



**SATBAYEV UNIVERSITY**

**ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ И  
ПРОМЫШЛЕННОЙ ИНЖЕНЕРИИ**

**КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ  
И ОБОРУДОВАНИЕ**

**ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ**  
Заведующий кафедрой ТМиО  
Канд.техн.наук, ассоц. Проф.  
\_\_\_\_\_ К.К.Елемесов  
“25” мая 2020г.

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

на тему: **“Совершенствование конструкции ротора Р-700”**

по специальности: **“Технологические машины и оборудование нефтегазовой  
отрасли”**

Выполнил:

Ахметова Э.А

Научный руководитель:

канд.техн.наук, профессор

С.А.Заурбеков

“25” мая 2020 г

Алматы 2020

# SATBAYEV UNIVERSITY

Институт металлургии и промышленной инженерии

Кафедра Технологические машины и оборудование

5B072400 - “Технологические машины и оборудование”

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой

Канд.техн.наук, проф.

К.К Елемесов

“28” января 2020 г.

## **ЗАДАНИЕ**

### **на выполнение дипломной работы**

Студенту, обучающемуся Ахметовой Эсем Азаматкызы.

Тема дипломной работы: *“Совершенствование конструкции ротора Р-700”*

Утверждена приказом Ректора Университета № 762–б от “27” января 2020 г.

Срок сдачи законченной работы “25” мая 2020 г.

Исходные данные к дипломной работе:

- материалы по буровому ротору Р-700;
- статическая нагрузка на стол ротора 5000 кН;
- диаметр проходного отверстия стола ротора 700 мм;
- мощность 370 кВт;
- максимальная частота вращения стола ротора 250 об/мин.

Перечень, подлежащих разработке в дипломном проекте вопросов или краткое содержание дипломной работы:

- а) В техническом разделе рассматриваются различные конструкции буровых роторов, проводится анализ и выбор прототипа;
- б) В специальной части рассматривается предложение по усовершенствованию конструкции прототипа;
- в) В расчетном разделе производится расчет ротора по установленной методике;
- г) В экономическом разделе осуществляется расчет ожидаемой экономической эффективности от внедрения усовершенствованной конструкции ротора.

Рекомендуемая основная литература из 30 наименований

## **АННОТАЦИЯ**

В дипломном проекте рассмотрены общие сведения о буровых роторах и их устройствах, проведен анализ и выбран прототип ротора R-700 и пути его модернизации. На основе проведенного патентного поиска в качестве объекта усовершенствования выбрана система смазки бурового ротора. В расчетном разделе произведены основные расчеты, подтверждающих работоспособность и надежность конструкции ротора. В экономическом разделе приведен расчет ожидаемого экономического эффекта построенный на основе сравнения эксплуатационных затрат базового и внедряемого оборудования.

Проект состоит из пояснительной записки содержащей 4 раздела, выполненных на 41 страницах и графической части на 6 листов в формате А1.

## **АНДАТПА**

Бұл дипломдық жобада бұрғылау роторлары және олардың құрылғылары туралы жалпы ақпарат қарастырылады, R-700 роторының және оның модернизациясының прототипі таңдалған. Патенттік іздеудің негізінде жақсарту нысаны ретінде бұрғылау роторының майлау жүйесі таңдалды. Есептеу бөлімінде ротордың конструкциясының сенімділігі мен сенімділігін растайтын негізгі есептеулер жасалады. Экономикалық бөлім негізгі және іске қосылған жабдықтардың пайдалану шығындарын салыстыру негізінде құрылған күтілетін экономикалық тиімділіктің есебін ұсынады.

Жоба 41 беттен ,4 бөлімнен тұратын және А1 форматындағы 6 парақтағы графикалық бөліктен тұратын түсіндірме жазбалардан тұрады.

## **ANNOTATION**

This diploma project, general information about drilling rotors and their devices is considered, an analysis is carried out, and a prototype of the R-700 rotor and ways of its modernization are selected. Based on a patent search, an auger rotor lubrication system was chosen as an object of improvement. In the calculation section, basic calculations are made confirming the operability and reliability of the rotor design. The economic section provides the calculation of the expected economic effect, based on a comparison of the operating costs of the main and implemented equipment.

The project consists of an explanatory note containing 4 sections, executed on 41 pages and a graphic part of 6 sheets in A1 format.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	5
1	Обзор конструкций буровых роторов	6
1.1	Общие сведения о буровых роторах	6
1.2	Устройство ротора	9
1.3	Система смазки роторов	14
1.4	Выбор прототипа и описание конструкции	15
2	Усовершенствование конструкции бурового ротора Р-700	17
2.1	Краткий обзор по результатам патентного поиска	17
2.2	Рекомендации по усовершенствованию конструкции	20
3	Расчетный раздел	21
3.1	Расчет действующих нагрузок	21
3.2	Расчет конструктивных параметров	21
3.3	Расчет на прочность отдельных элементов	24
4	Экономический раздел	27
4.1	Расчет ожидаемой экономической эффективности	28
4.2	Безопасность и экологичность проекта	35
	Заключение	39
	Список использованной литературы	40

## ВВЕДЕНИЕ

В данное время нефтегазовая отрасль является важнейшей частью экономики страны, так как в ней задействовано большая часть трудоспособного населения. В послании Первого Президента Республики Казахстан “Казахстан-2030” говорится, что энергоресурсы признаны одним из семи приоритетов становления нашей страны до 2030 года.

Исходя из истории нефти, Республика Казахстан относится к числу нефтедобывающих стран. В основном ресурсы данного сырья сосредоточены на западе страны.

Безусловно, нефтедобыча – это самый сложный производственный процесс. Он включает в себя геологоразведку, бурение скважин, ремонт скважин, очистку и так далее.

Ежегодная тенденция развития нефтегазовой промышленности способствует повышению объема бурения, что в следствии требует рост числа буровых установок, а также их эффективности и изменения конструкции. Так как меняются условия бурения и глубины скважин.

Буровая установка представляет собой сложный комплекс агрегатов, которые в свою очередь выполняют различные, но в то же время связанные между собой функции в процессе бурения скважин. Несомненно, отказ или неисправность в работе одного из механизма препятствует работе всей системы. Буровое оборудование подвергается эксплуатации в нестандартных и трудоемких условиях.

Для того чтобы увеличить объем добываемого природного газа и нефти необходимо соответствующее увеличение буровых работ, а также исходя из этого происходит увеличение затрат на буровое оборудование. В результате этого огромное значение уделяется проблеме продления сроков службы и надежности оборудования. Что в свою очередь делает необходимым снижение затрат на эксплуатацию данного механизма.

Для того чтобы повысить надежность и усовершенствовать конструктивные параметры буровой установки необходимо выявить причины отказов. Как известно, буровое оборудование является восстанавливаемым. Также оно требует проведения периодического технического обслуживания.

В настоящее время немногие предприятия, которые специализированы на бурении, не имеют возможности приобрести некоторое оборудование. Как правило, это связано с недостатком денежных средств. Они невольно вынуждены повторно эксплуатировать буровые установки. Такие установки уже отработали свой нормативный срок службы. Исходя из вышесказанного, известно, что модернизация оборудования является актуальной задачей для повышения работоспособности оборудования.

В данном дипломном проекте усовершенствованию подвергается один из немаловажных узлов буровой установки – ротор Р-700.

# 1 Обзор конструкций буровых роторов

## 1.1 Общие сведения о буровых роторах

Ротор буровой установки - это один из важнейших компонентов всего устройства. Ротор предназначен для выполнения большого количества функций. Эти функции зависят от типа проводимых работ. При осуществлении роторного бурения скважин ротор выполняет одну из самых ключевых и важных функций. Ключевая функция подразумевает в себе обеспечение передачи движения вращения колонне бурильных труб и породоразрушающему инструменту. Также при использовании турбинного метода бурения, и в условиях с применением электробура ротор обеспечивает возможность периодически проворачивать трубы. При турбинном типе бурения ротор обеспечивает предотвращение поворота бурильных труб в противоположную сторону касательно направления движения породоразрушающего инструмента. Реактивный момент воспринимается вкладышами, надетыми на ведущую трубу, и стопорным устройством в роторе. При включении стопорного устройства, вращение его стола становится невозможным. Таким образом, бурильные трубы, становятся заторможенными в роторном столе. При этом вал забойного двигателя вместе с долотом продолжает вращаться, разрушая на забое породу.

Кроме того, немаловажной функцией ротора является обеспечение возможности проведения спуско-подъемных операций. При этом происходит удерживание на весу колонны бурильных труб. Во время проведения операции по свинчиванию и развинчиванию труб, замены бурового инструмента, также при ликвидации аварийных ситуаций ротор приобрел широкое применение.

Ротор представляет собой угловой редуктор с конической зубчатой передачей. Коническое колесо аппарата непосредственно соединяется со столом и насаживается на втулку. Вертикальная ось стола расположена по оси скважины. Диаметр отверстия стола ротора зависит от диаметра долота или обсадных труб, которые пропускаются через него. В связи с этим роторы выпускаются с различными диаметрами проходного отверстия (400-760 мм). В станину ротора заливается масло для того, чтобы обеспечить смазку деталей, подвергающихся трению и предотвращения быстрого износа.

Физическое расположение ротора буровой установки зависит от его типа. При бурении скважины большой глубины, ротор устанавливается на основании установки. Установка ротора на задних частях рамы происходит при буровых установках на самоходных шасси.

На условие работы ротора также оказывает влияние и изменение нагрузки оказываемое на долото. Существуют период когда долото может вращаться с меньшей частотой и находиться в заторможенном состоянии. Это обусловлено тем, что при увеличении нагрузки величина вращающего момента оказывается недостаточной для прохождения сопротивления.

Техническая характеристика ротора буровой установки включает в себя несколько параметров. К ним относятся статический крутящий момент, допустимая статическая нагрузка на стол, максимальная частота вращения стола, диаметр отверстия в столе, масса устройства, учитывающаяся без учета массы вкладыша, мощность ротора, базовое расстояние с центра механизма до плоскости первого ряда зубьев приводной звездочки.

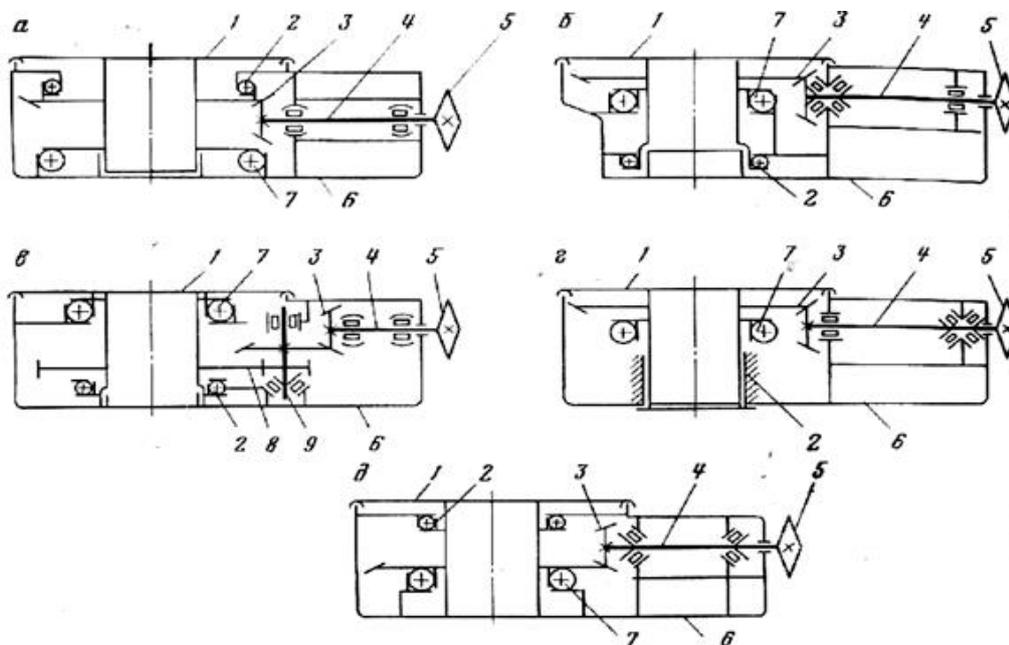
Важнейшим технологическим элементом ротора является привод. Привод запускается с помощью:

- 1) индивидуального двигателя;
- 2) коробки смены передач;
- 3) цепных, карданных и зубчатых передач от буровой лебедки.

