



УДК 622.276.054.23

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

RODLESS PUMP UNIT WITH LINEAR MOTOR FOR OIL PRODUCTION FROM MARGINAL WELLS

Тимошенко Виктор Геннадьевич
магистрант,
Российский государственный университет
нефти и газа имени И.М. Губкина
vti_09@mail.ru

Никитин Максимилиан Никитич
магистрант,
Российский государственный университет
нефти и газа имени И.М. Губкина
764592@mail.ru

Аннотация. В настоящее время фонд нефтяных скважин с дебитом менее 25 м³/сут. составляет порядка 50 % от всего фонда скважин. На сегодняшний день применяемые способы механизированной добычи малодебитного фонда скважин имеют ряд недостатков, которые обуславливают поиск альтернативных способов добычи. Одним из таких перспективных направлений является система, состоящая из поршневого насоса с масломполненным погружным линейным электродвигателем (ПЛЭД).

Ключевые слова: ПЛЭД, механическое уплотнение, узел уплотнения, погружной насос двустороннего действия.

Tymoshenko Victor Gennadyevich
Undergraduate,
Gubkin Russian State University
of Oil and Gas
vti_09@mail.ru

Nikitin Maksimilian Nikitch
Undergraduate,
Gubkin Russian State University
of Oil and Gas
764592@mail.ru

Annotation. At present, a fund of oil wells with a production rate of less than 25 m³/day contribute to about 50 % of total amount of wells. Nowadays the applied methods of mechanized production of low-yield well stock have a number of shortcomings that cause the search for alternative ways of mining. One of such promising directions is a system consisting of a piston pump with a linear downhole motor (LDM).

Keywords: LDM, sealing unit, mechanical seal, double-acting downhole pump.

На рисунке 1 показано распределение малодебитного фонда скважин по основным способам добычи [6] и их характерные недостатки.



Рисунок 1 – Распределение малодебитного фонда скважин по способам добычи

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 масломполненным 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]. Все существующие технические решения имеют ряд критических минусов (рис. 2).



Рисунок 2 – Проблемы и технические задачи

Эти проблемы 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. 3).

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. исключении 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.

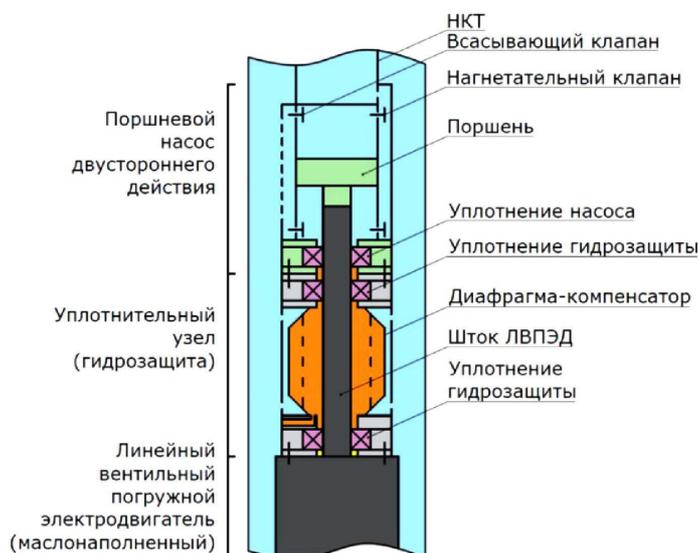


Рисунок 3 – Принципиальная схема скважинного насосного агрегата



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 уплотнения Пономарева [3], помимо этого для герметизации ПЛЭД может быть применена система с барьерной жидкостью (рис. 4) для достижения необходимой минимизации утечек масла и предотвращения проникновения флюида в двигатель.

Универсальное механическое уплотнение (рис. 4) [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 (рис. 5) основано на разности плотностей флюида, БЖ и масла двигателя и несмешиваемости их между собой.

