

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов

Направление подготовки: 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Профиль: «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов»

Кафедра теоретической и прикладной механики

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка лебедки с гидроприводом для мобильного оборудования

УДК 621.515.001.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4E21	Эверстов Мичил Геннадьевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель каф. ТПМ	Д.В. Беляев.	-		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель каф. менеджмента	Н.А. Гаврикова	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ЭБЖ	Е.С. Невский	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТПМ	Е.Н. Пашков	Кандидат технич. наук		

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов
Направление подготовки: 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
Кафедра теоретической и прикладной механики

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
4E21	Эверстову Мичилу Геннадьевичу

Тема работы:

Разработка лебедки с гидроприводом для мобильного оборудования	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	От 12 мая 2016 г./№3462/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	09.06.2016
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Расчет и проектирование гидравлической лебедки с планетарным редуктором для вспомогательных работ при бурении.
--	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Аналитический обзор литературных источников для выявления современных методов решения поставленной задачи 2. Рассмотрение возможностей применения гидравлической лебедки на мобильной буровой установке 3. Расчет барабана лебедки, а также расчет планетарного редуктора 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 5. Социальная ответственность 6. Заключение по работе
Перечень графического материала	Сборочный чертеж гидравлической лебедки, 3D модель лебедки, презентация.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Гаврикова Н.А
Социальная ответственность	Невский Е.С
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
-	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.02.2016
--	-------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель каф. ТПМ	Беляев Д.В	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Е21	Эверстов М.Г		

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов

Направление подготовки: 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Уровень образования: бакалавриат

Кафедра теоретической и прикладной механики

Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2015/2016 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:

09.06.2016

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
26.03.2016	Анализ литературных источников, описание цели и постановка задач исследования	
02.04.2016	Теоретическая часть работы	
25.04.2016	Выполнение расчетной части работы	
16.05.2016	Чертеж гидравлической лебедки	
20.05.2016	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
26.05.2016	Социальная ответственность	

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель каф. ТПМ	Беляев Д.В	-		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТПМ	Пашков Е.Н	Кандидат технич. наук		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 77 с., 7 рисунков, 16 таблиц, 4 источника, графический материал оформлен в виде презентации Microsoft PowerPoint.

Ключевые слова: буровая установка, спуско-подъемный комплекс, мобильная буровая установка, гидравлическая лебедка, планетарный редуктор.

Объект исследования: Гидравлическая лебедка с планетарной передачей для мобильного оборудования.

Результаты исследования: Проведены расчет и конструирование гидравлической лебедки, выяснены основные преимущества выбранного типа двигателя и передачи.

Abstract.

Final qualifying work 77 p., 7 pictures, 16 tables, 4 sources, graphic material is designed as a Microsoft PowerPoint presentation.

Keywords: drilling rig, tripping complex hydraulic winch, planetary gearbox.

The object of study: hydraulic winch with planetary gear for mobile equipment.

Results: The calculation and design of hydraulic winches, clarified the main advantages of the selected type of engine and transmission.

Введение.....	8
1. Обзор литературы.....	9
2. Объект и методы исследования	10
2.1 Понятие и назначение буровой установки	10
2.2 Спускоподъемный комплекс	12
2.2.1 Талевая система.....	15
2.2.2 Кронблоки и талевые блоки.....	17
2.2.3 Буровые лебедки.....	22
2.3 Гидравлическая лебедка.....	28
2.4 Область применения гидравлической лебедки.....	33
3. Расчётно-конструкторская часть	39
3.1 Определение разрывного усилия каната и расчет барабана.....	39
3.2 Расчет планетарного редуктора.....	41
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .	47
5. Социальная ответственность	64
Заключение	75
Список используемых источников.....	76
Приложение.....	77

Введение

Комплектация любой буровой установки дополнительным оборудованием способна значительно повысить скорость и эффективность работы, в конечном счете снизив затраты на бурение (экономия времени, занятости персонала и т.д.). К такому оборудованию, без сомнения, относятся гидравлические лебедки.

Лебедкой принято считать механизм, предназначенный для подъема-опускания грузов посредством стального каната или цепи, реже – с помощью стальной проволоки. Это устройство широко применяют при выполнении погрузочно-разгрузочных работ в строительстве, на транспорте, складах, в лесозаготовительном и сельскохозяйственном производстве, судостроении, а также в нефтепромысловых машинах, нефтегазовом оборудовании и во многих других случаях. Однако следует иметь в виду, что лебедки не предназначены для подъема людей. По конструктивному исполнению лебедки бывают стационарные, мобильные, устанавливаемые на передвижные транспортные средства (автомобили, тракторы) или встраиваемые в грузоподъемные средства на специальных машинах. В России серийно изготавливают лебедки с ручным, механическим или электрическим приводом с тяговым усилием от 6,5 до 50 кН. Лебедки с гидравлическим приводом со встроенными планетарными редукторами давно и успешно применяют в составе буровой установки.

Буровая лебедка продолжает оставаться одним из основных компонентов на большинстве мобильных буровых установок, а вспомогательные лебедки и тали используются во многих вспомогательных функций во всех типах буровых работ.

В дипломной работе рассмотрена гидравлическая лебедка для вспомогательных работ на мобильной буровой установке.

1. Обзор литературы.

Анализ литературы показывает, что для вспомогательных работ при бурении наибольшее распространение получили гидравлические лебедки, так как они обладают рядом преимуществ:

- бесшумность и плавность рабочего хода;
- высокую устойчивость к перегрузкам;
- компактность и небольшой вес;
- удобство в эксплуатации и неприхотливость в обслуживании;
- высокая надежность конструкции;
- возможность создания тяговых усилий.

Вспомогательная лебедка рассчитана на большую по сравнению с фрикционной катушкой приводную мощность, оформлена отдельным агрегатом, проста в изготовлении, при ремонте и обслуживании, не связана с расположением буровой лебедки и поэтому обладает более высокими эксплуатационными качествами. [1]

В зарубежных странах давно и успешно применяют гидравлические лебедки с планетарной передачей, так как они обладают рядом преимуществ:

- оформлена отдельным агрегатом,
- проста в изготовлении, при ремонте и обслуживании,
- не связана с расположением буровой лебедки и поэтому обладает более высокими эксплуатационными качествами.

Червячная передача является наиболее простым с конструктивной точки зрения. Однако трение, возникающее в червячном редукторе, создает много избыточного тепла при перемещении тяжелых грузов в течение долгого времени и это ограничивает скорость и долговечность работы лебедки.[1]

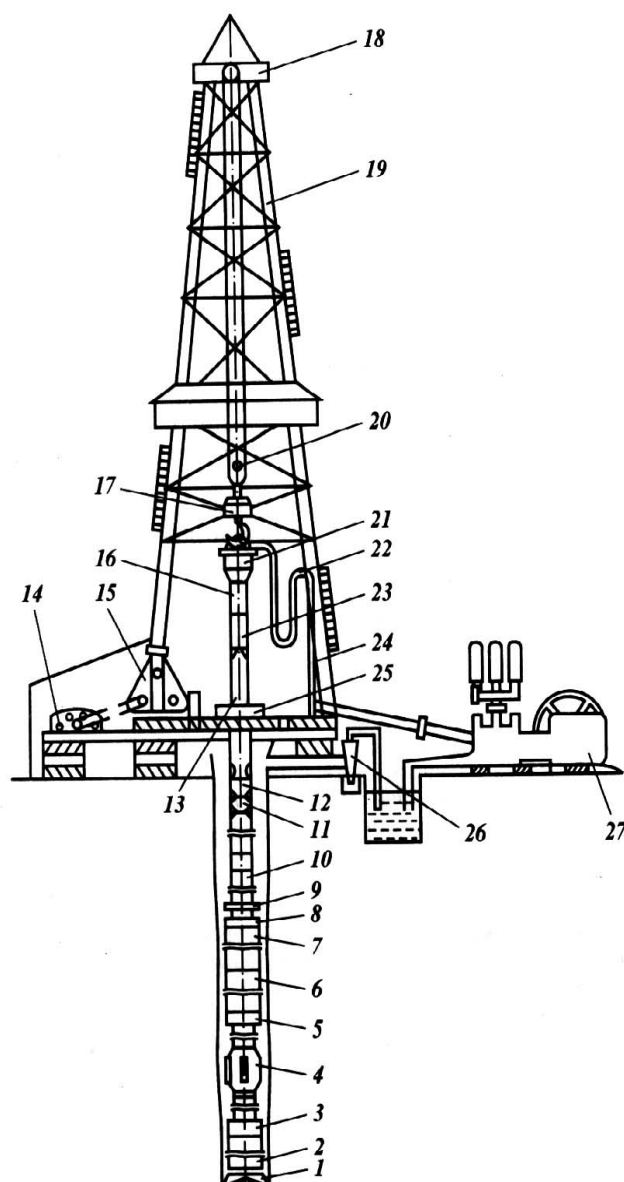
Учитывая, что вспомогательная лебедка должна работать непрерывно на относительно высоких скоростях, в качестве привода лебедки целесообразно использовать планетарную передачу.

2. Объект и методы исследования.

2.1. Понятие и назначение буровой установки.

Буровая установка – это комплекс буровых устройств, машин и оборудования, которые обеспечивают самостоятельное выполнение технологических операций при помощи бурового инструмента и установленных на точке бурения. Нынешние буровые установки содержат в себя следующие части:

- буровое оборудование (насосы, талевый механизм, вертлюг, лебедка, ротор, привод, пневмосистема, дизель-электрические станции,);
- буровые сооружения (основание вышки, вышка);
- оборудование для автоматизации трудоемких работ (автоматический буровой ключ , оборудование для механизации спускоподъемных операций, вспомогательная лебедка, регулятор подачи долота, краны для ремонтных работ, пневматический клиновой захват для труб, пневмораскрепитель, посты управления, пульт контроля процессов бурения);
- оборудование для очистки, регенерации и приготовления промывочного раствора (вибросита, блок приготовления, песко- и глиноотделители, емкости для воды, промывочного раствора и химических реагентов, подпорные насосы);
- манифольд (нагнетательная линия в блочном исполнении, дроссельно-запорные устройства, буровой рукав);
- устройств обогрева блоков буровой установки (теплогенераторы, отопительные радиаторы и коммуникации для разводки теплоносителя,).



Буровая установка:

1 - долото; 2 – утяжеленная бурильная труба надолотная; 3,8 - переводник; 4 - центратор; 5 - муфтовый переводник; 6,7 – бурильные трубы утяжеленные; 9 - предохранительное кольцо; 10 - бурильные трубы; 11 - предохранительный переводник; 12,23 - нижний и верхний переводники штанговые; 13 – труба ведущая; 14 -редуктор; 15 - лебедка; 16 - переводник вертлюга; 17 - крюк; 18 - кронблок; 19 - вышка; 20 – талевый блок; 21 - вертлюг; 22 - шланг; 24 - стояк; 25 – ротор; 26- шламоотделитель; 27 - буровой насос.

Рисунок 2.1- Схема буровой установки

2.2 Спускоподъемный комплекс

Совокупность узлов, устройств и приспособлений, которые служат для спуска и подъема, называют спускоподъемным комплексом буровой установки. Также они обеспечивают удержание на весу бурильных и обсадных колонн, а также выполняют различные технологические и аварийные операции.

Спускоподъемный комплекс делает следующие функции в ходе разработки скважины: когда нагрузка на систему превосходит веса колонны в воздухе - спуск и подъем колонн бурильных для замены изношенного долота; вспомогательные аварийные и технологические работы.

Производятся такие аварийные и технологические работы как: спуск и подъем бурильной колонны при одновременном вращении ее в процессе бурения и промывке скважин; подъем обсадных колонн для освобождения клиньев или элеватора после наращивания очередной бурильной трубы или в связи с возникшими осложнениями; спуск обсадных колонн; ликвидация аварии и прихватов бурильных и обсадных колонн; подъем и спуск бурильных колонн в наклонных скважинах.

Наиболее продолжительной считается первая группа операций (СПО), циклической с переменными динамическими нагрузками, характеризующими долговечность частей спускоподъемного комплекса.

Вторая группа операций характеризуются более высокими, кратковременными нагрузками в элементах спуско-подъемного комплекса, включающие случайный характер. В настоящее время еще не выявлены закономерности этих нагрузок, поэтому за максимальную нагрузку принимают усилие на крюке. Эти нагрузки не должны превосходить разрывную прочность используемых бурильных труб, либо в процессе всего цикла бурения скважины применяют 0,8 максимальной сдвигающей нагрузки спускаемых обсадных труб.