Привод ротора обуславливает некоторое изменение моментов вращения и скоростей. Оно может быть непрерывным, ступенчатым, непрерывно-ступенчатым.

При непосредственном бурении вращение и крутящий момент передаются ведущей трубе посредством вкладышей и зажимов. Вкладыши и зажимы устанавливаются в конусную расточку втулки. Тем временем последняя вмонтирована в стол ротора. При проведении спуско-подъемных операций в отверстие стола ротора вмонтированы клиновые захваты, управление которых осуществляется вручную или пневматически. Стол ротора укрепляется на двух опорах- вспомогательной и главной. Для удобства работ часть стола ротора закрывается крышкой.

Кинематические конструктивные схемы роторов приведены на рисунке 1.



1 – стол ротора; 2, 7 – опоры вспомогательная и главная; 3 – передача коническая зубчатая; 4 – вал быстроходный; 5 – звездочка; 6 – станина; 8 – передача цилиндрическая зубчатая; 9 – вал вертикальный.

Рисунок 1.1 – Схемы роторов

На рисунке 1.1 а изображена конструктивная схема ротора. В ней увеличена база и стойкость конструкции, благодаря коническому ведомому колесу, которое находится между двумя шариковыми упорно-радиальными опорами. Верхняя- это вспомогательная опора, а нижняя- это главная опора. Опора, которая находится возле звездочки, и тем временем нагружена сравнительно меньшими радиальными нагрузками, воспринимает осевые нагрузки. На двух сферических роликоподшипниках установлен вал ротора.

Наибольшее распространение в роторах буровой установки для глубокого бурения получила схема ротора с консольным расположением конического зубчатого колеса, представленная на рисунке 1.1 б. Подшипник у звездочки принимает на себя радиальные нагрузки. При этом подшипники опоры, которая располагается у конической шестерни, воспринимает как радиальные, так и осевые нагрузки. На опорах качения установлен ведущий вал.

На рисунке 1в представлена схема ротора с цилиндрической зубчатой передачей привода стола ротора. Ввиду своей сложности эти роторы распространены мало. Главной опорой ротора является верхняя опора.

В связи с неудовлетворительной работой подшипников скольжения в роторах, имеющих большой диаметр, в настоящее время роторы с конической зубчатой передачей, главной шариковой и вспомогательной опорой скольжения применения не получили. Данный ротор представлен на рисунке 1.1 г.

Роторы, выполненные по схеме 1.1 д, нашли применение в легких буровых установках. Им характерны небольшие диаметры столов ротора и проходных отверстий.

В сегодняшнее время заводы выпускают роторы по схеме, которая изображена на рисунке 1.1 б, поскольку другие схемы признаны неэффективными.

Важнейшим этапом построения является правильный выбор конструктивной схемы.

Ротор обязан снабжать надежную работу в диапазоне рабочих частот вращения. Конструкция бурового ротора должна предусматривать устройства для фиксации вкладышей. Масса роторов должна обеспечивать условия для его надежной перевозки. Сальники должны обеспечивать полную герметичность и защиту механизмов от попадания грязи. Так как известно, что ротор обливается грязью при подъеме бурильной колонны. Прочность ротора и должна быть достаточной, для восприятия наибольшего веса колонны бурильных и обсадных труб.

Роторы классифицируются по статической нагрузке, а также по диаметру проходного отверстия. ГОСТ 16293-82 включает 6 классов роторов с диаметрами проходных отверстий 460, 520, 560, 700, 950 и 1260 мм, допустимыми статическими нагрузками 2; 3,2; 4; 5; 6,3 и 8 МН.

В таблице 1.1 приведены технические характеристики буровых роторов.

Таблица 1.1 - Технические характеристики буровых роторов

Типоразмер ротора	P-460	P-560	P-700	P-950	P-1260
Диаметр отверстия в столе ротора, мм	460	560	700	950	1260
Допускаемая статическая нагрузка на стол ротора, кН	2000	3200	4000	6300	8000
Мощность ротора, кВт	180	370	440	500	540
Максимальный крутящий момент, кН-м, не более	30	50	80	120	180
Базовое расстояние, м	1353	1353	1353	1353	1651
Условная глубина бурения, м	1600	2500 - 4000	3200 - 6500	6500 - 10000	8000 - 12500
Передаточное число конической пары	3,15	3,61	3,13	3,81	3,96
Масса ротора	3,1	5,8	4,8	7	10,3

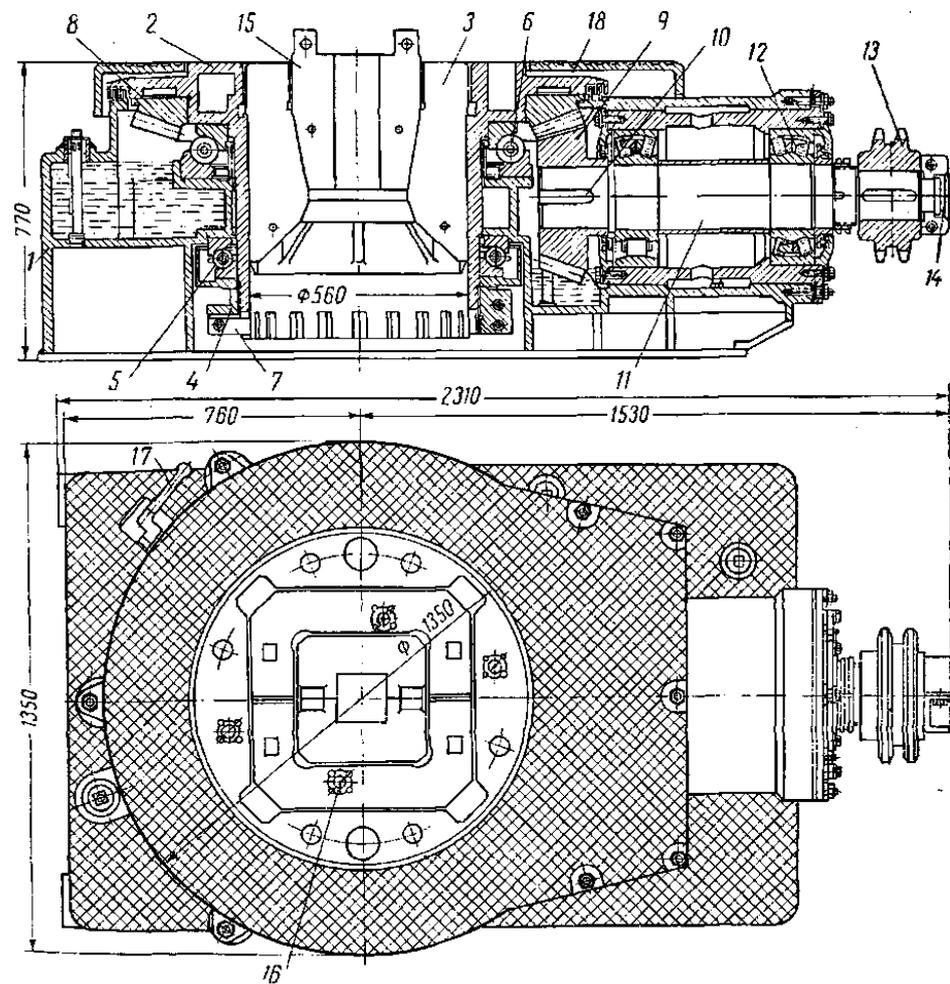
## 1.2 Устройство роторов

Устройство ротора показано на рисунке 1.2. Таким образом, ротор состоит из нижеперечисленных частей и деталей. Главным звеном ротора является станина, которая расположена под номером 1. За исключением крышки и цепного колеса 13 внутри станины расположены все остальные детали. Сама же станина представляет собой стальную отливку. Масляная ванна сложена из внутренней полый части станины. Масляная ванна предназначена для опор стола ротора и конической пары.

Основной вращающейся частью ротора является- его стол. Стол обозначен номером 2. Стол ротора приводится во вращение с непосредственным участием зажимов 15 и разъемных вкладышей 3. Как говорилось ранее, стол ротора устанавливается на двух опорах. Эти опоры складываются из двух составляющих – вспомогательной и главной опоры 6. Вспомогательная опора стола служит для восприятия радиальных нагрузок от осевых ударов при бурении или подъеме колонны, и от зубчатой передачи. В то время как, главная опора воспринимает осевые статические нагрузки от веса колонны, которая спущена в скважину, и динамические нагрузки. В верхней части стола имеются лабиринтные уплотнения. Данные уплотнения располагаются между корпусом и столом ротора 2. Их задачей является предупреждение возможности проникновения бурового раствора смазки из ротора, которое происходит при вращении стола.

Одним из немаловажных частей ротора- приводной вал обозначен под номером 11. Он устанавливается в станине на двух роликовых подшипниках. Один из роликовых подшипников находится рядом с конической шестерней. На один конец вала насаживается цепное колесо 13. На другой же конец вала

устанавливается коническая шестерня. Цепное колесо установлено вне станины, то есть на консольной части ванны. Привод во вращение осуществляется при включении пневматической муфты.



1 – станина; 2 – стол ротора; 3 – разъемные вкладыши; 4 – гайка; 5 – нижний радиально-упорный подшипник; 6 – основная опора; 7 – передвижная шпонка; 9 – шестерня; 10 – шпонка; 11 – ведущий вал ротора; 12 – роликовые подшипники; 13 – цепные колеса; 14 – хомут; 15 – зажим; 16, 17 – защелки; 18 – кожух.

Рисунок 1.2 – Вид ротора в разрезе и сверху

В отдельных буровых установках роторный вал соединяется с приводом посредством карданного вала. Муфта кардана монтируется на валу ротора вместо цепного колеса.

Кронштейн в конструкции ротора необходим для соединения механизма, предназначенного для спуска и соединения клиньев. Данное действие осуществляется при спуско-подъемных операциях.

Крышка образует некую площадку, которая удобна при работе спуско-подъемных операций. Также назначением этой крышки является защита от загрязнения внутреннюю часть станины.

Разъемные вкладыши изображены под номером 3. Вкладыши состоят из двух половинок. Разъемные вкладыши предназначены для того, чтобы закрывать проходное отверстие в роторе. При бурении в эти вкладыши вставляют квадратные зажимы. При спуско-подъемных операциях в них помещают клинья. Зажимы, находящиеся под номером 15 закрепляются болтами. Далее вместе с ведущей трубой они опускаются в отверстие вкладышей.

Стопорное устройство необходимо для фиксации стола ротора. Стопорное устройство имеет рукоять для управления. Она располагается наверху крышки стола в так называемом специальном углублении, которое защищает ее от различного вида повреждений. Углубление необходимо для того, чтобы рукоять не препятствовала работе.

Задающим звеном проходного размера долота является диаметр отверстия в столе ротора, и он же характеризует основные размеры ротора. Для того, чтобы облегчить труд рабочих и механизировать процесс при спуско-подъемных операциях новейшие роторы экипируются пневматическими клиновыми захватами. Клиновые захваты помещаются вместе с составом клиньев для бурильных труб разных размеров.