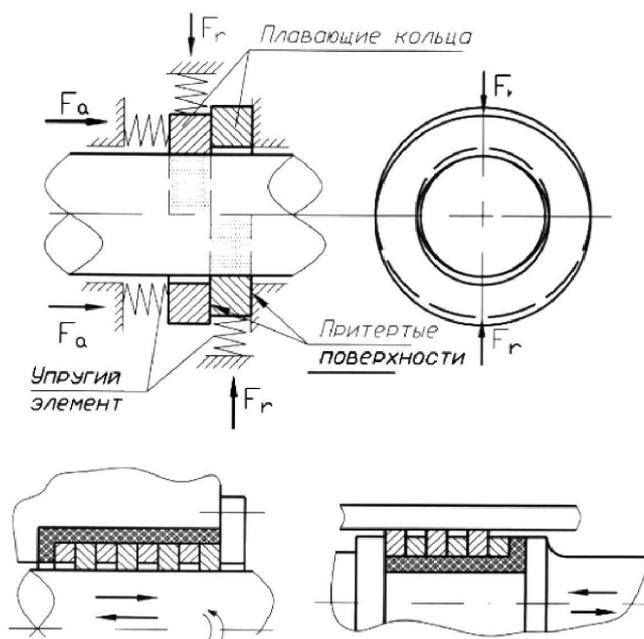


Рисунок 4 – Универсальное механическое уплотнение

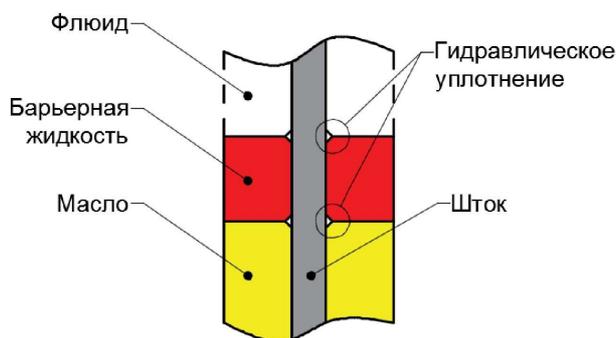


Рисунок 5 – Система уплотнений с барьерной жидкостью

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. 6) 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.

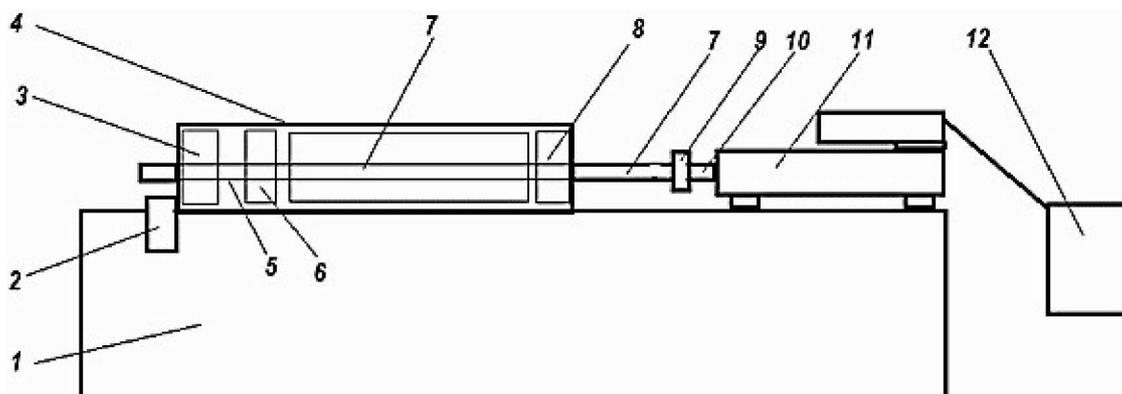


Рисунок 6 – Испытательный стенд:

- 1 – стол; 2 – емкость замера утечек; 3 – концевое мех. уплотнение; 4 – корпус узла уплотнения;
- 5 – буферная жидкость; 6 – мех. уплотнение; 7 – шток узла уплотнения; 8 – концевое мех. уплотнение;
- 9 – соединение штоков; 10 – шток цилиндра; 11 – гидроцилиндр; 12 – СУ гидропривода

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 элемент, потери в НКТ (рис. 7). Из анализа общего расчетного КПД установок: УЭПН занимает промежуточное положение между УЭЦН и СШНУ. Однако благодаря применению маслосапоёленного ПЛЭД, насоса двустороннего действия и гидрозащиты маслосапоёленного ПЛЭД, планируется достигнуть КПД равное 41 %, что превышает КПД применяемых механизированных способов добычи из малодебитных скважин и может сделать его конкурентоспособным на рынке (рис. 8). 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 бесштанговых плунжерных (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.

