

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН.

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт Энергетики и машиностроения

Кафедра «Технологические машины и транспорт»

Калиев Адиль Нурболатович

Тема: «Усовершенствование тормозной системы буровой лебедки ЛБУ-1100
для бурения скважин на глубину до 3500 м»

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Специальность: 6В07107 – «Эксплуатационно-сервисная инженерия»

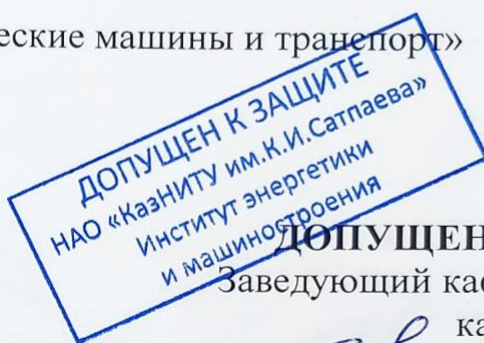
Алматы 2023

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН


Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт Энергетики и машиностроения

Кафедра «Технологические машины и транспорт»



ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой ТМиТ

 канд.техн.наук,
С.А. Бортебаев

« 06 » 06 2023г.

Дипломный проект

на тему: «Усовершенствование тормозной системы буровой лебедки ЛБУ-1100
для бурения скважин на глубину до 3500 м»

6B07107 – «Эксплуатационно-сервисная инженерия»

Выполнил:

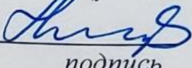
Калиев А.Н.

Рецензент

«АУЭС»

Кандидат техн. наук доцент

(ученая степень, звание)



подпись

Мусабеков Р.А.

ФИО

Научный руководитель

Ассоц. профессор

(ученая степень, звание)



подпись

Елемесов К.К..

ФИО

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН


Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт Энергетики и машиностроения

Кафедра «Технологические машины и транспорт»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ТМиТ

 канд.техн.наук,
С.А. Бортебаев

«28» 11 2022г.

ЗАДАНИЕ

На выполнение дипломного проекта

Обучающемуся: Калиев Адиль Нурболатович

Тема: «Усовершенствование тормозной системы буровой лебедки ЛБУ-1100 для бурения скважин на глубину до 3500 м»

Утверждена приказом ректора Университета №404-н/ө от 23 ноября 2022 года

Срок сдачи законченной работы "10" мая 2023 года.

Исходные данные к дипломному проекту Усовершенствование тормозной системы буровой лебедки ЛБУ-1100 для бурения скважин на глубину до 3500 м» Краткое содержание дипломного проекта

а) Техническая часть: Анализ научно-технической информации;

б) Спец. часть: Техническое предложение;

в) Расчетная часть (Кинематический и прочностной расчеты ленточного тормоза);

г) Расчетная часть (Тепловой расчет ленточного тормоза).

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Буровая лебедка ЛБУ-1100;
2. Ленточный тормоз лебедки ЛБУ-1100;
3. Фрикционная накладка нижняя;
4. Фрикционная накладка верхняя;
5. Кольцо резиновое;
6. Спецификация 1;
7. Спецификация 2.

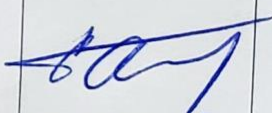
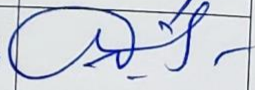
Рекомендуемая основная литература: из 6 наименований.

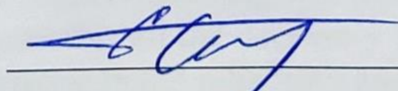
ГРАФИК
подготовки дипломного проекта

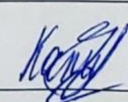
| Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов | Сроки предоставления научному руководителю | Примечание |
|--|--|------------|
| 1. Аналитическая часть научно-технической информации | 13.02.2023 | |
| 2. Спец. Часть – техническое предложение по усовершенствованию | 15.03.2023 | |
| 3. Расчетно-проектировочная часть | 28.03.2023 | |
| 4. Графическая часть | 16.04.2023 | |

Подписи

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

| Наименование разделов | Консультанты И.О.Ф. (уч.степень, звание) | Дата подписания | Подпись |
|----------------------------|--|-----------------|---|
| Разделы дипломного проекта | к.т.н., ассоц.профессор Елемесов К.К. | 05.06.23 |  |
| Нормоконтролер | старший преподаватель Сарыбаев Е.Е. | 05.06.23 |  |
| | | | |
| | | | |

Научный руководитель  / Елемесов К.К./

Задание принял к исполнению обучающийся  /Калиев А.Н./

Дата « 06 » июня - 2023 г.

АНДАТПА

Бұл дипломдық жобада 3500 м тереңдікке дейін ұңғымаларды бұрғылау үшін ЛБУ-1100 бұрғылау жүкшығырының тежегіш жүйесін жетілдіруге байланысты мәселе қарастырылады. Патенттік-ақпараттық шолу нәтижелері бойынша үш қабатты резеңке шығыршығы бар екі сатылы жолақ-қалып тежегіші таңдалды.

Есептік бөлімде барлық қажетті есептеулер келтірілген. Жақсартудың техникалық нәтижесі – екі үйкеліс беті бар жолақты тежегіштің сенімділігі мен тиімділігін арттыру.

Бұл дипломдық жоба графикалық бөлімнің 7 парағынан, 53 беттен тұратын түсіндірме жазбадан тұрады. Жобаны орындау барысында 6 әдеби дереккөз пайдаланылды.

АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте рассматривается вопрос, связанный с усовершенствованием тормозной системы буровой лебедки ЛБУ-1100 для бурения скважин на глубину до 3500 м. Выбор двухступенчатый ленточно-колодочный тормоз с трехслойным резинотросовым кольцом является результатом патентно-информационного обзора.

В расчетной части приведены все необходимые расчеты. В результате технического улучшения ленточно-колодочный тормоз с двумя поверхностями трения повысит свою надежность и будет работать более эффективно.

Данный дипломный проект состоит из 7 листов графической части, пояснительная записка на 53 страницах. В ходе выполнения проекта было использовано 6 литературных источников.

ANNOTATION

This diploma project deals with issues related to the improvement of the braking system of the LBU-1100 drilling winch for drilling wells to a depth of up to 3500 m is considered. Based on the results of the patent information review, a two-stage band-pad brake with a three-layer rubber-wire ring was selected.

The calculation part contains all the necessary calculations. The technical result of the improvement is an increase in the reliability and efficiency of the belt-pad brake with two friction surfaces.

This graduation project consists of 7 sheets of the graphic part, an explanatory note on 53 pages. During the implementation of the project, 6 literary sources were used.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| Введение | 7 |
| 1. Анализ научно-технической информации | 8 |
| 1.1 Общие сведения | 8 |
| 1.2 Устройство буровых лебедок типа ЛБУ | 10 |
| 1.3 Тормозная система лебедок типа ЛБУ | 17 |
| 1.4 Патентно-информационный обзор | 26 |
| 2. Техническое предложение | 29 |
| 3. Кинематический и прочностной расчеты ленточного тормоза | 30 |
| 3.1 Расчет на прочность ленточного тормоза | 30 |
| 3.2 Расчет для проверки ленты торможения | 34 |
| 3.3 Динамика торможения. Безопасные скорости спуска | 35 |
| 4. Тепловые расчеты тормозов | 41 |
| Заключение | 47 |
| Список использованной литературы | 48 |
| Приложение | 49 |

ВВЕДЕНИЕ

Эффективность процесса строительства глубоких разведочных и эксплуатационных скважин на нефть и газ в решающей степени определяется безотказным функционированием спускоподъемного комплекса буровых установок, основной составной частью которого является буровая лебедка.

В данное время на нефтяных и газовых месторождениях распространены буровые установки с дизель-гидравлическим приводом с глубиной бурения 4-5 тыс. м, в которых используются лебедки типа ЛБУ-1100 производства Уралмашзавода. Лебедки этого типа имеют ряд достоинств, позволяющих эффективно их использовать много лет, намного перекрывая нормативные сроки их службы по долговечности.

Тем не менее, из-за низкой средней наработки между отказами некоторых элементов (тормозная система – 144ч, цепные передачи – 89ч) эти лебедки имеют относительно невысокий норматив межремонтного периода – 281ч. Соответственно высок уровень простоев и затрат на ремонт лебедок.

Целью данного проекта является разработка технического решения по модернизации тормозной системы, позволяющей повысить показатели надежности буровой лебедки. Для достижения поставленной цели ставятся следующие задачи:

- 1) проанализировать современные тенденции развития буровой техники в выбранном направлении и определить наиболее перспективные решения для проработки;
- 2) выполнение чертежей в объеме эскизного проекта и расчеты, которые подтверждают техническую обоснованность выбранной конструкции;
- 3) дать оценку проектных решений на соответствие требованиям экологии и правил техники безопасности.

1 Анализ научно-технической информации

1.1 Общие сведения

1.1.1 Основные функции буровых лебедок:

- спуск и подъем бурильной колонны чтобы сменить долото, забойный двигатель, а также для извлечения керна и геофизических приборов во время испытания и освоения скважины;
- осуществление подачи долота в забой во время бурения и сохранение заданной нагрузки на долото;
- по мере углубления скважины бурильная колонна углубляется;
- для крепления скважины устанавливают (спускают) обсадные колонны;
- спуск и подъем ловильного инструмента при ликвидации аварий в скважине;
- выполнение вспомогательных операций по подъему и перемещению агрегатов и узлов буровой установки при монтажно-демонтажных и ремонтных работах.

Особенности режима работы буровых лебедок заключаются в ступенчатом изменении действующих нагрузок и их возрастании по мере углубления скважины.

1.1.2 Основные технические требования к буровым лебедкам:

- Мощность и тяговые усилия должны обеспечивать выполнение спускоподъемных операций с наиболее тяжелыми нагрузками;
- Спускоподъемные операции должны выполняться на скоростях, обеспечивающих высокую производительность, экономичность и безопасность работ;
- Размеры и масса лебедок в собранном виде должны соответствовать нормам правил железнодорожных перевозок;
- Размеры лебедок должны соответствовать ограничениям установленным площадью и необходимым проходам для безопасной работы всех оборудования, которые установлены в буровой;
- Защита системы управления не должна самопроизвольно отключаться или переключать передачи и одновременно включать две передачи;
- В системе управления должно быть предусмотрено автоматическое отключение привода и одновременное включение тормоза лебедки при срабатывании предохранительных устройств, ограничивающих нагрузку на талевую систему и подъем крюка;
- Отключение привода и торможение барабана лебедки не должны приводить к разгрузке и разматыванию талевого каната;
- Конструкция лебедки должна иметь показатели надежности, долговечности и ремонтпригодности на уровне лучших мировых образцов;

– Конструкция лебедки должна соответствовать международным стандартам, определяющим требования к предметно-пространственной производственной среде функционирования буровой техники.

1.1.3 Классификация буровых лебедок. Современные тенденции развития конструкций. Лебедки различают по следующим признакам:

– По грузоподъемности и, соответственно, по мощности привода. Действующий ГОСТ 16293-89 регламентирует расчетную мощность буровых лебедок для 12 классов буровых установок в пределах от 200- 240 кВт для 1-го класса до 3000 – 4000 кВт для 11-го и 12-го классов;

– По кинематической схеме привода: лебедки могут быть с цепной многоскоростной трансмиссией и лебедки с зубчатой двухскоростной и односкоростной трансмиссией;

– По характеру изменения скорости подъема, в зависимости от кинематики и привода скорости подъема буровые лебедки классифицируются как ступенчатые, непрерывные и бесступенчатые;

– По схеме включения высокоскоростные редукторы сконструированы с независимыми и зависимыми высокими скоростями. Тип редуктора зависит от скорости подъема пустого элеватора и, следовательно, от производительности оборудования;

– По числу валов буровые лебедки могут быть выполнены с одним, двумя и тремя валами. Лебедки с одним и двумя валами оснащаются отдельным редуктором. В лебедках с тремя валами изменение скоростей подъема осуществляется путем переключения передач, установленных между валами самой лебедки. Буровые лебедки с двумя и тремя валами снабжаются фрикционной катушкой для выполнения вспомогательных работ. Установки с буровой лебедкой с одним валом комплектуются дополнительной вспомогательной лебедкой;

– По способу торможения различают лебедки с торможением с помощью механического трения и лебедки с торможением двигателем;

– По способу управления подачей долота различаются лебедки с ручным и автоматическим регулированием скорости подачи (с использованием регулятора подачи долота).

– По способу смазки элементов передач и трущихся поверхностей различаются лебедки с капельной и принудительной смазкой.

– По способу охлаждения тормозных шкивов лебедки могут быть выполнены с воздушным и водяным охлаждением шкивов.

– По конструкции вспомогательных тормозов различают лебедки с гидродинамическими и электромагнитными вспомогательными тормозами и лебедки без вспомогательных тормозов.

Конструктивная схема лебедки выбирается на основе учета следующих факторов:

– мощность, тип двигателей и вид силового привода;

– расположение и тип передач (определяются высотой и конструкцией оснований, и типом БУ).