При разработке ротора, также как и иных узлов буровой установки, которые реализовывают жесткие технические задачи, разработчику необходимо побеспокоиться о том, чтобы ротор совпадал с соответствующими требованиями, которые изначально были озвучены. Исходя из этого следует, что целесообразно производить аналитику превосходства и изъяны имеющихся разработок. Далее избрать модель ротора и макет конструкции.

Цель разработки и изготовления роторов с преимущественно большим проходным отверстием для бурения скважин большой глубины очень усугубляется. Потому что запрашиваемая частота вращения 300 оборотов в минуту и больше остается постоянной. Эта частота не зависит от глубины нахождения скважины. Диаметры конического колеса увеличиваются в зависимости от того, насколько больше диаметр проходного отверстия. Также при этом происходит увеличения диаметра главной опоры. Точность изготовления должна быть на класс выше. Для того, чтобы это доказать рассмотрим выбор образца конструкции ротора на основе исследования двух разработок роторов. Более точнее представлено на рисунке 1.3

Как можно увидеть на рисунке 1.3 а изображена конструкция ротора, который имеет проходное отверстие с диаметром 560 миллиметров. Также здесь видно консольно расположенное коническое колесо. Верхнее расположение главной опоры и ведущего вала, собранного на роликовых подшипниках. Опора находится около конической шестерни. В этой опоре помещен сдвоенный конический роликовый подшипник. Данный подшипник воспринимает как радиальные, так и осевые нагрузки. Возле звездочки находится роликоподшипник с цилиндрическими роликами, который воспринимает только радиальные нагрузки.

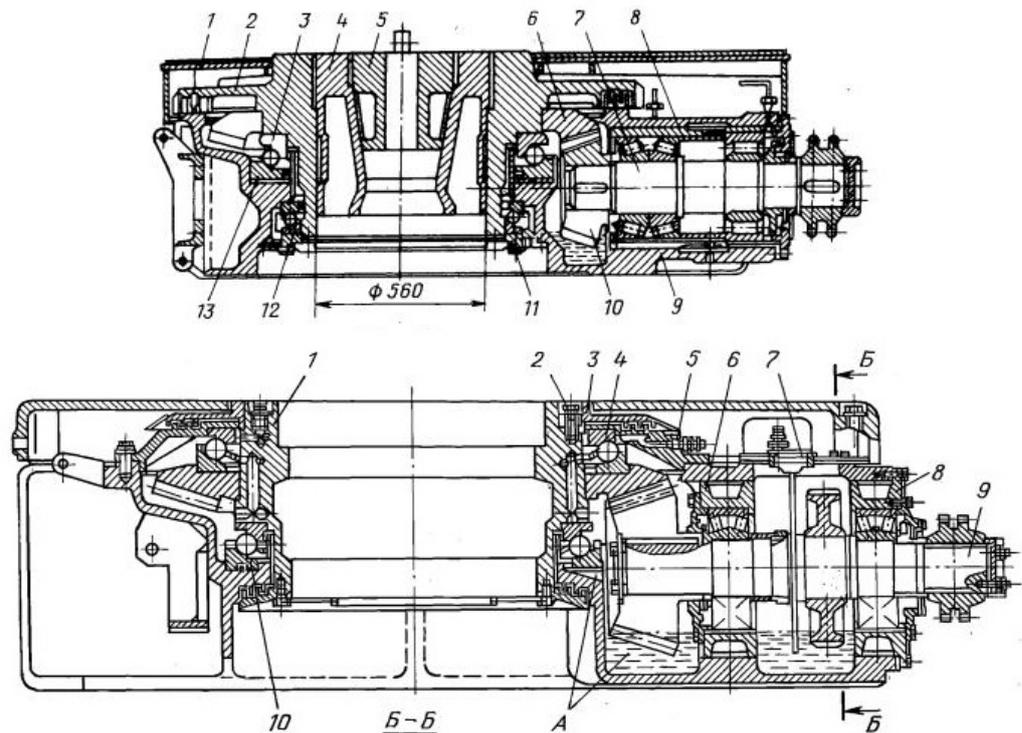
На рисунке 1.3 под пунктом б кажется будто ротор выполнен удачнее, так как коническое колесо находится между опорами стола ротора. Главная опора расположена в масляной ванне, при этом сферическим подшипником воспринимаются осевые нагрузки на ведущем валу, расположенным возле звездочки и меньше нагруженной радиальными нагрузками.

Тем не менее практика внедрения ротора в производство доказала, что ротор, изготовленный по данной схеме, работает не лучшим образом, чем ротор, созданный по схеме рисунка 1.3 а. Это обуславливается тем, что в данном роторе гораздо выгоднее обеспечена круговращение смазочного материала в главной опоре, т.е не в вспомогательной. Сливающееся масло с конического колеса не имеет возможности прямо попасть в главную опору. С самого начала она попадает в картер, где имеет вероятность отстояться. Это необходимо, перед тем как стечь во внутреннюю часть самого подшипника. При достижении уровня смазки центров шаров опоры, масло выплескивается центробежными силами в картер. При этом создается циркуляция, которая обеспечивает отличное охлаждение и смазку.

Вопреки тому, что в роторе, изображенном на рисунке 1.3 б, местоположение колеса между опорами гораздо лучше, верхний подшипник все равно выходит из строя быстрее. Это характеризуется тем, что в опоре большего диаметра некорректно решена принудительная система смазки. Находящаяся в масляной ванне, нижняя главная опора не убережена от проникновения в нее продуктов износа.

В данном случае для верхней опоры продумана принудительная система смазки, которая в данном случае значительно усложнила проектировку. Эта конструкция не совпадает с требуемыми скрупулезностями нахождения осей опоры, поскольку верхний подшипник устанавливается в промежуточной крышке. Это снижает надежность и безопасность конструкции, а также точность монтажа. Если же не гарантировать фактор точности, отличной смазки и доброкачественность изделия, то при завышенных скоростях нелегко рассчитывать на надежную работу всего ротора. Необходимо обеспечить благополучную смазку, защиту от проникновения частиц износа в сам подшипник.

Обследование конструкции ведущего вала ротора на рисунке 1.3а демонстрирует нам, что невзирая на нагружение опоры около шестерни различного вида нагрузками, спаренный конический подшипник с отлично выбранными размерами снабжает необходимую долговечность. Термические увеличения вала не оказывают влияния на зазор в зацеплении, не создают лишних тяжестей на сами подшипники, что нельзя сказать о других типах разработки. Из обговоренного примера заметно, что не сколько конструктивная модель, а и ее реализация определяет выбор прототипа.



а – под зубчатым колесом; б – над зубчатым колесом; 1 – крышка; 2 – стол ротора; 3,12 – основная и вспомогательная опора; 4 – разъемный вкладыш; 5 – зажим; 6 – колесо; 7 – вал быстроходный; 8 – стакан; 9 – станина; 10 – шестерня; 11 – фланец, 13 – прокладки, 14.

Рисунок 1.3 – Конструкции роторов Р- 560 и УР- 760

В масляной ванне расположена вспомогательная опора, которая образована стаканом и корпусом. При этом верхняя опора, которая является главной, открыта. Несмотря на то, что продукты износа имеют возможность попасть в нее. Они не имеют возможности там накапливаться, потому что есть свободный сток масла в картер. Такая смазочная система работает отлично, потому что кольцевые скорости в данном роторе не превышают отметки в 8 м/с.

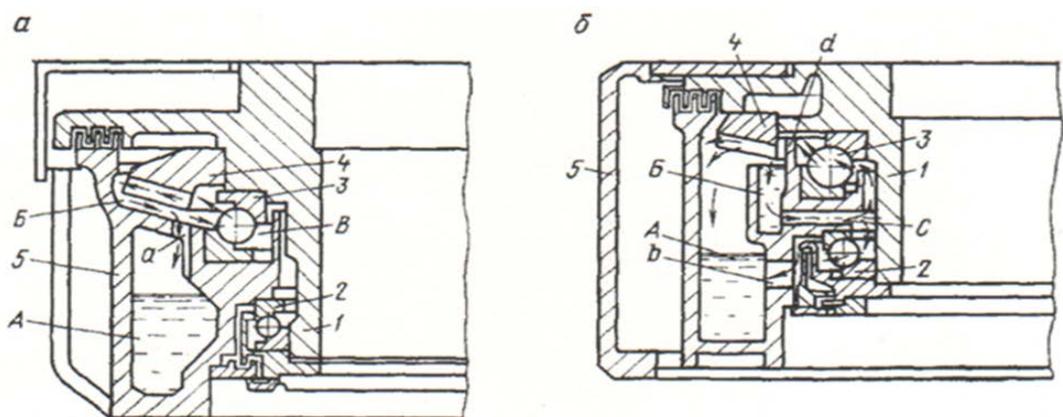
Требуется рассмотреть высокую точность регулировки конического зубчатого зацепления в роторе. Обычно регулировка колеса осуществляется при помощи так называемых прокладок, которые устанавливаются меж главной опорой и корпусом. Регулировка шестерни осуществляется с помощью прокладок, смонтированных между фланцем стакана и корпусом ротора. Расстояние между вспомогательной и главной опор под подшипников стола ротора регламентируется тонкими прокладками, сделанные из металла. Следует сконструировать опоры стола ротора и зубчатую коническую передачу таким образом, чтобы масло, которое стекает с зубчатого колеса, перед тем как попасть в опоры, миновало через отстойник. В небольших количествах разработок роторов в цокольных частях картера спланированы магнитные маслоочистители. Литраж масляной ванны обязана снабжать необходимый

запас масла для охлаждения масла и отвода тепла. Разрешается нагрев масла не выше 80°C.

### 1.3 Системы смазки роторов

Система смазки любого механизма несомненно играет важную роль в слаженной работе всей системы. Поскольку она предназначена для выполнения таких функций, как уменьшение силы трения между соприкасающимися деталями, охлаждение основных деталей, предохранение от эффекта коррозии, очищение от загрязнений (продуктов износа и нагара). В роторах рабочей жидкостью, т.е. смазочным материалом выступает масло, которое может подаваться давлением, разбрызгиванием или самотеком. Это определяет вид, конструкцию и принцип работы всей системы.

Для того, чтобы проанализировать работу систем смазки необходимо рассмотреть пример удачного и неудачного конструктивных решений систем смазки. На рисунке 1.4 а показан пример не совсем удачного решения системы смазки, а на рисунке 1.4 б уже представлена разработка более удачного варианта.



1 – стол ротора; 2, 3 – опоры вспомогательная и главная; 4 – колесо коническое; 5 – корпус ротора.

Рисунок 1.4 – Системы смазки опор роторов.

Рисунок 1.4 а наглядно демонстрирует, как масло из картера, обозначенного буквой А, с помощью конической шестерни забрасывается в полость В. Отработанное масло стекает с колеса. Затем попадает в камеру главной опоры, обозначенной буквой В. Излишки масла стекают по каналу а. данный канал находится выше уровня центров шаров. Далее масло попадает в картер А. Тем временем, в камере В происходит скопление продуктов износа. Масло там не имеет возможности свободно циркулировать. Опора, которая находится ниже, изолирована от картера А. данная опора смазывается многофункциональной среднеплавкой смазкой, которая малопригодна для высоких частот вращения.

На рисунке 1.4 б представлена наиболее удачное решение системы смазки. Так как смазка здесь происходит при помощи масла с обеих опор стола ротора. Масло, которое находится в картере А, также захватывается конической шестерней, а затем попадает на коническое колеса. При этом грязное масло, стекающее с колеса, не имеет шанса в тот же момент попасть в главную опору, поскольку ей препятствует высокий бурт, обозначенный латинской буквой d. Масло попадает в камеру Б. Из камеры Б по каналу С масло направляется во внутреннюю часть главной и вспомогательной опор. Канал С расположен незначительно выше дна камеры Б. Это сделано для того, чтобы предотвращать попадание частичек грязи. При вращении стола ротора, масло при помощи центробежных сил выталкивается через бурт d и канал b в картер А, при этом создается непрерывная циркуляция. Существование буртов в камерах предполагает сохранять заданный уровень масла, который требуется для снабжения смазки.

