



Society of Petroleum Engineers

## SPE-181961-RU

# Установка объемно-роторного насоса для эксплуатации малодебитного фонда нефтяных скважин

Паначёв Михаил Васильевич, АО "Новомет-Пермь"

Авторское право 2016 г., Общество инженеров нефтегазовой промышленности

Этот доклад был подготовлен для презентации на Российской нефтегазовой технической конференции и выставке SPE, 24-26 октября, 2016, Москва, Россия.

Данный доклад был выбран для проведения презентации Программным комитетом SPE по результатам экспертизы информации, содержащейся в представленном авторами реферате. Экспертиза содержания доклада Обществом инженеров нефтегазовой промышленности не выполнялась, и внесение исправлений и изменений является обязанностью авторов. Материал в том виде, в котором он представлен, не обязательно отражает точку зрения SPE, его должностных лиц или участников. Электронное копирование, распространение или хранение любой части данного доклада без предварительного письменного согласия SPE запрещается. Разрешение на воспроизведение в печатном виде распространяется только на реферат объемом не более 300 слов; при этом копировать иллюстрации не разрешается. Реферат должен содержать явно выраженную ссылку на авторское право SPE.

## Резюме

Предложена погружная установка для добычи вязких нефтей в которой применен объемный пластинчатый насос новой конструкции. По сравнению с плунжерными и винтовыми насосами с верхним приводом, также применяемыми при добыче вязкой нефти, данная установка не содержит эластомеров (которые требуют подбора под свойства добываемой жидкости) и не имеет колонны штанг, а поэтому практически не имеет ограничений по величине создаваемого напора и может быть смонтирована даже в горизонтальных участках скважин.

Первый экземпляр установки успешно проработал около года при средней подаче около 10 м<sup>3</sup>/сут и вязкости нефти в пластовых условиях 70 сСт.

## Введение

Запасов легко извлекаемой нефти, как в России, так и в мире с каждым годом становится все меньше, а потребность в нефти растет. Поэтому, в частности, растет интерес к добыче высовязкой нефти, но при этом снижается рентабельность добычи. Особенно актуальна проблема снижения рентабельности для малодебитных скважин.

Традиционно в таких условиях используются установки штанговых глубинных насосов (УШГН) и винтовых насосов (УВН) с верхним приводом. 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.

Одним из путей решения проблемы является применение объемных насосов с приводом от погружного электродвигателя. Во-первых, отпадает необходимость строительства инфраструктуры скважины, во-вторых, не требуется индивидуальный подбор ступеней насоса.

## Формулировка и изложение теории и определения

Проблемы, возникающие при добыче вязкой нефти традиционными способами: плунжерными или винтовыми насосами с верхним приводом, можно решить применив погружной насос объемного действия, который получал бы энергию от погружного электродвигателя. В качестве насоса нами был выбран многоступенчатый пластинчатый насос оригинальной конструкции [патент РФ № 2495282] с расположением пластинок в статоре. Его ступень состоит из верхней и нижней торцевой крышки, статора, ротора, синхронизирующего кольца и пластин, см. рис. 1.