Подъемный комплекс работает в режиме повторяющихся, а также кратковременно меняющихся по величине нагрузок. Процесс подъема скомпонованной из отдельных секций (свечей) колонны из скважины состоит из повторяющихся в строго определенной последовательности циклов.

Процесс включает такие операции как: захват колонны элеватором;; установка колонны на стол ротора; отвинчивание поднятой свечи от колонны и укладку на мостки около буровой или установка в специальном магазине внутри буровой; раскрепление ключами; освобождение от растягивающей нагрузки поднятой на поверхность свечи; спуск для захвата колонны подвешенной на роторе элеватора и ненагруженного крюка; подъем всей колонны на длину свечи при нагрузке на крюк равной силам сопротивления при ее перемещении в скважине, а также весу поднимаемой колонны в растворе подъем и захват колонны на длину следующей свечи.

Операции при спуске колонны выполняют строго наоборот, но с иными нагрузками и продолжительностью.

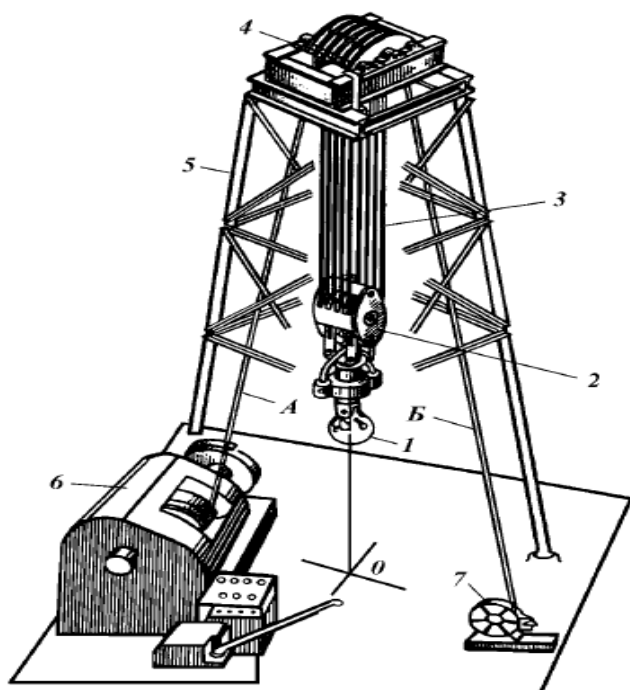
Длительность спуска и подъема каждой свечи формируется из машинного и машинно-ручного времени.

Машинное время СПО каждой свечи находится в зависимости от совершенства мощности подъемного комплекса, его конструкции, скоростей подъема. А в машинно-ручных операциях, затрачиваемое время зависит от размера и веса свечей, а также от степени механизации данного процесса.

Затрачиваемое общее время на подъем и спуск бурильной колонны разделяется на время, необходимое подъема и спуска ненагруженного элеватора для захвата находящейся в магазине очередной спускаемой свечи, а также на время, необходимое для подъема и спуска колонны,

Во время разработки скважины количество рейсов подъемного комплекса зависит от степени буримости пород, глубины скважины, являющейся функцией проходки на долото, качества долота, уровня и способа техники бурения и др.

В мягких породах, при бурении глубоких скважин традиционно расходуется от нескольких долот до нескольких десятков, а в твердых породах расходуются более сотни долот.



Конструктивная схема подъемного комплекса:

1 –крюк; 2 -талевый блок;
3-снесущие ветви; 4 - кронблок; 5 - вышка; 6 - лебедка; 7 - приспособление для крепления неподвижного конца каната; А и В – ведущая и неподвижная ветви каната; О - ось скважин

Рисунок 2.2 - Конструктивная схема подъемного комплекса

Длину буровой колонны в процессе бурения периодически увеличивают по мере углубления скважины, при этом нагрузка на подъемный комплекс возрастает вследствие увеличившегося веса колонны. При подъеме колонны из скважины нагрузка на подъемный комплекс уменьшается, а при спуске, напротив, возрастает.

Применяются различные подъемные системы для выполнения вышеперечисленных функций: рычажные или зубчатые полиспасты, гидравлические полиспасты, механические полиспасты и др. Подъемную систему, способную конкурировать с полиспастной для буровой установки, в настоящее время не удалось создать конструкторам.

Конструктор должен найти наиболее подходящее число ветвей в системе для определенных условий бурения, назначения и нагрузки (в настоящее время применяется от 2 до 14 ветвей).

Также конструктор должен найти наиболее рациональное место крепления мертвого конца каната, поскольку от выбранного места зависят нагрузка в подъемной системе и передаточное отношение.

2.2.1. Талевая система.

Талевая система в буровых установках работает в качестве преобразователя, необходимого для уменьшения силы натяжения конца каната навиваемого на барабан лебедки, а также для преобразования вращательного движения барабана лебедки в поступательное перемещение крюка,.

Талевая система состоит из подвижного талевого блока, неподвижного кронблока, соединяющего неподвижный и подвижный блоки талевого каната, штропов, на которых подвешивается колонна бурильных или обсадных труб, бурового крюка и устройства, необходимого для крепления неподвижного конца талевого каната, который допускающий перепуск каната.

В буровых установках, к талевым системам предъявляют следующие общие требования: обтекаемые формы всех движущихся составляющих, исключающие возможность задевания за вышку; безопасность и удобство обслуживания; долговечность; эксплуатационная надежность, так как выход из строя элементов талевой системы может привести к серьезным авариям; взаимозаменяемость однотипных механизмов и элементов между собой; возможность осуществления быстрого монтажа и демонтажа, смены каната при переоснастках. Все механизмы талевой системы должны быть удобны для погрузки на транспортные средства, а также удобными для различных перемещений на небольшие расстояния в пределах промыслов волоком.

Для бурения скважин глубиной от 1200 м до 3000 м, в буровых установках применяются талевые системы с числом шкивов в талевом блоке и кронблоке 2 и 3 и 3 и 4 соответственно.

Для глубин от 3000 м до 7000 м выбирают число шкивов от 3 и 4 до 6 и 7 соответственно. Через специальные устройства неподвижный конец каната укрепляется к основанию буровой установки.

В талевой системе число ветвей каната, а также размеры и число блоков определяются тяговым усилием лебедки, прочностью, максимальной нагрузкой на крюке, размерами и типом талевого каната. Данные характеристики должны быть согласованы между собой.

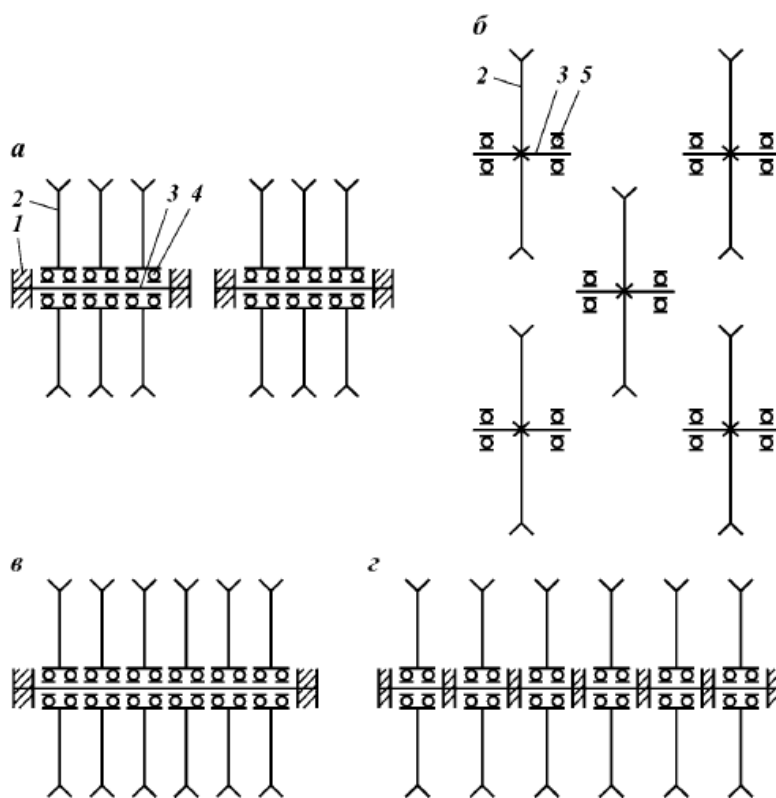
При бурении скважин в различных условиях, но с одинаковой глубиной, на крюк влияют одинаковые нагрузки, но при этих условиях бурения число СПО может в несколько раз отличаться от числа СПО при бурении в других условиях. Если число СПО большое, то основными решающими факторами являются абразивный и усталостный износ каната и других элементов, а если число СПО незначительное, то прочность талевой системы будет являться решающим фактором. В одном случае выбирается система с небольшим диаметром шкива, но с большим числом шкивов и ветвей каната, а в другом выбирается канат с высоким сопротивлением абразивному и усталостному износу большого диаметра, с меньшим числом шкивов в системе. Прежде всего следует знать свойства канатов, условия применения системы и элементов системы. Это следует знать для выбора более подходящего решения из обилия возможных. Применяют стальные канаты диаметром от 20 до 42 мм в талевых системах буровых установок. Характеризуются талевые системы диаметром каната, числом рабочих ветвей и максимальной допускаемой нагрузкой.

При эксплуатации выявлено, что лучше увеличивать диаметр шкивов и уменьшать их число, а также целесообразно применять более прочные канаты большего диаметра.

В процессе бурения при СПО, работа талевой системы происходит в условиях вибрационных нагрузок, а также в переменных циклических нагрузках. Вибрации колонны могут вызвать колебания вышки через талевую систему, а также вызывают колебания самой талевой системы.

2.2.2. Кронблоки и талевые блоки.

Талевый блок служит для размещения свободно вращающихся шкивов, по которым проходит канат талевой системы, кронблока и неподвижной групп шкивов. Группа свободно вращающихся шкивов смонтированных на подшипниках на оси в корпусе представляют собой кронблок и талевый блок. Кронблоки и талевые блоки по числу осей и их креплению бывают двух видов — одноосные и многоосные. В одноосных конструкциях подшипники монтируют в ступицах шкивов, а все блоки размещают на одной или нескольких подвижных соосных осях. А в многоосных конструкциях применяют несоосные оси, а подшипники вращаются вместе со шкивами в подшипниках, укрепленных в корпусах на раме.



Конструктивные схемы кронблоков:

а — одноосная с промежуточной опорой оси; *б* — многоосная; *в* — одноосная с двумя внешними опорами; *г* — одноосная многоопорная; 1 — опора оси; 2 — шкив; 3 — ось; 4, 5 — подшипники шкива и оси

Рисунок 2.3 – Схемы кронблоков

Оси кронблока и талевого блока представляют собой нагруженную балку. Поэтому для обеспечения требуемой прочности оси и долговечности подшипников, выбирают те или иные конструктивные решения.

Диаметр оси в многоопорных одноосных конструкциях должен быть как можно меньше, но сложно обеспечить равномерное распределение нагрузки по опорам при неразрезанной оси по технологическим соображениям. Как вариант можно применять трехопорную конструкцию, которая является промежуточным между рассмотренными двумя.

Одноосные кронблоки без промежуточной опоры оси имеют меньшие размеры и массу. Они устанавливаются на сварной стальной раме, укрепленной пятью шкивами на роlikоподшипниках. Максимальная расчетная нагрузка на кронблоке составляет 1,4 МН, вследствие чего обеспечивается необходимая жесткость, прочность и удобство обслуживания.

На сварной раме, изготовленной из двух поперечных балок и двух продольных, монтируется кронблок с одной осью и двумя опорами. Кронблок опирается концами крайних продольных балок на подкронблочные балки вышки, а разъемные корпуса опор, с укрепленными секциями со шкивами, приварены на прокладках. Секция включает в себя ось, смонтированную шкивами, каждый из которых установлен на двух роlikоподшипниках. Ось застопорена ригелями для исключения проворачивания в опорах. Вспомогательный блок на нагрузки до 0,03 МН для подъема различных деталей в буровой может быть прикреплен держателем нижней полке одной из балок. Секция блоков закрыта укрепленным на шарнирах кожухом, для предохранения от соскакивания каната, а также для защиты вращающихся шкивов.