В настоящее время в зависимости от типа силового привода и используемых двигателей выделяются две основных группы конструкций буровых лебедок, выпускаемых серийно:

1) лебедки с приводом от дизеля – гидравлических агрегатов, выполненные по с классической схемы торможения барабана лебедки с помощью ленточно - колодочного тормоза и применением вспомогательного тормоза при спуске бурильной колонн (лебедки типа ЛБУ);

2) лебедки с торможением барабана двигателем (лебедки типа ЭТ с приводом от электрических двигателей постоянного тока и типа АС – с приводом от двигателей переменного тока с частотным регулированием).

В конструкциях второй группы буровых лебедок отпала необходимость использования вспомогательных регулирующих тормозов, исключены ШПМ и многоступенчатые коробки перемены цепных передач (заменены двух- и одноступенчатыми зубчатыми КПП), ручное управление тормозами, тормозная рукоятка бурильщика. Исключена проблема износа тормозных шкивов и колодочно-ленточных тормозов. Однако, применение буровых лебедок с приводом от электрических двигателей в труднодоступных районах крайнего севера требует наличия дополнительных дизель-генераторных станций, что связано с большими затратами на транспортные, монтажно-демонтажные операции и эксплуатацию. Существенную роль также играет и высокая стоимость лебедок данного типа. Поэтому на нефтегазоносных площадях Красноярского края в настоящее время бурение в основном ведется буровыми установками с лебедками 1-ой группы, т.е. с приводом от дизель-гидравлических агрегатов.

По серийным буровым лебедкам данной группы, начиная с 1988г, существенных изменений конструкции не произошло. Тем не менее, в данном направлении исследования и конструкторские работы ведутся в России достаточно интенсивно, о чем свидетельствует, в частности, появление ряда патентов по совершенствованию тормозных систем.

1.2 Устройство буровых лебедок типа ЛБУ.

1.2.1 Составные части и особенности работы лебедок типа ЛБУ. Буровая лебедка имеет сварную раму с подъемным валом и передаточным валом, редуктор, тормозную систему, которая включает в себя ленточный тормоз и вспомогательный тормоз и пульт управления. Все составные защищены щитом.

Вращательное движение двигателя изменяется в поступательное движение ходового конца подъемного каната, который закреплен на барабан вала с помощью того же самого вала, вращаемый редуктором.

По этой причине краны имеют силовые устройства для подъема и устройства для торможения. Чтобы повысить К.П.Д. подъема без какой-либо нагрузки и подъема крюка с колонной или пустым элеватором непостоянного веса лебедка и их передачи сконструированы как шестискоростные. Переход с высокой скорости на низкую или наоборот выполняется с помощью фрикционной муфты, который обеспечивает гладкое соединение и уменьшает затраты по времени на такие операции. При подъеме колонн переключения скоростей редуктора исполняется периодически. При этом не требуется управлять скоростями КПП.

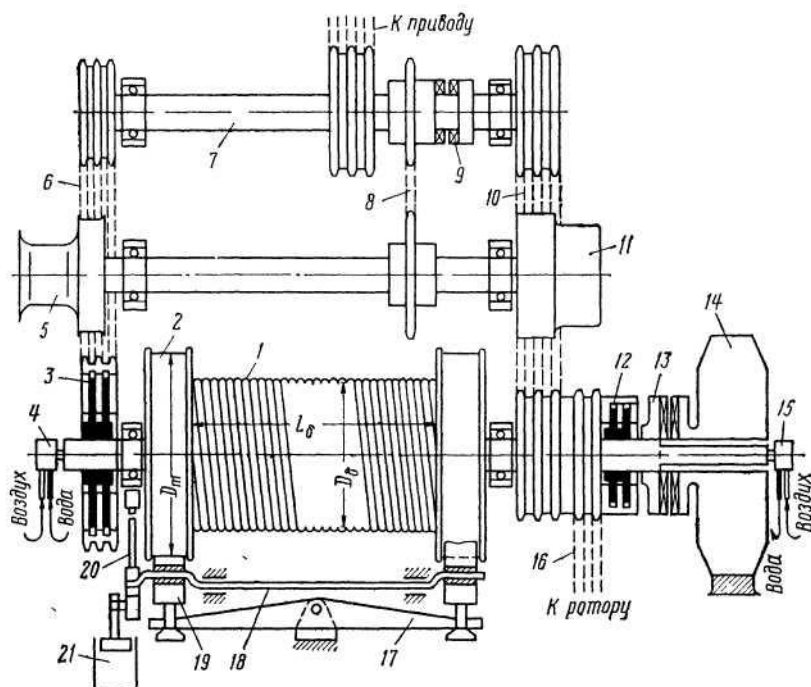
Скорость наматывания и сматывания каната с барабана лебедок зависит от скоростей спуска и подъема крюка и количества ветвей в лебедке. Скорость подъема крюка для самых тяжелых колонн достигает 0,3-0,5 м/с, а подъема без груза составляет 1,5-2,0 м/с. Высочайшие скорости при подъеме приводят к плохим условиям наматывания каната на барабан и не экономят значительную часть времени.

Рабочая скорость спуска определяется весом спускаемой колонны и их длины и условиями скважин. Максимальная рабочая скорость не может превышать 3 м/с, а минимальная скорость во время спуска колонн составляет 0,2 м/с. Во время буровых работ бурильная колонна подается лебедкой с максимальной скоростью до 1,5 м/мин.

При подъеме канаты наматываются на барабан лебедок из-за тяжести всей колонны, при опускании незагруженного подъемника канаты наматываются с большой скоростью при маленьком натяжении во время подъема незагруженного подъемника, но под действием тяжести всей части колонн. Тем самым это приводит к тяжелым и сложным условиям процесса и быстрому износу канатов, в особенности, когда используется многослойная намотка на барабан лебедки.

Основные эксплуатационные и технические характеристики лебедки характеризуется мощностью, который передается ей и бывает основным параметром.

Такие значения как диаметр подъемного каната, расстояние от центра барабана до середины шестеренки, который соединен с валом роторов обозначаются как присоединительные размеры буровой лебедки. На рис.1.1 приведена принципиальная лебедки с 3 осями.



1 — основной барабан; 2 — главный тормоз; 3 — фрикционная муфта низкой скорости вращения; 4 — поворотное устройство (вертлюг) для подачи воды и воздуха; 5 — стержневая катушка; 6 — низкоскоростная передача; 7 — трансмиссионный вал; 8 — передача привода вала катушки; 9 — муфта включения вала катушки; 10 — передача привода быстрого вращения; 11 — катушка для раскрепления замков; 12 — фрикционная муфта включения быстрого вращения; 13 — муфта включения вспомогательного тормоза; 14 — вспомогательный тормоз; 15 — вертлюжок для подачи воздуха и отвода воды; 16 — передача привода ротора; 17 — баланси́р механического тормоза; 18 — коленчатый вал тормоза; 19 — тормозная лента; 20 — тормозной рычаг; 21 — цилиндр для пневматического торможения.

Рис. 1.1. Принципиальная схема лебедки с 3 осями

Диаметр каната должен отвечать требованиям размера канавок на внешней части барабана лебедки и габаритам канавок шкивов грузоподъемной системы. Канат быстро изнашивается, если не обнаружить сходства.

При отклонении основного расстояния от центра барабана до середины вращательной звездочки цепь быстро порвется, и характерное бурение станет почти невозможным.

В настоящее время лебедки строятся в двух основных компоновках:

- лебедки в которых все узлы смонтированы на общую раму и представляют единое оборудование;
- лебедки из двух компонентов — подъемного вала и редуктора соединенные между собой муфтами.

В табл. 1.1 показывается основные характеристики этих лебедок.

На последних видах БУ главная лебедка располагается под основанием машины, а вспомогательные операции (ослабление бурильной трубы при

извлечении из скважины, транспортировки небольших грузов к машине, свинчивания обсадных труб) выполняют с помощью вспомогательных лебедок. Это упрощает конструкцию главной лебедки и снижает её вес.

Таблица 1.1 Основные характеристики лебедок типа ЛБУ.

| Параметры | Тип лебедки | | | | |
|--|-------------|------------------------|-------------|----------|----------|
| | ЛБУ-750 | ЛБУ-1100 | ЛБУ-1200 | ЛБУ-1400 | ЛБУ-3000 |
| Мощность барабана, кВт | 560 | 820 | 900 | 1030 | 2650 |
| Наибольшее натяжение талевого каната, МН | 2,0 | 2,64 | 2,73 | 3,41 | 4,2 |
| Диаметр талевого каната, мм | 28 | 32 | 32 | 35 | 38 |
| Количество скоростей на подъемном валу | 4 | 6 | 5 | 6 | 0 |
| Количество скоростей на приводе ротора | 4 | 3 | 4 | 3 | 0 |
| Габариты барабана, м: | | | | | |
| диаметр | 0,7 | 0,75 | 0,8 | 0,835 | 0,935 |
| длина | 1,2 | 1,35 | 1,03 | 1,445 | 1,54 |
| Габариты тормозных шкивов, м: | | | | | |
| диаметр | 1,18 | 1,45 | 1,45 | 1,45 | 1,45 |
| ширина | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| Число колодок | 20 | 27 | 27 | 27 | 27 |
| Тип вспомогательного тормоза | Гидротормоз | Электротормоз ЭТМ-4500 | Гидротормоз | | |
| Габаритные размеры, м: | | | | | |
| длина | 9,9 | 7,09 | 7,25 | 7,34 | 8,74 |
| ширина | 2,53 | 4,59 | 3,545 | 2,76 | 3,34 |
| высота | 2,714 | 2,43 | 2,865 | 2,50 | 2,56 |
| Масса, т | 17,1 | 33 | 26,5 | 31,15 | 45,0 |

1.2.2 Устройство сборочных единиц. Рамки лебедок – это сварная рама из металла, на которых смонтированы компоненты лебедок. Рама защищает общие компоненты лебедок от дефектов и потери во время перевозок, и делает лебедку жесткими и устойчивыми. Если же лебедка установлена на крупноблочном основании, то на повторный монтаж ее при строительстве буровой, по существу, совсем не затрачивается время.

Подъемный вал (рис.1.2) – главный вал лебедки, а во многих современных лебедках (ЛБ-750) единственный вал. На одной из сторон вала 7 установлена ШПМ 1, которая используется для запуска лебедки от звездочки 2.

На другой стороне вала находится звездочка 8, редуктор для регулирования подачи долот и барабан 9 для муфты включения вспомогательного тормоза. В центре главного вала 7 между центральными подшипниками 3 установлен и зафиксирован шпонкой барабан. Он состоит из барабана 6 и диска 5. Внешняя поверхность барабана плоская или рифленая для подъемного каната определенного диаметра.

Тормозной шкив 4 крепится к барабану болтами с обоих концов. Поверхность шкивов во время торможения может нагреваться более чем до 900 °С, даже при использовании вспомогательных тормозов. Из-за этого к таким деталям лебедки ставят высокие требования

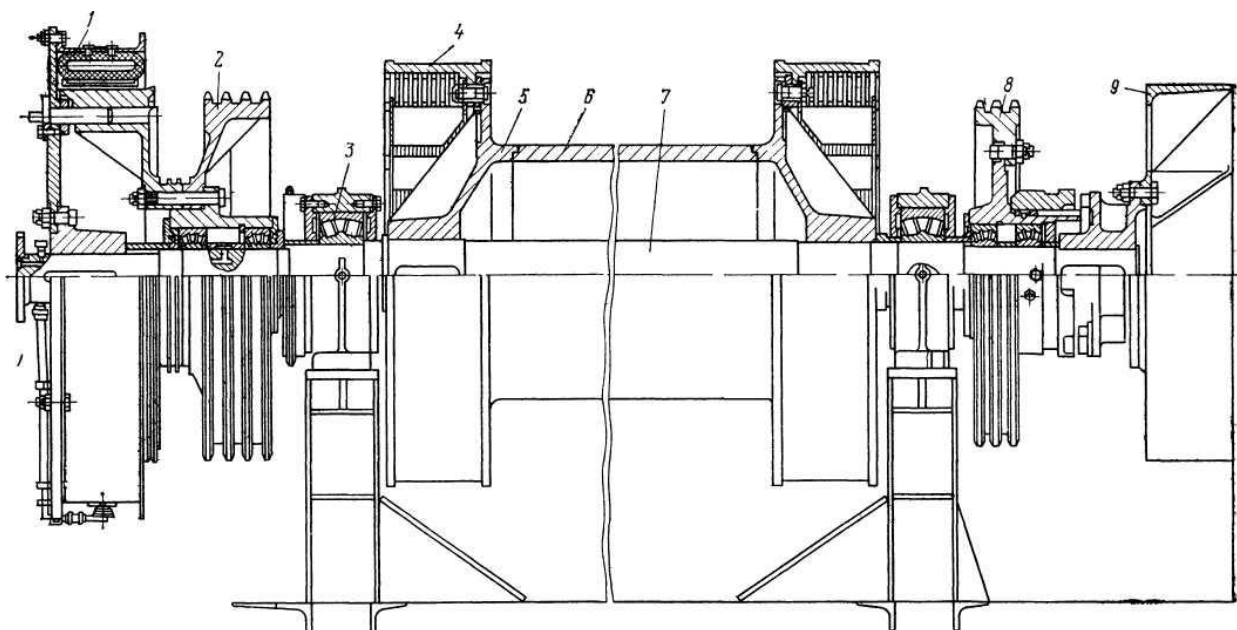
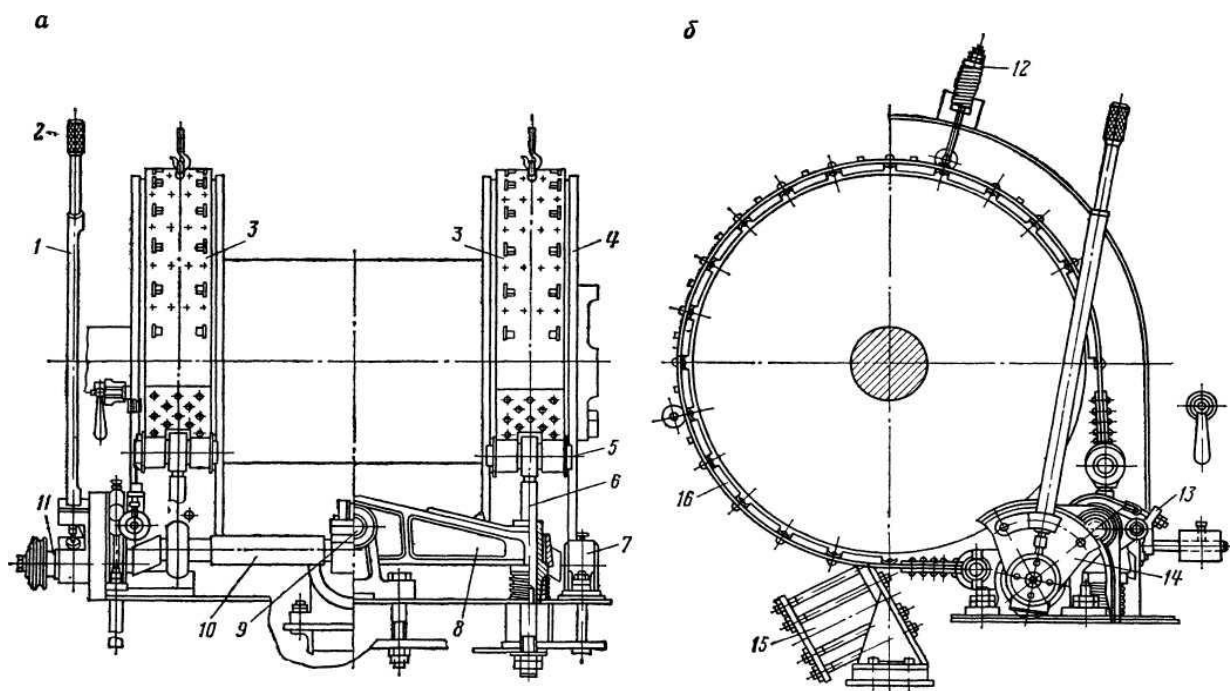