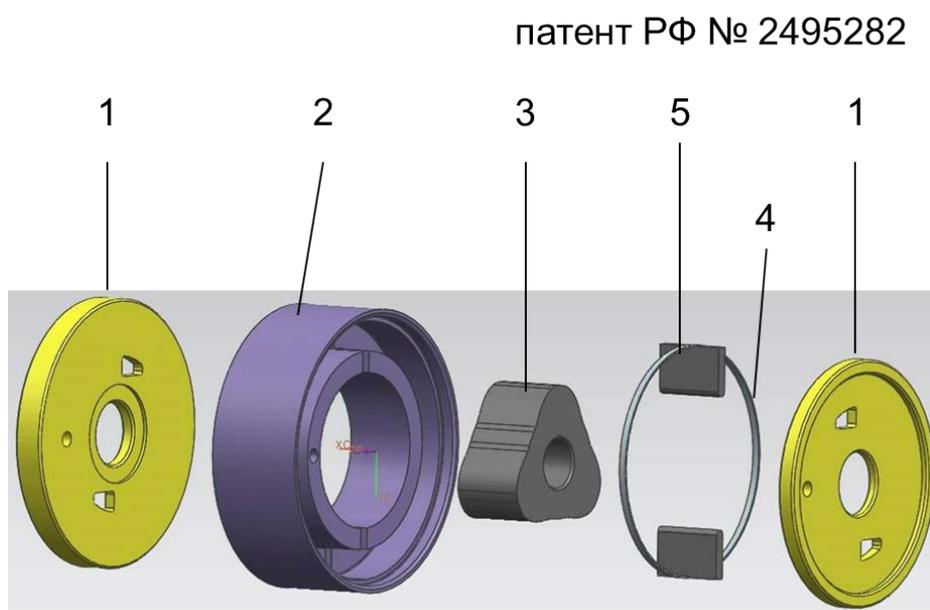


Рис. 1. Конструкция ступени насоса: 1 – торцевые крышки, 2 – статор, 3 – ротор, 4 – синхронизирующее кольцо, 5 – пластины.

Многоступенчатый насос в сборе показан на рис. 2. Данный насос предназначен для эксплуатации на малodeбитном фонде (конструкция ступени накладывает ограничение на максимальную подачу). Преимущества этого насоса, перед плунжерными и винтовыми с поверхностным приводом, состоят в следующем: не используются эластомеры, насос может создавать практически любой требуемый напор (путем подбора необходимого числа ступеней), может применяться в непрямолинейных скважинах, в том числе – в скважинах с горизонтальным участком. Проведенные нами испытания показали возможность его применения для перекачивания высоковязкой нефти, вплоть до 5000 сСт

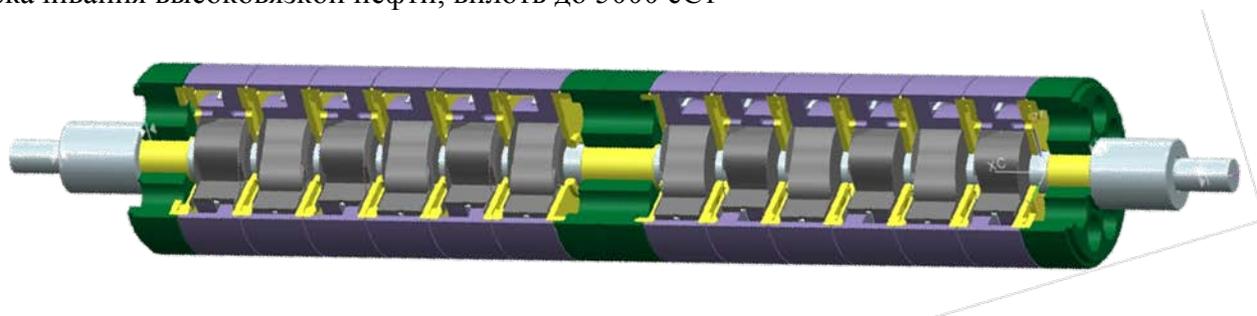


Рис. 2 Общий вид ступеней многоступенчатого пластинчатого насоса

Рабочие характеристики насоса, в пересчете на одну ступень, приведены на рис. 3. Видно, что при увеличении вязкости жидкости с 1 до 5000 сСт напор монотонно растет (по-видимому, из-за

уменьшения утечек через зазоры). КПД в зависимости от вязкости жидкости изменяется немонотонно – при небольшом увеличении вязкости растет, затем уменьшается, что обусловлено действием двух факторов: уменьшаются утечки через зазоры и увеличиваются потери на внутреннее трение в жидкости. Также из рис. 3 видно, что при увеличении вязкости потребляемая насосом мощность монотонно растет.

