

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева

Институт энергетики и машиностроения

Кафедра «Технологические машины и транспорт»

Олджамурат Елдар Ерланович

Модернизация электровинтового насоса ЭВН5-63-1200.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к дипломному проекту

Специальность 5В072400 – Технологические машины и оборудование

Алматы 2022

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева

Институт энергетики и машиностроения

Кафедра «Технологические машины и транспорт»



ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
«Технологические машины
и транспорт»
Бортебаев С.А.
« 23 » 05 2022 г.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: «Модернизация электровинтового насоса ЭВН5-63-1200»

По специальности: 5В072400 - Технологические машины и оборудование

Выполнил:

Олджамурат Е.Е.

Рецензент:

Научный руководитель:

д.т.н., проф. Кабдулов С.З.

к.т.н., асоц. проф. Калиев Б.З.




20.05.2022

Алматы 2022

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева

Институт энергетики и машиностроения

Кафедра «Технологические машины и транспорт»

5B072400 – Технологические машины и оборудование

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
«Технологические машины
и транспорт»

 Бортебаев С.А.

«29» сентября 2021 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Обучающимся Олджамурат Елдар Ерланұлы

Тема: «Модернизация электровинтового насоса ЭВН5-63-1200»

Утвержден приказом ректора Университета № 489-П/Ө от «24» декабря 2021 г.

Срок сдачи законченной работы: «25» мая 2022 г.

Исходные данные дипломного проекта: Электро-винтовой насос для добычи нефти с подачей 63 м³/сутки и напором 1200 м

Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте вопросов или краткое содержание дипломного проекта:

- 1) Обзор существующих конструкции, принцип работы электропривода винтовой насосной установки;
- 2) Расчетная часть – расчет кинематических и силовых параметров электропривода, конструктивный расчет электродвигателя;
- 3) Специальная часть – выбор прототипа и модернизация в конструкции электропривода;
- 4) Охрана труда и техника безопасности - организация безопасных условий труда;
- 5) Охрана окружающей среды – воздействие и загрязнение окружающей среды при добыче нефти

Рекомендуемая основная литература: из 12 наименований

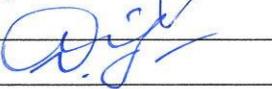
ГРАФИК

подготовки дипломного проекта

Наименования разделов	Сроки представления научному руководителю и консультантам	Примечание
Техническая часть	10.03.2022 г.	
Расчетная	24.03.2022 г.	
Специальная часть	21.04.2022 г.	
Охрана труда и техника безопасности	01.05.2022 г.	

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченный дипломный проект с указанием относящихся к ним разделов проекта

Наименования разделов	Научн. руководитель, консультанты, Ф.И.О. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Охрана труда и техника безопасности	к.т.н., ассоц. проф. Калиев Б.З.	06.05.2022 г.	
Охрана окружающей среды	к.т.н., ассоц. проф. Калиев Б.З.	06.05.2022 г.	
Нормоконтролер	Сарабдеев Е.Е.	23.05.22	

Научный руководитель:  к.т.н., ассоц.проф., Калиев Б.З.

Задание принял к исполнению студент  Олджамурат Е.Е.

Дата «29» 12 2021 г.

АНДАТПА

Бұл дипломдық жобада ЭВН5-63-1200 сорғысының негізінде бұрандалы жұптың кинематикалық сипаттамаларын өзгертуді ұсынылады. Көп кіретін бұрандалы жұптарды қолдану жөндеу санының азаюына және жөндеу аралық кезеңнің ұлғаюына әкеледі.

Түсіндірме жазбада үш бөлім бар: техникалық, арнайы бөлім және жобаның қауіпсіздігі мен экологиялық қауіпсіздігі бөлімі. Техникалық бөлімде қолданылатын жабдыққа шолу, ЭВН5-63-1200 бұрандалы сорғының дизайны мен жұмыс принципін сипаттау, құрылымдардың сенімділігіне қажетті есептеулер жүргізіледі.

Дипломдық жоба 35 беттен тұратын түсініктеме және 5 А1 және А3 форматтағы парақтан тұратын графикалық бөлімнен құрастырылған.

АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте предлагается изменение кинематических характеристик винтовой пары на базе насоса УЭВН5-63-1200. Применение многозаходных винтовых пар приведет к уменьшению числа ремонтов и увеличению межремонтного периода.

Пояснительная записка включает в себя три раздела: техническая, специальная часть и раздел безопасности и экологичности проекта. В технической части проводится обзор применяемого оборудования, описание конструкции и принципа работы винтового насоса УЭВН5-63-1200, необходимые расчеты надежности конструкций.

Дипломный проект составлен из графической части, состоящей из 35 страниц пояснительной записки и 5 листов чертежей формата А1.

ABSTRACT

In this thesis project, it is proposed to change the kinematic characteristics of a screw pair based on the pump EVN5-63-1200. The use of multi-entry screw pairs will lead to a reduction in the number of repairs and an increase in the inter-repair period.

The explanatory note includes three sections: technical, special part and section of safety and environmental friendliness of the project. The technical part provides an overview of the equipment used, a description of the design and principle of operation of the screw pump EVN5-63-1200, the necessary calculations of the reliability of structures.

The graduation project consists of a graphic part consisting of 35 comment pages and 5 sheets of A1 format.

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	
1	Техническая часть	7
1.1	Классификация установок винтовых насосов	7
1.2	Анализ конструкций погружных винтовых насосов	7
1.2.1	Сравнение параметров насосов с различным числом заходов винтовой поверхности	7
1.2.2	Сравнение параметров схем с одной и двумя парами винтовых рабочих органов	9
1.3	Анализ схем относительного движения рабочих органов	9
1.3.1	Схемы с вращающимся статором	9
1.4	Влияние параметров перекачиваемой жидкости на конструкцию и характеристики винтовых насосов	12
1.5	Различные схемы расположения и типов приводов установок погружных винтовых насосов	13
1.5.1	Установки погружных винтовых насосов с поверхностным приводом	13
1.5.2	Установки с погружным гидравлическим приводом	15
2	Расчетная часть	16
2.1	Расчет винтового насоса	16
2.2	Расчет характеристик винтового насоса с разным кинематическим отношением рабочих органов	19
3	Специальная часть	24
3.1	Выбор прототипа	24
3.2	Краткое описание разработанной установки	25
4	Охрана труда и техника безопасности	28
4.1	Охрана труда в нефтяной промышленности	28
4.2	Опасности, свойственные установкам винтовых насосов	28
4.3	Общие требования пожарной безопасности	29
5	Охрана окружающей среды	30
5.1	Воздействие на окружающую среду при нефтепроизводстве	30
5.2	Охрана природных вод	31
5.3	Загрязнение окружающей среды при интенсификации добычи нефти	31
	Заключение	34
	Список использованной литературы	35

ВВЕДЕНИЕ

Мировые запасы высоковязких нефтей и природных битумов огромны и по оценкам ряда специалистов превышают запасы легких нефтей. Более 90% мировой добычи высоковязких нефтей и природных битумов приходится на скважинные методы, из них более 80% добываются механизированными способами на естественном режиме работы пластов, чему способствуют сравнительно высокие пластовые давления и температуры на глубине залегания основных разрабатываемых за рубежом скважинными методами месторождений.

Условия залегания природных вязких нефтей в нашей стране отличаются сравнительно малыми глубинами, низкими величинами пластовых давлений и температур, высокой вязкостью в пластовых условиях, сравнительно малыми мощностями насыщенных пластов, сильной неоднородностью насыщенности по толще пласта, слабой цементированностью песчаных коллекторов, близким расположением и сильным влиянием водоносных горизонтов, содержащих питьевые воды и т.п. В этих условиях притоки вязких нефтей в скважины на естественном режиме работы пласта весьма малы и целесообразность естественного режима как самостоятельной стадии разработки усложнена. Сказанное обуславливает необходимость изучения и создания технических средств подъема продукции скважин, которые имели бы достаточно широкий диапазон применения по вязкости продукции и обеспечивали эксплуатацию скважин при применении паротеплового воздействия на пласт.

Одним из таких технических средств используемой сегодня в нефтяной промышленности являются винтовые насосы. Винтовые насосы работают на принципе ротационного вытеснения жидкости. Они состоят из ротора, который эксцентрично вращается внутри неподвижного статора. Ротор представляет собой винт небольшого диаметра с глубокой круглой нарезкой и очень большим шагом. Статор имеет одну дополнительную нитку резьбы на шаг больше, чем у ротора. В результате этого образуется полость, увеличивающаяся по размеру в процессе вращения, в результате чего развивается почти неппульсирующий линейный поток жидкости.

Темой данного дипломного проекта является модернизация конструкции верхнего электропривода винтовой насосной установки для добычи нефти из скважины дебитом $63 \text{ м}^3/\text{сутки}$ и напором 1200м. Актуальность этой разработки заключается в том, что одним из способов добычи нефти, который позволяет рентабельно эксплуатировать малодебитные скважины, является применение установок винтовых погружных насосов с поверхностным электроприводом. В то же время на многих месторождениях нашей страны нефтяные компании сталкиваются с проблемой высокого содержания в пластовой жидкости воды, растворенного газа, механических примесей, а также различных смол и парафинов.

Основными требованиями, предъявляемыми к проектируемой установке,

являются:

- обеспечение заданных подачи и напора жидкости на выходе из установки;
- способность нормально работать в условиях высоких температур;
- работать без уменьшения межремонтного периода при перекачке жидкости с высоким содержанием газа, воды и механических примесей;
- способность перекачивать жидкости высокой вязкости.

В ходе выполнения дипломного проекта были поставлены задачи повышения надежности и долговечности модернизированной конструкции по сравнению с базовым винтовым насосом, улучшение его эксплуатационных характеристик, увеличения межремонтного периода и технико-экономических показателей.