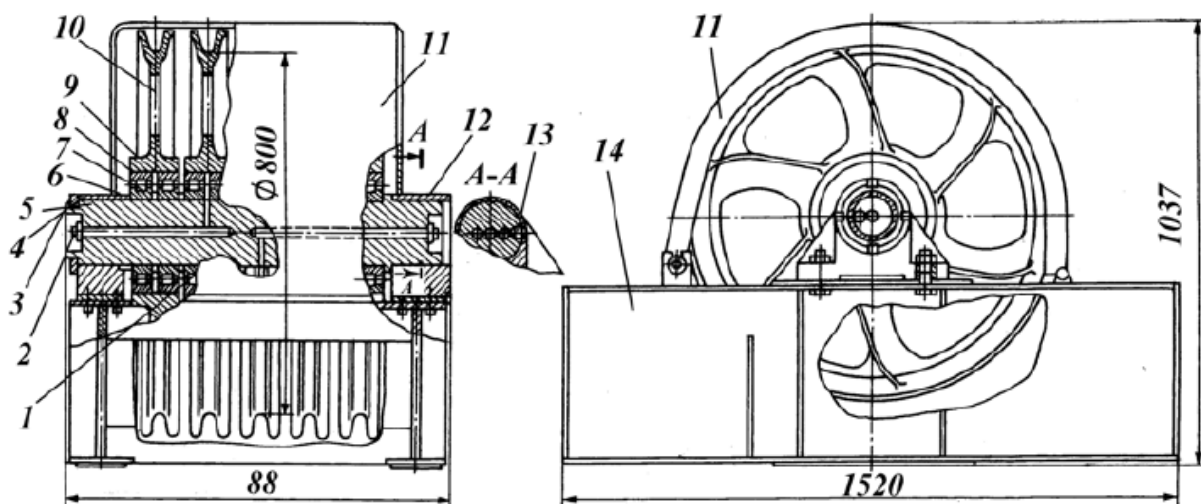


Рисунок 2.4 - Кронблок пятишкивный с одной осью.

На рисунке 2.4 указаны основные элементы пятишкивного кронблока с одной осью, которая состоит из:

1 — осьшкивов; 2 — пресс-масленка; 3 — гайка; 4, 12 — опоры; 5 — ось; 6, 7 — распорные в кольца; 9 — пружинное в кольцо; 10 — шкив; 11 — кожух; 13 — стопорный в штифт; 14 — рама

Многоосные кронблоки могут быть с осями находящихся на одном уровне (одноярусными) и с разными уровнями расположения осей (многоярусными).

Талевый блок состоит из стального сборного корпуса из сварных стальных элементов со смонтированными шкивами на осях и подшипниках. Так как талевый блок движется в пространстве между пальцами магазинов с бурильными свечами внутри вышки, для обеспечения безопасного расстояние между элементами вышки и блоком, талевый блок должен иметь минимальные габариты, особенно по ширине,.

Существуют талевые блоки двух видов: односекционные (со смонтированными на одной оси шкивами, укрепленными в боковых щеках) и двухсекционные (между осями оставлено пространство для пропуска свечи, а две секции шкивов смонтированы в корпусе отдельно). В системах автоматизированного подъема и спуска свечей применяют двухсекционные талевые блоки.

На нижнюю серьгу талевого блока подвешивается буровой крюк, который может быть присоединен также на стержнях к его корпусу.

Для подвески бурового крюка при монтаже, верхняя траверса талевого блока должна иметь отверстия.

Для прохода каната талевый блок закрыт кожухами с пазами сверху и с боков. Приваренные ребра жесткости или штампованные выступы предназначены для образованных прорезями кожуху на лепестках, необходимую жесткость. Также устанавливают регулировочные прокладки для обеспечения равномерной затяжки щек в торце верхней траверсы и на оси. Для механизации спускоподъемных операций в системах, применяют с установленными трубами с направляющими раструбами для пропуска свечи, двухсекционные талевые блоки,.

Секции шкивов талевых блоков и кронблоков представляют собой однотипную конструкцию, которая представляет собой ось со смонтированными шкивами на подшипниках качения.

Секции шкивов кронблоков отличается от секций талевых блоков только числом шкивов, а также креплением концов оси и ее конструкцией.

Все секции кронблоков, подшипники, шкивы и талевые блоки выполняют одинаковыми для взаимозаменяемости.

Наименьшие размеры по длине оси и надежность являются основными характеристиками, которым должны удовлетворять эти механизмы. Для прохода талевого блока должна обеспечиваться необходимое минимальное пространство в вышке, а также для меньшего напряжения изгиба, длину оси выбирают наименьшим.

Чтобы шкив мог свободно вращаться независимо от частоты вращения соседних шкивов, каждый шкив должен быть так смонтирован на подшипниках. В то же время под действием осевых сил от трения каната о его реборду, шкив не должен смещаться по оси.

К точности изготовления и качеству материалов предъявляют повышенные требования, так как талевые системы работают в довольно напряженных условиях. Радиальное биение шкива не допускается более 0,5 мм на диаметре 1000 мм, а боковое биение шкива допускается не более 1 мм. Разностенность реборд допускается не более 2 мм, а отклонение оси профиля канавки допускается не более 1,5 мм. Приемка осуществляется в соответствии с требованиями правил для грузоподъемных машин.

Шкивы изготавливают литыми из легированных сталей типа 30ХНЛ, 40ГЛ, 50ГЛ или закаленными до твердости HRC 30 — 40 и шероховатостью $R_z = 25$ мкм углеродистых и легированных сталей. Корпус блока изготавливают из углеродистой конструкционной стали.

Оси должны быть кованные, термические обработанные, из легированной стали марки 40ХН и др.

Талевый блок шестишкивный:

1 — серьга; 2 — подвеска;
3 — корпус; 4 — кожух;
5 — ось шкивов; 6 — роликподшипники; 7 — шкив; 8 — крышка.

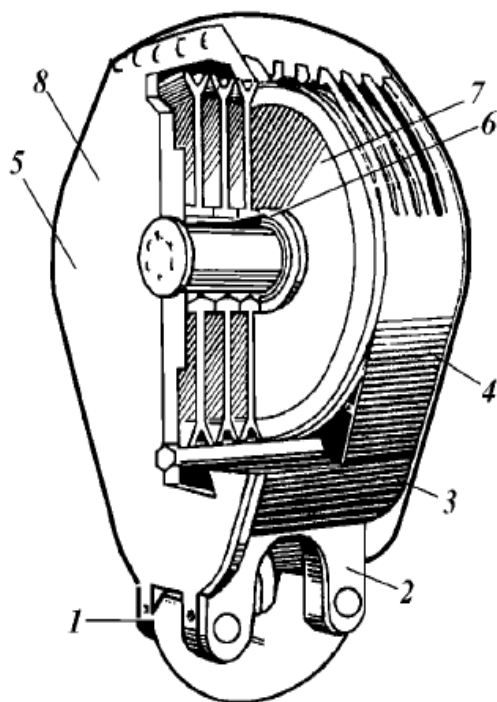


Рисунок 2.5 – Схема шестишкивного талевого блока.

2.2.3. Буровые лебедки.

Буровые лебедки выполняют следующие функции: натяжение и наматывание на барабан ведущей ветви каната талевой системы при подъеме и торможении, а также сматывание каната при спуске и наращивании бурильных и обсадных колонн и ненагруженного крюка с элеватором. Для натягивания вспомогательных канатов при свинчивании и развинчивании колонн, а также при спуске и подъеме грунтоносок, а также различных грузов, оборудования и вышек в процессе монтажа и демонтажа установок также применяются буровые лебедки.

Также для передачи вращения ротору и подачи бурильной колонны во время бурения используются лебедки.

Так как все операции повторяются систематически в строго определенной последовательности, а подъем и спуск бурильных колонн производится много раз, нагрузка на лебедку носит циклический характер. Мощность подводимая к лебедке от двигателей необходима при подъеме крюка, а чтобы наоборот преобразовывать всю освободившуюся энергию в теплоту при спуске применяются тормозные устройства. Многоскоростные трансмиссии и привода лебедки необходимы для лучшего использования мощности во время подъема крюка с переменной по величине нагрузкой.

Лебедка должна обеспечивать плавное включение с минимальной затратой времени на эти операции, а также быстро переключаться с больших скоростей подъема на малые скорости и обратно. Сила тяги при подъеме должна быть быстро увеличена при случаях затяжек или прихватов колонн. Так же периодически осуществляется переключение скоростей при подъеме колонн различного веса.

Канат на барабан лебедки в зависимости от скорости крюка, нагрузки и числа ветвей в талевой оснастке при подъеме и спуске, должен свиваться и навиваться с различными скоростями.

При подъеме ненагруженного элеватора скорость наматывания каната на барабан должны быть в пределах от 12 до 20 м/с, а при подъеме колонн наибольшего веса от 3 до 5 м/с. Условия намотки каната на барабан ухудшается при более высоких скоростях, а время при подъеме практически не меняется. При спуске бурильных колонн 30 м/с является максимальной скоростью разматывания каната.

Спуск (подача) бурильной колонны в процессе бурения с помощью лебедки выполняют со скоростью, составляющей десятитысячные или сотые доли метра в секунду, а со скоростью до 1 м/с подъем для разгрузки долот.

В процессе подъема колонн канат свивается при спуске ненагруженного элеватора под небольшим натяжением, а навивается на барабан лебедки с натяжением от действия веса колонны. А в процессе спуска колонн, наоборот, канат навивается во время подъема ненагруженного элеватора при небольшом натяжении и большой скорости, а свивается при натяжении от веса всей колонны.

Поэтому обеспечивается упорядоченная укладка каната на барабан при его намотке чтобы избежать врезания ведущей ветви между рыхлоуложенными витками каната нижележащих слоев.

Буровая лебедка должна быть снабжена следующими механизмами и устройствами для выполнения определенных функций:

- барабаном для навивки талевого каната;
- станиной-рамой, со смонтированными механизмами лебедки;
- вспомогательным тормозом для регулирования скорости спуска колонн и рассеивания выделяющейся при этом энергии;
- для остановки крюка и замедления движения любом месте по высоте вышки, механическим ленточным тормозом. Также ленточный тормоз осуществляет эти функции при отсутствии в конструкции лебедки специальных устройств для регулирования скорости подачи колонны во время бурения эти функции;

- трансмиссией, выполняющей передачу вращения барабану лебедки при подъеме и передаче мощности
- Для включения высоких и низких частот вращения барабана лебедки - оперативными фрикционными муфтами (по другому «тихой» и «быстрой»);
- оборудованным катушками катушечным валом, для выполнения различных вспомогательных работ (подъем грузов, свинчивание и развинчивание труб и т.д.);
- пультом для управления всеми агрегатами буровой установки и лебедкой;
- вспомогательным барабаном, смонтированным на катушечном валу для намотки каната при тартальных работах по извлечению грунтоносок и др.;
- щитом приборов для контроля работы лебедки и других органов установки;
- промежуточным валом для передачи вращения ротору при цепных трансмиссиях.

Лебедка является отдельным агрегатом с жестким металлическим корпусом, который смонтирован для обеспечения транспортировки, быстрого монтажа, демонтажа на раме-салазках.

Поскольку вал с главным барабаном, передачами и муфтами включения должен быть надежно спрятан от воздействия грязи и пыли, его устанавливают в корпус лебедки, который обеспечивает необходимую прочность, герметичность, и жесткость конструкции и предохраняет от попадания грязи в трансмиссии и подшипники.

Главный (механический) тормоз обеспечивает плавное торможение барабана. Тормоз монтируется непосредственно на барабане в соответствии с требованиями техники безопасности. При торможении его ленты должны плотно охватывать тормозные шкивы, обеспечивать свободное вращение барабана при спуске и должны обеспечивать хороший отвод теплоты, которая выделяется при торможении.

Также для обеспечения регулирования момента торможения и поглощения выделяющейся при спуске колонн части энергии, лебедку снабжают вспомогательным тормозом. Вспомогательный тормоз осуществляет торможение барабана только при спуске колонн, тогда как при вращении барабана в обратном направлении, а также при подъеме, торможение должно быть исключено.

Цепные передачи лучше всего подходят для обеспечения кинематическую связи между валами буровых лебедок, а зубчатые передачи следует использовать только в легких самоходных установках.

Чтобы бурильщик мог удобно и просто управлять лебедкой и всем оборудованием и, не меняя своей позиции, имел хороший обзор рабочей площадки и оборудования в процессе работы буровой установки, щиты приборов и пульт управления следует располагать соответствующим образом.

Чтобы мелкие ремонтные работы (смена тормозных колодок, смена талевого каната, цепей и др.) производились с минимальными затратами времени, конструкция лебедки должна быть предельно простой. Лебедки должны обеспечивать надежную и бесперебойную работу на буровой в течение всего периода разработки скважины. Минимальная наработка лебедки на буровой установке должна составлять не менее 3000 ч.

