составляет 30%.

ОРНП работоспособен в широком диапазоне частот, верхняя граница ограничена долговечностью конструкции ступеней – 1000 об/мин, нижняя граница ограничена подачей насоса – 100 об/мин (см. рис. 9). При этом мощности электродвигателя достаточно во всем диапазоне частот вращения.

При этих границах диапазон изменения подачи ОРНП больше в 3 раза, чем у ЭЦН (см. рис. 9).

Опыт внедрения с погружным электродвигателем

На сегодняшний день мы имеем большой опыт внедрения ОРНП в разных компаниях в России и зарубежом.

В табл. 3 представлены наработки ОРНП в разных компаниях (данные на 20.05.2019 г.).

ТАБЛИЦА 3. Опыт внедрения ОРНП

	Компания	Дата запуска	Состояние	Наработка
ОРНП5-10	OMV Petrom (Румыния)	20.07.2015	В работе	1400
	OMV Petrom (Румыния)	20.02.2017	В работе	819
	OMV Petrom (Румыния)	16.02.2018	В работе	458
	АО «Мессояханефтегаз»	12.09.2017	Демонтировано 19.08.2018	341
	ООО «Лукойл-Пермь»	22.03.2018	В работе	425
ОРНП5А-50	PDVSA (Колумбия)	26.09.2018	В работе	236
	АО «Мессояханефтегаз»	24.06.2018	Демонтировано 22.01.2019	215
	OMV Petrom (Румыния)	25.07.2018	В работе	300

ТАБЛИЦА 4. Краткая характеристика ОРНП с наземным приводом

Габарит	5	5А
Диапазон частот вращения, об/мин	100–400 (ограничено приводом)	
Диапазон подачи, м³/сут	1–6	2–20
Рекомендуемая вязкость	30–5000	30–5000

Хотелось бы остановиться на внедрении оборудования на Восточно-Мессояхском месторождении.

Известно, что это месторождение осложнено выносом большого кол-ва мехпримесей до 1600 мг/л. При этом вязкость жидкости порядка 300 сСт и температура жидкости 16 °С.

Даже в таких условиях успешно завершились опытно-промышленные испытания.

ОРНП – решение для замены винтовых насосов с приводом от штанг

ОРНП может использоваться для замены винтовых насосов с приводом от штанг.

Данное решение позволит уменьшить риски невозможности запуска (т.к. отсутствует эластомер, момент страгивания ниже).

Ниже представлена краткая характеристика ОРНП при вращении от верхнего привода.

Схема оборудования представлена на рис. 10.

Процедура монтажа стандартная:

1. Монтаж противоотворотного анкера с МС ОРНП и спуск данного оборудования на НКТ;
2. Фиксация противоотворотного анкера путем поворачивания НКТ;

3. Спуск насосных штанг с якорем шлицевым до соединения с МС ОРНП;
4. Подгонка штанг на устье для соединения с приводом.

Учитывая положительный опыт эксплуатации данного типа насосов при больших частотах вращения, наработка данного оборудования при частотах вращения 100–400 об/мин будет только больше.

Заключение

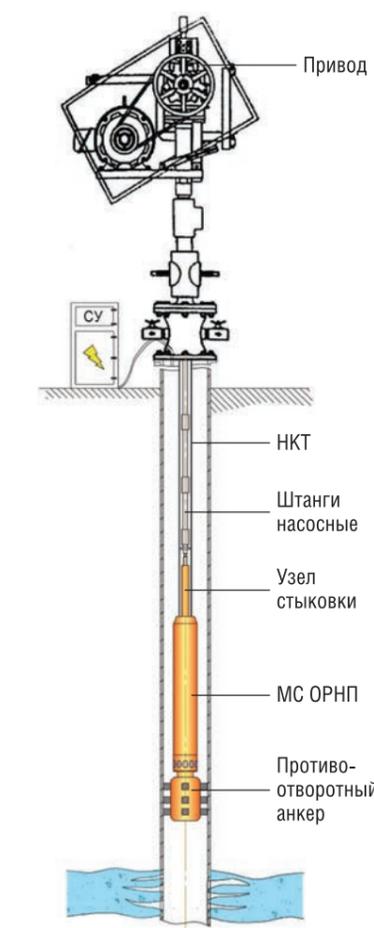
Подводя итог сказанному, отметим:

В АО «Новомет-Пермь» для добычи вязкой нефти предложена оригинальная конструкция объемно-роторного насоса, которая имеет ряд преимуществ перед другими видами машин объемного типа. Путем подбора необходимого числа ступеней данный насос может создавать практически любой требуемый напор, применяться в скважинах с горизонтальным участком.

Напор ОРНП на вязкой жидкости на порядок выше, чем у аналогичных малodeбитных центробежных насосов. В отличие от них, напор данного насоса с увеличением вязкости растет. Благодаря новому оборудованию удастся сократить затраты на добычу нефти вообще, и особенно – на добычу вязкой нефти.

Широкий диапазон регулирования частоты вращения позволяет

РИС. 10. Схема ОРНП с приводом от наземного электродвигателя



регулировать подачу в широком диапазоне в отличие от ЭЦН.

Отсутствие эластомера в конструкции насоса позволяет делать более простой подбор насоса для скважин. Ввиду отсутствия эластомера насос работоспособен до температуры 170 °С.

При проведении ОПИ в ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь» достигнуто снижение удельного энергопотребления на 1 м³ добываемой продукции в 2,6 раза по сравнению с предыдущей эксплуатацией ЭЦН.

Установки ОРНП производства АО «Новомет-Пермь» успешно проходят эксплуатацию на многочисленных месторождениях России и зарубежом. При этом максимальная наработка превысила 1400 суток.

KEYWORDS: volumetric pumps, oil production, high-viscosity oil, mining plant, submersible pump.

По материалам 16-й Международной научно-практической конференции «Механизированная добыча нефти–2019»

РИС. 8. Зависимость напора, мощности ЭЦН и мощности ПВЭДН от частоты вращения

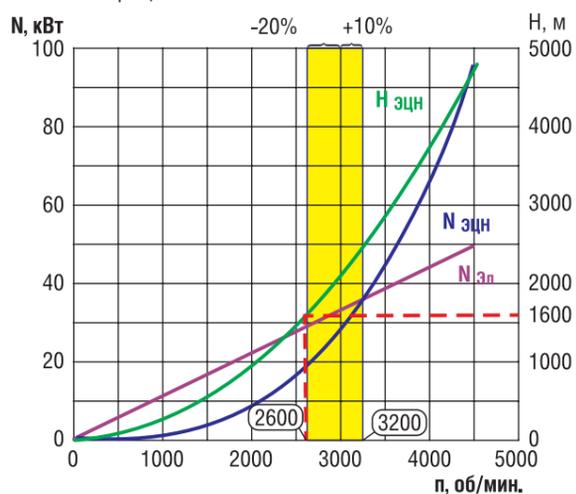


РИС. 9. Зависимость напора, мощности ОРНП и мощности ПВЭДН от частоты вращения