1 Техническая часть

Винтовые насосы применяют для перекачивания вязких жидкостей. Они производительны и обеспечивают высокий напор. Винтовые насосы относятся к разновидности роторно-зубчатых и условно делятся на одновинтовые и многвинтовые. Многовинтовой насос — это такой насос, в котором основной ведущий винт имеет спиральное зацепление с одним или несколькими ведомыми винтами. При вращении ведущего винта, ведомые винты также начинают вращаться. Многовинтовые насосы обладают большим коэффициентом полезного действия и возможностью создания более высокого давления на выходе.

Одновинтовые насосы условно можно разделить на насосы высокой производительности для перекачивания больших объёмов продукта и шнековых насосов для бочек, «еврокубов» и другой мобильной тары. Основное различие между этими двумя видами в их предназначении. Первые имеют массивную конструкцию и предназначены для перекачивания большого объема жидкости при этом, не погружаясь ни одной из своих частей в емкость. Вторые, как раз наоборот, имеют в своей конструкции погружную часть такого диаметра, которую можно установить в заливное отверстие бочки. Тем не менее, данные насосы имеют схожую конструкцию, являются самовсасывающими и способны перекачивать вязкие жидкости.



Рисунок 1 – Винтовой насос

1.1 Классификация установок винтовых насосов

Для получения представления о существующих типах установок погружных винтовых насосов произведена их классификация. Все эти установки подразделяются:

- ❖ конструкция насоса:
 - количество заходов:
 - однозаходные ($i = 1:2$);
 - многозаходные ($i = 2:3, 3:4, 4:5, \dots$);
 - количество винтов:
 - одновинтовые;
 - двухвинтовые;
- ❖ кинематика рабочих органов:
 - неподвижная обойма, вращающийся винт;
 - неподвижный винт, вращающаяся обойма;
- ❖ расположение и тип привода:
 - поверхностный привод:
 - механический через колонну штанг;
 - гидравлический;
 - погружной привод:
 - электродвигатель;
 - гидравлический винтовой двигатель;

Для того чтобы выбрать прототип разрабатываемой установки необходимо сначала проанализировать ее аналоги в соответствии с представленной выше классификацией.

1.2 Анализ конструкций погружных винтовых насосов

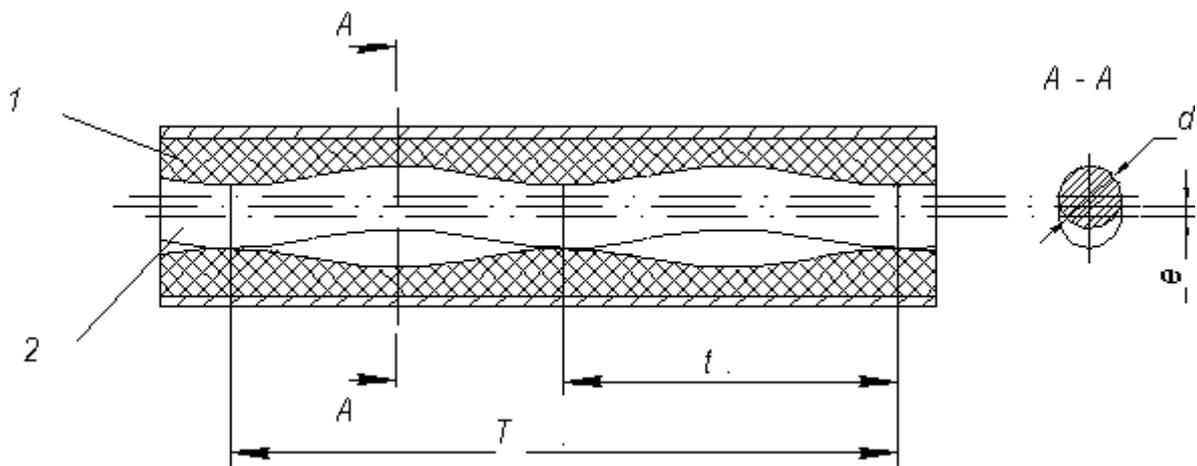
1.2.1 Сравнение параметров насосов с различным числом заходов винтовой поверхности

Основными геометрическими параметрами винтового насоса являются:

- 1) шаг винтовой поверхности винта t и обоймы T ;
- 2) кинематическое отношение – отношение числа зубьев статора к числу зубьев ротора:

$$i = z_1 : z_2;$$

- 3) диаметр винта d ;
- 4) эксцентриситет e ;
- 5) длина винта l ;



1 – обойма (статор); 2 – винт (ротор)
 Рисунок 1.1 – Схема рабочих органов винтового насоса

В настоящее время винтовые насосы выпускаются в однозаходном и многозаходном исполнении.

Наиболее перспективным является применение винтовых насосов с многозаходными рабочими органами. Многозаходные винтовые насосы обладают повышенными значениями критериев эффективности, чем определяются преимущества использования насосов с многозаходными рабочими органами по сравнению со стандартными насосами Муано с однозаходным ротором

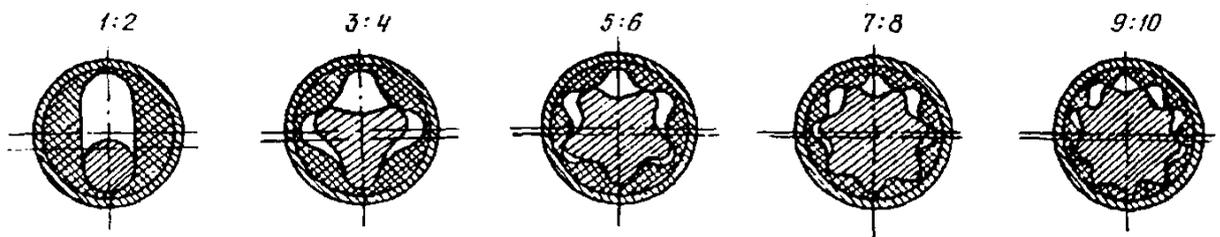


Рисунок 1.2 – Поперечные сечения рабочих органов винтового насоса с различным кинематическим отношением

Винтовые насосы с многозаходными рабочими органами предназначены для эксплуатации скважин (штанговой и бесштанговой) в широком диапазоне свойств пластовой жидкости, в том числе нефти высокой вязкости и повышенного газосодержания.

Многозаходные насосы имеют существенные конструктивные и эксплуатационные преимущества по сравнению с традиционными винтовыми насосами с однозаходным ротором:

- увеличенную подачу (в 2 - 3 раза) при одинаковой частоте вращения и наружном диаметре насоса;
- уменьшенный осевой габарит (до 3 - 5 раз) при одинаковых давлениях;
- увеличенное давление при одинаковых осевых габаритах;

- высокие значения КПД при перекачки жидкостей высокой вязкости.

В расчетном часте данного проекта приводится расчет характеристик винтового насоса с различными кинематическими отношениями. Из полученных данных видно, что многозаходные насосы обладают неоспоримыми преимуществами по сравнению с однозаходными.

1.2.2 Сравнение параметров схем с одной и двумя парами винтовых рабочих органов

Установки погружных винтовых насосов с одной парой рабочих органов были разработаны раньше, чем двухвинтовые, которые обладают рядом преимуществ перед ними.

Во-первых, сдвоенные насосы позволяют создавать на выходе насоса удвоенную подачу по сравнению с одновинтовыми насосами. В условиях, когда радиальные габариты насоса жестко ограничены диаметром обсадной колонны скважины, это является важным преимуществом.

Во-вторых, сдвоенные насосы изготавливают так, что направление винтовых поверхностей у двух пар рабочих органов различно (у одной левое, а у другой правое). Благодаря этому достигается гидравлическое уравновешивание осевых нагрузок на рабочие органы и практически исключается их передача на опорные пяты насоса.

В дополнение к вышесказанному можно добавить, в настоящее время погружные одновинтовые насосы применяются в основном в составе установок для добычи нефти поверхностным приводом, а сдвоенные насосы – в составе установок с приводом от погружного двигателя.

1.3 Анализ схем относительного движения рабочих органов

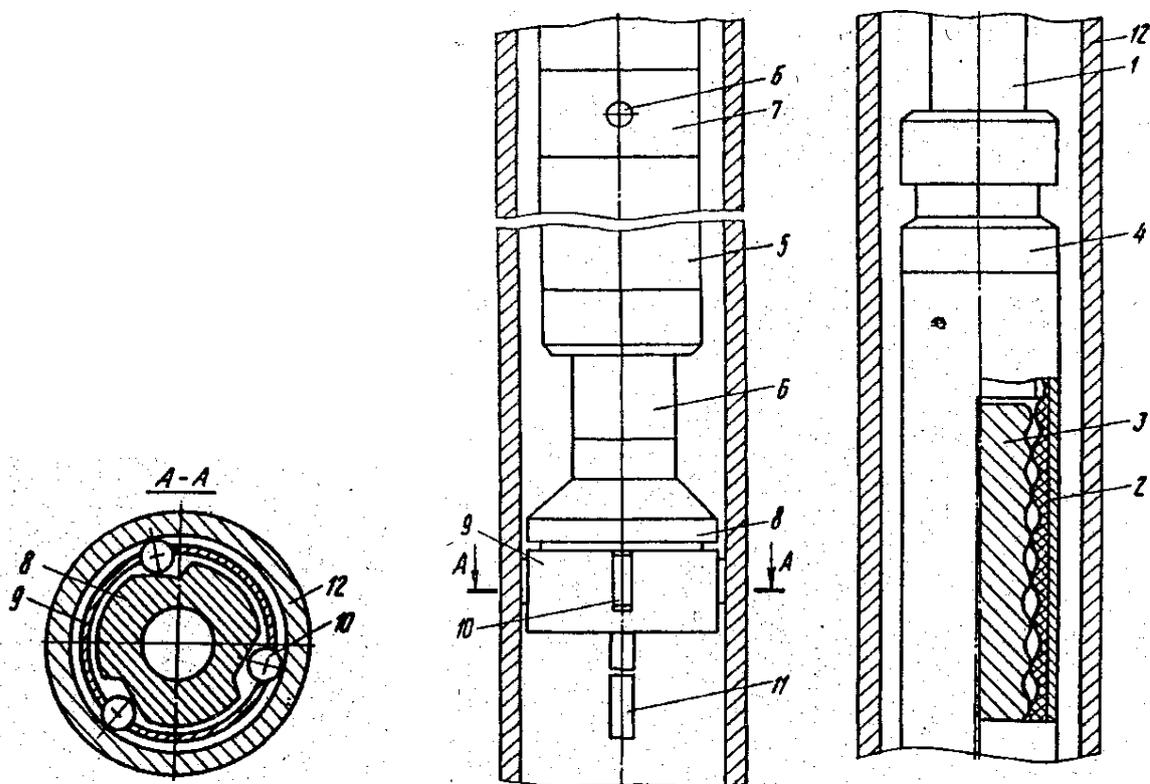
Согласно классификации, вращательное движение может совершать любой из рабочих органов (винт или обойма) в то время, как другой должен быть неподвижен. Большинство насосов спроектированы так, что вращающимся органом (ротором) у них является винт, а неподвижным (статором) – обойма. Однако существуют разработки, в которых реализована противоположная схема: вращается обойма, а винт неподвижен. В такой компоновке применяется поверхностный привод через колонну штанг. Хотя эти конструкции и не получили распространения, для полноты анализа рассмотрим две из них на основе авторских свидетельств.