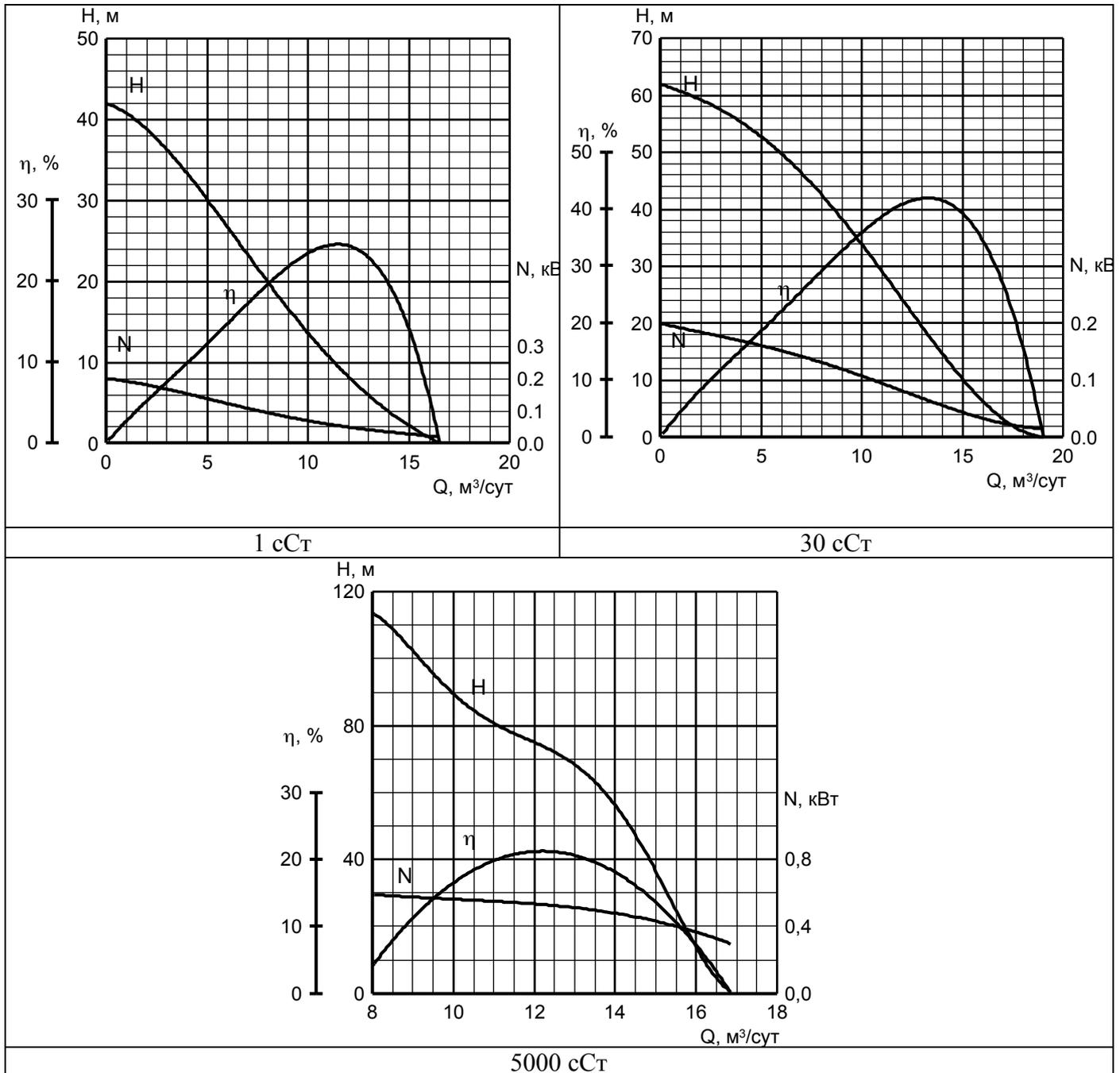


Рис. 3 Зависимость напора, КПД и потребляемой мощности на одну ступень от подачи при различных вязкостях рабочей жидкости

Для проверки влияния газа на характеристики работанного насоса, были проведены испытания на смеси вода + воздух. Полученные результаты представлены на рис. 4.

Видно, что с увеличением концентрации свободного газа уменьшется рабочий диапазон подач насоса. А при концентрации газа более 70% происходил клин насоса (из-за сухого трения между деталями).