#### **1.4 Выбор прототипа и описание конструкции**

Ротор марки Р-700 необходим для осуществления нижеперечисленных функций при операции бурения:

Удержание на весу с помощью элеватора или клиньев колонны бурильных или обсадных труб;

Передача вращения колонне бурильных или обсадных труб при свинчивании и развинчивании.

В комплекте с клиньями ПКР для механизированного захвата и освобождения колонны бурильных труб при спуско-подъемных операциях и спуске обсадной колонны.

Ротор состоит из станины, стола с коническим зубчатым венцом, узла быстроходного вала. Зубчатый венец опирается на подшипники, а быстроходный вал смонтирован в общем стакане со сменной звездочкой и конической шестерней.

Станина ротора во многих случаях изготавливается литой из конструкционных нелегированных сталей. Геометрические размеры ее форма определяются конструктивными, эксплуатационными, технологическими и эстетическими требованиями. Для того, чтобы разместить стол ротора и быстроходный вал в станине имеются вертикальная и горизонтальная расточки. Толщина стенок равняется 15-30 миллиметрам. Для приобретения качественных отливок толщина стенок станины ротора выбирается с учетом требований литейного производства.

Стол ротора представляет собой полую стальную отливку с наружным диском. Наружный диск предназначен для изолирования вертикальной расточки станины. В верхней части стола ротора имеется квадратное углубление для втулки. Тем временем вкладыши имеют идентичное углубление, предназначенное для зажимов.

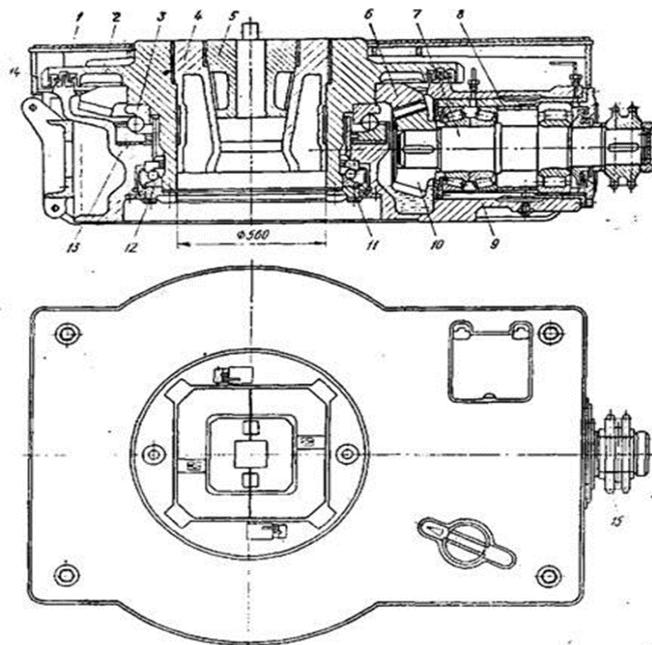


Рисунок 1.5 - Буровой ротор Р-700

Стол ротора устанавливается на главной и вспомогательных опорах. В роли опор используются упорно-радиальные шариковые подшипники. Эти подшипники способны воспринимать двусторонние осевые нагрузки. Упорно-радиальные шариковые подшипники выбираются в зависимости от диаметра проходного отверстия стола ротора. Для того, чтобы защитить подшипники от перегрева в нижней части стакана имеются продольные каналы для выхода масла в масляную ванну стакана. Перегрев происходит по случаю затруднительной циркуляции масла, которое находится в карманах.

Масляная ванна, которая является центральной в данном случае, располагается между станиной и столом ротора. Ванна заполняется жидким маслом с помощью заливного отверстия. Отверстие закрывается пробкой с указателем уровня масла. Как известно, при проведении спуско-подъемных операций происходит разлив промывочного раствора. Для того, чтобы предохранить масляную ванну от попадания в нее данного раствора имеются кольцевые лабиринтные уплотнения. Они находятся между столом ротора и станиной. При вращении шестерни подшипники смазываются путем разбрызгивания масла, поэтому необходимо, чтобы уровень масла в центральной ванне был выше нижнего контура шестерни.

Непосредственная смена масла осуществляется после бурения каждой скважины. Менять масло необходимо не реже чем через 2--3 мес. Для осуществления процесса слива отработанного масла в основании корпуса имеются сливные пробки. Ванну необходимо промыть керосином перед тем как заливать свежее масла.

## 2 Усовершенствование конструкции

### 2.1 Краткий обзор по патентному поиску

Авторское свидетельство под номером №595473

Изобретение относится к буровой технике, в частности к устройствам, передающим вращение бурильным трубам и воспринимающим их вес.

Цель изобретения – повышение надежности и долговечности за счет обеспечения дополнительной смазки верхней опоры.

Это достигается тем, что ротор снабжен установленным на валу эксцентриковым диском, который кинематически соединен с насосом.

Ротор содержит станину 1, быстроходный вал 2, стол 3, вкладыши 4 и 5 с различными диаметрами для прохода долот, накрученных сверху ротора. Смазка ротора обеспечивается плунжерным масляным насосом 6 с эксцентриковым диском 7 установленным на валу 8, а фиксирование ротора в двух положениях

осуществляется стопорным устройством с зубчатой рейкой 9 и с рукояткой 10, сидящей на одной оси с зубчатым колесом 11.

Ротор обеспечивается смазкой следующим образом.

Плунжерный масляный насос 6 получает возвратно поступательное движение от эксцентрикового диска 7, засасывает масло с верхнего уровня масляной ванны ротора и подает его в верхний подшипник 12, откуда масло по смазочным каналам 13 в столе 3 стекает к нижним подшипниковым узлам.

Формула изобретения.

Ротор буровой установки, содержащий вал с шестернями, расположенными в масляной ванне, в которой установлен насос, станину, верхнюю и нижнюю опоры стола ротора, отличающийся тем, что, с целью повышения надежности и долговечности за счет обеспечения дополнительной смазки верхней опоры, он снабжен установленным на валу эксцентриковым диском, который кинематически соединен с насосом.

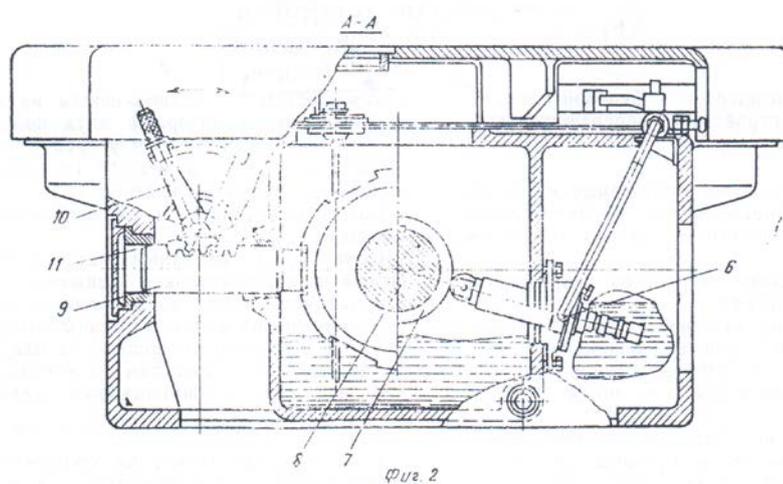
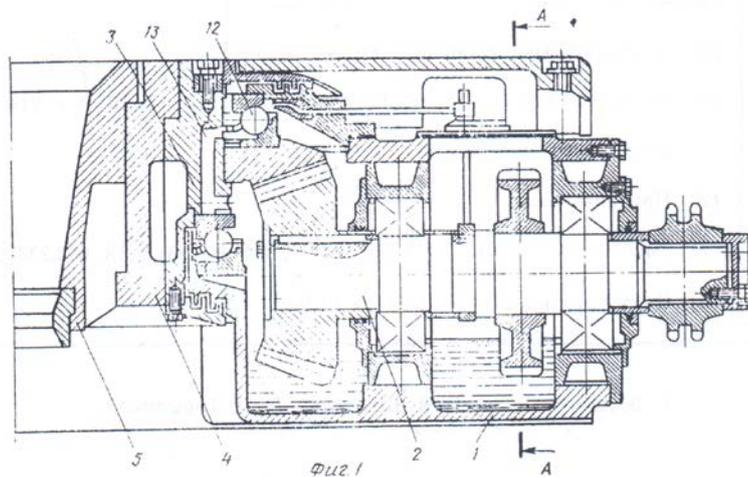
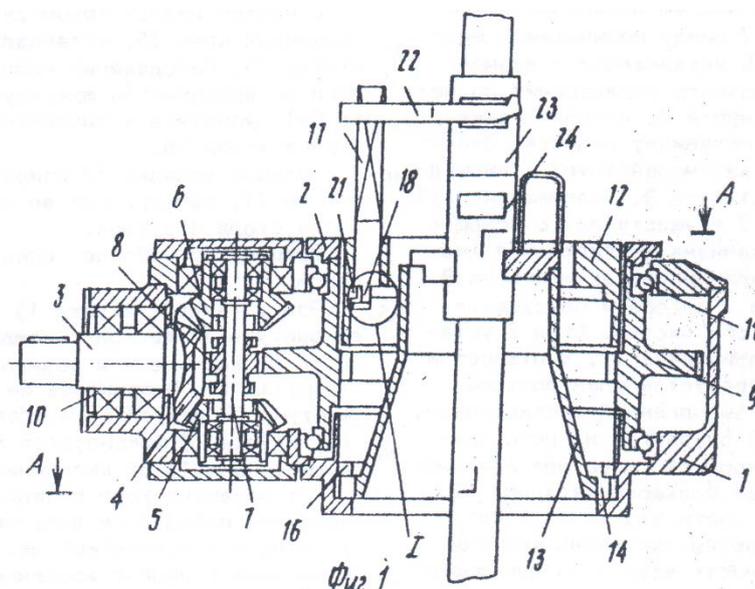


Рисунок 2.1 - Патенту №595473

Патент по номеру №1705533. Данное изобретение связано с ротором БУ. Целью разработки является увеличение надежности работы ротора буровой установки.



1- корпус; 2- стол; 3- вал; 4- ведущая шестерня; 5,6- конические шестерни; 7- вертикальный вал; 8- зубчатая муфта; 9- ведомая шестерня; 10- вилка; 11- подшипники; 12- большой вкладыш; 13- втулка; 14,16 - выступы; 15- прорезы; 17- водило; 18- шейка; 19- буртик; 20- срез; 21- профильный выступ; 22- подвижный ключ; 23,24- верхняя и нижняя труба; 25- неподвижный ключ; 26- упоры.

Рисунок 2.2 - Патент №1705533

Ротор буровой установки в составе имеет корпус со столом с ведомой шестерней. В корпусе размещена втулка с проходным отверстием и упором для неподвижного ключа, которая в свою очередь соединена с помощью выступов, выполненных на наружной поверхности нижней части с ответными прорезями в корпусе. Затем в состав ротора входит связанное со столом так называемое водило с подвижным ключом, также приводной вал с конической ведущей шестерней, который различается тем, что, с целью увеличения надежности в работе, ротор оснащен механизмом реверса. Реверс выполнен в форме вертикального вала с закрепленными по концам коническими шестернями. Эти шестерни установлены с необходимостью соединения с конической ведущей шестерней привода, и зубчатой муфтой, которая размещена на вертикальном валу с возможностью перемещения вдоль него и взаимодействия с коническими шестернями стола и вертикального вала.

Преимуществом данной конструкции является то, что проходное сечение стола ротора не уменьшено, поскольку конструкция допускает выполнение втулки в нижнем расположении. Также выступы допускают установку и фиксацию втулки с наружной стороны конической поверхности.