1.3.1 Схемы с вращающимся статором

В схемах с вращающимся винтом и поверхностным приводом всегда присутствует колонна насосно-компрессорных труб (НКТ) и закрепленный на их нижнем конце статор винтового насоса, а ротор спускается на

колонне полых штанг. Для извлечения винтового насоса из скважины необходимо поднять колонну полых штанг, а затем колонну НКТ, то есть при необходимости поднять насос, требуется проводить дополнительные работы.

На рис.1.3 представлена скважинная насосная установка.



1 – НКТ; 2 – Статор; 3 – Ротор; 4 – Верхний переводник; 5 – Опорный узел; 6 – Вал;
7 – Корпус; 8 – Ступица; 9 – Обойма; 10 – Ролики; 11 – Пластина;
12 – Обсадная колонна

Рисунок 1.3 – Скважинная насосная установка

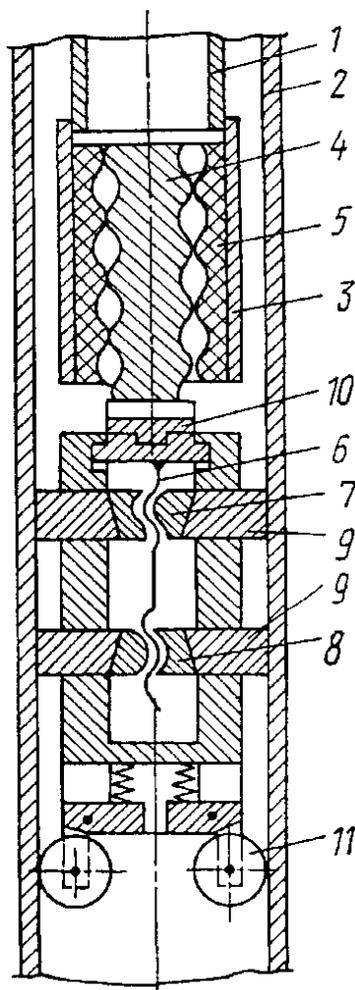
Установка работает следующим образом.

В собранном виде винтовой насос на колонне НКТ 1 спускается в колонну 12 обсадных труб на необходимую глубину. Вращение НКТ производится устройством, установленным на устье скважины. Во время вращения колонны НКТ содержащаяся жидкость в обсадной колонне 12 препятствует вращению пластины 11, которая затормаживает обойму 9, вследствие чего ролики 10 выдвигаются и прижимаются к стенке обсадной колонны 12. Таким образом, вал 6 опорного узла 5 и соединенный с ним ротор 3 оказываются заторможенными, а статор 2 с колонной НКТ продолжают вращаться. Жидкость через отверстия Б поступает во всасывающую полость насоса и далее винтовой парой подается в колонку НКТ.

Недостатком является возможность прикипания роликов в процессе длительной работы в скважине и связанные с этим осложнения при попытке подъема насоса, а также трение колонны НКТ об обсадные трубы при вращении.

В изобретении предложен другой интересный метод укрепления ротора

на забое. Это достигается тем, что установка снабжена стопорным устройством, которое состоит из подпружиненных роликов, винтоклинового механизма, включающего вал распорный, клинья верхний и нижний, а также сухари (см. рис.1.4).



- 1 - НКТ; 2 - Обсадная труба; 3 - Винтовой насос; 4 – Винт (ротор); 5 - Статор;
 6 - Распорный вал; 7 - Верхние клинья; 8 - Нижние клинья; 9 - Сухари;
 10 - Муфта; 11 - Подпружиненные ролики

Рисунок 1.4 – Общий вид скважинного оборудования

Установка работает следующим образом: при опускании насоса на колонне НКТ 1 в обсадную трубу 2 применяемое в изобретении стопорное устройство на трех подпружиненных роликах 11 скользит по внутренней стенке обсадной трубы 2 до достижения необходимой глубины и обеспечивает предварительную фиксацию винта 4 в забое. При вращении колонны НКТ и жестко связанной с ней обоймы 5 крутящий момент через пару обойма-винт, имеющую достаточный предварительный натяг, через крестовую муфту 10 передается на вал распорный 6, имеющий разнонаправленные резьбы (правую и левую). Клин верхний 7 и клин нижний 8, сдвигаясь по резьбам вала распорного 6 в осевом направлении, выдвигают по шесть сухарей 9 в диаметральном направлении и окончательно фиксируют всю конструкцию и связанный с ней винт 4 в неподвижном положении внутри обсадной трубы 2,

причем поверхность контакта сухарей 9 со стенкой трубы 2 вследствие значительно меньшей разницы сопрягаемых поверхностей, чем у роликов обгонной муфты прототипа и внутренним диаметром обсадной колонны, получается близкой к плоскостной, что увеличивает надежность крепления.

При дальнейшем вращении колонны НКТ в том же направлении обойма 5, вращаясь относительно уже неподвижного винта 4, начнет подавать нефтесодержащую жидкость на поверхность.

При вращении колонны НКТ 1 в обратном направлении клинья верхний 7 и нижний 8 через резьбы вала распорного 6 раздвигаются, давая возможность сухарям 9 отойти от стенок обсадной трубы 2, что позволяет освободить стопорное устройство и свободно перемещать колонну НКТ вместе с насосом.

Использование предлагаемой конструкции скважинной винтовой насосной установки по сравнению со стандартной схемой (вращающийся винт) имеет следующие преимущества: быстрое и надежное закрепление и освобождение неподвижного элемента винтового насоса на любой глубине; повышение надежности предварительного крепления неподвижного элемента насоса.

Недостатки предлагаемой конструкции: затруднения при пуске, возможность заклинивания сухарей при наличии механических примесей и долгом нахождении агрегата в скважине, а также наличие вращающейся колонны НКТ относительно большого диаметра.

1.4 Влияние параметров перекачиваемой жидкости на конструкцию и характеристики винтовых насосов

Насосы предназначенные для перекачки пластовой жидкости, имеют особенность, что рабочая жидкость является сложной многокомпонентной, зачастую химически активной средой, поэтому насосы для добычи нефти должны обладать следующими свойствами:

- способность перекачивать жидкости с очень высокой вязкостью без заметного снижения напорных характеристик и КПД;
- создавать условия для достаточно медленного течения жидкости в каналах рабочих органов во избежание кавитации и гидроабразивного износа их поверхностей;
- не терять работоспособности и сохранять максимально возможные рабочие параметры при высоком содержании свободного газа;
- выдерживать высокие температуры перекачиваемой жидкости;
- противостоять износу под действием трения рабочих поверхностей и течения жидкости в каналах насоса.
- противостоять коррозии под действием активных компонентов перекачиваемой среды.

В соответствии с этими требованиями разрабатываются специальные исполнения насосов для различных условий эксплуатации:

- многозаходные насосы для жидкостей высокой вязкости, с большим содержанием механических примесей и свободного газа на приеме насоса;
- применение совместно с насосами фильтров и газосепараторов;
- специальные температурные исполнения с применением термостойких материалов и установкой зазоров в сочленениях и уплотнительных поверхностях для компенсации их температурного расширения;
- специальные износостойкие и коррозионно-стойкие исполнения насосов с применением легированных марок стали и последующей их специальной механической и термохимической обработкой.

Проанализировав вышеуказанные конструкции можно сделать вывод о том, что, при модернизации установки винтового насоса для добычи нефти необходимо выяснить условия, в которых она будет эксплуатироваться с тем, чтобы можно было заложить в модернизируемую конструкцию все важные параметры.

1.5 Различные схемы расположения и типов приводов установок погружных винтовых насосов

1.5.1 Установки погружных винтовых насосов с поверхностным приводом

Известно, что из всех типов бесступенчатых приводов вращательного типа наилучшие массогабаритные показатели и динамические качества обеспечивает объемный гидропривод.

В то же время опыт показывает, что с ростом передаваемых мощностей применение гидропередач по традиционной схеме насос — мотор (полнопоточных) вызывает трудности, а иногда становится невозможным из-за сложности обеспечить необходимые массогабаритные показатели и КПД. Это обстоятельство особенно следует учитывать в тех случаях, когда планируется использовать гидропередачу в длительном режиме нагружения: значительные (до 20% и выше) потери мощности могут свести на нет все преимущества.