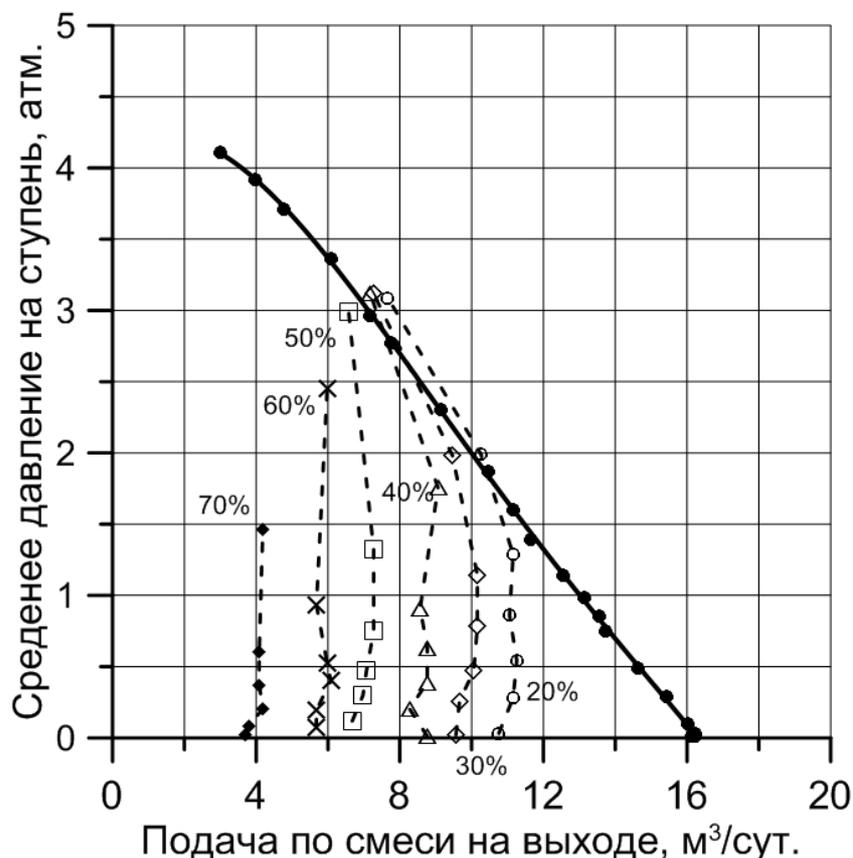


Рис. 4 Напорно-расходная характеристика ступени на смеси вода + воздух

## Решение проблем при проектировании

Изначально элементы конструкции насоса производились из стали. Однако при испытаниях с песком трущиеся поверхности быстро изнашивались, что влияло на подачу, развиваемое давление и, в конечном итоге, на КПД. Для увеличения износостойкости некоторые элементы начали производить из материала ВК8.

Однако, данный материал имеет высокую стоимость, что сказывается на общей себестоимости оборудования и рентабельности внедрения. Поэтому в настоящее время ведутся работы по снижению себестоимости насоса. Одно из направлений - замена используемого материала на более дешевую оксидную керамику на основе оксида алюминия.

## Описание и использование оборудования

Комплектация предложенной установки стандартная, как для УЭЦН, т.е. состоит из: электродвигателя, гидрозащиты, входного модуля, модуль-секции насоса, содержит обратный клапан.

При возникновении аварийных ситуаций (замерзание коллектора и т.д.) приводящих к повышению номинального напора насоса в состав установки включен аварийный

предохранительный клапан, который срабатывает при настроенном перепаде давления в НКТ и затрубном пространстве. Также для ограничения напора насоса в станции управления настраивается защита по перегрузу электродвигателя.

Монтаж установки унифицирован с монтажом УЭЦН. Испытания на стенде скважине подтвердили работоспособность установки при температуре жидкости 120° С.