Рисунок 1.2. – Основной (подъемный) вал лебедки

На рис. 1.3 показывается тормозная система лебедки. Тормозные шкивы изготавливаются Уралмашзаводом из стали марок 35ХНЛ и 30ХМЛ подвергаются термообработке (закаливанию и высокому отпуску). Шкивы могут быть изготовлены и из другой марки сталей (например, 5ХГСЛ, 20ХМЛ) с подходящей термической обработкой. Чтобы избежать внушающих происшествий надо внимательно смотреть за состоянием тормозного шкива. Любые трещины на тормозных шкивах должны своевременно быть замеченными и заменены.



а – передний вид; *б* — боковой вид;
 1 - рычаг; 2 - рукоятка; 3 - лента; 4 - тормозной шкив; 5 - шарнир; 6 - регулировочный болт; 7 - опора; 8 - балансир; 9 - ось балансира; 10 - коленчатый вал тормоза; 11 - кран пневматического управления; 12 - пружина; 13 - фиксатор рычага; 14 - сектор; 15 – пневматический цилиндр; 16 - тормозная колодка.

Рисунок 1.3 – Тормозная система лебедки.

Охлаждение тормозных шкивов с помощью воды является одной из особенностей некоторых буровых лебедок.

На рис. 5 показан барабан для водяного охлаждения тормозного шкива. Чтобы подать воду к подъемному валу с одного конца просверливается отверстие 2 глубиной по оси около 200 мм. За этим отверстием под прямым углом от поверхности вала просверливается еще одно отверстие 3, а ближе к концу вала – отверстие 4, причем на поверхности вала на обоих выходах из этих отверстий закрывается специальная втулка 5 с кольцевыми канавками 6 и 7.

Накидной трубопровод 9 и сливной трубопровод 10 соединены перпендикулярно к втулке на соединяющей гайке 8. Трубопровод 9 своим другим концом соединен с водяной полостью тормозного шкива 11. С радиально противоположной стороны этого шкива подсоединен второй трубопровод 12, по которому вода поступает в тормозную шайбу 13, которая очищается, по сливному трубопроводу 10 и кольцевой канавке 7, в пространство между стенкой отверстия вала 2 и наружным диаметром трубы 14, а затем в емкость для слива.

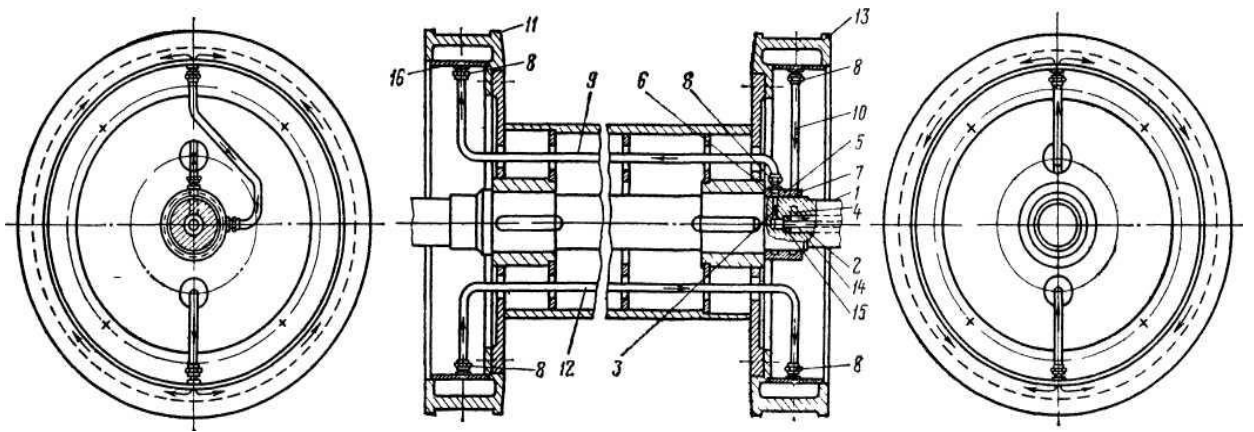


Рис. 1.4. - Схема охлаждения водой тормозных шкивов.

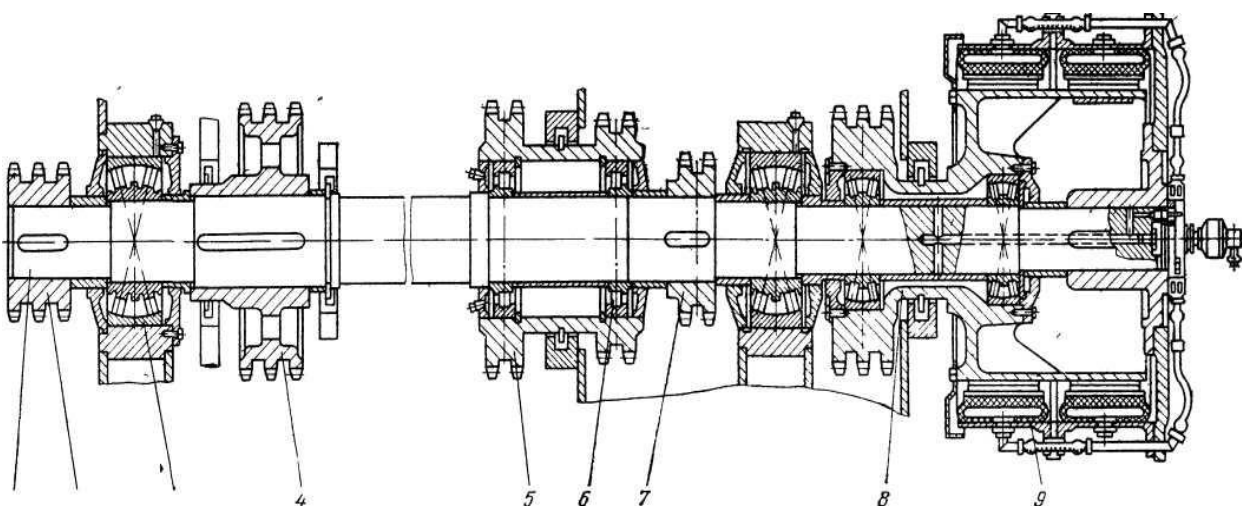
Трубка *14* подает воду в вал. Уплотнение *15* разделяет нагнетательный и выходные каналы.

Камеры, образованные с помощью приварки по всей внутренней части шкивов тонким металлическим кожухом *16* присутствует в шкивах барабана с охлаждением с помощью воды.

Трансмиссионный вал трехвальной лебедки получает одну скорость от двигателя и передает два и больше скоростей на промежуточный вал и, в зависимости от конструкций, один высокоскоростной оборот на подъемный вал. В лебедках с коробкой передач, трансмиссионный вал дает основному валу вращение через одну или несколько шестерен на ротор через специальную передачу. Этот же вал используется также для подключения регулятора подачи долота к лебедке.

Промежуточный вал находится только на лебедках с тремя валами. Этот вал имеет катушки на обоих концах и порой называется катушечным валом, поскольку он используется для вспомогательного оборудования и операций по наладке и свинчиванию бурильных труб во время СПО. Этот вал также назначен для передачи более чем одной скорости на подъемный вал.

На рис. 1.5 показывается катушечный вал буровой лебедки У2-2-11. Цепное колесо *2* передает три скорости вращения (*1*, *2* и *3*) полученные от передаточного вала цепными колесами *4* и *5*, на подъемный вал. Колесо *8* на передаточном валу легко вращается на подшипнике и включается муфтой *9* для передачи еще трех «быстрых» частот вращения (*4*, *5* и *6*) на барабан лебедки. Цепное колесо *7* отвечает за передачу вращения на ротор.



1 - вал; 2, 4, 5, 7 и 8 - цепные колеса привода барабана, промежуточного вала, промежуточных передач, привода ротора и «быстрых» частот; 3 и 6 - подшипники вала и колес промежуточных передач; 9 - шинно-пневматическая муфта

Рисунок 1.5 - Промежуточный вал лебедки

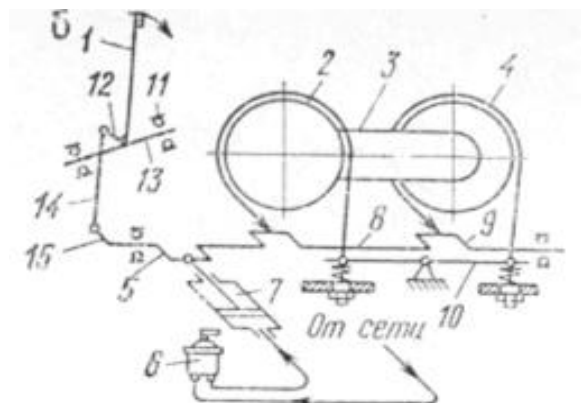
1.3 Тормозная система лебедок типа ЛБУ

1.3.1. *Функции, устройство и особенности работы. Функции:*

- 1) Верное поддержание наибольшего веса колонны в неподвижном состоянии;
- 2) Поглощение энергии при спуске свечи с наибольшей дозволенной скоростью массива;
- 3) Остановка бурильной колонны после спуска;
- 4) Урегулирование тормозного момента предоставляющий плавную подачу колонны.

Принципиальная схема тормозной системы состоит из двух шкивов, установленных на барабане через которые проходит гибкая лента с фрикционными накладками. Набегающий конец ленты соединен со стабилизатором, уравнивающим нагрузку на шкивы, сбегающий конец с коленвалом, приводимый в движение рычагом или пневматическим цилиндром. При этом угол рычага при повороте составляет 90 градусов, а его длина составляет $L_p=1,2-1,6$ м, рычаг над поллом расположен на высоте $h>0,8-0,9$ м. Если лебедка расположена ниже пола буровой, надо использовать рычажную систему и тяговую систему, а по мере увеличения грузоподъемности устанавливаются добавочные пневматические цилиндры, автономно приводимые в действие от цилиндра.

Рычаг состоит из храпового узла и пневматического цилиндра, который фиксирует его в установленном положении (закрывает).



1 - тормозная рукоятка; 2 - тормозные шкивы; 3 - барабан; 4 - лента с фрикционными накладками; 5 - мотылевая шейка вала; 6 - регулятор управления; 7 - пневмоцилиндр; 8 - вал коленчатый; 9 - шатунная шейка вала; 10 – балансир; 11 - подшипник; 12, 15 – рычаги

Рис.1.6 – Кинематическая схема ленточного тормоза буровых лебедок ЛБУ 37-1100

Тормозной шкивы также изготавливаются диаметрами до 1,6 м и шириной 220 – 280 мм смотря на грузоподъемность. Шкив устанавливается на барабан и заменяется при износе. Изготовлены из литой стали и выпускаются в таких вариантах:

- а) с воздушным охлаждением при помощи лопастей;
- б) с ребристыми роликами из сплава алюминия;
- в) охлаждения при помощи воды;
- г) без охлаждения.