По структуре объемные гидромеханические передачи относятся к замкнутым бесступенчатым планетарным (дифференциальным) передачам, в которых в качестве замыкающего звена использован объемный гидропривод.

При решении задач, связанных с применением объемного гидропривода, следует учитывать ряд специфических особенностей редуктора, составленного из гидрообъемных машин. Это, прежде всего, относится к возможности получать передаточные отношения в регулирующей ветви, равные бесконечности, с последующим реверсом одного из звеньев механизма, что создает условия для рационального использования режимов, как с параллельными, так и с циркулирующими потоками мощности. В этих условиях минимум передаваемой через гидропривод мощности не является критерием его минимальных размеров, из-за неиспользования режимов с

циркуляцией мощности приходится увеличивать размеры гидромашин и в ряде случаев снижается КПД передачи.

В нашей стране в настоящее время установки с гидроприводом практически не применяются в связи со сложностью переоснащения заводов-производителей для выпуска такой продукции. Несмотря на это, каждый год поступает все большее число заявок на изобретения, связанные с применением гидропривода в нефтедобывающей промышленности. К тому же многие зарубежные фирмы и научные организации занимаются разработкой и изготовлением установок такого типа.

Установки погружных винтовых насосов с поверхностным приводом выполняются в основном по схеме с одной парой многозаходных рабочих органов и передачей вращения к ним через понижающую передачу (зубчатая или клиноременная передача), расположенную на устье и колонну насосных штанг. Ознакомимся с некоторыми из этих установок подробнее, поскольку они применяются достаточно широко и представляют практический интерес для разработчиков нового оборудования. Установки погружных винтовых насосов с поверхностным приводом способны откачивать жидкость со следующими параметрами:

- Вязкость – до 10 Па·с;
- Содержание механических примесей – до 2,5 г/л;
- Содержание свободного газа – до 60%;

В табл.1 приводятся параметры УВНП применяющихся в нашем производстве.

Таблица 1 – Параметры УВНП

Марка	Напор, м	Мощность эл. двигателя, кВт	Подача при 100 об/мин, м ³ /сут	Скважинное оборудование:	
				наружный диаметр, мм	наработка на отказ, мес
УВНП 15/600	600	3	15	62	12
УВНП 15/1300	1300	5,5	15	62	12
УВНП 15/2000	2000	7,5	15	62	12
УВНП 20/800	800	7,5	20	54	12
УВНП 30/1300	1300	7,5	30	73	12
УВНП 30/2000	2000	13	30	73	12
УВНП 40/250	250	3	40	54	12
УВНП 40/800	800	7,5	40	62	12
УВНП 120/900	900	17	120	73	12
УВНП 150/600	600	13	150	102	12
УВНП 150/800	800	17	150	89	12
УВНП 150/1200	1200	22	150	102	12
УВНП 150/1800	1800	30	150	102	12
УВНП 200/900	900	30	200	102	12
УВНП 200/1350	1350	30	200	102	12

Эти установки эксплуатируются в нефтяных скважинах с глубиной до 2000 м. Рабочие органы насосов, входящих в их состав, выполнены по традиционной схеме Муано (кинематическое отношение 1:2).

1.5.2 Установки с погружным гидравлическим приводом

Наиболее перспективной выглядит разработка российских инженеров ОКБ БН, в которой в качестве привода применен многозаходный винтовой двигатель. Данная установка имеет ряд преимуществ:

- по сравнению с гидроприводными поршневыми агрегатами – повышенной эксплуатационной надежностью и простотой конструкции. В связи с отсутствием клапанов и золотниковых устройств имеется возможность использовать техническую воду в качестве рабочей жидкости для гидродвигателя.

- по сравнению с винтовыми штанговыми насосами – возможность эксплуатации в скважинах со сложным профилем. Отсутствуют штанги. Простым способом (изменением расхода рабочей жидкости) плавно регулируется частота вращения насоса.

- по сравнению с винтовыми насосами с приводом от ПЭД – отсутствие кабеля (одного из самых ненадежных компонентов установки).

Агрегат диаметром 85 мм имеет следующую техническую характеристику:

- расход жидкости	–	2..10 л/с;
- давление	–	3,0 МПа;
- подача насоса	–	0,2..1,0 л/с;
- развиваемое давление	–	10,0 МПа;
- частота вращения	–	45..220 мин ⁻¹ ;
- длина агрегата	–	5 000 мм.

Выводы по разделу

На основе проведенного обзора существующих конструкций погружных винтовых насосов и учитывая патентные изыскания можно считать, что предлагаемый авторами патента № 2247264 от Бадретдинова А.М. метод укрепления ротора на забое посредством установки стопорного устройства, основанный на трех подпружиненных роликах, который при достижении необходимой глубины обеспечит предварительную фиксацию винта в забое, при этом будет повышена надежность предварительного крепления неподвижных элементов насоса.

2 Расчетная часть

2.1 Расчет винтового насоса

Подбор параметров насоса к скважине

Исходные данные:

Планируемый дебит.....	$q_{пл} = 60 \text{ м}^3/\text{сут}$
Глубина скважины.....	$l = 3400 \text{ м}$
Пластовое давление.....	$p_{пласт} = 26 \cdot 10^6 \text{ Па}$
Обводнённость.....	$v = 0,8$
Диаметр ОК.....	$d_{ок} = 146 \text{ мм}$
Толщина стенки ОК.....	$s_{ст} = 8 \text{ мм}$
Типоразмер НКТ.....	$73 \times 5,5 \text{ мм}$
Газовый фактор.....	$g = 20 \text{ м}^3/\text{м}^3$
Коэффициент расширения нефти.....	$\beta = 1.18$
Давление насыщения.....	$p_{нас} = 8 \cdot 10^6 \text{ Па}$
Пластовая температура.....	$t_{пласт} = 67 \text{ }^\circ\text{C}$
Температурный градиент.....	$grad(t) = 0,02 \text{ }^\circ\text{C}/\text{м}$
Коэффициент продуктивности.....	$k_{пр} = 2,8 \text{ м}^3/\text{сут} \cdot \text{атм}$
Буферное давление.....	$p_{буф} = 2.5 \cdot 10^6 \text{ Па}$
Плотность:	
- нефти.....	$\rho_n = 850 \text{ кг}/\text{м}^3$
- воды.....	$\rho_v = 1020 \text{ кг}/\text{м}^3$
- газа.....	$\rho_g = 1.2 \text{ кг}/\text{м}^3$
Газосодержание.....	$\Gamma = 0.5$

Произведем расчеты всех необходимых параметров

Плотность смеси (нефть, вода и газ) добываемой из скважины рассчитываем по формуле:

$$\rho_{см} = \rho_v \cdot v + \rho_n \cdot (1 - v) \cdot (1 - \Gamma) + \rho_g \cdot \Gamma \quad (2.1)$$

$$\rho_{см} = 1020 \cdot 0.8 + 850 \cdot (1 - 0.8) \cdot (1 - 0.5) + 1.2 \cdot 0.5 = 901.6 \text{ кг}/\text{м}^3$$

Давление на забое определяем из зависимости:

$$P_{заб} = P_{пласт} - Q_{пл} / k_{пр} \quad (2.2)$$

$$P_{заб} = 26 - 60 / 28 = 23,86 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Вычисляем динамический уровень жидкости в скважине:

$$H_{дин} = L - \frac{P_{заб}}{\rho_{см} \cdot g} \quad (2.3)$$

$$H_{дин} = 3400 - \frac{23,86 \cdot 10^6}{901,6 \cdot 9,81} = 702 \text{ м}$$

Вычисляем предельное давление, при котором газосодержание на приеме насоса является максимально допустимым:

$$P_{np} = (1 - \Gamma)^{k_{np}} \cdot P_{нас} \quad (2.4)$$

$$P_{np} = (1 - 0,5)^{2,8} \cdot 8 \cdot 10^6 = 1,15 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Определяем минимальную глубину подвески насоса по формуле:

$$L_{нас} = H_{дин} + \frac{P_{np}}{\rho_{см} \cdot g} \quad (2.5)$$

$$L_{нас} = 702 + \frac{1,15 \cdot 10^6}{901,6 \cdot 9,81} = 832 \text{ м}$$

Рассчитываем температуру жидкости на приеме насоса:

$$t_{np} = t_{наст} - (L - L_{нас}) \cdot \text{grad}(t) \quad (2.6)$$

$$t_{np} = 67 - (3400 - 832) \cdot 0,02 = 15,6 \text{ }^\circ\text{C}$$

Определяем коэффициент объемного расширения продукции скважины при снижении давления с величины $P_{заб}$ до давления на входе в насос (P_{np}):

$$B_1 = B + (1 - B) \cdot \left[1 + (\beta - 1) \cdot \sqrt{\frac{P_{np}}{P_{нас}}} \right] \quad (2.7)$$

$$B_1 = 0,8 + (1 - 0,8) \cdot \left[1 + (1,18 - 1) \cdot \sqrt{\frac{1,15 \cdot 10^6}{8 \cdot 10^6}} \right] = 1,0136$$

Расход жидкости на приеме насоса определяем по формуле:

$$Q_{np} = Q_{пл} \cdot B_1 \quad (2.8)$$

$$Q_{np} = 60 \cdot 1,0136 = 60,8 \text{ м}^3/\text{с}$$

Вычисляем газовый фактор на приеме насоса:

$$G_{np} = G \cdot \left[1 - \left(\frac{P_{np}}{P_{нас}} \right)^{k_{np}} \right] \quad (2.9)$$

$$G_{np} = 20 \cdot \left[1 - \left(\frac{1,15 \cdot 10^6}{8 \cdot 10^6} \right)^{2,8} \right] = 19,9 \text{ м}^3 / \text{м}^3$$