## 2.2 Рекомендации по усовершенствованию конструкции

Исследуя обзор научно-технического материала по системам смазки буровых ротор, было принято решение. В нем гласит, что система смазки в роторе марки Р-700 осуществлена не полностью. Вспомогательная опора подвергается смазке маслом, которое стекает с основной опоры проходя через систему каналов, и не имеет возможности оттока масла. В результате чего задерживается там, тем самым претерпевая застаивание. Таким образом, в вспомогательной опоре осуществляется смазывание масла, которое уже застоялось в системе каналов.

Выявленный недостаток предлагается устранить с незначительными поправками в конструкции ротора. Для осуществления этой модернизации необходимо в станине ротора выполнить отверстие, предназначение которого является отток смазывающего вещества в картер конического зацепления. Следовательно, система смазки ротора будет циркуляционной. А также вспомогательная опора будет подвергаться смазке с участием свежего масла.

Как правило, цепная передача с цепью 2ПРТ-50,8 используется для привода ротора на БУ. Поскольку промежуток между ведущей и ведомой звездочками составляет 3250 мм, присутствует провисание цепной передачи. Далее по причине износа цепи, расстояние увеличивается

Рывки и удары, происходящие при работе ротора, сказываются негативно на коническое зацепление и саму цепь. В результате этих ударов значительно сокращается срок службы и эксплуатации цепи и конического зацепления. Чтобы предотвратить появление рывков и ударов предлагается оснащение цепной передачи успокоительным механизмом. В данном случае, успокоительный механизм необходим для устранения провисания и остановит рывки и удары во время нахождения ротора в рабочем состоянии.

### 3 Расчетный раздел

#### 3.1 Расчет действующих нагрузок

Допускаемая статическая нагрузка на стол ротора обязана быть удовлетворительной для поддержания в стационарном состоянии самой тяжелой обсадной колонны, которая используется в выданном диапазоне глубин бурения. Во многих ситуациях более громоздкими являются промежуточные колонны обсадных труб, тяжесть которых для некоторых конструкций скважины приближается к значению допускаемой нагрузки на крюке буровой установки. Следовательно, паспортное значение допускаемой статической нагрузки на стол ротора как правило, совпадает с величиной допускаемой нагрузки на крюке, которая принимается для буровых установок соответствующего класса.

Наряду с этим допускаемая статическая нагрузка не должна превышать статической грузоподъемности подшипника основной опоры стола ротора. Исходя из рассмотренных условий, можно записать

$$G_{\max} < P < C_0, \quad (3.1)$$

где  $G_{\max}$  - масса наиболее тяжелой колонны обсадных труб, применяемой в заданном диапазоне глубин бурения;

$P$  - допускаемая статическая нагрузка на стол ротора;

$C_0$  - статическая грузоподъемность подшипника основной опоры стола ротора.

Из приведенных в данных следует, что упорно-радиальные шариковые подшипники, выбранные по диаметру проходного отверстия стола ротора, обеспечивают более чем 1,5 - кратный запас по отношению к допускаемой статической нагрузке на стол ротора.

#### 3.2 Расчет конструктивных параметров ротора

Диаметр проходного отверстия

Диаметр проходного отверстия в столе ротора должен быть достаточным для спуска долот и обсадных труб, используемых при бурении и креплении скважины. Для этого необходимо, чтобы отверстие в столе ротора было больше диаметра долота при бурении под направление:

$$D = D_{\text{дн}} + \delta \text{ мм}, \quad (3.2)$$

$$D = D_{\text{дн}} + \delta = 660 + 40 = 700 \text{ мм},$$

где  $D$  - диаметр проходного отверстия в столе ротора;

$D_{\text{дн}}$  - диаметр долота при бурении под направление скважины;

$\delta$  - диаметральный зазор, необходимый для свободного прохода долота ( $\delta = 40$  мм).

В глубоких скважинах диаметр направления обычно возрастает вследствие увеличения числа промежуточных колонн.

Частота вращения стола ротора

Частоту вращения стола ротора выбирают в соответствии с требованиями, предъявляемыми технологией бурения скважин. Наибольшая частота вращения стола ротора ограничивается критической частотой вращения буровых долот:  $n_{\max} < 250$  об/мин.

Опыт бурения скважин роторным способом показывает, что при дальнейшем увеличении частоты вращения ухудшаются показатели работы долот. Наряду с этим следует учитывать, что с ростом частоты вращения увеличиваются центробежные силы, вызывающие продольный изгиб бурильной колонны, вследствие которого происходят усталостные разрушения в ее резьбовых соединениях и искривление ствола скважины

Бурение глубоководных абразивных и весьма твердых пород, забуривание и калибровка ствола скважин проводятся при частоте вращения до 50 об/мин. Для периодического проворачивания бурильной колонны с целью устранения прихватов при бурении забойными двигателями, а также для вращения ловильного инструмента при авариях в скважине требуется дальнейшее снижение частоты вращения стола ротора до 15 об/мин. С учетом этих требований наименьшая частота вращения стола ротора  $n_{\min} = 15-50$  об/мин.

Отношение предельных значений частоты вращения определяет диапазон ее регулирования:

$$R_n = n_{\max}/n_{\min}, \quad (3.3)$$

$$R_n = 250/50 = 5.$$

На скоростную характеристику ротора существенно влияет тип используемого привода. Предпочтительным является электропривод постоянного тока, обеспечивающий бесступенчатое изменение частоты вращения стола ротора в необходимом диапазоне регулирования. При дизельном приводе и электроприводе переменного тока используются механические передачи, осуществляющие ступенчатое регулирование частоты вращения стола ротора. Число скоростей ротора должно быть достаточным для удовлетворения требований бурения.

Мощность ротора

Мощность ротора должна быть достаточной для вращения бурильной колонны, долота и разрушения забоя скважины:

$$N = (N_{x.v.} + N_d) / \eta, \quad (3.4)$$

где  $N_{x.v.}$  - мощность на холостое вращение бурильной колонны;

$N_d$  - мощность на вращение долота и разрушение забоя;

$\eta$  - к. п. д. ротора = 0.9-0.95

Мощность на холостое вращение бурильной колонны (момент, передаваемый долоту, равен нулю) расходуется на преодоление сопротивлений вращению, возникающих в системе бурильная колонна — скважина. Сопротивление вращению зависит от длины и диаметра бурильной колонны, плотности промывочной жидкости в скважине, трения труб о стенки скважины. Сопротивление вращению изменяется в зависимости от кривизны и состояния стенок скважины, пространственной формы бурильной колонны, вибраций, вызванных трением и центробежными силами.

$$N_{x.b} = c \cdot \rho \cdot d \cdot L_n^{10}, \quad (3.5)$$

$$N_{x.b} = c \cdot \rho \cdot d \cdot L_n^{10} = 13,5 \cdot 10^{-8} \cdot 3500 \cdot 0,127^2 \cdot 150^{1,5} \cdot 0,394^{0,5} \cdot 1,5 \cdot 10^4 = 131,8 \text{ кВт},$$

где:  $\rho$  - плотность раствора;

$d$  - наружный диаметр бурильных труб, м;

$L$  - длина бурильных труб, м;

$n$  - частота бурильной колонны, об/мин;

$c$  - коэффициент, учитывающий угол искривления скважины:

Мощность, расходуемая на вращение долота и разрушение забоя скважины, рассчитывается по следующей формуле:

$$N_d = 3.5 \cdot k \cdot P_d \cdot D_d \cdot n^{10}, \quad (3.6)$$

$$N_d = 3.5 \cdot k \cdot P_d \cdot D_d \cdot n^{10} = 2,6 \cdot 1,5 \cdot 10^{-5} \cdot 150 \cdot 394^{0,4} \cdot 150^{1,3} = 43,1 \text{ кВт},$$

где  $k = 0.2-0.3$  – для изношенного долота;  $k = 0.1-0.2$  – для нового долота при бурении в твёрдых породах;

$P_d$  - осевая нагрузка на долото, кН;

$n$  - частота вращения долота,

$D_d$  - диаметр долота, м.

В процессе бурения скважины происходит непрерывно-ступенчатое изменение потребляемой ротором мощности. Это обусловлено последовательным увеличением длины бурильной колонны, ступенчатым уменьшением диаметра используемых долот, а также изменением режимов бурения по мере углубления скважины. Для выбора ротора, удовлетворяющего требованиям бурения скважины определяют мощности, необходимые для бурения скважины под направление, кондуктор, промежуточные и эксплуатационную колонны.

Максимальный вращающий момент

Максимальный вращающий момент (в кН·м) определяют по мощности и минимальной частоте вращения стола ротора:

$$M_{\max} = N \cdot \eta / n_{\min}, \quad (3.7)$$

$$M_{\max} = 440 \cdot 0.95 / 50 = 8,36 \text{ кН/м},$$

где  $N$  - мощность ротора, кВт;

$\eta$  - к. п. д. ротора;

$n_{\min}$  - минимальная частота вращения, об/мин.

Максимальный вращающий момент ограничивается прочностью бурильной колонны и деталей, передающих вращение столу ротора.

Базовое расстояние

Базовое расстояние, измеряемое от оси ротора до первого ряда зубьев цепной звездочки на быстроходном валу ротора, используется при проектировании цепной передачи, передающей вращение от лебедки ротору.

Частота вращения для всех типоразмеров не более 250 об/мин. Проходной диаметр диаметр втулки ротора для всех типоразмеров 225 мм.

Базовое расстояние согласно ГОСТ 4938-78 и ГОСТ 16293-82 равняется 1353 метрам.

### 3.3 Расчеты на прочность отдельных элементов

Выбираем материал вала – сталь 40Х, термообработка – улучшение:  $\sigma_T = 750$  МПа,  $\sigma_B = 900$  МПа. Тогда пределы выносливости материала вала определяются по эмпирическим зависимостям

$$\sigma_{-1} = 0,43 \cdot \sigma_B = 0,43 \cdot 900 = 387 \text{ МПа}, \quad (3.8)$$

$$\tau_{-1} = 0,58 \cdot \sigma_{-1} = 0,58 \cdot 387 = 224 \text{ МПа}.$$

$K_\sigma$ ,  $K_\tau$  - эффективные коэффициенты концентрации напряжений при изгибе и кручении в опасном сечении, которые выбираются по виду концентратора напряжений. Для рассматриваемого примера определим соотношение размеров:  $t/r = 2,5/1,0 = 2,5$ ;  $r/d = 1/40 = 0,025$ .

$$K_\sigma = 2,225; K_\tau = 1,75,$$

где  $\beta$  - коэффициент, учитывающий шероховатость поверхности вала. Его значение выбирают в интервале  $\beta = 0,9 \dots 1,0$ ;

$\varepsilon_\sigma$ ,  $\varepsilon_\tau$  - масштабные факторы для нормальных и касательных напряжений, выбираемые интерполированием по данным таблицы 2. Для рассматриваемого примера  $\varepsilon_\sigma = 0,73$ ;  $\varepsilon_\tau = 0,73$ ;

$\sigma_a$ ,  $\tau_a$  - амплитуды циклов напряжений, МПа;

$\sigma_m$ ,  $\tau_m$  - средние значения циклов напряжений, МПа;

$\psi_\sigma$ ,  $\psi_\tau$  - коэффициенты, учитывающие влияние среднего напряжения цикла на коэффициент запаса прочности.