Также в зависимости от комплекса выполняемых работ, лебедки могут быть предназначенными для всех работ, связанных с подачей колонн в процессе проводки скважины, спуском, подъемом, то есть универсальными, и специализированными, выполняющими только некоторые функции (только подъем и спуск колонн). Другая вспомогательная лебедка предназначена для подъема и спуска небольших грузов, свинчивания, развинчивания и для других работ. При установке на уровне пола буровой применяют первый вид буровых лебедок, а при установке их ниже пола буровой - второй вид. В последнем случае должно быть предусмотрено дистанционное пневматическое и механическое управление.

Также лебедка не оборудуется катушечным валом для вспомогательных работ, так как эти работы выполняются вспомогательной лебедкой, которая устанавливается на уровне пола буровой. Вспомогательная лебедка оборудуется барабаном для навивки вспомогательного или тартального каната, катушками, а также другими устройствами, а ротор приводится в движение от индивидуальных двигателей.

Буровые лебедки классифицируют по мощности, передаваемой на барабанный вал, величине тягового усилия на ведущей ветви каната, числу барабанов и валов, мощности тормозов. Существуют разнообразные кинематические схемы и конструктивное оформление лебедок.

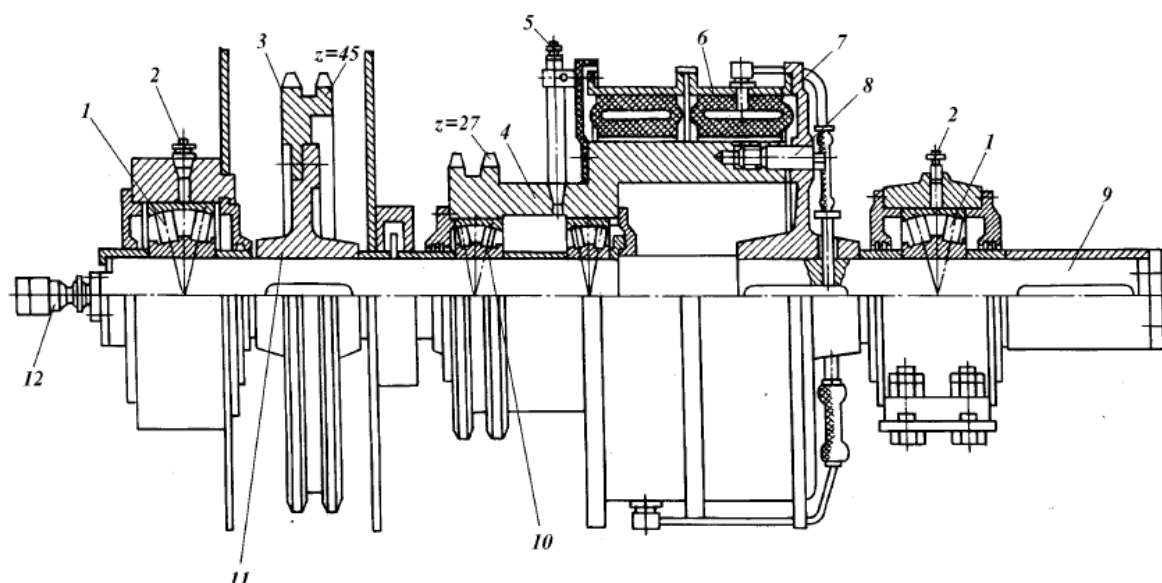


Рисунок 2.6 – Буровая лебедка ЛБУ - 1100

На рисунке показана буровая лебедка ЛБУ-1100, основные конструктивные элементы которой повторяются в других моделях нынешних отечественных и зарубежных лебедках глубокого и эксплуатационного разведочного бурения. Лебедка ставится на сварную металлическую раму 4, которая приспособлена для перемещения и перевозки лебедки при помощи подъемного крана при демонтажно-монтажных работах.

Корпуса масляных вал 3 приварены к раме и цепных передач 10, которая соединяет лебедку с коробкой перемены передач. Подъемный вал с барабаном 7 буровой лебедки установлен в отцентрированных отверстиях корпусов масляных ванн. [1]

Вторая цепная передача, которая используется для привода вала 11 трансмиссии ротора располагается в корпусе 10. В выносной опоре 12 и в дополнительной расточке корпуса 10, устанавливается вал трансмиссии ротора на сферических роликоподшипниках, которая закреплена на раме лебедки. С коробкой перемены передач соединяются масляные ванны, которые закрываются крышками и промежуточными кожухами 15 и 19,. Наружные фланцы масляных ванн закрываются кожухами 16 и 18. Со стороны пульта 2 бурильщика смонтированы стойка 8 балансира на раме, тормозной вал 17 и вал 5 рукоятки управления ленточным тормозом. Электромагнитный тормоз 14 крепится к раме соосно с подъемным валом и соединяется с ним кулачковой муфтой 13. На раме установлены два тахогенератора 9 и 20.

Тахогенератор 9 предназначен для контроля частоты вращения стола ротора и соединяется цепной передачей с валом 11 трансмиссии ротора. Тахогенератор 20 соединяется с валом электромагнитного тормоза и предназначен для контроля скорости спуска колонн труб при автоматическом режиме работы электротормоза. На стойке 1 установлен командоаппарат комплекса АСП для блокировки перемещений механизма захвата свечи и талевого блока. Привод командоаппарата осуществляется от цепной звездочки на подъемном валу лебедки.

К раме крепится воздухопровод 6 системы пневматического управления лебедкой. Для безопасной работы и защиты от загрязнения подвижные части лебедки закрыты металлическими кожухами с дверцами для доступа к ее отдельным деталям и узлам. [1]

2.3. Гидравлическая лебедка

Прежде всего, следует понимать, что хотя буровая и вспомогательные лебедки предназначены для перемещения груза посредством наматывания троса на барабан, термины "буровая лебедка" и "вспомогательная лебедка" не имеют одно и то же значение.

Буровая лебедка предназначена для перемещения груза вверх-вниз на относительно небольшой скорости. А вспомогательная лебедка предназначена для удержания подвешенного груза и должна непрерывно работать на относительно высокой скорости.

Раньше почти все лебедки, используемые на буровых установках, снабжались червячным редуктором и механическим приводом от вала отбора мощности (ВОМа). Однако трение, возникающее в червячном редукторе, создавало много избыточного тепла при перемещении тяжелых грузов в течение долгого времени и это ограничивало скорость и долговечность работы лебедки.

Многие современные лебедки оборудованы гидравлической системой, вместо механического привода, которая улучшает работу червячной передачи в лебедках, но все равно выделение тепла имеет место быть. Следовательно, все лебедки с червячной передачей имеют «тепловую диаграмму» которая показывает, какое количество веса может поднять лебедка за определенное время.

Существует много новых видов лебедок, которые называются лебедками с планетарной передачей. В них используется более эффективный планетарный редуктор, но они должны оборудоваться гидравлическим тормозом. В отличие от обычного тормоза, барабан в них отсоединяется от привода путем отсоединения шланга вручную.

Большинство вспомогательных лебедок, используемых на буровых установках, имеют планетарный редуктор и приводятся в движение гидравлическим мотором.

Большинство из них оборудованы автоматическим тормозом, а некоторые крупные лебедки, например на морских платформах, имеют дополнительные тормоза или другие удерживающие устройства.

Мощность лебедки может быть рассчитана из оборотов в минуту, крутящего момента, давления и расхода или других мер измерения, которые могут количественно оценить скорость и мощность.

Оборудование, используемое для крепления лебедки к опорной плите должна быть оценена, чтобы обрабатывать по меньшей мере трехкратные ударные нагрузки на кабеле.

Лебедки на буровых установках часто устанавливаются на съемном или поворотном основании, поэтому важно, чтобы каждая часть системы крепления обладала достаточной прочностью, чтобы лебедка оставалась на месте, где она установлена.

Лебедки спроектированы так, чтобы нагрузка на тросе относительно барабана была перпендикулярна.. Осевая линия барабана должна быть также горизонтальна во время использования лебедки, чтобы смазка редуктора равномерно распределялась по всему редуктору. На лебедках устанавливается коробка передач. Шестерни требуют относительно точного выравнивания, чтобы предотвратить износ и преждевременного выхода из строя отдельных передач. Червячный редуктор лебедки обычно монтируются на базовых углах, которые часто приваривают к основанию или между каркасными элементами. Важно, чтобы эти базовые углы были параллельными, элементы рамы, к которым они присоединены, были жесткими и не сгибались, чтобы конец привода и наружный подшипник оставались выровненными. Лебедки с планетарной передачей почти всегда привинчены к плоской пластине. Монтаж любого типа лебедки без выравнивания может привести к преждевременному изнашиванию шестерней, подшипников, втулок, и упорных шайб, а также снижению эффективности шестеренчатого механизма.

Также при монтаже лебедки, следует учитывать, чтобы редуктор был заполнен маслом до определенного уровня, имел сливную пробку и отдушину. В большинство лебедок существуют несколько вариантов расположения этих элементов, чтобы уровень заполнения маслом коробки передач находился в пределах соответствия с рекомендациями производителя.

Обычные двигатели, используемые для редукторов лебедок низкоскоростные, с высоким крутящим моментом или высокоскоростные, аксиально-поршневые двигатели. Радиально-поршневые моторы и лопастные двигатели менее распространены, но используются в некоторых специальных лебедках. Большинство лебедок могут быть оборудованы несколькими различными типами и размерами двигателей.

Регулирующий клапан, как правило, управляется при помощи рукоятки, установленной непосредственно на золотник.

Гидравлическая мощность должна быть достаточной для обеспечения тягового усилия и необходимой скорости. Тяговое усилие лебедки имеет прямое отношение к давлению на двигателе лебедки. Понижение давления влечет за собой уменьшение грузоподъемности лебедки, однако, чтобы не превышать предельную грузоподъемность лебедки, давление должно контролироваться клапанами.

Буровые и вспомогательные лебедки часто используются для поднятия и опускания мачты, а также перетаскивания и установки различного оборудования: от салазок для перемещения превенторов до вахтовой будки, когда буровая установка установлена или готова двигаться дальше.

Обычно, вспомогательные лебедки монтируют на передний бампер транспортных средств, которые работают в различных сложных условиях.

Вспомогательные лебедки используются также для перетаскивания буровых труб от стеллажа для труб до пола буровой установки. Эти же лебедки могут быть использованы для перетаскивания больших тяжелых

инструментов при бурении и часто используются в процессе сборки или демонтажа больших переносных установок.

Гидравлическая лебедка – это тяговый механизм, предназначенный для подъема или перемещения груза с помощью троса, наматываемого на барабан. Вращение барабана осуществляется гидромотором.

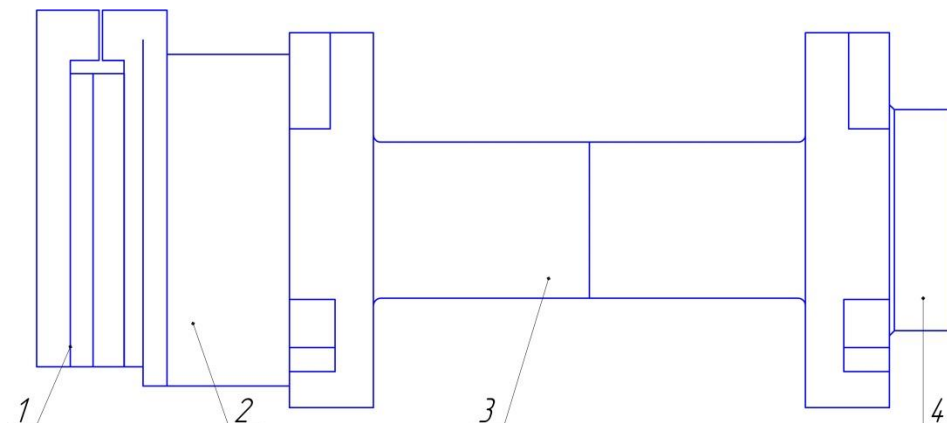
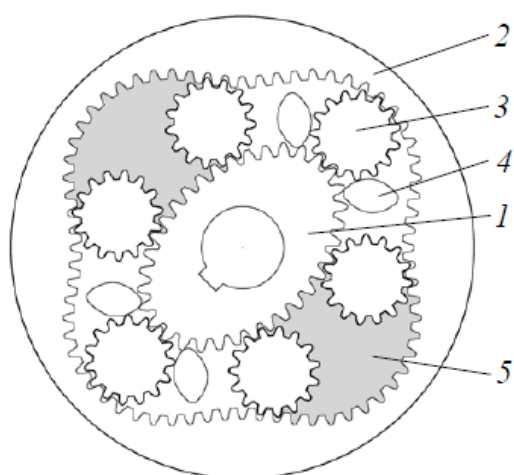


Рисунок 2.7 – Гидравлическая лебедка с планетарной передачей

Полный конструктивный состав гидравлической лебедки следующий:

- 1) гидромотор;
- 2) планетарный редуктор;
- 3) барабан с наматываемым на него канатом, тросом или цепью;
- 4) тормозной механизм;



Гидродвигатель работает следующим образом. При остановленном солнечном колесе с внутренними зубьями (СКВЗ) 2 в зоне активного хода, когда подводящие каналы 4 не перекрыты сателлитами 3, рабочая жидкость через каналы 4 поступает в рабочие камеры 5.

