

## БЕСШТАНГОВАЯ НАСОСНАЯ УСТАНОВКА С ЛИНЕЙНЫМ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ ДЛЯ ДОБЫЧИ НЕФТИ ИЗ МАЛОДЕБИТНЫХ СКВАЖИН

*Тимошенко Виктор Геннадьевич*

*Студент (магистр)*

Российский государственный университет нефти и газа имени И. М. Губкина, Факультет инженерной механики, Кафедра машин и оборудования нефтяной и газовой промышленности, Москва, Россия  
*E-mail: vti\_09@mail.ru*

В условиях кратного снижения мировых цен на нефть добыча нефти из малодебитных обводненных скважин становится нерентабельной. В настоящее время фонд нефтяных скважин с дебитом менее 25 м<sup>3</sup>/сут. составляет порядка 50% от всего фонда скважин. На рис. 1 показано распределение малодебитного фонда скважин по основным способам добычи [6] и их характерные недостатки.

Указанные недостатки обуславливают поиск альтернативных способов добычи. Одним из таких направлений является применение насосных установок возвратно-поступательного действия с погружным электродвигателем. Перспективным направлением в данной области является система, состоящая из поршневого насоса с маслonaполненным погружным линейным электродвигателем (ПЛЭД).

В настоящий момент разработкой насосной установки с линейным электродвигателем занимаются ряд как отечественных, так и зарубежных компаний.

Ведущими отечественными компаниями в данной области являются: корпорация «Триол», которая представила на рынке свою установку электро-плунжерного насоса (УЭПН) [6] и ООО «Центр ИТ» с разработкой «Установка насосная с линейным приводом (УНЛП)» [5]. Также разработкой подобной установки занимается китайская компания «Хайлу» (КНР компания «Хайлу», представитель в РФ компания «КитСтройСервис») [4].

Существенные недостатки этих конструктивных решений в совокупности существенно влияют на энергоэффективность и срок службы всей установки.

Использование таких узлов, как поршневой насос двустороннего действия, маслonaполненный ПЛЭД и его уплотнительный узел поможет решить представленные проблемы и существенно повысить энергоэффективность и надежность всей установки. Таким образом, была разработана принципиальная схема скважинного поршневого насоса с ПЛЭД (рис. 2).

Применение поршневого насоса двустороннего действия исключает наличие холостого хода и, соответственно, дает более равномерную загрузку ПЭД, что позволит уменьшить его мощность, а значит - габариты.

Линейный двигатель маслonaполненного типа нуждается в герметизации выходного штока, т.е. исключения или минимизации выноса масла и проникновения флюида. Уплотнительный узел (гидрозащита), обеспечит данные условия работы двигателя.

Исходя из этого, перед нами были поставлены задачи:

- разработать узел уплотнения маслonaполненного линейного погружного электродвигателя;
- разработать поршневой насос двустороннего действия.

В проектируемых узлах погружного агрегата базовым компонентом является система уплотнений как выходного штока электродвигателя, так поршня и штоков насоса.

Соответственно, на первом этапе проектирования становится вопрос о выборе системы уплотнений.

Исходя анализа существующих типов уплотнений возвратно-поступательного звена можно сделать вывод, что наилучшим вариантом для обеспечения требуемой герметичности узлов насосной установки может стать механическое уплотнение Пономарева [3], помимо этого для герметизации ПЛЭД может быть применена система с барьерной жидкостью для достижения необходимой минимизации утечек масла и предотвращения проникновения флюида в двигатель.

Универсальное механическое уплотнение [3] представляет собой одну или более пар оппозитно и эксцентрично расположенных металлических колец, связанных с корпусом уплотнения эластичными кольцами; такая конфигурация в большинстве параметров превосходит остальные типы, но не дает абсолютную герметичность. Механическое уплотнение Пономарева обладает существенной особенностью - при герметизации штока выполняет функции радиальной опоры. Использование системы с барьерной жидкостью основано на разности плотностей флюида, БЖ и масла двигателя и несмешиваемости их между собой.