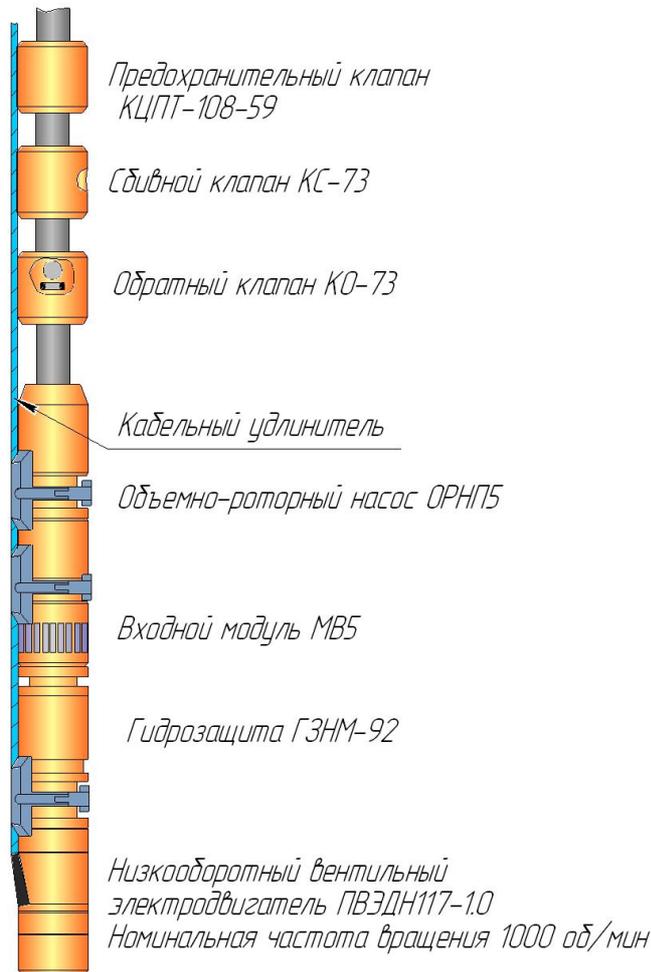


Рис. 5. Комплектация первой установки смонтированной в скважине

Первая установка с погружным объемным насосом была смонтирована румынской компанией OMV Petrom в скважине в июле 2015 года и уже отработала около года. Ее комплектация приведена на рис. 5. Видно, что комплектация такая же, как для ЭЦН. Отличие заключается в том, что был применен низкооборотный вентильный электродвигатель с номинальной частотой вращения 1000 об/мин и, для ограничения давления создаваемого насосом в линии НКТ, установлен аварийный клапан, который открывается при заданном перепаде давления между НКТ и затрубом. Присоединительные размеры модуль-секций насоса унифицированы с присоединительными размерами ЭЦН 5 габарита.

Выбор компания OMV Petrom для испытаний данной установки был обусловлен тем, что в Румынии большое количество скважин эксплуатируются винтовыми насосами с верхним приводом, некоторые скважины осложнены искривлениями и по этой причине происходит слом штанг, и наработка составляет менее года. Для монтажа была выбрана скважина, имеющая искривленный ствол.

В качестве целей испытаний выбрали: уменьшение времени монтажа (за счет отсутствия штанг), увеличение наработки по сравнению с винтовыми насосами с верхним приводом и наличие погружной телеметрии позволяет максимально эффективно эксплуатировать скважину, имея защиту от работы насоса при отсутствии давления на приеме насоса и перегрева двигателя.

Средняя подача составила порядка  $10 \text{ м}^3/\text{сут}$  при вязкости нефти в пластовых условиях  $70 \text{ сСт}$ , а на поверхности –  $700 \text{ сСт}$ .

## Выводы

- Предложена новая конструкция погружной установки для добычи вязких нефтей, состоящая из вентильного электродвигателя и объемного пластинчатого насоса новой конструкции, гидрозащиты, входного модуля, обратного клапана и аварийного защитного клапана. Большая часть компонент разработанной установки такие же, как в серийных установках электроцентробежных насосов.
- По сравнению с плунжерными и винтовыми насосами с верхним приводом, также применяемыми при добыче вязкой нефти, данная установка не содержит эластомеров (которые требуют подбора под свойства добываемой жидкости), не имеет колонны штанг, а поэтому практически не имеет ограничений по величине создаваемого напора и может быть смонтирована даже в горизонтальных участках скважин.
- Первый экземпляр установки успешно работает с июля 2015 года при подаче около  $10 \text{ м}^3/\text{сут}$  и вязкости нефти в пластовых условиях  $70 \text{ сСт}$ .