Рисунок 2.8 - Схема гидродвигателя

При этом сателлиты 3, взаимодействуя с солнечными колесами 1 и 2, создают момент, приводящий в движение солнечное колесо с наружными зубьями (СКНЗ) 1.

Кроме того, в результате непосредственного воздействия рабочей жидкости на СКНЗ возникает дополнительный движущий момент, совпадающий по направлению с предыдущим. При дальнейшем вращении СКНЗ подводящие каналы 4 перекрываются сателлитами и заканчивается фаза активного хода. После этого происходит вывод рабочей жидкости через отводящие каналы.

Опорные элементы изготавливаются из металла. Барабан отливают из стальной заготовки или применяют для его изготовления стальную трубу.

Для регулирования скорости вращения барабана и увеличения тягового усилия в состав гидролебедки включается редуктор.

Статический тормоз состоит из нескольких стальных дисков, которые соединены с валом электродвигателя и объединены в единый пакет при помощи тарельчатых пружин. Диски находятся в масле под давлением, создаваемым гидроприводом. При остановке электродвигателя останавливается и вращение дисков.

Гидропривод подает рабочую жидкость к гидромотору, а распределитель, регулируя направление потока жидкости, осуществляет направление движения барабана.

2.4. Область применения гидравлической лебедки.

Гидролебедка применяется в тех случаях, когда требуется плавное перемещение тягового троса с грузом и бесступенчатое изменение скорости его движения. Такой тип лебедок с успехом используется в качестве швартового механизма, в судостроении и в составе конструкции стреловых кранов, буровой техники, землеройного оборудования, а также различных видов транспорта: на эвакуаторах, гусеничных трелевочных тракторах, тягачах, морских и речных судах, в составе карьерной техники и т.д., и пр.

Преимущества использования гидравлических лебедок.

Мощность гидравлических лебедок значительно превышает мощность механических, не уступая им в надежности. Отличием гидравлических лебедок от электрических является их герметичность, позволяющая использовать этот вид лебедок в водной среде и даже под водой. Кроме того, у гидравлических лебедок есть и другие преимущества по сравнению с механическими и электрическими аналогами:

- плавность рабочего хода;
- бесшумность;
- устойчивость к перегрузкам;
- небольшой вес;
- удобство в эксплуатации;
- возможность создания тяговых усилий в интервале от 2 до 30 тонн.

Выбор нужного типа лебедки по ее техническим характеристикам.

Основным критерием, которым руководствуются при выборе конкретной модели гидравлической лебедки, является ее грузоподъемность, измеряемая в тонна-силах. Также следует обратить внимание еще на два параметра, характеризующие работу гидравлической лебедки – канатоемкость и скорость перемещения каната. Канатоемкость – это длина каната, которым укомплектована лебедка.

Скорость перемещения каната помогает определить время, за которое данная модель лебедки сможет поднять груз на нужную высоту.

В данном случае в качестве оборудования для монтажа данной лебедки была выбрана установка подъемная А-50У на шасси КрАЗ 250.

Установка подъемная А-50У на шасси КрАЗ 250.

Установка А-50У (далее - агрегат) предназначен для текущего ремонта, освоения и капитального ремонта нефтяных скважин, а также ведения буровых работ роторным способом или забойными двигателями (при соответствующей комплектации) скважин различного назначения: поисковых, гидрогеологических, водозаборных, эксплуатационных (нефтяных, газовых) в районах с умеренным и холодным климатом при температуре окружающего воздуха от - 45°С до + 45°С.

Категория размещения 1 по ГОСТ 15150-69.

Технические условия: ТУ 3666-024-96632822-2009

Агрегат позволяет производить следующие операции:

- монтаж-демонтаж агрегата на скважине;
- спускоподъемные операции с насосными штангами, насосно-компрессорными и бурильными трубами;
- монтаж и демонтаж скважинного оборудования;
- передвижение по дорогам всех категорий;
- постановку цементных мостов в скважинах через манифольд вышки;
- механизированное свинчивание и развинчивание колонны НКТ и бурильных труб;
- промывку скважин через манифольд вышки;
- разбуривание песчаных пробок и цементных мостов ротором или забойным двигателем;
- бурение скважин ротором или забойным двигателем;
- зарезку и бурение вторых стволов скважин;
- ловильные и другие виды работ по ликвидации аварий;
- освоение скважин после завершения буровых работ.

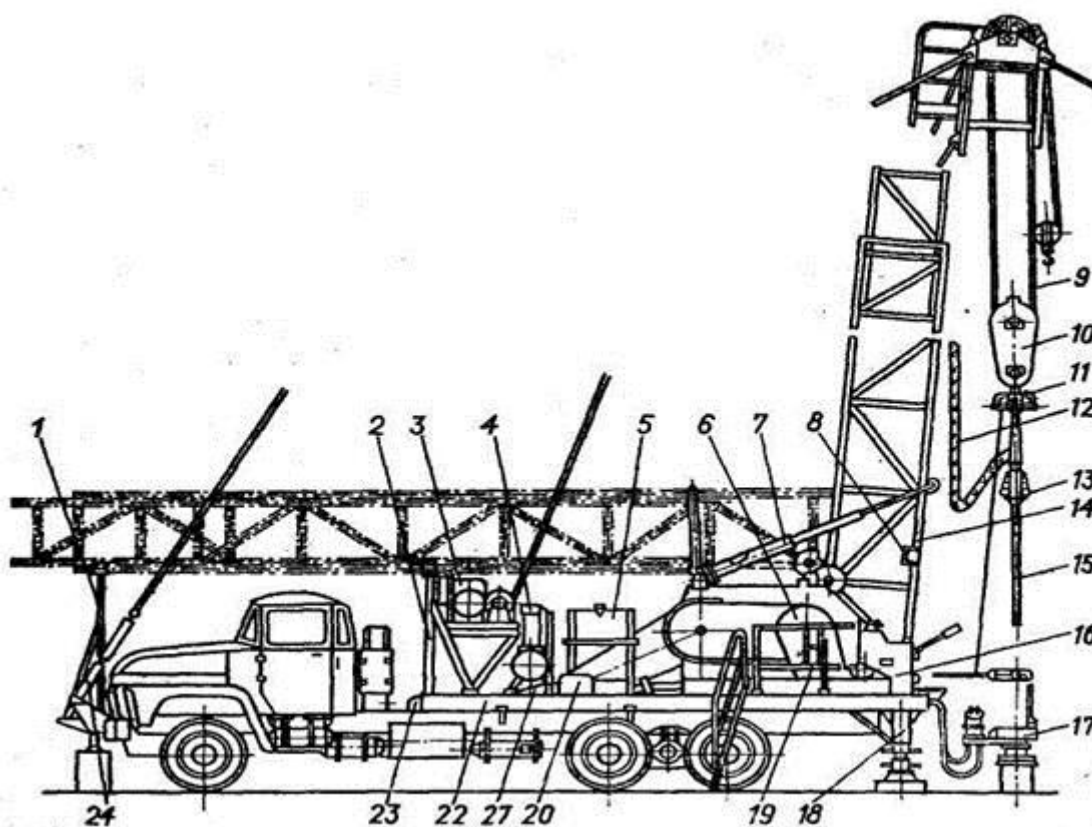


Рисунок 2.9 – Мобильное буровое оборудование на шасси КрАЗ – 257.

В качестве привода навесного оборудования используется ходовой двигатель в агрегате А-50У шасси КрАЗ-257, а в А-50М шасси КрАЗ-250. Мощность от двигателя отбирается через коробку отбора мощности 23, установленную на раздаточной коробке автомобиля. Карданный вал 21 коробки отбора мощности соединен с раздаточным редуктором 20, смонтированным на раме 22.

От раздаточного редуктора мощность отбирается при помощи клиновых ремней на компрессорную установку 4, питающую пневмоуправление 16 сжатым воздухом, а также на силовую передачу 29 через карданные валы 27 и 28. Через силовую передачу мощность передается на промывочный насос 26 при помощи карданного вала. Цепной передачей 30 в кожухе 32 осуществляется привод лебедки 6 и через промежуточный вал 33 привод бурового ротора.

Переключение коробки отбора мощности на промежуточный вал выполняется рычагами управления зубчатыми муфтами 19.

В рабочем положении мачта 14 одной стороной опирается на лебедку, другой через домкрат 18 — на грунт. Установку мачты из транспортного положения в вертикальное — рабочее и обратно проводят посредством домкратов 7, цилиндры которых защищены кожухом. Кронблок мачты и талевый блок 10 оснащены талевым канатом 9. На мачте размещены подвеска ключей 11 и подвеска бурового рукава 12, который соединяется с насосом при помощи манифольда 25. При необходимости к талевому блоку можно подвесить вертлюг 13 с квадратной штангой 15. Нагрузка на крюке определяется при помощи индикатора веса 8, устанавливаемого на «мертвом» конце талевого каната. В транспортном положении мачта опирается на переднюю опору 1, размещенную на переднем буфере, где также находится балка для крепления силовых оттяжек 24, и на среднюю опору 2, на которой установлена вспомогательная гидролебедка 3. Гидросистема 5 обеспечивает питание гидрораскрепителя 31 и гидроротора 17.

В состав установки входит также электрооборудование 34, узел управления и освещения шасси 36, установка запасного колеса и площадки оператора 35.

Таблица 2.1

Техническая характеристика агрегата А-50У

<i>Лебедка</i>	
Наибольшее тяговое усилие на набегающем конце талевого каната, кН	100
Размеры бочки барабана (диаметр х длина), мм	426х560
Диаметр реборд барабана, мм	1100
Тормозные шкивы: число диаметр, мм	2 1000
Тормозные ленты: число ширина, мм	2 150
<i>Вышка</i>	
Высота от земли до кронблока, м	22,4
Наибольшая длина поднимаемой трубы, мм	16
Расстояние от торца рамы до оси скважины, мм	1040
Оснастка талевой системы	3×4 (шестиструнная)
Диаметр, мм: канатного шкива (по дну желоба) талевого каната	470 25
<i>Тяговый двигатель</i>	
Тип	Четырехтактный цилиндрический дизель с V-образным расположением цилиндров
Марка	ЯМЗ-238
Мощность, (при $n = 2100 \text{ мин}^{-1}$), кВт	176,5
<i>Ротор</i>	
Наибольшая статическая нагрузка на стол, кН	500
Частота вращения (в мин^{-1}) при передаче: I II вала гидропривода	40 70 173; 300
Мощность при передаче: I II наибольшая на валу гидропривода	23,5 44 95,6
Наибольшее допускаемое давление масла, МПа	12
Диаметр проходного отверстия стола, мм	142
Диаметр клиньевых захватов для труб, мм	60; 73 и 89

<i>Промывочный насос</i>	
Тип	9МГр
Наибольшее давление (при подаче 6,1 л/с), МПа	16
Наибольшая подача (при давлении 6 МПа), л/с	9,95
Масса насоса с прицепом, кг	4124
Габариты (в транспортном положении), мм	12460x2650x4160
Масса, кг	32104

Управление всеми механизмами агрегата как при установке вышки в рабочее положение, так и при спускоподъемных операциях осуществляется с открытого пульта, расположенного на раме агрегата у задней опоры вышки, слева по ходу автомобиля. Привод навесного оборудования агрегата и насосного блока осуществляется от тягового двигателя через коробку скоростей, включенную напрямую, и раздаточную коробку.

В данной установке гидрелебедку применяют в качестве вспомогательного инструмента. Вспомогательная лебедка предназначена для вспомогательных работ, производимых на буровой установке: подтаскивание и подъем элеваторов, долот, грузов для свинчивания, развинчивания и т.д.