Начало работ в данной области на базе кафедры «Машины и оборудование нефтяной и газовой промышленности» РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина отображено в патенте РФ № 171485 [2]. В разрабатываемом проекте описывается принципиально новая конструкция насосной установки, в основу которой легла система «линейный ПЭД - узел уплотнения - поршневой насос двустороннего действия». Для ее разработки были созданы 3D-модели узлов агрегата, оформлен патент на полезную модель, конструкторская документация, паспорт и руководство по эксплуатации разработанного агрегата, изготовлены экспериментальные образцы и стенд (рис.3) для испытаний узла уплотнения и поршневого насоса двустороннего действия. На данный момент закончены ряд испытаний по измерению утечек масла из узла уплотнения при различной степени затяжки механических уплотнений. На следующем этапе планируется произвести выбор зазора в системе «уплотнение-шток» и настройку механических уплотнений.

Одним из основных показателей установки является значение его КПД. Как известно, КПД установки состоит из произведения КПД составляющих его элементов. В данном случае под элементами подразумеваются погружной насос, электродвигатель, передающий энергию элемент, потери в НКТ. Из анализа общего расчетного КПД установок: УЭПН занимает промежуточное положение между УЭЦН и СШНУ. Однако благодаря применению маслозаполненного ПЛЭД, насоса двустороннего действия и гидрозащиты маслозаполненного ПЛЭД, планируется достигнуть КПД равное 41%, что превышает КПД применяемых механизированных способов добычи из малодебитных скважин и может сделать его конкурентоспособным на рынке. Данные для сравнений были взяты из журнала «Нефтяная вертикаль», №15-16/2013 [1].

За последнее десятилетие фонд малодебитных скважин заметно возрос. Проблемы при использовании основных механизированных способов добычи, а также новые разработки в области линейных вентильных погружных электродвигателей (ПЛЭД) дали толчок к развитию бесплунжерных (поршневых) установок с линейным ПЭД. Опыт эксплуатации подобных установок в КНР и Канаде показал, что применение представленной системы позволит производить отбор нефти из стареющих месторождений и соответственно повысить коэффициент извлечения нефти, благодаря широкому диапазону регулировки подачи насосной установки. Был проведен анализ существующих погружных плунжерных насосов с линейным приводом, в результате которого был выявлен ряд существенных недостатков: низкая энергоэффективность и малый межремонтный срок эксплуатации. Для решения поставленных проблем был разработан научный проект по созданию скважинной поршневой насосной установки с маслонаполненным погружным линейным электродвигателем.

## Источники и литература

- 1) Дроздов А. Н. Разработка установки погружного плунжерного насоса с линейным электродвигателем для эксплуатации малодобитного фонда скважин // Нефтегазовая вертикаль. – 2013. – № 13 – С. 68-71.
- 2) Пат. 171485 Россия МПК F04B 47/06. Установка скважинного плунжерного насоса с погружным линейным электроприводом Ивановский В. Н. и др. Заявлено. 12.12.2016; Оpubл. 01.06.17., Бюл.№16. – 6 с.: ил.
- 3) Пат. 2229048 Россия МПК F16J 15/26. Механическое уплотнение Пономарев А. К. Заявлено. 2003.05.07; Оpubл. 20.05.04, Бюл.№17. – 6 с.: ил.
- 4) Бесптанговое погружное насосное устройство с чпу: [Электронный ресурс] // Кит-СтройСервис. 2013 – 2018. URL: <http://kitstroysevice.ru/pogruzhnnye-nasosy>. (Дата обращения: 21.01.2018).
- 5) Установка насосная с линейным приводом: [Электронный ресурс] // Инженерно-технический центр инновационных технологий, 2016 - 2018. URL: <http://www.entechcenter.ru/technologies/ust-nasos/>. (Дата обращения: 21.01.2018).
- 6) Эффективные решения эксплуатации малодобитного фонда нефтяных скважин: [Электронный ресурс] // Корпорация Триол. 2005 - 2016. URL: <http://triolcorp.ru/problem-exploitation-marginal-wells/>. (Дата обращения: 21.01.2018).