Напряжения изгиба изменяются по симметричному циклу, поэтому амплитуда  $\sigma_a$ , МПа, и среднее значение цикла  $\sigma_m$ , МПа, равны

$$\sigma_a = M_u^{\max} / W, \sigma_m = 0, \quad (3.9)$$

где  $M_u^{\max}$  - максимальный изгибающий момент, Нмм, в опасном сечении вала (см. эпюру изгибающих моментов, рис. 3.1 е,);

$W$  – момент сопротивления сечения, мм<sup>3</sup>, который равен: для круглого сплошного сечения вала  $W=0,1d^3$ , а для сечения со шпоночным пазом

$$W=0,1d^3 - bt_1(d-t_1)^2/2d, \quad (3.10)$$

где  $d$ – диаметр вала в опасном сечении.

Для рассматриваемого примера (опасное сечение вала – сплошное), поэтому амплитуда цикла  $\sigma_a$ , МПа, определится по формуле

$$\sigma_a = M_u^{\max} / 0,1d^3 = 117600 / 0,1 \cdot 400^3 = 18,4 \text{ Мпа.} \quad (3.11)$$

Напряжения кручения при нереверсивном вращении вала изменяются по отнулевому циклу, поэтому амплитуда  $\tau_a$ , МПа, и среднее значение цикла  $\tau_m$ , МПа, равны

$$\tau_a = \tau_m = T_i / 2W_p, \quad (3.12)$$

где  $T_i$  - крутящий момент в опасном сечении вала, Нмм, (см. эпюру крутящих моментов, рис.3.1, ж);

$W_p$  - полярный момент сопротивления сечения, мм<sup>3</sup>, который равен: для круглого сплошного сечения вала  $W_p = 0,2d^3$ , а для сечения со шпоночным пазом

$$W_p = 0,2d^3 - bt_1(d-t_1)^2 / 2d, \quad (3.13)$$

где  $d$ – диаметр вала, мм, в опасном сечении вала.

Для рассматриваемого примера (опасное сечение вала – сплошное), для которого

$$\tau_a = \tau_m = T_3 / 2 \cdot 0,2d^3 = 153 \cdot 10^3 / 2 \cdot 0,2 \cdot 40^3 = 6 \text{ Мпа.} \quad (3.14)$$

Для рассматриваемого примера коэффициенты запаса прочности по нормальным и касательным напряжениям равны по формулам

$$S_\sigma = 387 / (2,225 / 0,95 \cdot 0,73) \cdot 18,4 + 0,09 \cdot 0 = 6,5, \quad (3.15)$$

$$S_\tau = 224 / (1,75 / 0,95 \cdot 0,73) \cdot 6 + 0,04 \cdot 6 = 14,6. \quad (3.16)$$

Расчетный коэффициент запаса прочности равен по формуле

$$S = 6,5 \cdot 14,6 / \sqrt{(6,5^2 + 14,6^2)} = 5,94. \quad (3.17)$$

Расчетный коэффициент запаса прочности больше допустимого по условию, значит, вал работоспособен. Практика расчетов показывает, что условие всегда выполняется.

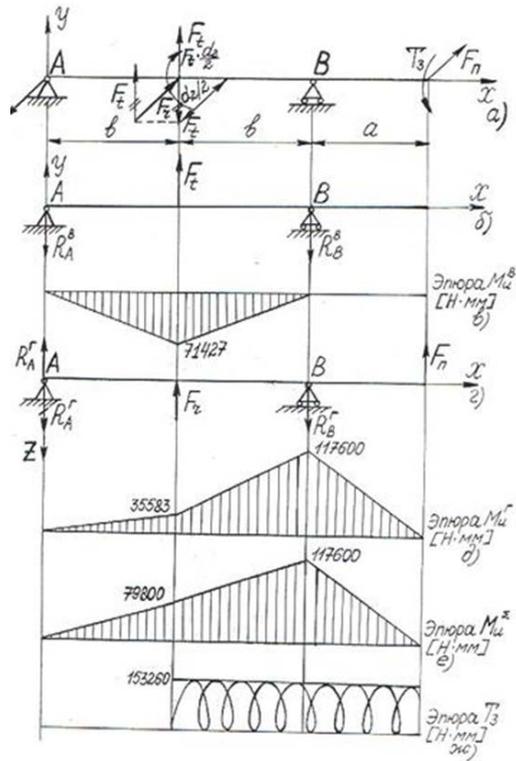


Рисунок 3.1 - Опасное сечение опоры

## 4 Экономический раздел

Успокоительный механизм следует изготавливать по частям и по этапам. Часть деталей изготавливается на металлорежущих станках, с помощью металлорежущего инструмента, а также сварочного аппарата. Остальные детали стандартные и являются покупными.

Сборка механизма

Успокоительный механизм следует собирать в следующей последовательности.

- 1) В нижние отверстия опор устанавливаются опорные бронзовые втулки;
- 2) Цепная звёздочка одевается на ось;
- 3) При помощи подшипников качения звёздочка фиксируется на оси, подшипники заполняются консистентной смазкой типа ЦИАТИМ – 203 ГОСТ 8373 – 73;
- 4) На звёздочке устанавливаются крышки подшипников, тем самым поджимаются наружные кольца подшипников;
- 5) На ось надеваются втулки, устанавливаются две опоры, тем самым поджимаются внутренние кольца подшипников. Одновременно с опорами устанавливается верхняя пружинная опора;
- 6) В отверстия опор с бронзовыми втулками и в отверстия основания устанавливается опорная ось с фиксаторами;
- 7) В нижней пружинной опоре устанавливается шток, на него одевается кожух, затем устанавливается пружина между верхней пружинной опорой и нижней пружинной опорой;
- 8) На шток накручивается гайка с шайбой и фиксируется контргайкой.

Монтаж успокоительного механизма

При монтаже механизма необходимо выполнить следующие операции.

- 1) Снять защитный кожух со штока в механизме и натянуть пружину до нижнего крайнего положения механизма. Зафиксировать положение механизма стальной проволокой через монтажные отверстия в опорах и в основании;
- 2) Установить и зафиксировать защитный кожух на штоке механизма;
- 3) Снять защитный кожух цепной передачи;
- 4) Натянуть верхнюю ветвь цепной передачи;
- 5) Подвести успокоитель под нижнюю ветвь цепной передачи;
- 6) Отпустить верхнюю ветвь цепи;
- 7) Закрепить основание успокоительного механизма к полу буровой площадки;
- 8) Натянуть нижнюю ветвь цепи путём удаления стальной проволоки из механизма;
- 9) Установить защитный кожух цепной передачи.

Раз в неделю производить визуальный осмотр механизма. Раз в месяц следует закладывать свежую смазку в подшипники через предусмотренные отверстия в крышках подшипников.

Модернизация системы смазки подшипников ротора

Модернизацию следует провести при очередной доставке ротора в ремонтно-механическую мастерскую для планового ремонта. Этим будут обусловлены меньшие материальные затраты.

Порядок проведения модернизации:

- 1) Выполнить разборку ротора, пока не станет возможным произвести сверление;
- 2) На сверлильный станок установить станину ротора;
- 3) Выполнить сверление;
- 4) Обработать кромки полученной поверхности;
- 5) Выполнить сборку ротора.

Данные изменения в конструкции ротора на общий ход эксплуатации не повлияют. Требования по его эксплуатации останутся неизменными.

#### 4.1 Расчет ожидаемой экономической эффективности

В данном дипломном проекте поставлена цель модернизации – повышение надёжности бурового ротора.

Эта цель достигается путём модернизации системы смазки подшипниковых опор стола ротора, а также путём монтажа на приводе ротора дополнительного узла – успокоительного механизма.

Стоимость изготовления механизма будет складываться из затрат:

- 1) Стоимость материала;
- 2) Оплата труда рабочим;
- 3) Стоимость электроэнергии;
- 4) Амортизация оборудования.

Не будут учитываться накладные расходы при изготовлении успокоителя, т. к. они берутся непосредственно со строительства скважины. А само изготовление успокоительного механизма будет являться вспомогательным процессом.

Составим таблицу по стоимости используемого материала.

Таблица 4.1 – Стоимость используемого материала

Марка металла	Стоимость за тонну, тенге.
Сталь 20Х	190000
Сталь 3	115000
Сталь 2кп	80600
Чугун СЧ 15-32	201000
Бронза БрАЖН 10-4-4	1555912

Составим таблицу, в которую занесём затраты на стандартные изделия.

Таблица 4.2 – Покупные изделия, необходимые для сборки и действовавшие рабочие

Наименование	Количество, шт.	Стоимость, тг./шт.
Подшипник 212 ГОСТ 8338 - 75	2	962,63
Болт М8 - 6g Ч 22,58 ГОСТ 7796 - 70	16	39,76
Шайба 8 3X13 ГОСТ 6402 - 70	16	1,15
Прокладка А-100 -2,5 ПОН ГОСТ 15180 - 86	2	207,46
Болт М16 - 6g Ч 34,58 ГОСТ 7796 - 70	2	115,25
Шайба 16 3X13 ГОСТ 6402 - 70	2	190,17
Шайба 36Л 3X13 ГОСТ 6402 - 70	2	583,18
Гайка М36 - 6Н.5(S55) ГОСТ 5915 - 70	2	311,82
Шайба 36.02.08кп.016 ГОСТ 11371 - 78	4	44,95
Кольцо А36 ГОСТ 13942 - 86	4	403,38
Шайба 24.02.08кп.016 ГОСТ 11371 - 78	1	102,57
Гайка М24 - 6Н.04(S36) ГОСТ 5916 - 70	3	82,98
Пружина сжатия. ГОСТ 13775 – 86	1	3920,90
Сварщик	5	97,0
Слесарь	4	72,6

Составим таблицу по амортизации используемого оборудования (см. таблицу 4.3).

Таблица 4.3 – Годовые амортизационные отчисления оборудования

Оборудование	Годовая амортизация, тг.	Время работы, ч	Амортизация за время изготовления, тг
Токарный станок	246970,27	18,35	1798,40
Поперечно-строгальный станок	227048	2,75	247,74
Фрезерный станок	264505,17	0,35	36,77
Сверлильный станок	24010,62	1,45	13,77
Сварочный аппарат	8232,33	4,6	15,10
Шлифовальный станок	39650,42	0,6	9,45
Болгарка	24779,35	0,9	8,82

Расходы на электроэнергию будут составлять:

Таблица 4.4 – Расходы на потребление электроэнергии

Оборудование	Мощность оборудования, кВт	Стоимость 1 кВт/час, тг	Время работы оборудования, час	Стоимость электроэнергии за время изготовления, тг
Токарный станок	10	2,1	18,35	385,35
Поперечно-строгальный станок	9,1	2,1	2,75	52,55
Фрезерный станок	2,8	2,1	0,35	2,06
Сверлильный станок	5,5	2,1	1,45	16,75
Сварочный аппарат	16	2,1	4,6	154,56
Шлифовальный станок	1,6	2,1	0,6	11,46
Болгарка	2,2	2,1	0,9	23,97

Вычислим затраты на изготовление деталей.