3. Расчетная часть

3.1. Определение разрывного усилия каната и расчет барабана.

Исходные данные:

Грузоподъемность $F = 3000$ кг;

Скорость $V = 3$ м/мин.

1. Определяем разрывающее усилие на тросе с коэффициентом запаса $k=6$:

$$F_{разр} = k \cdot F = 6 \cdot 3000 = 18000 \text{ кГ}.$$

2. Определяем диаметр троса:

Канат стальной по ГОСТ 3067-74.

Диаметр каната $d_{кан} = 9,2$ мм;

Диаметр центральной проволоки: 7 проволок $d_{ц} = 0,4$ мм;

Диаметр проволоки в слоях: 126 проволок $d_{с} = 0,38$ мм;

Расчетная площадь сечения всех проволок $A = 19,17 \text{ мм}^2$;

Расчетная масса 1000м смазанного каната $m = 136,5$ кг;

3. Определяем диаметр барабана лебедки:

$$D_{б} = (20 \dots 25) \cdot d_{тп} = (20 \dots 25) \cdot 9,2 = 184 \dots 230 (\text{мм})$$

„

Из конструктивных соображений принимаем $D_{б} = 190$ мм.

4. Расстояние между центрами канавок принимается равным:

$$t = d_{к} + (1,5 \dots 3) = 9,2 + (1,5 \dots 3) = 10,7 \dots 12,2 \text{ мм};$$

Принимаем $t = 12$ мм.

5. Длина барабана при использовании определяется по следующей формуле:

$$L_{б} = 2(L_{кр} + L_{тр} + L_{к} + L_{п}) + L_{о};$$

где $L_{кр}$ – участок для закрепления конца каната:

$$L_{кр} = (2,5 \dots 3) \cdot t = (2,5 \dots 3) \cdot 12 = 30 \dots 36 \text{ мм};$$

Принимаем $L_{кр} = 35$ мм;

$L_{тр}$ – участок для неприкосновенных витков трения, которые уменьшают нагрузку на элементы крепления каната:

$$L_{тр} = (1,5 \dots 2) \cdot t = (1,5 \dots 2) \cdot 12 = 18 \dots 24 \text{ мм};$$

Принимаем $L_{тр} = 22 \text{ мм}$;

L_n - концевая часть барабана;

$$L_n = (1 \dots 2) \cdot t = (1 \dots 2) \cdot 12 = 12 \dots 24 ;$$

Принимаем $L_n = 20 \text{ мм}$;

L_p - участок для навивки рабочей ветви каната;

L_o – средний гладкий участок барабана, разделяющий левую и правую нагрузки;

$$L_{кр} = 3 \cdot 18 = 54 \text{ мм};$$

$$L_{тр} = 2 \cdot 18 = 36 \text{ мм};$$

$$L_k = 2 \cdot 18 = 36 \text{ мм};$$

6. Длина рабочего участка барабана определяется по формуле

$$L_p = \frac{H \cdot j_{пл}}{3,14 \cdot D} \cdot t$$

$$L_p = \frac{8 \text{ м} \cdot 2}{3,14 \cdot 0,5 \text{ м}} \cdot 18 \text{ мм} = 180 \text{ мм}$$

$$L_o = 100 \text{ мм}$$

$$L_{\sigma} = 2(54 \text{ мм} + 36 \text{ мм} + 36 \text{ мм} + 180 \text{ мм}) + 100 \text{ мм} = 712 \text{ мм}$$

3.2. Расчет планетарного редуктора.

1. Определяем передаточное отношение:

$$i = \frac{n_{\text{двиг}}}{n_{\text{бар}}} = \frac{100}{14} = 7.1$$

По ГОСТ 2185-66 находим ближайшее значение $i=6,3$;

2. Принимаем число сателлитов $c=3$;

3. Принимаем число зубьев солнечного колеса

$$z_1 = 20;$$

4. Рассчитаем число зубьев корончатого колеса:

$$z_3 = (i - 1)z_1 = (6,3 - 1) \cdot z_1 = (6,3 - 1) \cdot 20 = 106 ;$$

5. Рассчитаем число зубьев сателлита:

$$z_2 = (z_3 - z_1) \cdot 0,5 = (106 - 20) \cdot 0,5 = 43;$$

6. Произведем проверку правильности подбора зубьев по условиям соосности, сборки и соседства.

Условие соосности:

$$z_1 + z_2 = z_3 - z_2 ;$$

$$20 + 43 = 106 - 43 - \text{условие выполняется};$$

Условие сборки:

$$\frac{z_1 + z_3}{c} = \gamma \text{ где } \gamma - \text{целое число};$$

$$\frac{20 + 106}{3} = 42 - \text{условие выполняется.}$$

Условие соседства:

$$(z_1 + z_2) \cdot \sin \frac{\pi}{c} \geq (z_2 + 2);$$

$$(20 + 43) \cdot \sin \frac{180}{3} \geq (43 + 2);$$

$$55 \geq 45 - \text{условие выполняется.}$$

7. Определяем угловые скорости звеньев редуктора при неподвижном корончатом колесе $\omega_3 = 0$, угловая скорость колеса

$$\omega_1 = \omega_{\text{движ}} = 10,47 \frac{\text{рад}}{\text{с}};$$

Угловая скорость водила (абсолютная):

$$\omega_h = \frac{\omega_1}{1 + \frac{z_3}{z_1}} = \frac{10,47}{1 + \frac{106}{20}} = 1,66 \frac{\text{рад}}{\text{с}};$$

Угловая скорость солнечного колеса в относительном движении:

$$\omega'_1 = \omega_1 - \omega_h = 10,47 - 1,66 = 8,81 \frac{\text{рад}}{\text{с}};$$

Передаточное отношение между солнечным колесом и сателлитом в относительном движении (при остановленном водиле):

$$i_{12} = -\frac{\omega_1}{\omega_2} = -\frac{z_2}{z_1} = -2,15;$$

Принимаем $i_{12} = -2$;

Относительная угловая скорость сателлита:

$$\omega'_2 = \frac{\omega'_1}{i_{12}} = \frac{8,81}{-2} = 4,4 \frac{\text{рад}}{\text{с}};$$

8. Выбираем для зубчатых колес сталь 40Х; предел прочности

$$\sigma_B = 900 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}, \text{ термическая обработка – объемная закалка. В}$$

современном редукторостроении предпочитают передачи с твердостью зубьев $\geq \text{HB } 350$, поэтому назначаем среднюю твердость зубьев солнечного колеса HRC 40, сателлитов – HRC 38.

9. Допускаемое контактное напряжение для сателлита:

$$[\sigma]_H = \frac{\sigma_{H \lim b} \cdot K_{HL}}{[n]_H} = \frac{834}{1,15} = 725 \text{ МПа};$$

Где $\sigma_{H \lim b}$ предельное значение контактной выносливости:

$$\sigma_{H \lim b} = 18HRC + 150 = 18 \cdot 38 + 150 = 834 \text{ МПа};$$

Коэффициент долговечности $K_{HL} = 1$;

Коэффициент безопасности $[n]_H = 1,15$;

10. Определяем межосевое расстояние между солнечным колесом и сателлитом:

$$a_{\omega 12} = K_a (i_{12} + 1) \sqrt[3]{\frac{T_2 K_{H\beta}}{n'_c \cdot [\sigma_H]^2 \cdot i_{12} \cdot \psi_{ba}}}$$

Входящие в нее величины имеют следующие значения:

А) Для передач цилиндрическими косозубыми колесами $K_a = 49,5$;

Б) Вращающий момент, Н·мм:

$$T_2 = \frac{T_H}{i} = \frac{350 \cdot 10^3}{6,3} = 55,6 \cdot 10^3 \text{ Н·мм};$$

В) Коэффициент концентрации нагрузки $K_{H\beta} = 1,2$;

Г) Расчетное число сателлитов:

$$n'_c = n_c - 0,7 = 3 - 0,7 = 2,3$$

Д) Коэффициент ширины колеса ψ_{ba} в случае трех сателлитов:

$$\psi_{ba} = \frac{1,5}{i_{12} + 1} = \frac{1,5}{2 + 1} = 0,5;$$

После подстановки приведенных величин в формулу () имеем:

$$a_{\omega 12} = 49,5 \cdot (2 + 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{55,6 \cdot 10^3 \cdot 1,2}{2,3 \cdot 725^2 \cdot 2 \cdot 0,5}} = 56,5 \text{ мм};$$

11. Определяем модуль зацепления:

$$m = \frac{2 \cdot a_{\omega 12}}{z_1 + z_2} = \frac{2 \cdot 56,5}{20 + 43} = 1,79;$$

По ГОСТ 9563-60 находим ближайшее значение $m=2$;

12. Определяем диаметры делительных окружностей колес и ширину:

$$d_1 = mz_1 = 2 \cdot 20 = 40 \text{ мм};$$

$$d_2 = mz_2 = 2 \cdot 43 = 86 \text{ мм};$$

$$d_3 = mz_3 = 2 \cdot 106 = 212 \text{ мм};$$

$$b = \psi_{ba} \cdot a_{\omega 12} = 0,5 \cdot 56,5 = 29 \text{ мм}$$

13. Выполняем проверочный расчет зубьев на изгиб:

$$\sigma_F = 2 \cdot Y_F \cdot Y_\beta \cdot Y_\varepsilon \cdot \frac{T_2 \cdot K_{F\alpha} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{Fv}}{n'_c \cdot z_2 \cdot b \cdot m^2};$$

По ГОСТ 21354 находим неизвестные коэффициенты:

Y_F - коэффициент, учитывающий форму зуба, $Y_F = 4,09$;

Y_β - коэффициент, учитывающий наклон зуба, $Y_\beta = 0,6$;

Y_ε - коэффициент, учитывающий влияние шлифования переходной поверхности зуба, $Y_\varepsilon = 1$;

$K_{F\alpha}$ - коэффициент, учитывающий распределение нагрузки между зубьями, $K_{F\alpha} = 1$;

$K_{F\beta}$ - коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по длине контактных линий, $K_{F\beta} = 1,5$;

K_{Fv} - коэффициент, учитывающий динамическое действие нагрузки (коэффициент динамичности), $K_{Fv} = 1,2$;

$$\sigma_F = 2 \cdot 4,09 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot \frac{55,6 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1,2}{2,3 \cdot 43 \cdot 29 \cdot 2^2} = 42,8 \text{ МПа};$$

Сравним с допускаемым напряжением:

$$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{F \lim b} \cdot K_{FL} \cdot K_{Fc}}{[S_F]};$$

Где K_{FL} - коэффициент долговечности, $K_{FL} = 1$;

K_{Fc} - коэффициент, учитывающий влияние двустороннего приложения нагрузки, $K_{Fc} = 1$;

$[S_F]$ - коэффициент безопасности, $[S_F] = 1,8$;

$$[\sigma_F] = \frac{550 \cdot 1 \cdot 1}{1,8} = 305 \text{ МПа};$$

Условие прочности $\sigma_F < [\sigma_F]$ выполнено.

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Продукт: Гидравлическая планетарная лебедка для мобильных установок.

Целевой рынок: предприятия нефтеперерабатывающей отрасли промышленности

		Вид исследования лебедки		
		Расчет и подбор лебедки к мобильной установке	3d-модель и анализ работы гидравлической лебедки	Конструирование лебедки
Размер компании	Крупные			
	Средние			
	Мелкие			

Рисунок 4.1 - Карта сегментирования рынка услуг



4.2. SWOT-анализ

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в табличной форме (табл. 1).

Таблица 4.2.1 – Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Наличие бюджетного финансирования; С2. Использование гидравлики вместо эл\двигателей С3. Использование программного комплекса SolidWorks; С4. Простота конструкции	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Низкая грузоподъемность; Сл2. Ненадежность планетарного механизма Сл3. Внутренние производственные проблемы; Сл4. Отставание в области исследований и разработок.
Возможности: В1. Использование инфраструктуры ТПУ; В2. Сотрудничество с предприятием-изготовителем гидравлических лебедок; В3. Использование других видов механизма (червячные, цилиндрические);		

В4. Расширение каталога продукции.		
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на данное оборудование; У2. Высокая конкуренция в данной отрасли; У3. Снижение бюджета на разработку; У4. Технологические инновации, делающие принцип действия лебедки устаревшим		

После того как сформулированы четыре области SWOT переходим к реализации второго этапа.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Интерактивная матрица проекта представлена в табл. 2, табл. 3, табл. 4, табл. 5.