## Иллюстрации



Рис. 1. Распределение малодобитного фонда скважин по способам добычи

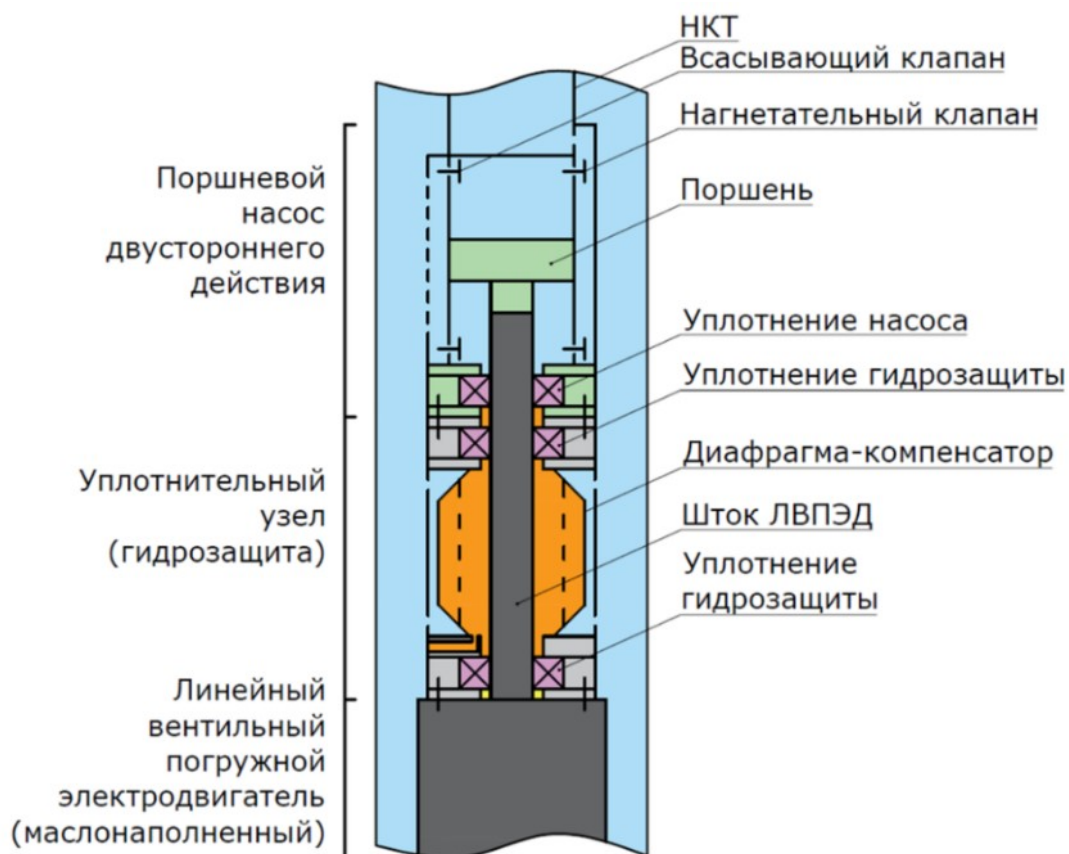


Рис. 2. Принципиальная схема скважинного насосного агрегата

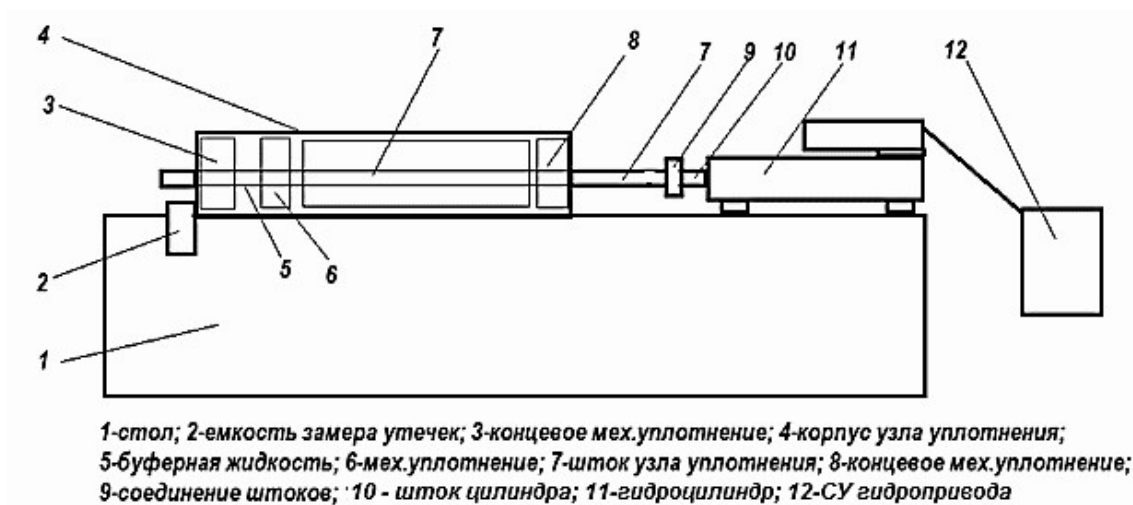


Рис. 3. Испытательный стенд