Шкив толщиной $\delta = 30 - 35$ мм, допустимый износ – до 0,4 – 0,5. Ширина колодок меньше ширины шкивов на 5 – 10 мм.

Тормозная лента изготовлен из полосы стали толщиной 3 – 6 мм, а ширина колодок равна ширине колодки

Колодка может быть тканевым, мягким и жестким, из асбестовых волокон спрессованный с металлической сеткой из металла и пластмассы. Более прочные колодки изготавливаются из ретинакса ФК – 24 и асбестовой резины (асбокаучук) 6КХ – 1 вместе с фенолальдегидной смолой. Ретинакс может выдержать удельную нагрузку в 5 – 6 МПа, тормозная скорость составляет 50 – 60 м/с, с твердостью НВ 33, теплостойкостью 1000°C и коэффициентом трения $F = 0,4 - 0,5$.

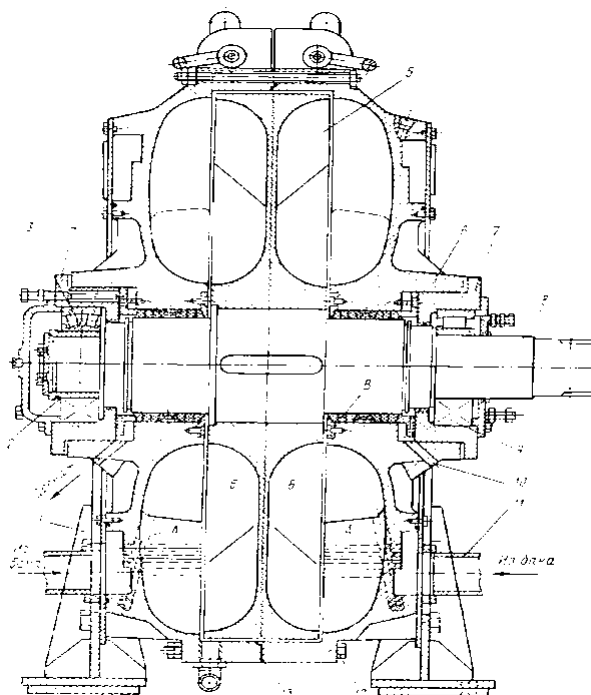
Балансиры – это балки свареная или литая представляет собой литую либо сварную балку.

Привод ленточного тормоза, состоящий из коленвала установлен на радиально-сферическом подшипнике, корпус которого крепится к рамке лебедок. Шатунная шейка коленвала соединен тягой со сбегающим концом ленты.

Вспомогательный тормоз предназначен чтобы ограничивать скорость спуска колонны с помощью замедления барабана, и чтобы поглотить часть выделенной во время спуска энергии. Вспомогательные тормоза бывают с гидродинамикой и электродинамикой. Вспомогательные тормоза с электродинамикой бывают индуктивные и магнитные.

Оба вида тормозов соединяются муфтой к подъемному валу и включается только после опускания труб до 300 – 400 м., т.е. когда барабан лебедки сильно нагружен. Другая особенность, общей для всех типов тормозов состоит в том, что используется вода для охлаждения.

Статор и ротор, изготовленные из чугуна, являются составными для *гидромата* (рис. 1.7).



А – радиальный и тангенциальный канал в теле и лопатке статора; Б - межлопаточная полость тормоза; В - плетеная набивка из асбестовой проволоки; 1 – стойка; 2 – втулки; 3, 9 – роликоподшипник; 4,7 – фланцевый стакан; 5 – колесо насосное ротора; 6 – статор; 8 – роторный вал; 10 - канал; 11 - патрубки; 12 - болты; 13 – прокладки.

Рисунок 1.7 – Гидромат.

Роторы включают в себя рабочее колесо состоящий из двух лопастей с прямыми радиальными лопатками (количество лопаток 20 – 28) толщина которых 12 – 25 мм.

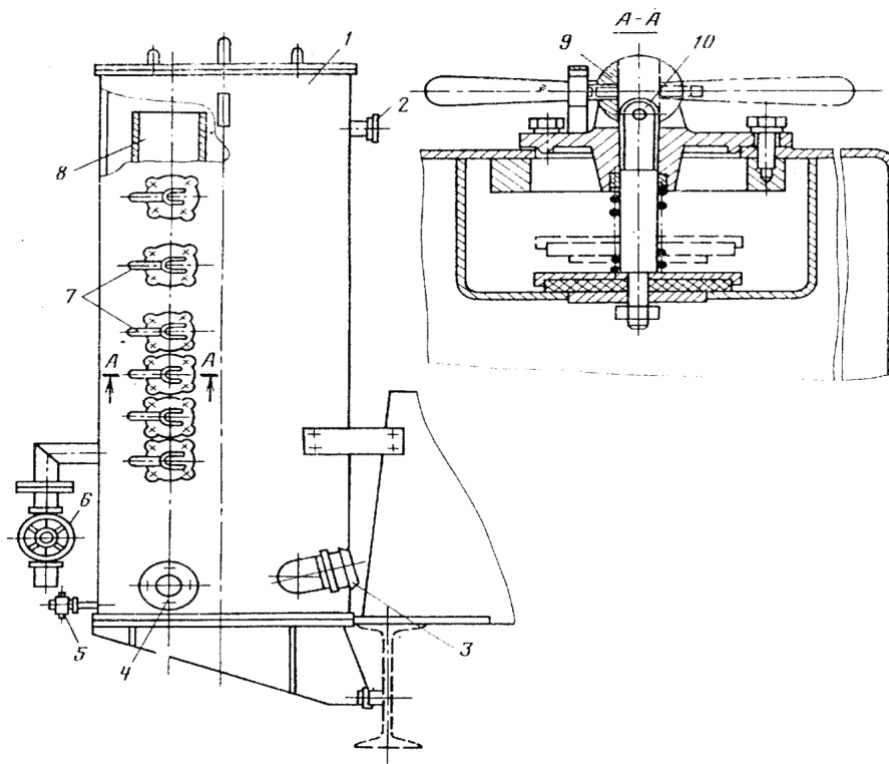
Насосное колесо, установленное на валу, натягивается на шпонку.

Корпус, состоящий из двух идентичных частей, образует *статор*. Корпус крепится на стойках к раме лебедки. Секция статора имеет радиальные лопасти, наклоненные в противоположном направлении по отношению к лопастям

ротора. Статор имеет соосное отверстие для подшипника и фланцевую втулку для крепления вала ротора.

Уплотнения: соединения половин статора уплотнены паронитовой или картонной прокладкой и закрепляются болтами. Вал ротора уплотняется текстильной асбестовой набивкой и торцевыми прокладками. Сальник регулярно смазывается смазкой из графита.

Система охлаждения тормоза и подачи рабочей жидкости показаны на рис. 1.8. Вода из охладителя 8 проходит через радиальные и тангенциальные каналы в корпусе статора и лопастях в межлопастное пространство тормоза. Нагретая вода проходит через верхнюю пробку под действием давления, создаваемого в роторе, и направляется из тормоза в охладитель. Охлажденная рабочая вода сама вытекает и поступает из охладителя в гидравлический тормоз. Момент тормоза, который создается с помощью гидромата, можно менять при помощи ступенчатого или бесступенчатого регулятора уровней воды в охладителе.



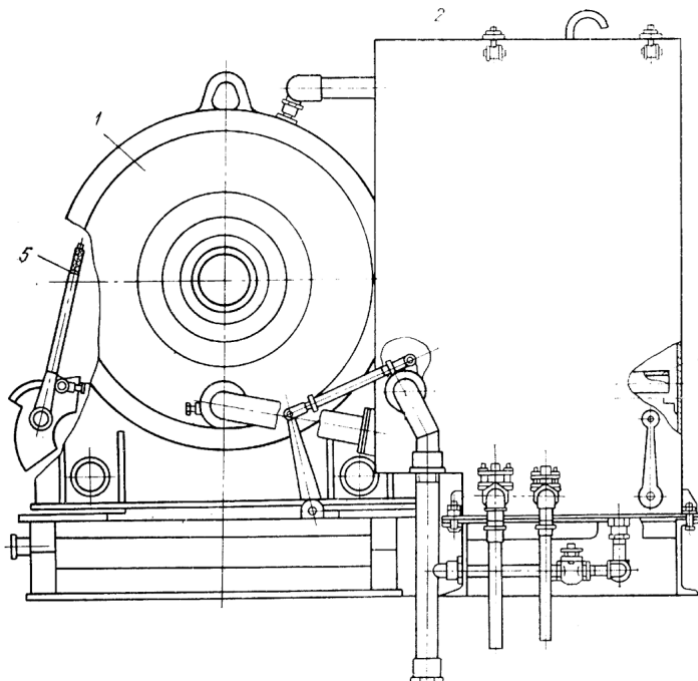
1 - охладитель; 2,3 - патрубки; 4 - сливной патрубок; 5 - кран; 6 - вентиль; 7 - клапан переливной; 8 - трубка; 9 - рукоять; 10 - шток.

Рисунок 1.8 - Ступенчатое регулирование жидкостей тормоза

Конструкция регулятора показана на рис. 1.8. Ступенчатое регулирование уровня жидкости состоит из вертикальной трубки с отверстием рядом, закрытый переливным клапаном, расположенным по высоте трубки. Клапан управляется эксцентриковым рукоятью и открывается подпружиненным стержнем, когда

сливное отверстие в трубе перемещается в паз эксцентрика. На высоте отверстия охладитель и тормоз, который с ним сообщается заполняется водой.

Бесступенчатое регулирование уровня жидкости (рис. 1.9) работает по принципу изменения наклона вращающейся трубки, расположенной внутри охладителя поворачиваемой рукояти 9.



1 - тормоз; 2 - холодильник; 3 - поворотная труба; 4 - труба сливная; 5 -рычаг регулирования наклона поворотной трубы.

Рисунок 1.9 - Бесступенчатое регулирование уровня жидкости в гидромате

Электродинамические тормоза – это электрические машины, которые работают за счет динамического торможения. Они соединяются с главным валом лебедок с помощью муфты. Набор электродинамических тормозов: генераторы, станции управления, возбуждательные агрегаты, тормозные сопротивления кнопки управления, командоконтроллеры.

Электродинамические индукционные тормоза создают тормозной момент за счет взаимодействия вихревых токов и магнитного поля в якоре при подаче постоянного тока на обмотку возбуждения на внутренних цилиндрических поверхностях корпуса тормоза. Тормоз (рис.1.10), состоящий из цилиндрического ротора (якоря) с Т-образными сечениями, изготовлены из немагнитных материалов и вращаются в статоре с обмоткой возбуждения. В якоре имеется кольцевая канавка для циркуляции охлаждающей воды. Тормозной момент может изменяться в широком диапазоне путем регулировки сопротивления статора обмотки возбуждения. В отличие от индукционных тормозов, порошковые тормоза увеличивают тормозной момент за счет

заполнения воздушного зазора между валом статора и якорем ферромагнитным порошком, увеличивая проницаемость воздушного зазора. Порошок обрывает механическую связь между якорями и статорами, поэтому изменение скорости не влияет на тормозной момент.

В отличие от порошковых тормозов, гидродинамические и индукционные тормоза не используются для полного останова и удержания груза, так как это происходит при $n=0$ и $M_T=0$.

Механическое свойство вспомогательного тормоза приведена на рис. 1.11, которая показывает изменение тормозного момента при постоянном токе в обмотке возбуждения электромагнитного тормоза. Регулируя ток возбуждения, можно изменять тормозной момент торможения индукционного тормоза, что облегчает управление тормозом и автоматизирует спуск. Тормозной момент жидкостных тормозов регулируется путем изменения наполнителя тормоза.

Электромагнитный тормоз можно выбрать в зависимости от требуемого тормозного момента:

а) $M_T \geq M_{CT}$ – индукционные тормоза;

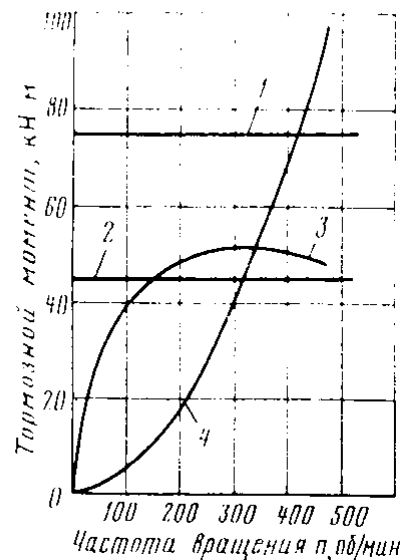
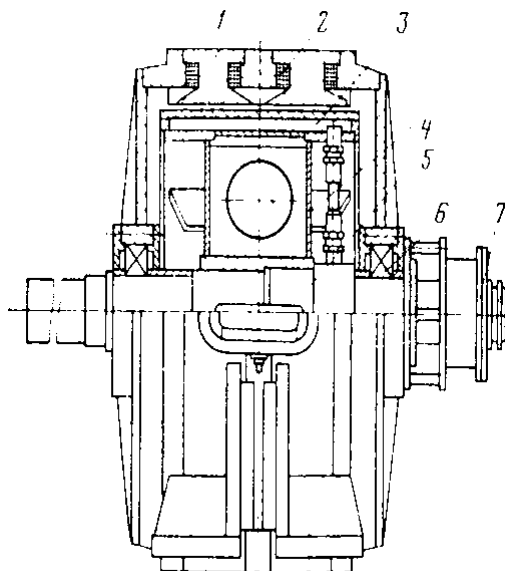
б) $M_T \geq M_{CT} + M_{ин}$ – порошковые тормоза,

где M_T – номинальные тормозные моменты,

M_{CT} – статический момент, обусловленный весом самой тяжелой колонны;

$M_{ин}$ – вращательный момент из-за инерции, вызванные весом самой тяжелой колонны труб, угловое замедление ϵ .