Таблица 4.2.2

Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4
	В1	-	-	-	0
	В2	-	-	-	+
	В3	-	-	+	0
	В4	+	-	0	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие возможности и сильные стороны проекта: B2C4, B2C3, B3C3, B4C1C4.

Таблица 4.2.3

Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта					
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	B1	-	0	-	-
	B2	+	-	-	-
	B3	+	+	0	-
	B4	-	-	-	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие возможности и слабые стороны проекта: B2Сл1, B3Сл1Сл2

Таблица 4.2.4

Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта					
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4
	Y1	-	-	-	-
	Y2	0	-	-	+
	Y3	-	-	-	-
	Y4	-	-	-	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие угрозы и сильные стороны проекта: Y2C4.

Таблица 4.2.5

Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта					
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	Y1	+	+	-	-
	Y2	-	0	-	-
	Y3	+	-	-	-
	Y4	+	+	-	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие угрозы и сильные стороны проекта: У1Сл1Сл2, У3Сл4, У4Сл1Сл2.

В рамках третьего этапа составляем итоговую матрицу SWOT-анализа (табл. 6).

Таблица 4.2.6

SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Наличие бюджетного финансирования; С2. Использование гидравлики вместо эл\двигателей С3. Использование программного комплекса SolidWorks; С4. Простота конструкции	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Низкая грузоподъемность; Сл2. Ненадежность планетарного механизма Сл3. Внутренние производственные проблемы; Сл4. Отставание в области исследований и разработок.
Возможности: В1. Использование инфраструктуры ТПУ; В2. Сотрудничество с предприятием-изготовителем гидравлических лебедок; В3. Использование других видов механизма (червячные, цилиндрические);	Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Сильные стороны и возможности»: возможна разработка не только лебедок, но и других устройств ; В2С3С4 – простота конструкции лебедки, а также использование программного	Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Слабые стороны и возможности»: В2Сл1 – предприятие – изготовитель может решить проблему с низкой грузоподъемностью путем применения других материалов и

В4. Расширение каталога продукции.	комплекса разгружает от лишних работ завода - изготовителя, , В3С3 – при помощи SolidWorks можно смоделировать и рассчитать другие виды механизма В4С1С4 – при наличии бюджетного финансирования, а также из простоты конструкции, можно расширить линейку выпускаемых лебедок.	технологий повышающих КПД лебедки, В3Сл1Сл2 – внутренние производственные проблемы можно решить использованием инфраструктуры ТПУ и предприятия-изготовителя.
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на данное оборудование; У2. Высокая конкуренция в данной отрасли; У3. Снижение бюджета на разработку; У4. Технологические инновации, делающие принцип действия лебедки, устаревшим	Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Сильные стороны и угрозы»: У2С4 – из-за простоты конструкции и работы с ним, возможность найти нишу на рынке лебедок.	Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Слабые стороны и угрозы»: У1Сл1Сл2 – возможно отсутствие спроса из-за недостаточных характеристик данного оборудования, У3Сл4 – возможно снижения бюджета на разработку вследствие устаревших технологий, У4Сл1Сл2 – выход на рынок лебедок работающих на новых принципах работы механизма.

4.3. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований.

Морфологический подход основан на систематическом исследовании всех теоретически возможных вариантов, вытекающих из закономерностей строения (морфологии) объекта исследования.

Реализация метода предусматривает следующие этапы.

1. Точная формулировка проблемы исследования: **предложить новую эффективную конструкцию устройства для спуско-подъемных операций – лебедки.**
2. Раскрытие всех важных морфологических характеристик объекта исследования.
3. Раскрытие возможных вариантов по каждой характеристике. В рамках этого этапа составляется морфологическая матрица. Результаты морфологической матрицы для гидравлической лебедки приведен в табл. 7.

Таблица 4.3.1 - Морфологическая матрица для лебедки

	1	2	3	4
А. Привод	ручная	электрическая	ДВС	
Б. Тяговый орган	канатная	цепная	без тягового органа	
В. Тип установки	неподвижный	передвижные		
Г. Число барабанов	один	два	три	
Д. Тип барабана	нарезные	гладкие	фрикционные	
Е. Тип мотора	электрические	гидравлические	механические	

Ж. Тип операций	тяговые	Буровые	маневровые	скреперные
З. Конструкция передачи	червячные	планетарные	гидравлические	цилиндрические
И. Тип тормоза	ленточные	дисковые	вакуумные	Без тормоза

4. Выбор наиболее желательных функционально конкретных решений. На этом этапе описываются возможные варианты решения поставленной проблемы с позиции ее функционального содержания и ресурсосбережения. Можно предложить Предложены следующие варианты: A1B1B2Г1Д2Е3Ж1З5И1;
A2B2B2Г3Д1Е2Ж2З2И1; A3B2B1Г1Д3Е3Ж1З1И2.

4.4. Планирование научно-исследовательских работ

4.4.1. Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе составим перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведем распределение исполнителей по видам работ.

Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в табл. 8.

Таблица 4.4.1 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Выбор направления исследований	Руководитель
	3	Подбор и изучение литературы по теме	Дипломник
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, дипломник
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Поиск необходимых параметров для построения модели	Дипломник
	6	Построение модели гидравлической лебедки	Дипломник
Обобщение и оценка результатов	7	Оценка результатов исследования	Руководитель, дипломник
Оформления отчета по исследовательской работе	8	Составление пояснительной записки	Руководитель, дипломник

4.4.2. Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаях образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожи}$ используется следующая формула:

$$t_{ожи} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5},$$

где t_{oji} – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

t_{maxi} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{oji}}{ч_i}, \quad (x)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

t_{oji} – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

4.4.3. Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения

данных работ. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни.

Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{\text{кал}},$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

где $T_{\text{кал}} = 365$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}} = 104$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}} = 14$ – количество праздничных дней в году.

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} округляем до целого числа. Все рассчитанные значения сведены в табл. 4.4.2.

Таблица 4.4.2 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ			Исполнитель	Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}	Длительность работ в календарных днях, T_{ki}
	t_{min} , чел-дни	t_{max} , чел-дни	$t_{ож}$, чел-дни			
	Исп. 1	Исп. 1	Исп. 1			
Составление и утверждение технического задания	1	4	2,2	Руков.	3	5
Выбор направления исследования	6	9	7,2	Руков.	7	11
Подбор и изучение литературы по теме	10	14	11,6	Дипл.	12	18
Календарное планирование работ по теме	2	4	2,8	Руков. дипл.	2	3
Поиск необходимых параметров для построения модели	7	14	9,8	Дипл.	10	15
Построение модели гидравлической лебедки	10	21	14,4	Дипл.	15	23
Оценка результатов исследования	7	9	7,8	Руков. дипл.	4	6
Составление пояснительной записки	7	14	9,8	Руков. дипл.	5	8

На основе таблицы 4.4.2 строим план график

Таблица 4.4.3 – Календарный план график проведения НИР по теме

№	Вид работ	Испол нител и	Т _{кi} , кал. дни	Продолжительность выполнения работ											
				Фев.		Март			Апрель			Май			
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Составление ТЗ	Руков.	5												
2	Выбор направления	Руков.	11												
3	Изучение литературы	Дипл.	18												
4	Планирование работ	Руков. дипл.	3												
5	Поиск параметров	Дипл.	15												
6	Построение модели и проведение исследования	Дипл.	23												
7	Оценка результатов	Руков. дипл.	6												
8	Пояснительная записка	Руков. дипл.	8												

■ - руководитель, □ - дипломник

4.5. Бюджет научно-технического исследования

4.5.1. Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада.

Расчет основной заработной платы сведен в табл. 4.5.1.

Таблица 4.5.1 – Расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	Исполнитель и по категориям	Трудоемкость, чел.-дн.	Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.	Всего заработная плата по тарифу(окладам), тыс. руб.
			Исп. 1	Исп. 1	Исп. 1
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	2	0,93	2,05
2	Выбор направления исследования	Руководитель	7,2	0,93	6,70
3	Подбор и изучение литературы по теме	Дипломник	11,6	0,23	2,67
4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, дипломник	2,8	1,16	3,25
5	Поиск необходимых параметров для построения модели	Дипломник	9,8	0,23	2,25

6	Построение модели гидравлической лебедки	Дипломник	14,4	0,23	3,31
7	Оценка результатов исследования	Руководитель, дипломник	7,8	1,16	9,05
8	Составление пояснительной записки	Руководитель, дипломник	9,8	1,16	11,37
Итого					40,65

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп} ,$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $З_{осн}$).

Основная заработная плата ($З_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = T_p \cdot З_{дн} ,$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. ;

$З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} * М}{F_{\text{д}}}, \quad (\text{x})$$

где $З_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

$М$ – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $М=11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $М=10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 4.5.2 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Дипломник
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные - праздничные	118	118
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	48	72
Действительный годовой фонд рабочего времени	199	175

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} * (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) * k_{\text{р}}, \quad (\text{x})$$

где $З_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $З_{\text{тс}}$);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер

обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15- 20 % от $Z_{тс}$);

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Таблица 4.5.3 – расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{тс}$, тыс. руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , тыс. руб.	$Z_{дн}$, тыс. руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, тыс. руб.
Руководитель	23,264	0,3	0,3	1,3	48,39	2,53	21	53,13
Дипломник	5,707	0	0	1,3	7,42	0,34	48	16,32
Итого $Z_{осн}$								69,45

4.5.2. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} * (Z_{осн} + Z_{доп}), \quad (x)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.). На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность, в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%

Таблица 4.5.4 – отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, тыс. руб	Дополнительная заработная плата, тыс. руб
	Исп. 1	
Руководитель	53,13	6,38
Дипломник	16,32	1,96
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Итого		
Исполнение 1	21,08	

4.5.3. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Таблица 4.5.6 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
	Исп. 1	
1. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	77790	
2. Отчисления на социальные нужды	21080	
3. Накладные расходы	15819,2	16% от суммы 1-2
4. Бюджет затрат НТИ	114689,2	Сумма ст. 1-3

5. Социальная ответственность

Введение

Производственная деятельность предприятий нефтяной и газовой промышленности предусматривает воздействие технологических процессов добычи на объекты природной среды, поэтому вопросы охраны окружающей среды для отрасли имеют важное значение.

Для создания безопасных условий труда, поддержания технологического режима, бесперебойной и качественной работы оборудования, предотвращения аварийных ситуаций на буровой лебедке необходимо заранее прогнозировать возможные аварийные ситуации в работе всего оборудования.

В работе системы возможны следующие аварийные ситуации:

- выход из строя какой-либо части лебедки;
- потеря контроля и управления;
- другие непредвиденные ситуации.

Основной целью раздела является рассмотрение оптимальных норм для улучшения условий труда, обеспечения производственной безопасности человека, повышения его производительности, сохранения работоспособности в процессе деятельности.

Разработаны требования безопасности и комплекс защитных мероприятий на рабочем месте.

Анализ вредных факторов производственной среды.

Можно выделить следующие вредные факторы при работе с гидравлической лебедкой:

- Повышенный уровень шума на рабочем месте;
- Повышенный уровень вибрации;

Шум и вибрация:

Основным источником шума на буровой является: роторный стол до 115 дБ, буровая лебедка до 96 дБ, вибросито 98 дБ, при бурении ротором до 115 дБ, при спуско-подъемных операциях до 105 дБ, т.е. наблюдается превышение допустимых уровней

В зависимости от длительного и интенсивного воздействия шума происходит большее или меньшее снижение чувствительности органов слуха, выражающееся временным смещением порога слышимости, которое исчезает после окончания воздействия шума, а при большой длительности и (или) интенсивности шума происходят необратимые потери слуха (тугоухость), характеризующиеся постоянным изменением порога слышимости.

Повышенный шум влияет на нервную и сердечно-сосудистую системы, репродуктивную функцию человека, вызывает раздражение, нарушение сна, утомление, агрессивность, способствует психическим заболеваниям.

Пагубное воздействие оказывает даже шум, не ощущаемый ухом человека (находящийся за пределами чувствительности его слухового аппарата): инфразвуки, к примеру, вызывают чувство тревоги, боли в ушах и позвоночнике, а при длительном воздействии сказываются на нарушении периферического кровообращения.

Повышенный шум влияет на нервную и сердечно-сосудистую системы, вызывает раздражение, нарушение сна, утомление, агрессивность, способствует психическим заболеваниям.

При большой длительности и (или) интенсивности шума происходят необратимые потери слуха, характеризующиеся постоянным изменением порога слышимости.

Также шум влияет на производительность труда. Увеличение уровня шума на 1-2 дБ приводит к снижению производительности труда на 1%.