Затраты на изготовление звёздочки будут составлять:

$$C_{зв} = C_m + C_{зп} + C_{эл} + C_{ам}, \quad (4.1)$$

где  $C_m$  - затраты на материал, тг;  
 $C_{зп}$  - заработная плата, тг;  
 $C_{эл}$  - затраты на электричество, тг;  
 $C_{ам}$  - амортизационные начисления, тг.  
 Затраты на материал будут составлять:

$$C_m = (P_m \cdot m_з - P_o \cdot m_o) \cdot n, \quad (4.2)$$

где  $P_m$  - стоимость материала за тонну, тг;  
 $m_з$  - масса заготовки, т;  
 $P_o$  - стоимость одной тонны отходов, тг;  
 $m_o$  - масса отходов, т.

$$C_m = (190167,12 \cdot 0,04 - 33135,18 \cdot 0,003) \cdot 1 = 7507,28 \text{ тг.}$$

Затраты на заработную плату будут состоять из зарплаты токаря 5–го разряда, который задействован в изготовлении звёздочки:

$$C_{зп} = (C_T + C_{соц}) \times t, \quad (4.3)$$

где  $C_T$  - тарифная ставка токаря 5-го разряда, тг;  
 $C_{соц}$  - отчисления на социальное страхования, тг;  
 $t$  - трудоёмкость изготовления детали.

$$C_{зп} = (518 + 15,04) \cdot 2,5 = 1334,22 \text{ тг.}$$

Затраты на электроэнергию будут составлять:

$$C_{эл} = N \cdot \varepsilon \cdot t, \quad (4.4)$$

где  $N$  - мощность токарного станка, кВт;  
 $\varepsilon$  - стоимость электроэнергии 1 кВт/час, тг;  
 $t$  - трудоёмкость изготовления звёздочки.

$$C_{эл} = 10 \cdot 12,10 \cdot 2,5 = 302,5 \text{ тг.}$$

Затраты на амортизационные отчисления оборудования:

$$C_{ам} = \varphi \cdot t \cdot n, \quad (4.5)$$

где  $\varphi$  - амортизационные отчисления, тг/ч;  
 $t$  - трудоёмкость изготовления детали, ч;  
 $n$  - количество деталей, шт.

$$C_{ам} = 97,92 \cdot 2,5 \cdot 1 = 244,8 \text{ тг.}$$

Затраты на изготовление звёздочки будут составлять:

$$C_{зв} = 7507,28 + 1334,22 + 302,5 + 244,8 = 9388,8 \text{ тг.} \quad (4.6)$$

Затраты на изготовление оси вычисляем аналогично:

$$C_{оси} = C_M + C_{зп} + C_{эл} + C_{ам}, \quad (4.7)$$

$$C_{оси} = 677,664 + 1331,8848 + 302,4 + 244,8 = 2556,7 \text{ тг.}$$

Затраты на изготовление штока будут следующими:

$$C_{шт.} = C_M + C_{зп} + C_{эл} + C_{ам}, \quad (4.8)$$

$$C_{шт.} = 113,184 + 533,4336 + 120,96 + 98 = 865,5 \text{ тг.}$$

Затраты на изготовление кожуха составят:

$$C_{\text{кож.}} = C_{\text{м}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{эл}} + C_{\text{ам}}, \quad (4.9)$$

$$C_{\text{кож.}} = 55,58 + 533,43 + 120,96 + 98 = 807,89 \text{ тг.}$$

Затраты на изготовление опорной оси:

$$C_{\text{оп.оси}} = C_{\text{м}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{эл}} + C_{\text{ам}}, \quad (4.10)$$

$$C_{\text{оп.оси}} = 318,528 + 533,43 + 120,96 + 98 = 1070,84 \text{ тг.}$$

Затраты на изготовление втулок:

$$C_{\text{втул.}} = C_{\text{м}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{эл}} + C_{\text{ам}}, \quad (4.11)$$

$$C_{\text{втул.}} = 42 + 533,43 + 120,96 + 98 = 794,36 \text{ тг.}$$

Затраты на изготовление крышек подшипников:

$$C_{\text{кр.подш.}} = C_{\text{м}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{эл}} + C_{\text{ам}}, \quad (4.12)$$

$$C_{\text{кр.подш.}} = 1188,5 + 1583,63 + 362,88 + 293,76 = 3445 \text{ тг.}$$

Затраты на изготовление крышек:

$$C_{\text{крыш.}} = C_{\text{м}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{эл}} + C_{\text{ам}}, \quad (4.13)$$

$$C_{\text{крыш.}} = 36,8 + 1066 + 241,92 + 195,84 = 1541,43 \text{ тг.}$$

Затраты изготовления опорных втулок:

$$C_{\text{оп.втул.}} = C_{\text{м}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{эл}} + C_{\text{ам}}, \quad (4.14)$$

$$C_{\text{оп.втул.}} = 295 + 533,43 + 121 + 98 = 1047 \text{ тг.}$$

Затраты на изготовление опор:

$$C_{\text{оп}} = C_{\text{м}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{эл}} + C_{\text{ам}}, \quad (4.15)$$

$$C_{\text{оп}} = 1477,5 + 533,43 + 37,26 + 21,77 = 2070 \text{ тг.}$$

Затраты на изготовление верхней пружинной опоры

Верхняя пружинная опора состоит из нескольких деталей: упор, две полуоси и центрирующее кольцо. Полуоси изготавливаются на токарном и фрезерном станках токарем. Упор изготавливается с помощью поперечно-строгального станка и сверлильного станка токарем. Центрирующее кольцо изготавливается на токарном станке токарем. Изготовленные детали собираются в сборочную единицу с помощью сварочного аппарата сварщиком и слесарем

$$C_{\text{верх.пуж.оп.}} = C_{\text{п.осн}} + C_{\text{ц.кол.}} + C_{\text{уп.}} + C_{\text{сб}}, \quad (4.16)$$

где  $C_{\text{п.осн}}$  - затраты на изготовление полуосей;

$C_{\text{ц.кол.}}$  - затраты на изготовление центрирующего кольца;

$C_{\text{уп.}}$  - затраты на изготовление упора;

$C_{\text{сб.}}$  - затраты на сборку.

Общие затраты на изготовление верхней пружинной опоры составят:

$$C_{\text{верх.пуж.оп.}} = 1037 + 160 + 593 + 1821 = 3611 \text{ тг.}$$

Затраты на изготовление основания и нижней пружинной опоры

Основание и нижняя пружинная опора состоят из нескольких деталей. Основание состоит из швеллеров и рёбер жёсткости. Нижняя пружинная опора состоит из упора, двух полуосей, центрирующего кольца и гайки М24. Все детали кроме гайки изготавливаются токарем на нескольких станках: токарном, поперечно-строгальном, сверлильном. Детали основания изготавливаются также токарем на поперечно-строгальном, сверлильном, шлифовальном станках и с помощью болгарки. Сборку основания и нижней пружинной опоры выполняют сварщик и слесарь с помощью сварочного аппарата.

$$C_{\text{осн.+нижн.пуж.оп.}} = C_{\text{осн.}} + C_{\text{нижн.пуж.оп.}} + C_{\text{сб}}, \quad (4.17)$$

где  $C_{\text{осн.}}$  - затраты на изготовление деталей основания;

$C_{\text{нижн.пуж.оп.}}$  - затраты на изготовление деталей нижней пружинной опоры;

$C_{\text{сб}}$  - затраты на сборку сварщиком и слесарем.

$$C_{\text{осн.}} = 3811 + 471,85 = 4283,76 \text{ тг.} \quad (4.18)$$

Затраты на изготовление деталей нижней пружинной опоры:

$$C_{\text{нижн.пуж.оп.}} = C_{\text{п.осей}} + C_{\text{ц.кол.}} + C_{\text{уп.}} + C_{\text{гайки М24}}, \quad (4.19)$$

$$C_{\text{нижн.пуж.оп.}} = 513,10 + 166,7 + 578,13 + 83 = 1341 \text{ тг.}$$

Общие затраты на изготовление основания и нижней пружинной опоры составят:

$$C_{\text{осн.}} + C_{\text{нижн.пруж.оп.}} = 4284 + 1341 + 4261,24 = 9886 \text{ тг.} \quad (4.20)$$

Сборка успокоительного механизма.

Сборку механизма осуществляет слесарь 4 разряда. Затраты на сборку будут составлять:

$$C_{\text{сбор.усп.мех}} = C_{\text{зп}} \times t, \quad (4.21)$$

где  $C_{\text{зп}}$  - заработная плата слесаря 4 разряда, тг/ч;  
 $t$  - время, затрачиваемое слесарем на сборку механизма, ч.

$$C_{\text{зп}} = (C_{\text{т}} + C_{\text{соц}}), \quad (4.22)$$

где  $C_{\text{т}}$  - тарифная ставка, тг;  
 $C_{\text{соц}}$  - отчисления на социальное страхование, тг.

$$C_{\text{сбор.усп.мех}} = (418 + 12,1) \times 2 = 860,65 \text{ тг.} \quad (4.23)$$

Определим затраты средств на изготовление и сборку успокоительного механизма:

$$\begin{aligned} C_{\text{общ}} = & C_{\text{зв}} + C_{\text{оси}} + C_{\text{шт.}} + C_{\text{кож.}} + C_{\text{оп.оси.}} + C_{\text{втул.}} + C_{\text{кр.подш.}} + C_{\text{крыш.}} + \\ & C_{\text{кр.фикс.}} + C_{\text{ср.фикс.}} + C_{\text{оп.втул.}} + C_{\text{оп.}} + C_{\text{верх.пруж.оп.}} + \\ & C_{\text{осн.+нижн.пруж.оп.}} + C_{\text{сб.усп.мех.}} + C_{\text{ст.изд.}} + C_{\text{тр.}} = 54895,44 \text{ тг.} \end{aligned} \quad (4.24)$$

Определим экономический эффект от внедрения успокоительного механизма в привод ротора Р700.

Ресурс цепи 2ПРТ 50,8 равен не менее 3000 часов. По производственной статистике за 1 месяц происходит 2 разрыва цепи на приводе ротора. Устранение одного такого разрыва занимает около 1 часа времени. В то же время простой буровой установки составляет в среднем 72000 тг. в час. Следовательно, стоимость устранения разрывов цепной передачи за 1 месяц составит:

$$C_{\text{р.ц.}} = C_{\text{пр.ч.}} \cdot t_{\text{пр}}, \quad (4.25)$$

где  $C_{\text{пр.ч.}}$  - стоимость простоя буровой установки за один час 72000 тг.;  
 $t$  - время простоя буровой установки за один месяц 2 часа.

$$C_{\text{р.ц.}} = 72000 \cdot 2 = 144000 \text{ тг.}$$

Модернизация цепной передачи ротора, исходя из расчётов по определению ожидаемых показателей надёжности, позволит снизить интенсивность отказов (разрывов) в цепной передаче в три раза.

Таким образом стоимость устранения разрывов модернизированной цепной передачи будет составлять:

$$C_{p.ц.м.} = C_{p.ц.} / 3 = 48000 \text{ тг.} \quad (4.26)$$

А экономия средств за 1 месяц составит:

$$C_{эк.сп.} = C_{p.ц.} - C_{p.ц.м.} = 144000 - 48000 = 96000 \text{ тг.} \quad (4.27)$$

Исходя из приведенных вычислений можно заключить, что ежегодно предприятие может сэкономить на одной буровой установке до 1152000 тенге. А затраты на модернизацию окупятся в первый же месяц после её проведения, поскольку  $C_{эк.сп.} > C_{общ}$  (экономия средств за 1 месяц превышает затраты средств на изготовление и сборку успокоительного механизма).

## 4.2 Безопасность и экологичность проекта

Анализ опасных и вредных факторов на производстве.

Согласно ГОСТ 12.0.003-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы» имеют место существовать следующие физические, химические и психофизиологические опасные и вредные производственные факторы:

- 1) повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;
- 2) относительно высокая влажность воздуха;
- 3) высокий уровень шума;
- 4) увеличенный уровень вибрации;
- 5) клещевой энцефалит;
- 6) повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны;
- 7) вероятность смертельно опасного поражения электрическим током;
- 8) физическая перегруженность.

Производственная санитария.

Следуя СНиП 2.09.04-87 по санитарной характеристике технологический процесс относится к группе 1б – форма, которая вызывает загрязнение тела и частей тела. В отличии от группы технологического процесса и по санитарной характеристике для персонала рассмотрены санитарно-бытовые помещения и снабжение работников спецодеждой в соответствии с нормами:

бурильщик, помощник бурильщика, машинист буровой установки - костюм хлопчатобумажный с водоотталкивающей пропиткой или костюм брезентовый; сапоги кирзовые; рукавицы брезентовые.

Зимой дополнительно выдаются: куртка на утепляющей прокладке; костюм зимний,

опрессовщик труб, установщик бурильных замков – костюм хлопчатобумажный; сапоги кирзовые; рукавицы брезентовые.