В табл. 1.2 есть сравнительная информация технических характеристик вспомогательного тормоза.



1 - статор магнитный; 2 - обмотка возбуждения; 3 – кольцевая проточка; 4 - якорь; 5 – вал; 6 - подшипник; 7 - фланцевая муфта

1 – тэп - 7,5; 2 – тэп - 4,5; 3 - эмт - 4,5

Рис.:1.10. Индукционные тормоза

Рис.1.11 Технические характеристики тормозов.

Таблица 1.2 - Сравнительная информация технических свойств.

| параметры \ типы | Гидродинамический тормоз Ф1000 | УТГ 1450 | ТЭИ-710-45 | ТЭИ-800-60 | ТЭП-45-VI |
|----------------------------------|--------------------------------|-----------|------------|------------|-----------|
| Активный диаметр ротора, мм | 1000 | 1450 | 1300 | 1500 | 1300 |
| Момент торможения, кНм | 20 – 50 | 110 – 170 | 45 | 60 | 45 |
| Частоты вращ., мин ⁻¹ | 500 | 400 | 500 | 500 | 0 – 500 |
| Размеры, м: | | | | | |
| высота | 1590 | 1870 | | | |
| ширина | - | 1680 | | | |
| длина | 1450 | 1533 | | | |
| Масса, кг | 3306 | 5200 | 5300 | 7000 | 4200 |
| Напряжение возбуждения, в | - | - | 120 | 120 | 127 |
| Мощность возбужд. кВт | - | - | 10,2 | 14 | 3,0 |
| Ток возб., А | - | - | 135 | 72 | 10 |

1.3.2. *Материалы изготовления ленточного тормоза.* Самым важным показателем фрикционных свойств материала, которые используются в ленточных тормозах лебедок, являются:

а) коэффициент трения – отношение силы сопротивления движению двух объектов, движущихся за счет трения, к нормальным составляющим внешней силы, действующей на поверхности объектов;

б) стабильный коэффициент трения – величина без размера, определяется как отношение среднего коэффициента трения к его максимальному значению, полученному в результате нескольких измерений данного узла трения при постоянных условиях эксплуатации;

в) допустимое контактное давление – сила, с которой сжаты два тела трутся, сжимаются к зоне контакта, и которая является допустимой при таких условиях, как сопротивление движению степень износа тел трения;

г) допустимая скорость скольжения-относительная скорость перемещения тел пары трения по поверхности контакта, определяемая минимальной интенсивностью износа и допустимыми условиями нагрева узла;

е) износостойкость – свойство материала сопротивляться и стиранию при определенных условиях трения;

ё) термостабильность – способность материала изменять коэффициент трения с температурой;

ж) сопротивление термической усталости, т.е. постепенному разрушению материала, которое развивается при повторяющихся и многократно повторяющихся термических нагрузках.

Рабочие характеристики ленточных тормозов, как и других фрикционных компонентов, определяются фрикционной совместимостью контактирующих материалов. Наиболее эффективными являются те материалы, которые, будучи подобранными друг к другу, демонстрируют наилучшие фрикционные свойства из всех рассматриваемых. Коэффициент трения выбранного материала и допустимое контактное давление определяют диаметр и ширину тормозного шкива. Теплостойкость тормозных колодок, износостойкость и термическая усталость тормозных шкивов оказывают существенное влияние на безопасность эксплуатации и долговечность ленточного тормоза. Увеличение мощности крана и скорости спуска при выемке грунта не отделимо от увеличения тормозного момента ленточного тормоза.

В таблице 1.3 приведен коэффициент трения при высоких нагрузках асбофрикционной стали, применяемой в тормозах и муфтах.

Таблица 1.3 - Коэффициент трения асбофрикционной стали

| Материалы | Температура °С | | | |
|--------------------|----------------|-----------|-----------|-----------|
| | 80 | 100 | 120-130 | 230-260 |
| 6КХ 1 | | | 0,57-0,52 | |
| 6КХ 15 | | | 0,6-0,42 | |
| 6КФ32 | | 0,6-0,52 | | |
| Ретинакс ФК 16Л | 0 39 | 0,4 | 0,41-0,42 | 0,41-0,38 |
| Ретинакс ФК 24А | 0,4 | 0,41 | | |
| 143 63 | 0,41-0,46 | | | 0,41-0,46 |
| 39 70 | 0,44-0,57 | | | 0,44-0,57 |
| 43266 | 0,38 | | | 0,38 |
| 6КХ 1 | | 0,52-0,24 | 0,3-0,2 | 0,3-0,14 |
| 6КХ 15 | | 0,32-0,25 | 0,2-0,17 | |
| 6КФ32 | 0,36 | 0,21-0,19 | 0,3-0,03 | |

На буровых установках ретинакс термостойкий фрикционный материал для тормозных колодок. Ретинакс бывает двух видов (ГОСТ 10851-73).

А – асбосмольный состав, содержащий латунную проволоку. При использовании в паре с чугуном ЦНМГ допускается температура поверхности до 1000°С при скорости скольжения 50 м/с и давлении 2,5 МПа,

Б – асбосмольный состав, работающий с серым чугуном и легированной сталью при температуре до 700°С, скорости сдвига до 10 м/с и давлении до 1,5 МПа. Физико-механические свойства продуктов Ретинакс приведены ниже.

Таблица 1.4 – Физико-механические свойства продуктов Ретинакс

| Марка ретинакса | Вид А (ФК 16Л) | Вид Б (ФК24А) |
|--|----------------|---------------|
| Плотности, г/см ³ . | 2,4 – 2,8 | 2,13 |
| Предел прочностей МПа, не менее | | |
| при срезе | 23 | 25 5 |
| при сжатии | 56 | 71 |
| Твердости МПа | 350 – 560 | 250 – 500 |
| Износ вдоль линии в паре с чугуном СЧ 15 32 за 2 ч мм, не более | 0,19 | 0,16 |
| Коэффициенты теплопроводностей, Вт/(м К) | 0,60 | 0,58 |
| Коэффициенты трения во время испытания вместе с чугуном СЧ 15-32 (ГОСТ 1412-85) не менее | 0,32 | 0 33 |

Ретинакс ФК-24А (класс Б) применяется для ленточного тормоза лебедки. Расчетный коэффициент трения со сталью составляет 0,3, а допустимое контактное давление – 1,2 Мпа. Расчетный коэффициент трения немного ниже фактического коэффициента трения. Чтобы обеспечить гибкость тормозной ленты и равномерный контакт с тормозным шкивом колодки изготавливаются в виде секторов длиной 120 мм. Тормозные шкивы изготавливают из износостойкой стали марок 60Г, 35ХНЛ и 35ХМЛ. Опыт показывает, что они достаточно фрикционно совместимы с тормозными колодками из асбокарбоновой резины 6КХ-15. Однако колодки из этого материала нормально работают при относительно низких контактных температурах нагрева до 400 градусов и не удовлетворяют фрикционным характеристикам, которые предъявляются к ленточным тормозам современных мощных лебедок. Ретинакс обладает относительно высокими фрикционными свойствами и значительно увеличивает тормозной момент, позволяя тормозить при скоростях скольжения 30-40 м/с и температурах 700-1200° С на фрикционных поверхностях шкивов. В таких условиях тормозные шкивы, изготовленные из сталей 35ХНЛ или других видов, разрушаются от термической усталости. Зимой, когда температура окружающей среды составляет от -30°С до -50°С, разрушение шкивов от усталости становится более выраженным. Недостаточная стойкость к термической усталости указывает на то, что рассматриваемые марки стали не отвечают требованиям фрикционной совместимости для тормозных шкивов и колодок. Сопротивление термической усталости повышается у шкивов, изготовленных из материалов с высокой пластичностью, высокой теплопроводностью и низким коэффициентом теплового расширения. Помимо

физико-механических свойств, на термическую усталость сильно влияют такие конструктивные факторы, как площадь охлаждающей поверхности и геометрия тормозного шкива, которые влияют на скорость отвода тепла, который поглощается с помощью тормоза. В результате сравнительных испытаний различных марок стали завод Уралмаш рекомендовал низкоуглеродистую сталь 14ХГ2НГМЛ и 12Х2НГМ для производства шкивов, которые будут использоваться в паре с ретинаксом. Однако, несмотря на отмеченные мероприятия, тормозные системы лебедок типа ЛБУ в настоящее время продолжают оставаться наиболее узким местом, снижающим показатели надежности лебедок. С целью решения проблемы нами выполнен поиск технических решений, повышающих долговечность и безотказность наиболее слабого звена тормозной системы ленточного тормоза.

1.4. Патентно-информационный обзор

Описание изобретения к патенту 2 270 942 С2

Автор(ы):

- Вольченко А.И.
- Вольченко Н.А.
- Вольченко Д.А.
- Камышанов В.В.
- Сторож Я.Б.
- Пиотровски Е.В.

Заявка: 2003130665/11, 16.10.2003

Дата начала отсчета срока действия патента: 16.10.2003

Дата публикации заявки: 10.04.2005

Опубликовано: 27.02.2006 Бюл. № 6

Двухступенчатый ленточно – колодочный тормоз с трехслойным резиновым и тросовым кольцом.

Патент пришел из машиностроения и может быть использован для ленточных и колодочных тормозов лебедок. Двухступенчатый ленточный и колодочный тормоз с трехслойным резиновым тросовым кольцом имеет тормозной шкив 1, тормозную ленту 18, 3-слойное резиновое и тросовое кольцо 10 с фрикционной пластиной 7, расположенной на рабочей поверхности шкива 8, и привод. При этом фрикционные накладки 7 состоят из двух продольно соприкасающихся частей. Фрикционная накладка 7 установлена на трехслойном резиновом тросовом кольце 10 с продольным тросом 15 в центральной части кольца; трехслойное резиновое тросовое кольцо 10 имеет на наружной и внутренней цилиндрических поверхностях выступы в виде хвоста ласточки 9, а у основания – формованный поперечный трос 14. Фрикционная накладка 7 установлена на колодки, а за счет упругих свойств 3-слойного резинового тросового металлического кольца 10 внутренняя рабочая поверхность 8 зацепляется с рабочей поверхностью 8 тормозного шкива 1 со стороны съемного клина 3.

В результате повышается надежность и эффективность ленточных колодочных тормозов с двумя поверхностями трения:

- повышение эффективности действия тормоза;
- увеличение поверхности трения, как следствие улучшение отвода тепла от рабочей поверхности;
- не требуется изменение конструкции тормозного шкива;
- способствует равномерному износу подвижных фрикционных накладок.

Описание изобретения к патенту 2 295 068 С2

Автор(ы):

- Вольченко А.И.,
- Крыжановский Е.И.,
- Вольченко Н.А.,
- Вольченко Д.А.,
- Журавлев Д.Ю.

Заявка: 2005100745/11, 13.01.2005

Дата начала отсчета срока действия патента: 13.01.2005

Дата публикации заявки: 20.06.2006

Опубликовано: 10.03.2007 Бюл. № 7

Равнонагруженный ленточный колодочный тормоз

Равнонагруженный ленточный колодочный тормоз состоит из тормозной ленты 19 и механического привода-тормозного шкива 1, один из фланцев 3 является съемными имеет углубление с центральным участком и двумя боковыми участками, в которых установлены фрикционные накладки 11. Центральная секция поддерживается щелевой пружиной 15. Боковые секции 8, 9 и центральная секция 7 контактируют с двусторонними клиновыми прокладками 13, 14, которые позволяют секции перемещаться в радиальном направлении за счет взаимодействия с гофрированными пружинами 15, 16 на их боковых сторонах. Впадина тормозного шкива 1 выполнена в виде хвоста ласточки с цилиндрической опорной поверхностью и разделена вокруг нее поперечными перемычками на n-ое количество секторов. Каждый сектор имеет центральную часть 7 и две боковые части 8 и 9, подпружиненные волнистыми пружинами 15 и 16 различной жесткости, причем пружины под центральной частью намагничены 17. На контактных поверхностях внутренних конических поверхностей фланцев 3 и 4 и боковых частей выполнены радиальные углубления 11, в которые вставлены стопорные шарики 12.

Технические результаты заключаются в следующем:

- повышение эффективности торможения за счет самоусиления и дополнительного давления на поверхность трения в процессе торможения;
- увеличение суммарного тормозного момента.

Описание изобретения к патенту 2 263 833⁽³⁾ С1

Автор(ы):

- Вольченко А.И.,
- Петрик А.А.,

- Вольченко Н.А.,
- Вольченко Д.А.,
- Пургал П.Ю.,
- Бекиш И.О.

Заявка: 2004126382/11, 30.08.2004

Дата начала действия патента: 30.08.2004

Опубликовано: 10.11.2005 Бюл. № 31

Двухступенчатый ленточный колодочный тормоз с функцией охлаждения.