Определяем газосодержание на входе в насос:

$$\Gamma_{ex} = \frac{1}{(1+P)_{np}} \cdot \left(\frac{B_1}{G_{np}} + 1 \right) \quad (2.10)$$

$$\Gamma_{ex} = \frac{1}{(1+1,15)} \cdot \left(\frac{1,0136}{19,9} + 1 \right) = 0,44$$

Работу газа по подъему жидкости на участке “забой – насос” рассчитываем по эмпирической формуле:

$$P_{z1} = P_{нас} \cdot \left(\frac{1}{1 - 0,4 \cdot \Gamma_{ex}} - 1 \right) \quad (2.11)$$

$$P_{z1} = 8 \cdot 10^6 \cdot \left(\frac{1}{1 - 0,4 \cdot 0,44} - 1 \right) = 1,71 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Вычисляем газовый фактор в буфере:

$$G_{буф} = G \cdot \left[1 - \left(\frac{P_{буф}}{P_{нас}} \right)^{k_{np}} \right] \quad (2.12)$$

$$G_{буф} = 20 \cdot \left[1 - \left(\frac{2,5 \cdot 10^6}{8 \cdot 10^6} \right)^{2,8} \right] = 19,2 \text{ м}^3 / \text{м}^3$$

Определяем газосодержание в буфере:

$$\Gamma_{буф} = \frac{1}{(1+P)_{буф}} \cdot \left(\frac{B_1}{G_{буф}} + 1 \right) \quad (2.13)$$

$$\Gamma_{\text{буф}} = \frac{1}{(1 + 2,5) \cdot \left(\frac{1,0136}{19,2} + 1 \right)} = 0,27$$

Работу газа по подъему жидкости на участке “насос – буфер” рассчитываем по эмпирической формуле:

$$P_{z2} = P_{\text{нас}} \cdot \left(\frac{1}{1 - 0,4 \cdot \Gamma_{\text{буф}}} - 1 \right) \quad (2.14)$$

$$P_{z2} = 8 \cdot 10^6 \cdot \left(\frac{1}{1 - 0,4 \cdot 0,27} - 1 \right) = 0,97 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Для обеспечения непрерывного подъема жидкости на поверхность насос должен развивать давление:

$$P_{\text{нас}} = \rho_{\text{см}} \cdot g \cdot H_{\text{дин}} - P_{\text{буф}} - P_{z1} - P_{z2} \quad (2.15)$$

$$P_{\text{нас}} = 901,6 \cdot 9,81 \cdot 702 + 2,5 \cdot 10^6 - 1,71 \cdot 10^6 - 0,97 \cdot 10^6 = 6,03 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

По результатам расчета выбираем из числа выпускаемых насос с наиболее близкими параметрами:

УЭВН5-63-1200

Насос обладает следующими параметрами:

Подача, м ³ /сут.....	45 ÷ 90
Напор, м.....	1200
КПД, %.....	54

2.2 Расчет характеристик винтового насоса с проектным кинематическим отношением рабочих органов

Исходные данные:

Контурный диаметр рабочих органов

$$D_k = 37 \text{ мм}$$

Средний диаметр ротора

$$d_{\text{ср}} = 29 \text{ мм}$$

Эксцентриситет

$$e = 2 \text{ мм}$$

Коэффициент винтовой поверхности

$$c_T = 6$$

Межвитковый перепад давления винтовой пары

$$P_k = 0,5 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Расчетная длина рабочих органов

$$L = 1,2 \text{ м}$$

Подача одной пары винтовых рабочих органов (винт – обойма) равна:

$$Q = V \cdot n \cdot \eta_o \quad (2.16)$$

где n – максимальная частота вращения винта (зависит от $i = z_2 : z_1$):

$$n_{1:2} = 1500 \text{ мин}^{-1} = 25 \text{ с}^{-1}$$

$$n_{2:3} = 500 \text{ мин}^{-1} = 8,33 \text{ с}^{-1}$$

$$n_{3:4} = 300 \text{ мин}^{-1} = 5 \text{ с}^{-1}$$

$$n_{4:5} = 200 \text{ мин}^{-1} = 3,33 \text{ с}^{-1}$$

$$n_{5:6} = 150 \text{ мин}^{-1} = 2,5 \text{ с}^{-1}$$

η_o – объемный КПД насоса, в идеальном случае равный: $\eta_{o,ид} = 1$.

V – объем одной пары винтовых рабочих органов рассчитывается по формуле:

$$V = z_2 \cdot S \cdot T \quad (2.17)$$

S – контурный диаметр, равный:

$$S = \pi \cdot e \cdot (D_k - 3 \cdot e) \quad - \text{ для } z_2 = 2; 3; 4; 5.$$

$$S = 4 \cdot e \cdot d_{cp} \quad - \text{ для } z_2 = 1.$$

$$T = c_T \cdot d_{cp} \cdot z_1 / z_2$$

Подставляя исходные данные в формулу (2.17), получим значения объема одной пары рабочих органов:

$$V_{1:2} = 4 \cdot e \cdot d_{cp} \cdot z_1 \cdot c_T \cdot d_{cp} = 4 \cdot 0,002 \cdot 0,029^2 \cdot 2 \cdot 6 = 80,736 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$V_{2:3} = 3,14 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot (37 - 3 \cdot 2) \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 6 \cdot 2,9 \cdot 10^{-2} = 101,68 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$V_{3:4} = 3,14 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot (37 - 3 \cdot 2) \cdot 10^{-3} \cdot 4 \cdot 6 \cdot 2,9 \cdot 10^{-2} = 135,57 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$V_{4:5} = 3,14 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot (37 - 3 \cdot 2) \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 6 \cdot 2,9 \cdot 10^{-2} = 169,46 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$V_{5:6} = 3,14 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot (37 - 3 \cdot 2) \cdot 10^{-3} \cdot 6 \cdot 6 \cdot 2,9 \cdot 10^{-2} = 203,35 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

Далее рассчитываем по формуле (2.16) значения подачи для различных кинематических отношений (с учетом различных частот вращения):

$$Q_{1:2} = 80,7 \cdot 10^{-6} \cdot 25 = 2017,5 \cdot 10^{-6} = 2,02 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$$

$$Q_{2:3} = 101,7 \cdot 10^{-6} \cdot 8,33 = 847,2 \cdot 10^{-6} = 0,85 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$$

$$Q_{3:4} = 135,6 \cdot 10^{-6} \cdot 5 = 678 \cdot 10^{-6} = 0,68 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$$

$$Q_{4:5} = 169,5 \cdot 10^{-6} \cdot 3,33 = 565 \cdot 10^{-6} = 0,56 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$$

$$Q_{5:6} = 203,4 \cdot 10^{-6} \cdot 2,5 = 508,5 \cdot 10^{-6} = 0,51 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$$

Для того, чтобы получить данные о подачах насосов необходимо подачу одной рабочей пары умножить на число рабочих пар в насосе (две), так как они работают на суммирование подачи, а не напора жидкости.

Формула для определения развиваемого давления по известному числу межвитковых камер выглядит следующим образом:

$$P = (k \cdot z_1 - z_2) \cdot P_{\kappa} \quad (2.18)$$

Число камер зависит от длины рабочих органов и шага винтовой поверхности:

$$k = L / T \quad (2.19)$$

где $T = c_T \cdot d_{cp} \cdot z_1 / z_2$, подставляем в формулу (2.19):

$$k = L \cdot z_2 / z_1 \cdot c_T \cdot d_{cp}$$

Отсюда давление, развиваемое насосом равняется:

$$P = (L \cdot z_2 / c_T \cdot d_{cp} - z_2) \cdot P_{\kappa} \quad (2.20)$$

Подставив различные значения z_2 в формулу (7.57) получим:

$$P_{1:2} = (1,2 \cdot 1 / 6 \cdot 0,029 - 1) \cdot 0,5 \cdot 10^6 = 2,95 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

$$P_{2:3} = (1,2 \cdot 2 / 6 \cdot 0,029 - 2) \cdot 0,5 \cdot 10^6 = 5,9 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

$$P_{3:4} = (1,2 \cdot 3 / 6 \cdot 0,029 - 3) \cdot 0,5 \cdot 10^6 = 8,85 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

$$P_{4:5} = (1,2 \cdot 4 / 6 \cdot 0,029 - 4) \cdot 0,5 \cdot 10^6 = 11,8 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

$$P_{5:6} = (1,2 \cdot 5 / 6 \cdot 0,029 - 5) \cdot 0,5 \cdot 10^6 = 14,75 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Окончательные результаты сведем в таблицу 2.

Таблица 2- Зависимость давления и подачи от заходности

$z_2 : z_1$	$P, \text{ МПа}$	$Q, \text{ л/с}$
1:2	2,95	4,04
2:3	5,9	1,7
3:4	8,85	1,36
4:5	11,8	1,13
5:6	14,75	1,02

По результатам обоих расчетов строятся графические характеристики насосов с идеальными (нулевыми) утечками.

Для построение реальных характеристик винтовых насосов с различными кинематическими отношениями необходимо задать максимальные значения межвиткового перепада давления (при работе на закрытую задвижку - тормозной режим). Согласно рекомендациям принимаем:

$$[P_{\kappa}]_{\max} = 2 \cdot [P_{\kappa}] = 2 \cdot 0,5 \cdot 10^6 = 1,0 \text{ МПа};$$

Теперь, подставляя это значение в формулу (2.20), получаем максимальные давления насосов (зависящие от числа межвитковых камер, то

есть, при одинаковой длине рабочих органов – от их заходности):

$$P_{\max 1:2} = (1,2 \cdot 1 / 6 \cdot 0,029 - 1) \cdot 1,0 = 5,9 \text{ МПа};$$

$$P_{\max 2:3} = (1,2 \cdot 2 / 6 \cdot 0,029 - 2) \cdot 1,0 = 11,8 \text{ МПа};$$

$$P_{\max 3:4} = (1,2 \cdot 3 / 6 \cdot 0,029 - 3) \cdot 1,0 = 17,7 \text{ МПа};$$

$$P_{\max 4:5} = (1,2 \cdot 4 / 6 \cdot 0,029 - 4) \cdot 1,0 = 23,6 \text{ МПа};$$

$$P_{\max 5:6} = (1,2 \cdot 5 / 6 \cdot 0,029 - 5) \cdot 1,0 = 29,5 \text{ МПа};$$

Значения Q_{\max} рассчитываем по формуле (2.16) при $n = 300 \text{ мин}^{-1}$ для всех i .