Зимой дополнительно выдаются: куртка на утепляющей прокладке; брюки на утепляющей прокладке; костюм зимний.

Основные требования и мероприятия по промышленной санитарии и гигиене труда:

- обязательное прохождение медицинского осмотра при поступлении на работу. Также предусмотрены в обязательном порядке периодические медицинские осмотры.

- неукоснительный медицинский контроль и наблюдение всех членов бригады в день отправки на объект.

Для сохранения безопасности работников на буровых установках и профилактики профзаболеваний имеются средства индивидуальной защиты, такие как спецодежда, спецобувь, средства защиты органов дыхания, органов слуха, органов зрения.

Вероятность получения различного рода травм и повреждений штатным оборудованием вероятен только при отклонений от правил эксплуатации данного оборудования. В соответствии с ГОСТ 12.2.059-81 предусмотрена предупреждающая окраска в виде желто - оранжевых или оранжево - черных чередующихся полос.

Границы опасных зон обозначены в соответствие с ГОСТ 12.4.026 «ССБТ.

Цвета сигнальные и знаки безопасности».

Электропитание оборудования производится от трёхфазной трёх проводной сети переменного тока напряжением  $V = 220/380$  В, класс по опасности поражения током - 3 (особо опасный).

К основным причинам поражения электрическим током относятся:

- случайное прикосновение к токоведущим частям электрооборудования, находящегося под напряжением;

- появление напряжения на отключенных нетоковедущих частях оборудования, в результате ошибочного включения при ремонтных работах.

Газоопасная ситуация на рабочих местах может возникнуть при выбросе нефти и газа со скважины (табл. 10.4), авариях на действующих трубопроводах и в других случаях. Газоопасной ситуацией считают обнаружение сероводорода в воздухе рабочей зоны в концентрациях, превышающих  $3 \text{ мг/м}^3$  (ПДК), либо получение сообщения об аварии на территории месторождения.

На случай газовой опасности руководитель строительно - монтажной организации должен разработать план мероприятий по обеспечению безопасности работающих, включающий в себя:

- систему оповещения о возникновении газоопасной ситуации; план эвакуации работающих и места сбора;

- систему радио- и телефонной связи бригад с диспетчерской;

- количество и места стоянок вахтовых спецмашин для эвакуации работающих.

## Освещение

В соответствии со СНиП 23–05–03 предусмотрены следующие виды освещения:

рабочее – освещение во всех помещениях и на неосвещаемых территориях для обеспечения нормальной работы, прохода людей и движения транспорта во время отсутствия или недостатка естественного освещения – не менее 30 лк;

аварийное, охранное и эвакуационное.

Светильники аварийного освещения отличаются от светильников рабочего освещения знаками или окраской.

Эвакуационное освещение обеспечивает в помещениях и проходах освещенность не менее 0,5 лк на уровне пола. Светильники эвакуационного освещения присоединены к сети, не зависящей от сети рабочего освещения. При отключении источника питания эвакуационного освещения оно переключается на аккумуляторную батарею или двигатель - генераторную установку.

Рабочее и аварийное освещение в нормальном режиме питается от разных независимых источников питания. При отключении источников питания аварийное освещение автоматически переключается на аккумуляторную батарею или другой независимый источник питания.

Переносные ручные светильники ремонтного освещения питаются от сети напряжением не выше 42 В, а при повышенной опасности поражения электрическим током – не выше 12 В.

На щитах и сборках осветительной сети на всех выключателях (рубильниках, автоматах) предусмотрены надписи с наименованием присоединения, а на предохранителях – с указанием значения тока плавкой вставки.

У дежурного персонала имеются схемы сети освещения и запас плавких калиброванных вставок и ламп всех напряжений осветительной сети. Дежурный и оперативно - ремонтный персонал даже при наличии аварийного освещения снабжен переносными электрическими фонарями.

Для освещения производственных площадок применяем светильники типа СПП - 200. Выбор типа светильников производим с учетом характера светораспределения, окружающей среды и высоты помещения. В помещениях, на открытых площадках, где могут быть по условиям технологического процесса образовываться взрыво- или пожароопасные смеси, светильники имеют взрывозащищенное исполнение.

Предельно допустимые уровни звука и вибрации должны соответствовать санитарным нормам шума и вибрации на рабочих местах, ГОСТ 12.01.003 и ГОСТ 12.01.012. Уровень шума не превышает 80 дБ.

Шум и вибрация разрушительно действуют на организм человека в целом и относятся к опасным факторам в условиях труда. Они способны вызвать полную или частичную потерю слуха, глубокое расстройство нервной системы,

стимулируют сердечно-сосудистые, желудочно-кишечные и другие заболевания.

### Экологичность проекта

Как известно, основными побудителями загрязнения окружающей атмосферы являются пластовые воды, буровые растворы, продукты испытания скважин, сточные буровые воды, шлам.

Для поддержания пресных подземных вод в чистом состоянии необходимо: изолировать водоносные горизонты с помощью обсадных труб; цементация кондуктора до устья;

при вскрытии водоносных горизонтов не позволять использовать в буровых растворах токсичных реагентов.

Буровой ротор Р-700 – это один из немаловажных узлов, находящийся на буровой площадке в неподвижном состоянии.

Все детали, которые входят в состав ротора выполнены из металла. После окончания срока эксплуатации оборудования он демонтируется, подвергается разборке и в качестве вторсырья отправляется на утилизацию и переплавку.

Смазка ротора производится путём залива смазочного материала в ванну зубчатого зацепления и ванну приводного вала через горловины. Угроза вытекания смазочного средства наружу и нанесение вреда окружающей среде отсутствует, т.к. строение ротора предусматривает лабиринтные уплотнения, которые предотвращают вытекание масла из корпуса.

После модернизации ротора эти условия сохраняются.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В дипломном проекте проведена работа по модернизации бурового ротора Р-700. Рассмотрены и изучены типовые конструкции буровых роторов, их классификация, устройство, технические характеристики и выбран прототип.

На основе проведенного патентного поиска в качестве объекта усовершенствования выбрана система смазки бурового ротора. Предложенное конструктивное решение позволяет ожидать снижения интенсивности отказов опор стола ротора примерно в два раза.

Проведенные технологические расчеты подтвердили работоспособность модернизированной конструкции ротора Р-700.

В экономическом разделе приведен расчет ожидаемого экономического эффекта построенный на основе сравнения эксплуатационных затрат базового и внедряемого оборудования, который составил 1 152 000 тенге на один ротор в год.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Баграмов Р. А. Буровые машины и комплексы: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1988. – 501 с.: ил.
- 2 Дунаев П. Ф. Леликов О. П. Детали машин. Курсовое проектирование: Учеб. пособие для машиностроит. спец. учреждений среднего профессионального образования. – 5-е изд. доп. – М.: Машиностроение, 2004. – 560 с., ил.
- 3 Ильский А. Л., Миронов Ю. В., Чернобыльский А. Г. Расчёт и конструирование бурового оборудования. Учеб. пособие для вузов. – М.: Недра, 1985. – 452 с.
- 4 Лесецкий В. А., Ильский А. Л. Буровые машины и механизмы: Учебник для техникумов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1980. 391 с.
- 5 Русак О.Н. Безопасность жизнедеятельности в техносфере. Учебное пособие. – Красноярск ИПЦ КГТУ. – 2001 г
- 6 Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. М., Машиностроение, 1982- 552 с
- 7 Абубакиров В.Ф. Буровое оборудование. Справочник, в 2 томах /В.Ф. Абубакиров, И.Л. Архангельский, Ю.Г. Буримов и др. – М. Недра, 2003.– 494с.
- 8 Детали машин. Типовые расчеты на прочность Автор: Хруничева Т.В. Издательство: Форум, Инфра– М Год: 2011 Страниц: 224
- 9 Composition and properties of drilling and completion fluids. Author: H. C. H. Darley, George R. Gray – 1988 year
- 10 Petroleum engineering. Drilling and well completions. Author: Carl Gatlin.- 1960 year.
- 11 Иогансен К. В. Спутник буровика: Справочник, – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1990. – 303 с.: ил.
- 12 Русак О.Н. Безопасность жизнедеятельности в техносфере. Учебное пособие. – Красноярск ИПЦ КГТУ. – 2001 г
- 13 Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности.- М. 2004,– 276 с.
- 14 Oil and gas production handbook. Author: Navard Devold – 2006 year.
- 15 Орлов П. И. Основы конструирования. Т. 1-3. -М.: Машиностроение, 1974
- 16 Середа Н. Г., Соловьев Е. М. Бурение нефтяных и газовых скважин. – М.: Недра, 1974
- 17 Тарасевич В. И. Основы повышения производительности буровых установок. – М.: Недра, 1968
- 18 Шульна В. Г., Бухаленко Г. И. Устьевое оборудование нефтяных и газовых скважин. – М.: Недра, 1978
- 19 Аванесов В.А., Москалева Е.М. Расчеты буровых машин: Учебное пособие. – Ухта: УИИ, 1999. – 116 с., ил.
- 20 Единая система конструкторской документации: [сборник]. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 160 с. – Содерж. 20 док.

21 Смолина А.К. Типовые задачи по курсу «Машины и оборудование для бурения». Часть 2. – Ухта: УИИ, 1984. – 51 с.

22 Вавилов, В.М. Инструкция по расчету бурильных труб. Руководящий документ/ В.М. Вавилов, О.Д. Даниленко и др. – М, 1997. – 156с.

23 Е. В. Гусарова, Д. В. Долгополов, Е. В. Милованович, Т. В. Родина, И. А. Суслина Методические указания и задачи для студентов. СПб: СПбГИТМО ТУ, 2003.– 61с.

24 Басарыгин, Ю.М. Бурение нефтяных и газовых скважин. Учеб. пособие для вузов / Ю.М. Басарыгин, А.И. Булатов, Ю.И. Проселков - М. ООО «Недра – Бизнесцентр» 2002.- 632с.

25 Вадецкий, Ю.В. Бурение нефтяных и газовых скважин: учебник для нач. проф.образования / Ю.В. Вадецкий. - М.Издательский центр «Академия», 2003.- 352с.

26 <https://www.wipo.int/patents/ru/>

27 <http://petrolibrary.ru/havard-devold-oil-and-gas-production-handbook.html>

28 Колотилин Б.А. Экономическое обоснование инвестиционного проекта на буровом предприятии. Методические указания. СамГТУ, 2000,– 23 с.

29 Александра Ладенко. Оборудование для бурения скважин. Учебное пособие, 2019г.- 180 с.

30 Applied drilling engineering. Author: Adam T Bourgoyne Jr. – 1986 y.

## Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

**Автор:** Ахметова Эсем Азаматқызы

**Название:** \_Диплом Ахметоваа.doc.rtf

**Координатор:** Сейтжан Заурбеков

**Коэффициент подобия 1:** 5,4

**Коэффициент подобия 2:** 4

**Замена букв:** 36

**Интервалы:** 0

**Микропробелы:** 0

**Белые знаки:** 0

**После анализа Отчета подобия констатирую следующее:**

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

.....

.....  
*Дата*

.....  
*Подпись Научного руководителя*

**Протокол анализа Отчета подобия**

**заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения**

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

**Автор:** Ахметова Эсем Азаматқызы

**Название:** \_Диплом Ахметоваа.doc.rtf

**Координатор:** Сейтжан Заурбеков

**Коэффициент подобия 1:5,4**

**Коэффициент подобия 2:4**

**Замена букв:36**

**Интервалы:0**

**Микропробелы:0**

**Белые знаки:0**

**После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:**

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Дата

*Подпись заведующего кафедрой /*

*начальника структурного подразделения*

**Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Дата

.....  
*Подпись заведующего кафедрой /  
начальника структурного подразделения*