Имеет тормозной шкив 1, тормозную ленту 28, фрикционные накладки 5, соединенные между собой в ленту и установленные с натягом на рабочей поверхности шкива, систему охлаждения и систему привода. В центре каждой колодки 5 находится упругая выпуклая пластина 4 одинаковой толщины, концы которой расположены в кольцевой канавке фланца 2. В пространстве между торцом накладки 5 и внутренней поверхностью фланцевой пластины 4 образован участок утолщения 8 с отверстиями 9 для регулировки эластичного троса 11, соединяющего накладки 5. При этом край центральной части обода 1 разделен на две части теплоизолирующей прокладкой 17, похожая на кольца с отверстиями. Внутренняя поверхность 19 первой части обода является матовой и рассеивает тепло, а вторая часть выполнена из материала с высокой теплопроводностью и является эндотермической. Обе части тормозного шкива 1 расположены в два ряда вокруг него по ширине шкива и соединены между собой полыми стержнями 24, выполненными в виде тепловых трубок.

Технические эффекты заключаются в следующем.

- Снижение тепловой нагрузки на верхнюю часть шкива за счет сложного теплообмена значительно повышает рабочие параметры тормоза и срок службы фрикционных накладок, расположенных непосредственно на рабочей поверхности.

2. Техническое предложение

Основными недостатками ленточных тормозов являются неравномерный износ фрикционных накладок выходящих и входящих рычагов и перегрев фрикционов, особенно при длительной непрерывной работе.

Конструктивные решения (изобретения) по устранению недостатков ленточных и колодочных тормозов можно разделить на три группы

- реализующие охлаждение колодок потоком воздуха или жидкости (технические результаты которых приведены ниже);

- в которых охлаждение колодки осуществляется с помощью термобатареи, включающей термопары с электронной проводимостью и дырочной проводимостью.

- в котором с помощью подвижной пары трения и резиновой пневматической камеры компенсируется тормозное усилие и, следовательно, износ ходовой и беговой колодок.

Среди рассмотренных вариантов конструкции наиболее подходящим для улучшения технико-экономических показателей ленточного тормоза является "Двухступенчатый ленточный тормоз с 3-слойным резиновым тросовым кольцом" патент №2270942, который будет разработан в рамках проекта.

Использование этого запатентованного решения в ленточных колодочных тормозах обеспечивает равномерное распределение износа фрикционной колодки по всей поверхности трения. Это снижает расход и время простоя при ремонте тормозных колодок. Фрикционные поверхности также могут увеличить удельное давление пары трения более чем в два раза и улучшить отвод тепла от рабочего органа.

3. Кинематические и прочностные расчеты ленточного тормоза

3.1 Расчет на прочность ленточного тормоза

Таблица 3.1 – Исходные данные для расчета тормозного момента ленточного тормоза модернизированной нами буровой лебедки ЛБУ-1100 установки БУ 5000/320 ДГУ-1

| Исходные данные | Ед. измерения | Обозначение | Как определить | Значение |
|-------------------------------------|---------------|-------------|--------------------------|------------------|
| Максимальная нагрузка | <i>МН</i> | G_K | Задано | 3,2 |
| Вес подвижной части талевой системы | <i>МН</i> | $G_{ТС}$ | Задано | 0,12 |
| Кратность оснастки | | $i_{тс}$ | Задано | 12 |
| Диаметр барабана | <i>м</i> | $D_б$ | Задано | 0,75 |
| Коэффициенты запаса торможений | | $[k_m]$ | Принять | 1,5 |
| КПД главного вала | | $\eta_{ПВ}$ | Задано | 0,97 |
| КПД тал. системы | | $\eta_{ТС}$ | Задано | 0,825 |
| Колодки | | | Ретинакс ФК – 24 А | |
| Коэффициент трения | | μ | Задано | 0,3 |
| Угол обхвата | <i>рад</i> | α | Принимаем | 5,41 |
| Количество лент для торможения | | z | Задано | 2 |
| Диаметр средней навивки | <i>м</i> | $D_{ср}$ | $D_{ср} = D_{ср} + 0,08$ | 0,83 |
| Допускаемое контактное давление | <i>Па</i> | $[p]$ | Задано | 12×10^5 |
| Ширина тормозной колодки | <i>м</i> | B | задана | 0,23 |

Тормозное усилие ведущего ветви каната, набегающего на барабан (в МН):

$$P_B = \frac{G_K + G_{ТС}}{i \eta_{ТС}}, \quad (3.1)$$

где $G_K = 3,2$ МН – нагрузка на крюке;

$G_{mc} = 0,12$ МН – вес движущихся частей талевого системы;
 $u = 12$ — передаточное отношение системы;
 $\eta_{ТС} = 0,825$ – К.П.Д. талевого системы.

$$P_B = \frac{3,2 + 0,12}{12 \cdot 0,825} = 0,335 \text{ МН}$$

Момент на барабане равно

$$M_B = P_B \cdot \frac{D_P}{2}, \quad (3.2)$$

где $D_P = 0,9$ м – диаметр барабана вместе с канатом.

$$M_B = 0,335 \cdot \frac{0,9}{2} = 0,137 \text{ МН}$$

Натяжение набегающих концов лент (в Н):

$$T = k_T \cdot F_T \cdot \frac{e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha} - 1}, \quad (3.3)$$

где $k_T = 1,5$ – коэффициент запаса;

F_T – окружное тормозное усилие (в Н).

$$F_T = \frac{M_B \cdot 2}{D_T}, \quad (3.4)$$

где μ – коэф. трения колодки;

α – угол обхвата тормозного шкива лентой, радиан.

$$\alpha = \frac{310}{360} \cdot 2 \cdot \pi = 5,41$$

$D_T = 1,45$ м – диаметр тормозного шкива.

$$T = 1,5 \cdot \frac{137 \times 10^3 \cdot 2}{1,45} \cdot \frac{e^{0,35 \times 5,41}}{e^{0,35 \times 5,41} - 1} = 3,34 \times 10^5 \text{ Н}$$

Натяжение сбегающих концов лент:

$$t = \frac{T}{e^{\alpha\mu}} = \frac{3,34 \times 10^5}{6,64} = 50,2 \times 10^3 \text{ Н} \quad (3.5)$$

Наибольшее давление колодок действующий на тормозной шкив (в Па)

$$P_{\max} = \frac{T}{2BD_T / 2}, \quad (3.6)$$

где B – ширина ленты, м;

D_T – диаметр шкива, м.

$$P_{\max} = \frac{334 \times 10^3}{2 \cdot 0,23 \cdot 0,725} = 1,00 \times 10^6 \text{ Па}$$

Следовательно, условие прочности для выбранного материала колодок выполняется:

$$p_{\max} = 1,00 \text{ МПа} \leq [p] = 1,2 \text{ МПа}$$

Наименьшее давление колодок действующий на тормозной шкив

$$P_{\min} = \frac{t}{2BD_T / 2}, \quad (3.7)$$

$$P_{\min} = \frac{50,2 \times 10^3}{2 \cdot 0,23 \cdot 0,725} = 151 \times 10^3 \text{ Па}$$

Тогда среднее удельное давление колодок на шкив:

$$P_m = \frac{P_{\min} + P_{\max}}{2}, \quad (3.8)$$

$$P_m = \frac{1,0 \times 10^6 + 0,15 \times 10^6}{2} = 0,58 \times 10^6 \text{ Па}$$

Момент на коленвале:

$$M_K = t \cdot r, \quad (3.9)$$

где $r = 0,03$ м — радиус кривошипа коленчатого вала тормоза.

$$M_k = 50,2 \cdot 0,03 = 1,51 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Тормозное усилие на тормозной рукоятке:

$$P = \frac{M_k - q_p L}{l \eta}, \quad (3.10)$$

где $q_p = 500$ Н — вес тормозной рукоятки;

$L \approx 0,35$ м — расстояние от центра тяжести тормозной рукоятки до оси вала (рис.3.1);

$l = R \cos \alpha$, R — длина рукоятки;

$\eta = 0,8$ — КПД трения в опорах.

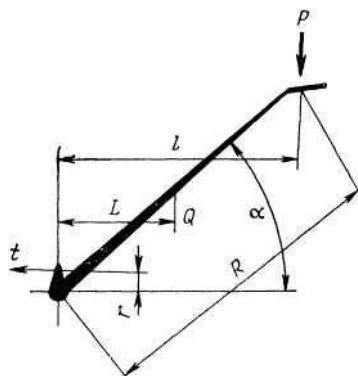


Рисунок 3.1. Схема распределения усилий на тормозной рукоятке

При $\alpha = 30^\circ$ и $l = 1,4$ м:

$$P = \frac{1,51 - 0,5 \cdot 0,35}{1,4 \cdot 0,8} = 1,19 \text{ кН},$$

при $\alpha = 60^\circ$ и $l = 1,2$ м:

$$P = \frac{1,51 - 0,5 \cdot 0,35}{1,2 \cdot 0,8} = 1,39 \text{ кН}$$

Для уменьшения усилия, которое должен приложить рабочий к рукоятке, к тормозному валу лебедки присоединяется пневмоцилиндр.

3.2. Расчет для проверки ленты торможения

Ленты торможения изготавливаются из ст50.

Растягивающее напряжение на участке ленты определяется при помощи формулы:

$$\sigma_{л} = \frac{T}{2S} \quad (3.11)$$

Площадь ленты с сечением:

$$S = \delta \cdot b - z \cdot \delta \cdot d, \quad (3.12)$$

где $\delta=0,006$ м – толщина ленты;

$b=0,23$ м – ширина ленты;

$z=3$ – число отверстий;

$d=0,014$ м – диаметр отверстия.

Подставляя численные значения, получим:

$$S = 0,006 \cdot 0,23 - 3 \cdot 0,006 \cdot 0,014 = 1,13 \times 10^{-3} \text{ м}^2,$$

$$\sigma_{л} = \frac{3,5 \times 10^5}{2 \cdot 1,13 \times 10^{-3}} = 155 \times 10^6 \text{ Па}$$

При разрыве одного пояса тормозной момент должен быть передан на другой пояс, чтобы обеспечить торможение опустившейся колонны. В этом случае $\sigma_{тах}=2\sigma_l=310$ МПа, что вполне приемлемо для ст50.

Концы пояса закреплены 10 двойным и срезными заклепками. Напряжение сдвига заклепок:

$$\sigma_3 = \frac{T_1}{2n \cdot \delta \cdot d_3}, \quad (3.13)$$

где T_1 – натяжение на ходовом конце одной ленты;

$n=12$ – количество заклепок;

$d_3=0,014$ м – диаметр заклепок.

$$T_1 = T/2 = 3,5 \times 10^5 / 2 = 1,75 \times 10^5 \text{ Па},$$

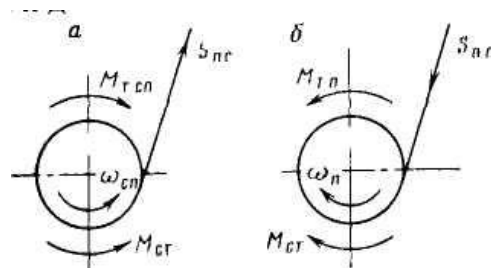
$$\sigma_3 = \frac{1,75 \times 10^5}{2 \cdot 12 \cdot 0,006 \cdot 0,014} = 86,8 \times 10^6 \text{ Па}$$

$\sigma_3 = 86,8$ МПа, ниже чем допустимое значение.

3.3. Динамика торможения. Безопасные скорости спуска

Динамическая нагрузка, которой подвергается тормоз буровой лебедки, обусловлена замедлением постепенно движущихся и вращающихся масс. Мы используем признанные методы для определения безопасной скорости спуска

На рисунке 3.2 показан момент силы, действующий на тормоз во время торможения. Статический момент $M_{ст}$ действует в направлении вращения барабана лебедки, тормозной момент M_T действует в направлении вращения и, для рассматриваемой крановой системы, действует по часовой стрелке при спуске и против часовой стрелки при подъеме.



а – спуск, б – подъем, S_{nc} и S_{np} – натяжение подвижного конца соответственно при спуске и подъеме.

Рисунок 3.2 - Моменты сил, действующих на тормоз в период, торможения

Если влияние момента против часовой стрелки условно положительно, то уравнение вращательного движения можно записать в следующем виде

Для торможения на спуске

$$I\varepsilon = M_{ст} - M_{T,сп}, \quad (3.16)$$

для торможения на подъеме

$$-I\varepsilon = -M_{ст} + M_{T,п}, \quad (3.17)$$

Где I – момент инерции вращательной и поступательной массы, приведенной к валу барабана крана;

ε – угловое замедление вала барабана крана;

$M_{ст}$ – статический момент инерции;

$M_{T,сп}$ и $M_{T,п}$ – тормозные моменты при подъеме и спуске соответственно.

Масса колонны труб, подвешенной на крюке, масса подвижных частей механизма подъема и момент инерции барабана крана определяются по известным уравнениям, учитывающим потери на трение. Для упрощения расчета можно пренебречь кинетической энергией канатов ведущего шкива, которая не оказывает существенного влияния. В этом случае получается следующее:

$$I = I_B + \frac{m}{i_{TC}} R^2 \eta_{TC}, \quad (3.18)$$

где $m = (G_{TC} + G_T) / g$ – масса подвижных частей талевого механизма и подвешенной колонны труб;

R – расстояние от центра оси вращения (от оси барабана) до точки приложения силы от массы подвижных частей талевого механизма и подвешенной колонны;

i_{TC} – кратность оснастки;

η_{TC} – КПД талевого механизма.