Для построения характеристик, воспользуемся следующей зависимостью:

$$\frac{Q}{Q_{\max}} = 1 - \left(\frac{P}{P_{\max}} \right)^{\alpha} \quad (2.21)$$

Преобразовав которую, получим:

$$Q = Q_{\max} - Q_{\max} \cdot \left(\frac{P}{P_{\max}} \right)^{\alpha}$$

где α – степень кривой $P - Q$. Согласно рекомендациям принимаем:

$$\alpha = 3.$$

Результаты расчетов сводим в таблицы.

Таблица 3 - Характеристика насоса с $i = 1 : 2$ ($P_{\max} = 6 \text{ МПа}$, $Q_{\max} = 0,4 \text{ л/с}$)

Давление, P, МПа	Подача, Q, л/с	Утечки, ΔQ , л/с
0	0,4000	0,0000
1	0,3981	0,0019
2	0,3852	0,0148
3	0,3500	0,0500
4	0,2815	0,1185
5	0,1685	0,2315
6	0,0000	0,4000

Таблица 4 - Характеристика насоса с $i = 2 : 3$ ($P_{\max} = 12 \text{ МПа}$, $Q_{\max} = 0,51 \text{ л/с}$)

Давление, P, МПа	Подача, Q, л/с	Утечки, ΔQ , л/с
0	0,5100	0,0000
1	0,5097	0,0003
2	0,5076	0,0024

3	0,5020	0,0080
4	0,4911	0,0189
5	0,4731	0,0369
6	0,4463	0,0638
7	0,4088	0,1012
8	0,3589	0,1511
9	0,2948	0,2152
10	0,2149	0,2951
11	0,1172	0,3928
12	0,0000	0,5100

Таблица 5 - Характеристика насоса с $i = 3 : 4$ ($P_{\max} = 18$ МПа, $Q_{\max} = 0,68$ л/с)

Давление, Р, МПа	Подача, Q, л/с	Утечки, ΔQ , л/с
0	0,6800	0,0000
1	0,6799	0,0001
2	0,6791	0,0009
3	0,6769	0,0031
4	0,6725	0,0075
5	0,6654	0,0146
6	0,6548	0,0252
7	0,6400	0,0400
8	0,6203	0,0597
9	0,5950	0,0850
10	0,5634	0,1166
11	0,5248	0,1552
12	0,4785	0,2015
13	0,4238	0,2562
14	0,3601	0,3199
15	0,2865	0,3935
16	0,2024	0,4776
17	0,1072	0,5728
18	0,0000	0,6800

Выводы по разделу

На основе проведенного расчета конструкции погружного винтового насоса ЭВН5-63-1200 и учитывая предлагаемую конструкцию в соответствии с патентом № от для метода укрепления ротора на забое посредством установки стопорного устройства: с учетом плотности смеси, добываемой из скважины; расчетном давлении на забое; при действующем для данного месторождения динамическом уровне жидкости в скважинах; Определены точные зависимости для данной категории винтовых насосов с наиболее близкими параметрами, которые подтверждаются техническими

характеристиками.

3 Специальная часть

3.1 Выбор прототипа

На основании анализа, проведенного в разделе 1, представляется наиболее перспективной разработка новой модели погружного многозаходного винтового насоса с приводом от погружного электродвигателя через понижающий планетарный редуктор. Данная схема выгодно отличается сочетанием относительной простоты конструкции и высоких эксплуатационных характеристик.

Такая установка способна перекачивать жидкость с содержанием воды до 99%, свободного газа на приеме – до 60%. Содержание механических примесей при надлежащем подборе материалов и посадок может достигать до 2,5 г/л. Наиболее перспективно применение подобных установок для перекачки высоковязких жидкостей с вязкостью до 600 мм²/с. Поле их подач может лежать в пределах от нескольких литров в час до сотен кубометров в час, а поле давлений – от 0,1 до 10 и более МПа. При этом все установки винтовых насосов обладают сравнительно высоким КПД, который составляет 55..60%, что выше, чем у центробежных и плунжерных насосов при работе в перечисленных выше условиях.

Таблица 6 - Типоразмеры некоторых УЭВН

Тип установки	Техническая характеристика						Изготовители
	Подача м ³ /сут	Напор, м	Частота вращения об/мин	Двигатель	Длина установки, мм	Масса, кг	
УЭВН 5-16-1200А,Б,В	16	1200	1380	ПЭД5,5-117/4В5	8359	341	ПО «Ливгидромаш»
УЭВН 5-25-1200А,Б,	25	1000	1380	ПЭД5,5-117/4В5	8359	342	ПО «Ливгидромаш»
УЭВН 5-25-1000А1,В,К	25	1000	1380	ПЭД22-117/4В5	10671	522	ПО «Ливгидромаш»
УЭВН 5-63-1200В,К	63	1200	1380	ПЭД22-117/4В5	11104	546	ПО «Ливгидромаш»
УЭВН 5-100-1000А,Б,В	100	1000	1380	ПЭД32-117/4В5	10671	556	ПО «Ливгидромаш»
УЭВН 5-100-1000А1,К	100	1000	1380	ПЭД32-117/4В5	13071	684	ПО «Ливгидромаш»
УЭВН 5-200-900А,Б,В	200	900	1380	ПЭД32-117/4В5	13677	713	ПО «Ливгидромаш»

В качестве прототипа своей разработки наиболее рационально будет

принять установку погружного винтового насоса УЭВН5. Такой выбор обоснован тем, что данная установка обладает рядом положительных качеств:

- унифицированная база запасных частей и комплектующих изделий отечественного производства;
- наличие встроенного в насос переливного клапана, обеспечивающего нормальный спуск, подъем и эксплуатацию насоса, таким образом, отпадает необходимость установки таких клапанов в колонне НКТ;
- значительный опыт эксплуатации установок на месторождениях нашей страны;
- относительная простота и дешевизна конструкции по сравнению с зарубежными аналогами;

Установки выпускают для скважин с минимальным диаметром эксплуатационной колонны 121,7 мм. Основные параметры установок винтовых насосов с погружным электродвигателем УЭВН5 приведены в табл.6.

Диаметр поперечного сечения погружного агрегата установок 117 мм.

Согласно заданию подбираю установку с наиболее близкими параметрами (в дальнейшем она будет являться базовым вариантом для всех расчетов и изменений):

УЭВН5–63–1200

Основные характеристики установки:

Подача, м³/сут 45 ÷ 90

Напор, м 1200

В состав погружного агрегата помимо насоса входит погружной электродвигатель марки ПЭД22–117В5 с гидрозащитой 1Г51.

Параметры двигателя:

Мощность – 22 кВт;

Напряжение питания – 1000 В;

Ток обмотки – 19 А;

Частота вращения – 1380 мин-1 (с учетом скольжения);

КПД – 83%.

Завершив выбор прототипа перехожу к описанию изменений, внесенных мною в базовую установку.

3.2 Краткое описание разработанной установки

Разрабатываемая в ходе выполнения дипломного проекта установка погружного винтового насоса обладает следующими параметрами (техническими характеристиками):

Подача установки 63 м³/сут;

Напор 1200 м;

Частота вращения насоса 200 мин-1;

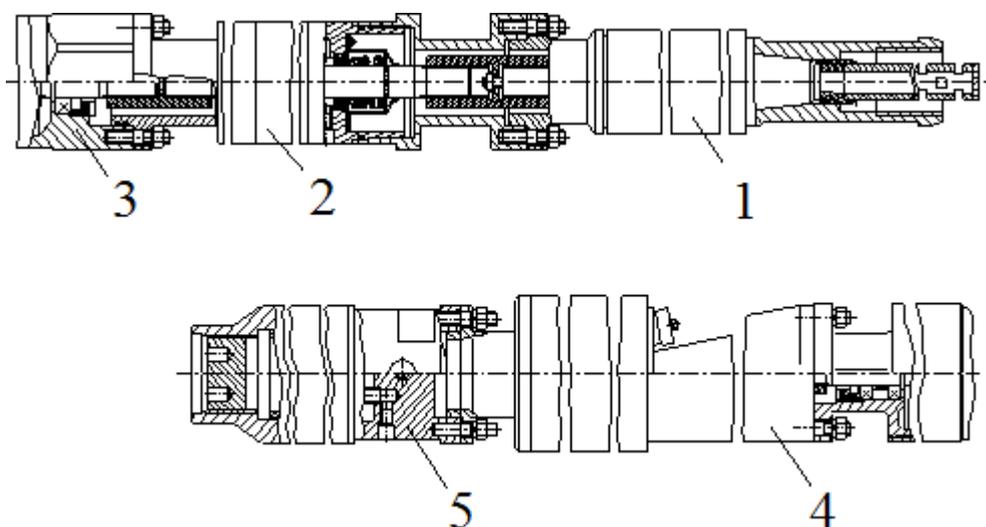
Двигатель ПЭДБ32-117В5;

Длина установки 10 823 мм.