Допустимый уровень шума составляет 80 дБ. Однако при работе буровой лебедки уровень шума может достигать 96 дБ.

Для снижения вредного воздействия шума на организм человека необходимо применение коллективных и индивидуальных средств защиты.

Предлагаемые средства защиты:

- в качестве средств индивидуальной защиты по персоналу необходимо снабдить противошумными наушниками, закрывающими ушную раковину снаружи, либо противошумными вкладышами, перекрывающими наружный слуховой проход и прилегающие к нему.

Наличие даже минимального дисбаланса в технической системе многократно преумножается в сильные вибрации, которые воздействуют на бурильщиков.

Воздействие вибрации приводит к ухудшению состояния здоровья работников, в том числе к профессиональным заболеваниям (вибрационной болезни), а также к значительному снижению комфортности условий труда.

Таблица 5.1 - Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного
уровня звука

Рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Буровая установка	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Таблица 5.2 - Допустимые величины вибрации в производственных
помещениях предприятия [ГОСТ 12.1.001-89]

Амплитуда колебаний	Частота вибрации,	Скорость колебательных	Ускорение колебательных
0,6-0,4	До 3	1,12-0,76	22-14
0,4-0,15	3-5	0,76-0,46	14-15
0,15-0,05	5-8	0,46-0,25	15-13
0,05-0,03	8-15	0,25-0,28	13-27
0,03-0,009	15-30	0,28-0,17	27-32
0,009-0,007	30-50	0,17-0,22	32-70
0,007-0,005	50-75	0,22-0,23	70-112
0,005-0,003	75-100	0,23-0,19	112-120
1,5-2	45-55	1,5-2,5	25-40

Средства коллективной защиты от повышенного уровня вибраций:
Устройства оградительные, виброизолирующие, виброгасящие и вибропоглощающие.

Анализ опасных факторов производственной среды:

Пожаровзрывобезопасность.

При загорании на площадках технологического оборудования и коммуникаций в результате разгерметизации одного из аппаратов или трубопроводов и растекании по планшету установки необходимо:

- Отсечь аварийные участки, одновременно оповестить ответственных лиц в соответствии со списком, согласно плану ликвидаций аварий;
- Перекрыть нефть, приостановить поступление продукции с ГЗУ, остановить работу всех откачивающих насосов;
- До прибытия аварийных служб силами вахтового персонала принять меры к ограничению распространения границ пожара и разлива нефти.

Система противопожарной защиты.

Система пожарной безопасности и контроля загазованности объектов площадки включает:

Оборудование управляющей сети:

- Станции управления;
- Коммуникационное оборудование;
- Панели сигнализации и управления;

Технические средства нулевого уровня:

- Пожарные извещатели;
- Оповещатели;
- Газоанализаторы;
- Контрольно-измерительное оборудование;
- Исполнительные средства систем пожаротушения.

Таблица 5.3 – Система пожарной безопасности

Наименование помещения	Характеристика и виды защиты зданий и сооружений
Служебно-эксплуатационный блок с операторной	Помещения СЭБа оснащаются дымовыми пожарными извещателями, СОУЭ, системой контроля загазованности, средствами оповещения о загазованности.

На площадке предусмотрены следующие системы пожаротушения:

- Наружное пожаротушение от пожарных гидрантов;
- Внутреннее пожаротушение от пожарных кранов;
- Водяное орошение аппаратов колонного типа;
- Автоматическое пенное пожаротушение;
- Автоматическое газовое пожаротушение.

Механические опасности.

Существуют угрозы травмирования из-за выхода из строя частей талевой системы вследствие лишних нагрузок либо, вероятнее, вследствие износа каната, или тормозных колодок, во избежание этого нужно часто проверять данные составляющие и проводить перетяжку каната и подмену тормозных колодок. Перед началом смены помощник бурильщика, а также сам бурильщик обязаны проверять бесперебойность работы всех механизмов буровой лебедки. Выявленные при проверке проблемы должны быть отмечены в вахтенном журнале и немедленно устранены. Запрещается совершать работы при поломке какого-либо механизма или оградительных приспособлений.

Охрана окружающей среды.

Твердые и жидкие отходы:

В период эксплуатации источниками негативного воздействия на окружающую среду могут являться отработанное масло на гидравлике оборудования и отходы при производстве и при окончании срока эксплуатации оборудования. При этом оборудование переводят на дальнейшую переплавку или на специально оборудованную площадку для утилизации.

На площадке предусмотрены следующие системы канализации:

- Хозяйственно-бытовая;
- Производственная;
- Дождевая.

Система хозяйственно-бытовой канализации предназначена для сбора стоков от санитарных приборов, установленных в бытовых помещениях, очистных сооружений (КОС).

Канализационные очистные сооружения бытовых сточных вод состоят из модульных блоков заводского изготовления:

- Механической очистки;
- Биологической очистки;
- Обеззараживания.

Система дождевой канализации собирает дождевые и талые воды с дорог, проездов, незастроенной территории, кровель зданий

Сточные воды:

Данное оборудование не влияет на состояние гидросферы и поэтому данный раздел не рассматривается.

Выбросы в атмосферу:

Данное оборудование не влияет на состояние атмосферы и поэтому данный раздел не рассматривается.

Защита в чрезвычайных ситуациях.

К наиболее ответственным элементам спуско-подъемного комплекса буровых установок относятся талевые канаты, которые являются специальными изделиями промышленности, предназначенными для работы в талевых системах. При движении каната через шкивы кронблока и талевого блока, во время подъема или спуска последнего, канат совершает большое число перегибов и изнашивается. Несовершенство талевой системы заключается в существенном снижении долговечности талевых канатов, которые являются в данном случае самыми уязвимыми элементами. Основной причиной выхода канатов из строя являются усталость металла и механический износ вследствие работы на шкивах и многослойной навивки на барабан лебедки, поэтому вопросы повышения эффективности эксплуатации канатов и подъемных систем буровых установок являются актуальными.

Талевый канат — очень важная часть всей системы. Разрыв изделия приводит к аварийной ситуации, также возможны несчастные случаи. Канаты берут на себя вес груза, распределяемый между его струнами. А также такой вид арматуры применяется при всех работах, выполняемых с помощью талевой системы, служа связью между лебедкой и талевым блоком.

Аварийной ситуацией, нередко возникающей при эксплуатации талевых систем, является закручивание свободно подвешенного талевого блока. Закручивание происходит вследствие повышенного крутящего момента в канате, как правило, при его замене. С учетом больших затрат, связанных с ликвидацией таких аварий, актуально стоит вопрос о разработке требований, предъявляемых к талевым канатам и подъемным системам буровых установок, которые в настоящее время сформулированы недостаточно четко.

Для предупреждения аварийной ситуации необходимо время от времени следить за состоянием канатов, проверять целостность их структуры, не нагружать канат талевой системы выше установленных характеристик.

Канат талевый необходимо заменить, если окажется, что одна из прядей оборвана. Талевые канаты должны обязательно соответствовать требованиям, предъявляемым ГОСТом. За качество изделий отвечает ряд отечественных и зарубежных ГОСТов. Нельзя применять сращенные канаты при освоении скважин, а также при подъеме вышек и мачт.

Для повышения устойчивости системы диаметры канатов подбираются с запасом 80% выше нормы, а также материал каната следует подбирать тоже с запасом, чтобы характеристики материала были выше установленной нормы.

При возникновении аварии либо при несчастных случаях работники ОБЯЗАНЫ:

- немедленно прекратить работу;
- остановить работу лебедки;
- выключить электропитание буровой установки;
- оповестить бурового мастера либо работодателя;
- принять (по возможности) меры по устранению возникшей опасности;
- при несчастном случае оказать необходимую помощь потерпевшему;
- при всех несчастных случаях вызвать врача или отвезти пострадавших в больницу.

Общие требования промышленной безопасности и охраны труда

К организационным мероприятиям относятся:

- Оформление работы нарядом-допуском, распоряжением или перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;
- Допуск к работе;
- Надзор во время работы;
- Оформление перерывов в работе, переводов на другое рабочее место, окончание работы.

Основные правила безопасного ведения технологического процесса:

- Профилактический осмотр оборудования установки должен производиться по графику, утвержденному главным инженером;

- В период выброса газа в атмосферу с предохранительных клапанов должны быть приостановлены строительно-монтажные и другие работы на площадке, заглушены двигатели. Работы возобновляются после прекращения выбросов и проверки территории с помощью газоанализаторов. Содержание газа в воздухе не должно превышать 20% от нижнего предела взрываемости;
- Обслуживающий персонал должен постоянно контролировать уровень жидкости и давление в емкостях;
- Необходимо постоянно контролировать дозировку химических веществ;
- Вентиляторы и вытяжные устройства должны быть в исправности;
- Должны быть надежными связь и аварийная сигнализация;
- Территория и сооружения площадки должны быть освещены по нормам техники безопасности, пожарной безопасности и санитарным нормам проектирования промышленных предприятий;
- Все металлические части электрооборудования заземлены;
- Необходимо постоянно контролировать состояние оборудования;
- Запрещается использовать в работе необмеднённый инструмент;
- К обслуживанию допускаются лица, ознакомленные с конструкцией, принципом действия и порядком работы в целом;
- В операторной должен быть вахтенный журнал, куда записываются все неисправности, замеченные дежурным, а также основные параметры работы;
- Запрещается использовать в работе неисправное оборудование;
- Запрещается вход посторонних лиц на территорию, без разрешения администрации.
- Курение разрешается только в специально отведенных и оборудованных местах, согласованных с пожарнадзором.

К самостоятельной работе, в качестве оператора буровой установки допускаются лица: достигшие 18-летнего возраста; прошедшие медицинское освидетельствование и не имеющие противопоказаний по здоровью; прошедшие обучение в области промышленной безопасности в специализированном учебном центре и имеющие квалификационное удостоверение оператора буровой установки; прошедшие вводный инструктаж, инструктаж на рабочем месте по программе первичного инструктажа на рабочем месте для бурового оператора; прошедшие стажировку на рабочем месте не менее 14 рабочих смен, проверку знаний и получившие допуск к выполнению самостоятельной работы в качестве оператора буровой установки; имеющие удостоверение об аттестации.

Оператор через каждые 6 месяцев работы должен проходить повторный инструктаж по безопасному ведению работ и, не реже одного раза в год, проверку знаний по основной профессии.

Режим работы оператора буровой установки определяется Правилами внутреннего трудового распорядка на предприятии, а также графиками сменности.

Ведомственный контроль осуществляет отдел охраны труда. Государственный надзор осуществляется федеральной инспекцией труда.

Заключение.

Результатом проведения данной работы стал расчет и конструирование гидравлической лебедки для мобильного оборудования. Также рассмотрены основные теоретические положения о буровой установке, спуско-подъемного комплекса и его основных частей. Выявлены основные преимущества планетарной передачи по сравнению с червячной передачей. Проведен расчёт основных характеристик лебедки, а также с помощью рассчитана планетарная лебедка.

Проведен экономический расчет бюджета исследования, а также в разделе социальная ответственность выявлены некоторые положения безопасности при работе с гидравлической лебедкой.

Список используемых источников

1. Булатов А.И., Проселков Ю.М., Шаманов С.А. Техника и технология бурения нефтяных и газовых скважин: Учебник для вузов. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2003. – 1007 с.
2. Вадецкий Ю.В. Бурение нефтяных и газовых скважин: Учебник для начального профессионального образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. - 352 с.
3. Чернилевский Д. В., Петров М. С. Детали машин: Учебник для машиностроительных техникумов. — М.: «Машиностроение», 1983. — 384 с.
4. Дунаев П.Ф, Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин: Учеб. пособие для студ. техн. спец. вузов . — М.: Издательский центр «Академия», 2004. — 496 с.
5. Башта Т. М. Объемные насосы и гидравлические двигатели гидросистем: Учебник для вузов. – М.: «Машиностроение», 1974, - 606 с.
6. Чернавский С.А., Боков К.Н. и др. Курсовое проектирование деталей машин: Учебное пособие. – М: ООО ТИД «Альянс», 2005. – 416 с.
7. Чернавский С.А., Ицкович Г.М. и др. Курсовое проектирование деталей машин: Учебное пособие для техникумов. – М.: Машиностроение, 1980. – 351 с.
8. Правила безопасности в нефтедобывающей промышленности [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://stroy-technics.ru/article/pravila-bezopasnosti-v-neftedobyvayushchei-promyshlennosti>, свободный.
9. Общие требования промышленной безопасности и охраны труда [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://megaobuchalka.ru/4/25453.html>, свободный.

Приложение