Из рассматриваемого равенства расстояние от центра оси вращения:

$$R = D_{CP} / 2 \quad (3.19)$$

Тогда, приведенный момент инерции к оси барабана:

$$I = I_B + \frac{m}{i_{TC}} (D_{CP} / 2)^2 \eta_{TC} \quad (3.20)$$

Представляем в следующем виде:

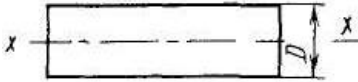
$$I = I_B + \frac{m D_{CP}^2}{4 i_{TC}} \eta_{TC}, \quad (3.21)$$

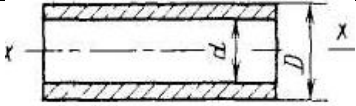
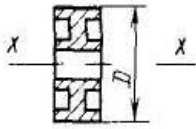
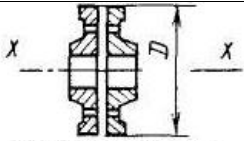
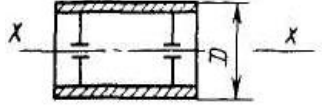
где D_{CP} – средний диаметр намотки каната на барабан;

i_{TC} – кратность грузоподъемного оборудования.

Формулы для определения момента инерции некоторых компонентов приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Моменты инерции деталей машин

| Деталь | Форма детали | Момент инерции |
|------------------|--|----------------|
| Сплошной цилиндр |  | $GD^2/8g$ |

| | | |
|----------------------|--|-----------------|
| Полый |  | $G(D^2-d^2)/8g$ |
| Шкив, блок, шестерня |  | $GD^2/7g$ |
| Муфта |  | $GD^2/9g$ |
| Барабан |  | $GD^2/6g$ |

Для деталей и узлов со сложной структурой момент инерции определяется экспериментально, а для определения момента инерции используется крутящий момент маховика:

$$I = GD^2 / 4g \approx GD^2 / 40, \quad (3.22)$$

где GD^2 – крутящий момент Н-м² относительно вращающегося вала, выраженный как произведение приведенных масс вращающихся частей подъемного вала и выраженный как квадрат диаметра редуктора (например, $GD^2 = 8 \times 10^4$ Н-м² – крутящий момент золотника буровой лебедки ЛБУ-1100 вместе с подъемным валом и другими вращающимися частями).

Правильное торможение предполагает уменьшение угла наклона вала барабана лебедки:

$$\varepsilon = (\omega_k - \omega_n) / t_T, \quad (3.23)$$

Где ω_k и ω_n – начальная и конечная угловые скорости вала барабана крана, с-1;

t_T – время торможения, с.

После торможения конечная скорость равна нулю:

$$\varepsilon = -\omega_n / t_T = -\pi n / 30 t_T, \quad (3.24)$$

где n – начальная частота вращения вала барабана, об/мин.

Статические моменты с учетом КПД талевых механизмов во время спуска:

$$M_{ст.сп} = (G + G_T) D_{CP} \cdot \eta_{TC} / 2i_{TC}, \quad (3.25)$$

при подъеме:

$$M_{CT.П} = (G + G_T)D_{CP} / 2i_{TC} \cdot \eta_{TC} \quad (3.26)$$

Тормозные моменты во время спуске из (3.16)

$$M_{T.СП} = M_{CT} - I\varepsilon \quad (3.27)$$

После подстановки значений I , ε и M_{CT} имеем:

$$M_{T.СП} = \frac{(G - G_T) \cdot D_{CP}}{2i_{TC}} \eta + \frac{G_B D^2 \pi n}{4g30t_T} + \frac{(G - G_T)}{g} \cdot \frac{D_{CP}^2}{4i_{TC}} \cdot \eta_{TM.C} \cdot \frac{\pi n}{30t_T} \quad (3.28)$$

Учитывая, что $\pi/4g30 \approx 1/375$, полученная формула приобретает вид:

$$M_{T.СП} = \frac{(G - G_T) \cdot D_{CP}}{2i_{TC}} \eta + \frac{G_B D^2 \pi n}{375t_T} + \frac{(G - G_T) D_{CP}^2 n}{375i_{TC} t_T} \cdot \eta_{TM.C} \quad (3.29)$$

Таким же образом из формулы определяем тормозной момент во время подъеме.

$$M_{T.СП} = \frac{(G - G_T) \cdot D_{CP}}{2i_{TC}} \eta - \frac{G_B D^2 \pi n}{375t_T} - \frac{(G - G_T) D_{CP}^2 n}{375i_{TC} t_T} \cdot \eta_{TM.C} \quad (3.30)$$

Таблица 3.3 – Вычисление предельных скоростей спуска колонн

| Исходные и расчетные величины | Обозначение | Способ определения | Численное значение |
|---|-------------|---------------------------|--------------------|
| Вес, Н | | | |
| – обсадной колонны | G_{OK} | Задано | 32×10^5 |
| – буровой колонны | $G_{БК}$ | Задано | 24×10^6 |
| – подвижных частей | G_T | Задано | 8×10^4 |
| Кратность оснастки | i_{TC} | Задано | 12 |
| Средний диаметр навивки каната, м | D_{CP} | Задано | 0,9 |
| Маховый момент барабана, Н м ² | | Задано | 8×10^4 |
| Тормозной момент, Н м | M_T | $M_T = (T - t) D_T z / 2$ | 410×10^3 |
| К П Д : | | | |
| – талевого механизма | η_{TC} | По табл. XVI 7 | 0,88 |
| – подъемного вала | $\eta_{ПВ}$ | Тоже | 0,97 |

| | | | |
|---|--------------|---|---------------------|
| – подъемного механизма | η | $\eta = \eta_{TC} \cdot \eta_{TC}$ | 0,85 |
| Время торможения, с | t_T | Принимаем | 2 |
| Коэффициент запаса торможения | k_T | Задано | 2 |
| Статический момент вращения при спуске: колонны, Н м | | | |
| -обсадной | $M'_{c.ст}$ | $M'_{c.ст} = \frac{(G_{OK} + G_T)D_{CP}}{2 \cdot i_{TC}} \eta$ | $1,082 \times 10^5$ |
| -бурильной | $M''_{c.ст}$ | $M''_{c.ст} = \frac{(G_{BK} + G_T)D_{CP}}{2 \cdot i_{TC}} \eta$ | $8,18 \times 10^4$ |
| Приведенный момент инерции, кг·м ² | | | |
| – обсадной колонны | I' | $I' = \frac{G_B D^2}{4g} +$ | $7,69 \times 10^3$ |
| – бурильной колонны | I'' | $I'' = \frac{G_B D^2}{4g} + \frac{(G_{BK} + G_T)D_{CP}^2}{4g \cdot i_{TC}}$ | $6,84 \times 10^3$ |
| Предельная частота вращения барабана лебедки при спуске колонны, об/мин | | | |
| – обсадной | n' | $n' = \frac{M_T - M'_{c.ст}}{0,104 I'} t_T$ | 242 |
| – бурильной | n'' | $n'' = \frac{M_T - M''_{c.ст}}{0,104 I''} t_T$ | 346 |
| Предельная скорость спуска колонны, м/с: | | | |
| – обсадной | v' | $v' = \frac{\pi D_{CP} n'}{60 i_{TC}}$ | 0,95 |
| – бурильной | v'' | $v'' = \frac{\pi D_{CP} n''}{60 i_{TC}}$ | 1,35 |

Уравнения (3.28) и (3.29) показывают, что динамический момент инерции вращающихся и движущихся масс увеличивает тормозной момент при спуске и стимулирует торможение при подъеме. Чем выше скорость спуска и короче время торможения, тем больший тормозной момент требуется для остановки лебедки. Для безопасного торможения ограничьте тормозной момент, необходимый для остановки груза во время спуска:

$$M_{T.сп} = M_T / k_T, \quad (3.31)$$

Где M_T – тормозной момент ленточного тормоза буровой лебедки, а k_T – запас торможения.

Предельная скорость вращения вала лебедки во время опускания в зависимости от нагрузки, приложенной к крюку, и времени торможения может быть получена из уравнения (3.28) с учетом рассмотренных условий:

$$n = \frac{M_T - \frac{(G + G_T)D_{CP}}{2 \cdot i_{TC}} \eta_{TC}}{\frac{G_B D^2}{375} + \frac{(G + G_T)D_{CP}}{375 \cdot i_{TC}^2}} t_T \quad (3.32)$$

Это уравнение показывает, что если время торможения остается неизменным, то скорость спуска должна уменьшаться по мере увеличения нагрузки на крюк, чтобы сохранить запас торможения. Это уравнение (6.30) используется для расчета безопасной скорости спуска, которую следует учитывать при регулировке вспомогательного торможения тяговых машин при работе с бурильными или обсадными трубами различного веса. В таблице 3.3 приведены результаты расчета критических скоростей движения, ограниченных постоянным запасом торможения.

1. Тепловые расчеты тормозов

Энергия движущейся колонны труб и вращающейся массы крана при торможении преобразуется в тепловую энергию, что приводит к нагреву тормозов. Как упоминалось выше, чрезмерный нагрев нарушает нормальную работу тормоза и снижает долговечность шкивов и фрикционных колодок. Тепловое напряжение возникает в результате неравномерного распределения температуры в зоне шкива. Если такое тепловое напряжение повторяется, возникает тепловая усталость, аналогичная механической усталости. Трещины, вызванные термической усталостью, могут привести к постепенному разрушению тормозного шкива, что опасно для рабочих.

Ремонт, связанный с заменой шкивов лебедки, приводит к долгим простоям БУ и внушительным материальным и трудовым затратам. Поэтому нагрев тормозного шкива должен поддерживаться при температуре, которая не создает чрезмерных тепловых напряжений и в то же время не деформирует пары трения. Для этого шкивы должны быть достаточно охлаждены.

Учитывая тепловое поведение тяговых ленточных тормозов, необходимо учитывать время нагрева и охлаждения шкивов в процессе опускания. Время остывания шкивов для торможения можно определить с помощью продолжительности механических операций, следующих за процессом торможения. Время, нужное чтобы выполнить указанные операции. Время торможения в среднем составляет 3-4 секунды. В наших расчетах мы придерживаемся минимального значения в 2 секунды.

Тепловые расчеты для тяговых ленточных тормозов основаны на уравнениях теплового равновесия:

$$W = W_{охл} = W_{л} + W_{к}, \quad (4.1)$$

где W – количество теплоты, выделившиеся в результате торможения;

$W_{охл}$ – количество теплоты, отводимое в окружающую среду, Дж;

$W_{л}$ и $W_{к}$ – количество тепла, излучаемого в окружающую среду радиацией и конвекцией, соответственно, Дж.

Сделаны следующие основные допущения:

- Во время торможения тепло поглощается тормозным шкивами не излучается в окружающую среду.

- Предполагается, что температура всей поверхности шкива одинакова и влияние температурных градиентов не учитывается;

- Разница температур между шкивами внешней средой предполагается постоянной в течение периода охлаждения.

Количество тепла (в Дж), выделяемого за один цикл торможения, определяется кинетической энергией постепенно движущейся и вращающейся массы и изменением позиционной энергии трубной колонны:

$$W = \left[(G + G_T)s + \frac{(G + G_T)v^2}{2g} + \frac{I_B \omega^2}{2} \right] \quad (4.2)$$

Где s – тормозной путь;

m и v – скорости постепенно движущейся массы, м/с;

ω – угловая скорость барабана лебедки, с – 1;

η – КПД механизма подъема, учитывающий потери на преодоление сопротивления в механизме подъема, опорах и шестернях на подъемном валу.
Найти тормозной путь при средней скорости при опускании колонны

$$s = v_{CP} t_T = \frac{v_{MAX}}{2} t_T, \quad (4.3)$$

где v_{MAX} – предельная скорость спуска колонны труб (См. табл. 3.3), ее же примем за скорость поступательного движения масс;

t_T – время торможения, 2 с.

Тогда путь торможения

– для обсадной колонны:

$$s = \frac{0,95}{2} \cdot 2 = 0,95 \text{ м}$$

– для бурильной колонны

$$s = \frac{1,35}{2} \cdot 2 = 1,35 \text{ м}$$

Угловая скорость барабана лебедки:

$$\omega = 2v_{iTC} / D_{CP}, \quad (4.4)$$

где i_{TC} – кратность оснастки;

D_{CP} – средний диаметр навивки на барабан.

Тогда, для обсадной и бурильной колонны соответственно:

$$\omega_o = 2 \cdot 0,95 \cdot 12 / 0,9 = 25,3 \text{ рад/с}$$

$$\omega_o = 2 \cdot 1,35 \cdot 12 / 0,9 = 36 \text{ рад/с}$$

КПД подъемного механизма найдем как произведение к.п.д. талевой оснастки $\eta_{TC} = 0,88$ и подъемного вала лебедки $\eta_L = 0,97$ [1]:

$$\eta = \eta_{TC} \cdot \eta_L = 0,88 \cdot 0,97 = 0,854$$

Подставляя максимальное численное значение веса подвешенной колонны труб и ее скорости спуска (См. табл. 3.3), получим:

– для обсадной колонны

$$W = \left[(32 \times 10^5 + 8 \times 10^4) \cdot 0,95 + \frac{(32 \times 10^5 + 8 \times 10^4) \cdot 0,95^2}{2 \cdot 9,8} + \frac{2 \times 10^3 \cdot 25,3^2}{2} \right] \cdot 0,845 =$$

$$= 3,9 \times 10^6 \cdot 0,845 = 3,34 \times 10^6 \text{ Дж}$$

– для бурильной колонны

$$W = \left[(24 \times 10^5 + 8 \times 10^4) \cdot 1,35 + \frac{(24 \times 10^5 + 8 \times 10^4) \cdot 1,35^2}{2 \cdot 9,8} + \frac{2 \times 10^3 \cdot 36^2}{2} \right] \cdot 0,845 =$$

$$= 3,39 \times 10^6 \cdot 0,845 = 2,893 \times 10^6 \text{ Дж}$$

Следовательно, расчет будем вести для обсадной колонны.