Установка имеет по сравнению с прототипом (которым является УЭВН5-

63-1200) ряд отличительных особенностей. Изменения касаются только погружного агрегата (рис.3.1) и их можно разделить на следующие категории:

- 1) изменения, касающиеся собственно винтового насоса;
- 2) изменения, относящиеся к приводу насоса:
 - погружной электродвигатель;
 - гидрозащита;



1 – погружной винтовой насос; 2 – протектор; 3 – планетарный редуктор;
4 – погружной электродвигатель; 5 – компенсатор

Рисунок 3.1 - Общий вид погружного агрегата

Погружной винтовой насос выполнен, как и ЭВН5 по одновинтовой двояной схеме расположения рабочих органов. Однако в отличие от ЭВН5 рабочие органы вновь разрабатываемого насоса изготавливаются многозаходными (с кинематическим отношением 4:5 в отличие от 1:2 у ЭВН5). Насосы с таким исполнением рабочих органов наиболее удачно сочетают в себе высокие технические параметры с относительно низкими затратами на изготовление и ремонт.

В результате расчета получено, что при одинаковых геометрических размерах и частотах вращения насос, выполненный с $i = 4:5$ обладает вдвое большей подачей и создает в четыре раза большее давление по сравнению с насосом с $i = 1:2$.

Помимо этого важно и то, что применение многозаходных рабочих органов позволяет существенно снизить скорость вращения винта насоса при обеспечении той же подачи, что приводит к снижению скорости скольжения поверхностей рабочих органов и скорости течения жидкости в каналах рабочих органов. Благодаря этому значительно снижается механический и гидроабразивный износ поверхностей рабочих органов, а также улучшаются условия течения жидкости, что повышает предельно допустимое содержание растворенного в перекачиваемой жидкости газа по условию возникновения кавитации. Также улучшаются режимы работы всех узлов трения, что положительно сказывается на сроке их службы.

Ниже приводятся основные параметры погружного винтового насоса:

Давление на выходе насоса	12 МПа;
Подача насоса (номинальная)	63 м ³ /сут;
Частота вращения вала насоса	200 мин ⁻¹ ;
Число пар рабочих органов	2;
Кинематическое отношение рабочих органов	4:5.

4 Охрана труда и техника безопасности

4.1 Охрана труда в нефтяной промышленности

Охрана труда и техника безопасности в нефтяной и газовой промышленности имеет ряд специфических особенностей. Это пожароопасность производственных процессов, связанных с наличием углеводородов, которые легко воспламеняются, проникают через неплотности и зазоры, что вызывает необходимость разработки специальных мер по технике безопасности в тесной связи с противопожарной профилактикой. Большое значение для безопасности работников имеет герметизация оборудования, исключая загрязненность рабочей атмосферы, возможность взрывов, пожаров и отравлений. Большинство производственных процессов в нефтяной и газовой промышленности идут на открытом воздухе, что при неблагоприятных метеорологических условиях, нефтепромысловое оборудование подвержено внешним воздействиям, коррозии, низким температурам и т.д., что приводит к нарушению прочностных характеристик конструкции и их преждевременному разрушению.

При насосном способе добычи нефти травмоопасными видами работ остаются: осмотр и обслуживание наземного оборудования (при смазке и ремонте, при недостаточном использовании средств механизации, отсутствии ограждений подвижной штанги и других вращающихся узлов). Опасные зоны создаются на устье скважины в процессе монтажа и демонтажа, при ловле насоса и т. д.

4.2 Опасности, свойственные установкам винтовых насосов

Имеются два главных источника потенциальной опасности:

а) Скручивание в колонне насосных штанг.

Это скручивание является результатом действия крутящего момента, который требуется для подъема флюида. Оно принимает форму закручивания на множество оборотов, число которых может доходить до 40 - 60 на 1 000 м приводной штанги, когда напряжение составляет 75 % минимального предела текучести. Если насос внезапно заклинивает, количество оборотов достигает еще более высоких значений, так как автоматические выключатели не могут отключать электропитание мгновенно. Колонна насосных штанг в этом случае эквивалентна пружине, которая стремится заставить приводное устройство вращаться в обратном направлении.

Гидростатический напор

Этот напор создается столбом флюида, расположенным в насосно-компрессорной трубе выше динамического уровня. Он содержит большое количество запасенной энергии. Неуравновешенный столб флюида имеет

тенденцию вытекать через насос, заставляя его вращаться в обратном направлении, как двигатель. Когда вращатель выключается, обе причины складываются, заставляя приводное устройство вращаться в обратном направлении. Если ничто не противодействует этому вращению, приводное устройство быстро разгоняется и может достичь скоростей, ведущих к разрушениям.

Скорости порядка 3 500 об. в мин. наблюдались в скважинах глубиной около 1 000 м (3 300 футов). Для 28" (711, 2 мм) приводного шкива, обычного диаметра во вращателях, эта частота вращения означает окружную скорость 7 800 м/ мин. (25 600 футов / мин.). Так как стандартный чугунный шкив имеет расчетную окружную скорость 1 890 м/мин. (6 200 футов / мин.), это означает, что в случае неуправляемого вращения в обратном направлении такой шкив может разлететься на куски до достижения своей максимальной скорости.

Электродвигатель, который будет вращаться с все большей скоростью, может постигнуть та же участь.

4.3 Общие требования пожарной безопасности

Перед взрывоопасными объектами вывешены таблички с указанием местонахождения средств пожаротушения, которое обязаны знать все работающие.

При раскопках дорог следует оставлять проезды шириной не менее 3,5 м, а также устраивать мостки через траншеи.

В случае невозможности оставления проезда должен быть устроен объезд шириной 3,5 м для движения пожарных машин.

Классификация взрывоопасных помещений представлена в таблице 4.1

Во взрывоопасных помещениях телефонный аппарат и сигнальное устройство к нему во взрывозащищенном исполнении, соответствующем категории и группе взрывоопасной смеси, которая может образоваться в данном помещении. На буровых глубокого и структурно-поискового бурения в зимнее время предусмотрены парокотельные установки, водомаслогрейки и электрокотлы.

Производственные сооружения и здания (скважины, насосные, компрессорные, сепарационные установки, резервуары и др.), а также разрывы между ними выполнены согласно требованиям «Инструкции по строительному проектированию предприятий, зданий и сооружений нефтяной и газовой промышленности». В местах прохода валов трансмиссии и трубопроводов через стену, отделяющую помещение с опасными в отношении взрыва и пожара выделениями от прочих помещений, предусматриваются сальники или другие устройства, исключающие возможность распространения этих выделений.

5 Охрана окружающей среды

5.1 Воздействие на окружающую среду при нефтепроизводстве

Деятельность предприятий в правовом государстве регламентируется большим количеством документов, которые направлены на уменьшение вредного воздействия отходов производства на окружающую среду. В настоящее время введена практика лицензирования всех видов деятельности предприятий, в том числе и пользование недрами, добычи нефти и воды. В соглашениях оговариваются условия, при которых предприятию (недропользователю) разрешается добывать нефть и несоблюдение их может повлечь за собой отзыв лицензии, а, следовательно, прекращение деятельности предприятия.

Охрана недр при эксплуатации нефтяных месторождений предусматривает комплекс мероприятий, направленных на максимальное извлечение из недр и предотвращение безвозвратных потерь нефти в проницаемые породы разреза через скважины. Для достижения этой цели эксплуатация нефтяного месторождения должна проводиться в строгом соответствии с технологической схемой или проектом разработки, все содержание которых направлено на получение максимальной нефтеотдачи при наименьших затратах.

Освоение, эксплуатация и ремонты скважин на месторождениях сопровождаются комплексным воздействием технических сооружений и технологических процессов на природную среду. В зону их прямого или косвенного воздействия попадают все компоненты природных комплексов. При этом воздействие отдельных типов технологических объектов и сооружений весьма различно и избирательно.

При этом следует учитывать, что воздействие отдельных объектов, сооружений, технологии на природную среду в целом и ее отдельные компоненты различно на стадиях строительства, эксплуатации и при аварийных ситуациях.

Воздействие на окружающую среду при строительстве технических систем обычно является временным, и с течением времени природа сама, в значительной мере, восстанавливает нанесенный ущерб. К ним относятся вырубki леса под трассы, кустовые основания, отсыпка грунта, его перемещение при отсыпке кустовых оснований, насыпей автодорог, рытье траншей, шумовое воздействие от работающих машин и механизмов, выделяющиеся при этом газы и пр.

В фазе эксплуатации воздействие на окружающую среду является непрерывным, длительным. Это воздействие сравнительно легко измерить, исходя из технико-экологических паспортных показателей оборудования.

В этот период происходит относительное восстановление природы, в частности животного мира за счет фактора привыкания, хотя фауна, в целом,

обедняется, так как ряд видов навсегда покидает территорию месторождения.

Наиболее серьезно в этот период загрязнение от утечек жидкостей и газов, продуктов горения, в первую очередь, газовых факелов, которые накапливаются в некоторых видах экосистем, и может привести в их серьезной деградации. Наиболее же разрушительное воздействие на среду происходит при авариях. При них в окружающую среду часто поступает количество загрязнителей сравнимое с тем, которое бы накопилось за многолетний период регламентной эксплуатации. Кроме того, при ликвидации аварий приходится применять тяжелую технику, вести строительные работы, то есть возобновлять виды воздействия, характерные для фазы строительства. Частые аварии на месторождении, собственно, и являются главным фактором воздействия на природу, который вызывает трудно обратимые нарушения.

5.2 Охрана природных вод

К природным водам относятся поверхностные воды (реки, ручьи, озера, болота и т.д.), а также подземные воды пресных водоносных горизонтов. Обустройство и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений сопровождаются неизбежным техногенным воздействием на объекты окружающей среды.

По данным Министерства охраны окружающей среды Республики Казахстан, ежегодный сброс неочищенных сточных вод составляет почти 1/3 часть от общего сброса. На долю предприятий нефтегазового комплекса приходится приблизительно 10% от общего сброса.

Уменьшение сброса загрязняющих веществ возможно:

- при рациональном водопользовании;
- за счет повышения уровня очистки сбрасываемых вод;
- за счет применения замкнутых систем водоснабжения (бессточные технологии).