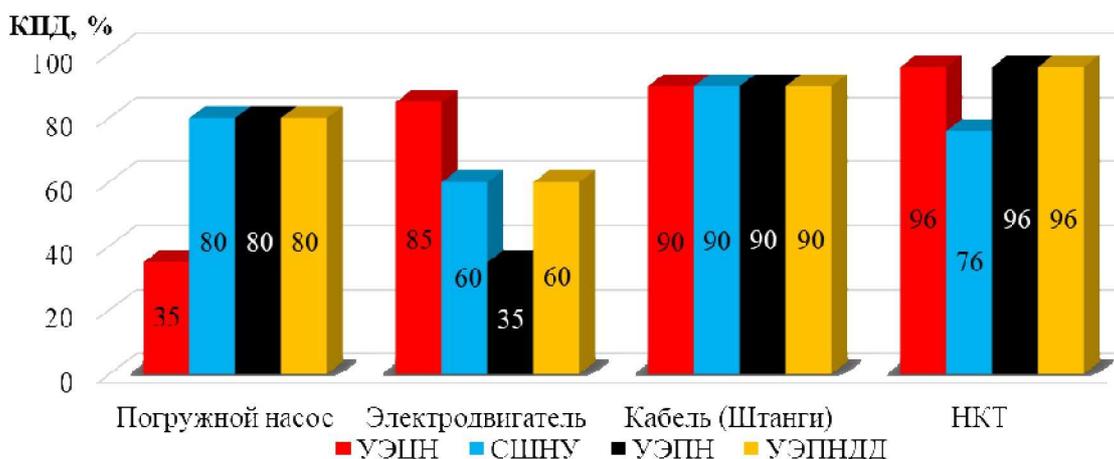


Рисунок 7 – Эффективность установки в сравнении с аналогами (эксплуатация малодебитного фонда скважин)

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 науч-



ный проект по созданию скважинной поршневой насосной установки с маслonaполненным погружным линейным электродвигателем.

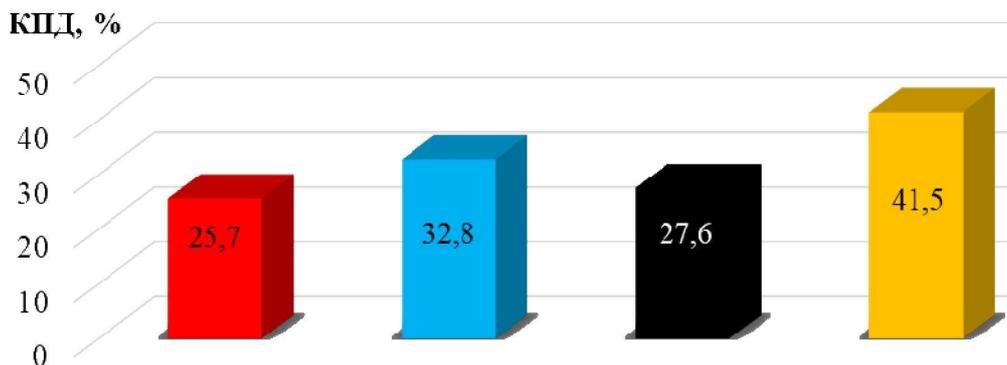


Рисунок 8 – Общий расчетный КПД установок

Литература:

1. Дроздов А.Н. Разработка установки погружного плунжерного насоса с линейным электродвигателем для эксплуатации малodeбитного 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 / В.Н. Ивановский и др. – Оpubл. 01.06.17. – Бюл. № 16. – 6 с.
3. Пат. 2229048 Россия МПК F16J 15/26. Механическое уплотнение / А.К. Пономарев. – Оpubл. 20.05.04. – Бюл. № 17. – 6 с.
4. Бесштанговое погружное насосное устройство с ЧПУ. – КитСтройСервис, 2013–2018. – URL : <http://kitstroysevice.ru/pogruzhnyye-nasosy> (Дата обращения: 21.01.2018).
5. Установка насосная с линейным приводом. – Инженерно-технический центр инновационных технологий, 2016 – 2018. – URL : <http://www.entechcenter.ru/technologies/ust-nasos/> (Дата обращения: 21.01.2018).
6. Эффективные решения эксплуатации малodeбитного фонда нефтяных скважин. – Корпорация Триол, 2005–2016. – URL : <http://triolcorp.ru/problem-exploitation-marginal-wells/> (Дата обращения: 21.01.2018).

References:

1. Drozdov A.N. Development of installation of the submersible plunger pump with the linear electric motor for operation of a marginal well stock // the Oil and gas vertical. – 2013. – No. 13 – P. 68–71.
2. Pat. 171485 Russia MPK F04B 47/06. Installation of the borehole plunger pump with the submersible linear electric drive / V.N. Ivanovsky, etc. – Opubl. 01.06.17. – Bulletin No. 16. – 6 p.
3. Pat. 2229048 Russia MPK F16J 15/26. Mechanical consolidation / A.K. Ponomarev. – Opubl. 20.05.04. – Bulletin No. 17. – 6 p.
4. The Besshtangovy submersible pump device with the CNC. – Kitstroysevice, 2013–2018. – URL : <http://kitstroysevice.ru/pogruzhnyye-nasosy> (Date of the address: 1/21/2018).
5. Installation pump with the linear drive. – Technical center of innovative technologies, 2016 – 2018. – URL : <http://www.entechcenter.ru/technologies/ust-nasos/> (Date of the address: 1/21/2018).
6. Effective solutions of operation of marginal fund of oil wells. – Triol corporation, 2005–2016. – URL : <http://triolcorp.ru/problem-exploitation-marginal-wells/> (Date of the address: 1/21/2018).