Последнее направление следует считать приоритетным в системе мер по охране водных объектов от загрязнения.

5.3 Загрязнение окружающей среды при интенсификации добычи нефти

Основными источниками загрязнения на нефтепромыслах являются эксплуатационные и нагнетательные скважины, кустовые насосные станции поддержания пластового давления.

Сегодня большое внимание уделяется повышению нефтеотдачи коллекторов. Основным методом интенсификации является заводнение, с помощью которого в нашей стране добывается свыше 85 % нефти. При поддержании пластового давления (ППД) возрастают темпы отбора УВ и сокращаются сроки разработки месторождения. Одновременно решается

вопрос оборотного водоснабжения в процессе добычи нефти.

Наиболее рационально с экологических позиций применение промышленных сточных вод, позволяющее осуществить замкнутый цикл оборотного водоснабжения по схеме нагнетательная скважина - пласт - добывающая скважина — блок водоподготовки — система ППД.

Использование сточных вод с целью ППД позволяет уменьшить капитальные затраты на строительство водозаборных сооружений, сократить расходы на бурение поглощающих скважин, утилизировать все нефтепромысловые воды с целью охраны окружающей среды. В результате достигается не только экологический, но и экономический эффект. Образующиеся сточные воды нефтепромыслов практически полностью используются или должны использоваться повторно в процессах нефтедобычи. Отрасль не относится к производству, технологические процессы которого обязательно должны приводить к загрязнению окружающей среды. Если и допускается загрязнение окружающей среды, то оно является результатом аварий, нарушения технологической дисциплины и правил охраны окружающей среды.

Одной из основных причин загрязнения окружающей среды сточными водами являются аварии на трубопроводах. Разлитая пластовая вода засоляет почву и приводит к гибели растительности.

Утечка воды через обсадные колонны эксплуатационных и нагнетательных скважин вызывает нежелательное загрязнение подземных водоносных горизонтов.

На большинстве нефтяных месторождений способы очистки и утилизации сточных вод на промыслах предусматривают выделение основной массы нефтепродуктов и твердых примесей, содержащихся в сточных водах, в резервуарах-отстойниках. В зависимости от свойств сточных вод основными рекомендованными способами очистки служат следующие: механический, химический, физико-химический и биохимический (последний, к сожалению, практически не используется).

Основную массу сточных вод (85 %) нефтепромыслов составляют пластовые (добываемые с нефтью) воды. Количество пластовой воды, отделяемой от нефти, зависит от обводненности нефти в продуктивном пласте. На старых, давно разрабатываемых нефтепромыслах обводненность нефти может достигать 70 – 80% и более. От 2 до 10 % сточных вод нефтепромыслов составляют ливневые воды, которые в большинстве случаев состоят из пресных технических и дождевых вод.

При закачке сточных вод в нефтяные пласты под высоким давлением они могут просачиваться в верхние пресноводные горизонты по затрубному пространству обсадных колонн из-за просадки цемента или из-за некачественного цементационного раствора, или по “окнам водоупорных толщ”. Все это может привести в полную негодность для употребления в хозяйственно - бытовых и питьевых целях ближайшие водоемы и питьевые колодцы.

Нефтепромысловые сточные воды могут оказать отрицательное влияние

на состояние водоснабжения населения. На практике были случаи загрязнения и осолонения колодезных вод из-за перелива сточных вод из насосных станций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте рассмотрена установка погружного винтового насоса ЭВН5-63-1200, подачей 63 м³/сут и напором 1200 м. В данном проекте предусмотрены виды винтовых насосов, область применения, расчет основных характеристик винтового насоса с разным кинематическим отношением рабочих органов.

При доработке винтового насоса использовалось множество формул и стандартных значений. Проведен анализ современных типов винтовых насосов. Основные детали насоса были просчитаны и показаны на чертеже.

На производствах насосов проанализирована правильная эксплуатация в соответствии с требованиями техники и взаимосвязь оборудования с окружающей средой.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Балденко Д.Ф., Бидман М.Г., Калишевский В.Л. и др. Винтовые насосы. – М.: Машиностроение, 1982.
- 2 Ратов А.М., Хейфец Я.С. Одновинтовые скважинные насосы в Советском Союзе и за рубежом. - М.: изд.ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1979.
- 3 Балденко Д.Ф., Балденко Ф.Д. Винтовые забойные двигатели: Справочное пособие. – М.: ОАО «Издательство «Недра», 1999.
- 4 Балденко Д.Ф., Бидман М.Г. Одновинтовые насосы в СССР и за рубежом. -М.: изд.ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1972.
- 5 Балденко Д.Ф. Винтовые гидравлические машины // Машины и нефтяное оборудование. – 1973. - № 4.
- 6 Балденко Д.Ф. Перспективы применения многозаходных одновинтовых насосов // Нефть, газ и нефтехимия за рубежом. -1993.-№ 10-11.
- 7 Балденко Д.Ф. Многозаходные винтовые механизмы в нефтепромысловой технике // НТЖ. Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. -1997.-№ 1.
- 8 Фоменко А.Н. Винтовые и шестеренные насосы ОАО “Ливгидромаш”. // Химия и нефтегазовое машиностроение . -1998.-№ 2.
- 9 Проектирование деталей машин: Учебное пособие для учащихся машиностроительных специальностей ВУЗов / С.А. Чернавский, К.Н. Боков, И.М. Чернин и др. – 2-е изд. – М.: Машиностроение, 1988.
- 10 Дунаев П.Ф., Леликов О.П. – Конструирование узлов и деталей машин: Учебное пособие для машиностроительных специальностей ВУЗов. – 4-е изд. – М.: Высшая школа, 1985.
- 11 Мясников Г.В., Моисеенко Е.И. – Многоскоростные планетарные механизмы в приводах горных машин. – М.: Недра, 1975.
- 12 Объемные гидромеханические передачи: Расчет и конструирование / О.М. Бабаев, Л.Н. Игнатов, Е.С. Кисточкин и др.; Под общ. Ред. Е.С. Кисточкина. – Л.: Машиностроение, 1987.

Формат	Зона	Позиция	Обозначение	Название	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
A3				<u>Сборочные единицы</u>	1	
				<u>Детали</u>		
		1		Винт правый	1	
		2		Винт левый	1	
		3		Вал приводной	1	
		4		Фильтр	2	
		5		Труба шламовая	1	
		6		Переводник	1	
		7		Обойма правая	1	
		8		Головка	1	
		9		Заглушка	1	
		10		Крышка	1	
		11		Обойма левая	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		1		Резьба ГОСТ 6357-81	1	

ДПТМиО.589.00.01.ОВ

Изм. Кол.уч. Лист №док. Подп. Дата

З.Кафедры	Бортебаев С.А.	
Н.контроль	Сарыбаев Е.Е.	
Руководитель	Калиев Б.З.	
Консультант	Калииев Б.З.	
Выполнил	Олджамурат	

**Насос винтовой
погружной**

Лит	Лист	Листов
у	1	6

КазНИТУ им. К.И.Сатпаева
Кафедра ТМиТ

РЕЦЕНЗИЯ

на Дипломный проект
(наименование вида работы)

Олджамурат Елдар Ерланович
(Ф.И.О. обучающегося)

5B072400 - Технологические машины и оборудование
(шифр и наименование специальности)

На тему: Модернизация электровинтового насоса ЭВН5-63-1200

Выполнено:

- а) графическая часть на _____ листах
- б) пояснительная записка на _____ страницах

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

По теме дипломного проекта студентом Олджамурат Е.Е., проанализированы особенности эксплуатации электровинтовых насосов, выявлен недостаток в их работе - прикипание роликов в процессе длительной работы в скважине и связанные с этим осложнения при попытке подъема насоса, а также трение колонны НКТ об обсадные трубы при вращении.

На основе патентного анализа и систематизации недостатков представлен метод укрепления ротора на забое посредством установки стопорного устройства. Предлагаемый метод выбран верно, использование предлагаемой конструкции скважинной винтовой насосной установки по сравнению со стандартной схемой (вращающийся винт) приведет к быстрому и надежному закреплению и освобождению неподвижного элемента винтового насоса на заданной глубине, что повысит надежность предварительного крепления неподвижного элемента насоса.

Оценка работы

Работа выполнена на достаточно высоком инженерно-техническом уровне. Дипломная работа по структуре, содержанию и оформлению соответствует требованиям к выпускным квалификационным работам бакалавров.

В целом выпускная квалификационная работа заслуживает оценки отлично, а автор Олджамурат Е.Е. присвоения академической степени бакалавра технологических машин и оборудования.

Рецензент

Д.т.н., профессор кафедры НГИ
АО «Казахстанско-Британский технический университет»

_____ Кабдулов С.З.

_____ 2022г.



**Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті
директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы**

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагияттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

Автор: Олджамурат Е.Е.

Тақырыбы: «Модернизация поверхностным электровинтового планетарным насоса ЭВН5-63-1200»

Жетекшісі: Бакытжан Калиев

1-ұқсастық коэффициенті (30): 0

2-ұқсастық коэффициенті (5): 0

Дәйексөз (35): 0.6

Әріптерді ауыстыру: 2

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 0

Ақ белгілер: 0

Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :

Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

Негіздеме:

Күні

23.05.22

Кафедра меңгерушісі



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Олджамурат Е.Е.

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: «Модернизация поверхностным электровинтового планетарным насоса ЭВН5-63-1200»

Научный руководитель: Бакытжан Калиев

Коэффициент Подобия 1: 0

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 2

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

Дата 23.05.22

Заведующий кафедрой



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Олджамурат Е.Е.

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: «Модернизация поверхностным электровинтового планетарным насоса ЭВН5-63-1200»

Научный руководитель: Бакытжан Калиев

Коэффициент Подобия 1: 0

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из здругих алфавитов: 2

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

Дата 20.05.2022
Мушарипова Л.С.

 проверяющий эксперт