Тепло, накопленное при торможении, отводится от тормоза в окружающую среду путем излучения и конвективной теплопередачи:

$$W_{охл} = W_E + W_K, \quad (4,5)$$

где W_L и W_K – количество тепла, выделяемое в окружающую среду путем излучения и конвекции, соответственно.

Излучение основанное на уравнении теплопередачи:

$$W_L = (C_1 F_1 t_{охл} + C_2 F_2 t_{охл}) \cdot \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right], \quad (4,6)$$

где $C_1 = 1,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$ – коэффициент излучения для полированной поверхности;

$C_2 = 5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$ – коэффициент излучения для матовой;

F_1 – площадь цилиндрических поверхностей шкивов, без колодок, м^2 ;

F_2 – площадь боковой поверхности тормозного шкива, м^2 ;

$t_{охл}$ – время охладений, соответствует времени на одно наращивание колонны в процессе СПО, с;

T_1 – наибольшая допущенная абсолютная температура нагрева для фрикционных пар, К;

T_2 – абсолютная температура окружающей среды, К. Самая продолжительная работа ленточного тормоза, сопровождающаяся его

максимальным нагревом, будет при спуске колонны максимальной длины (для БУ5000/320 ДГУ-1 5000 м).

Расчет будем вести для этого случая. При этом среднее время на наращивание одной колонны не менее 90 секунд. $T_1=500\text{C}^0=773\text{K}$. За абсолютную температуру окружающей среды принимаем $20\text{C}^0 = 293\text{K}$.

Для базовой модели $F_1= 0,22\text{ м}^2$, $F_2 = 0,24\text{ м}^2$. Количество тепла, излучаемого в окружающую среду посредством испускания лучей:

$$W_{\text{л}} = (1,5 \cdot 0,22 \cdot 90 + 5 \cdot 0,24 \cdot 90) \cdot \left[\left(\frac{773}{100} \right)^4 - \left(\frac{293}{100} \right)^4 \right] = 481,5 \times 10^3 \text{ Дж}$$

Для модернизированного тормоза площадь полированной поверхности шкива и тормозной ленты равна $F_1 = 0,418\text{ м}^2$, $F_2 = 1,267\text{ м}^2$. Тогда:

$$W'_{\text{л}} = (1,5 \cdot 0,418 \cdot 90 + 1,267 \cdot 90) \cdot \left[\left(\frac{773}{100} \right)^4 - \left(\frac{293}{100} \right)^4 \right] = 2,191 \times 10^6 \text{ Дж}$$

Количество теплоты, отводимое конвекцией:

$$W_{\text{к}} = \alpha \cdot (F_1 + F_2) \cdot (T_1 - T_2) \cdot t_{\text{охл}}, \quad (4,7)$$

где $\alpha = 5,8\text{ч} \div 8,7\text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ – Коэффициент теплопередачи, описывающий состояние теплообмена между поверхностью и окружающей средой;

T_1 – Допустимая температура нагрева выбранной пары трения, К;

T_2 – температура окружающей среды, К.

Подставив численные значения для базовой модели ленточного тормоза, найдем количество теплоты, отводимое конвекцией:

$$W_{\text{к}} = 7 \cdot (0,22 + 0,24) \cdot (500 - 100) \cdot 90 = 115,9 \times 10^3 \text{ Дж}$$

Тогда, для модернизированного тормоза:

$$W'_{\text{к}} = 7 \cdot (0,418 + 1,267) \cdot (500 - 100) \cdot 30 = 424,6 \times 10^3 \text{ Дж}$$

Теплопроводность увеличивается при вращении шкивов:

$$\alpha_1 = 7,15 v_{\text{ш}}^{0,78}, \quad (4,8)$$

где $v_{\text{ш}}$ – скорость охлаждающей поверхности шкива, м/с.

Поскольку $v=\omega R$, количество тепла, излучаемого со сторон шкива, пропорционально диаметру основной кольцевой секции.

Общее количество тепла, излучаемого в окружающую среду:

$$W_{охл} = W_L + W_K \quad (4,9)$$

Соответственно, для базовой и модернизированной модели ленточного тормоза:

$$W_{охл} = 481,5 \times 10^3 + 115,9 \times 10^3 = 597,4 \times 10^3 \text{ Дж}$$

$$W'_{охл} = 2,191 \times 10^6 + 242,6 \times 10^3 = 2,743 \times 10^6 \text{ Дж}$$

Количество теплоты, идущей на нагрев рабочих деталей тормоза, найдем как разность между количеством теплоты, возникающей при одном торможении, и количеством теплоты, отводимым в окружающую среду.

$$\Delta W = W - W_{охл} = 3,34 \times 10^6 - 597,4 \times 10^3 = 2,743 \times 10^6 \text{ Дж}$$

$$\Delta W' = W - W'_{охл} = 3,34 \times 10^6 - 2,615 \times 10^6 = 0,725 \times 10^6 \text{ Дж}$$

При глубине спуска колонны 5000 м и средней длине одной свечи 32 м необходимо провести 157 наращиваний. Тогда суммарное количество теплоты, идущей на нагрев деталей трения для базовой и модернизированной модели:

$$\Sigma W = \Delta W \cdot n = 2,743 \times 10^6 \cdot 157 = 430,65 \times 10^6 \text{ Дж}$$

$$\Sigma W' = \Delta W' \cdot n = 0,725 \times 10^6 \cdot 157 = 113,83 \times 10^6 \text{ Дж}$$

Если проигнорировать отводом тепла в среду при торможении, то температуру торможения шкивов можно определить по формуле.

$$W = mC(T_K - T_H), \quad (4.10)$$

где m – масса шкива, кг;

C – теплоемкость удельного материала шкивов, Дж/(кг·К);

T_H и T_K – начальные и конечные температуры шкивов, К.

По этой формуле, температура шкива после торможения составляет:

$$T_k = W / mC + T_H \quad (4.11)$$

Масса шкива базового и модернизированного тормоза составляет 548,7 кг. Тогда температура тормозного шкива базовой модели в конце торможения:

$$T_k = 430,65 \times 10^6 / 548,7 \cdot 500 + 293 = 1569,4 + 293 = 1862,4 \quad K = 1589,4 \quad C^0$$

Это значительно выше допускаемой температуры для материала шкивов и колодок (500 C^0). В буровой лебедке ЛБУ-1100 лишнее тепло отводится с помощью водяной системы охлаждения, однако, это связано с дополнительными затратами. В модернизированном ленточно - колодочном тормозе на базе лебедки ЛБУ-1100 тепло, выделившееся в результате торможения будет поглощаться не только тормозным шкивом, но и тормозной лентой, масса которой 160,7 кг. В результате, нагрев деталей в конце спуска колонны составит:

$$T_k = 113,83 \times 10^6 / ((548,7 + 160,7) \cdot 500) + 293 = 321 + 293 = 614 \quad K = 342 \quad C^0$$

Что вполне допустимо для материала рабочих деталей тормоза.

Поэтому улучшение ленточно-колодочной тормозной системы буровой лебедки ЛБУ-1100, помимо сбережения фрикционных накладок и сокращения срока ремонта тормозов и замены колодок, позволила бы устранить из конструкции лебедки водяную систему охлаждения шкива.

Сверяя численность тепла, поглощаемого тормозом за одну операцию торможения в режиме экстремального спуска (максимальные $M_{ст}$ и n) [уравнение (4.2)] с показателем тепла, отводимого наряду с испусканием лучей [уравнение (4.6)] и конвекцией [уравнение (4.7)], разрешено определить, достаточна ли площадь поверхности охлаждения тормозного шкива. Если условие (4.1) не выполняется и $W > W_{охл}$, то теплоотвод должен быть увеличен либо за счет доработки поверхности шкива, либо за счет искусственного охлаждения. Отвод тепла от поверхностей трения может быть усовершенствован путем изготовления тормозного шкива из материалов с повышенной теплопроводностью.

Методы теплового вычисления предназначены для получения действительных итогов и используются для предварительной оценки теплового поведения ленточных тормозов буровой лебедки. Наиболее надежные итоги могут быть приобретены на базе анализа моделей и естественных проверок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках дипломного проекта я провел исследование и разработку усовершенствованной тормозной системы для буровой лебедки ЛБУ-1100, предназначенной для бурения скважин глубиной до 3500 метров. Основной целью проекта было повышение надежности и эффективности тормозной системы, а также увеличение безопасности и производительности процесса бурения.

В результате проведенного исследования я предложил и реализовал патентованный двухступенчатый ленточно-колодочный тормоз с трехслойным резинокросовым кольцом. Эта система предоставляет более надежное и плавное торможение, что значительно снижает риск возникновения аварийных ситуаций и повышает точность управления лебедкой в процессе бурения. Кроме того, использование трехслойного резинокросового кольца обеспечивает дополнительную изоляцию и защиту тормозной системы от воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды.

По итогам использования патента в оборудовании износ фрикционных накладок (колодок) будет происходить равномерно по всей поверхности трения. Следовательно, сократится их расход и время простоев буровой установки из-за ремонта тормозных лент (замены колодок). Кроме того, за счет увеличения поверхности трения Удельное давление коэффициента трения снижается более чем на половину, а теплоотдача рабочего органа улучшается. Что можно наблюдать по результатам расчетов.

$p_m = 0,58 \cdot 10^6$ Па – удельное давление.

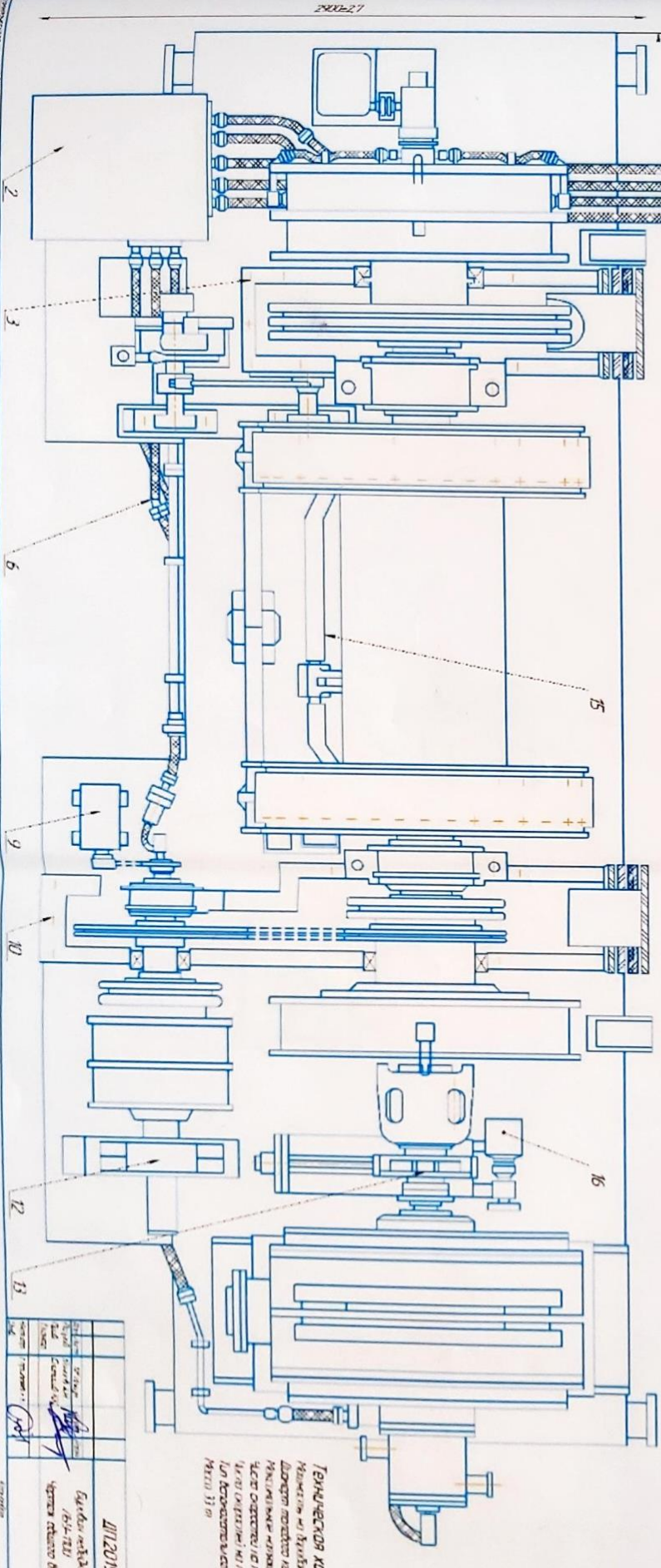
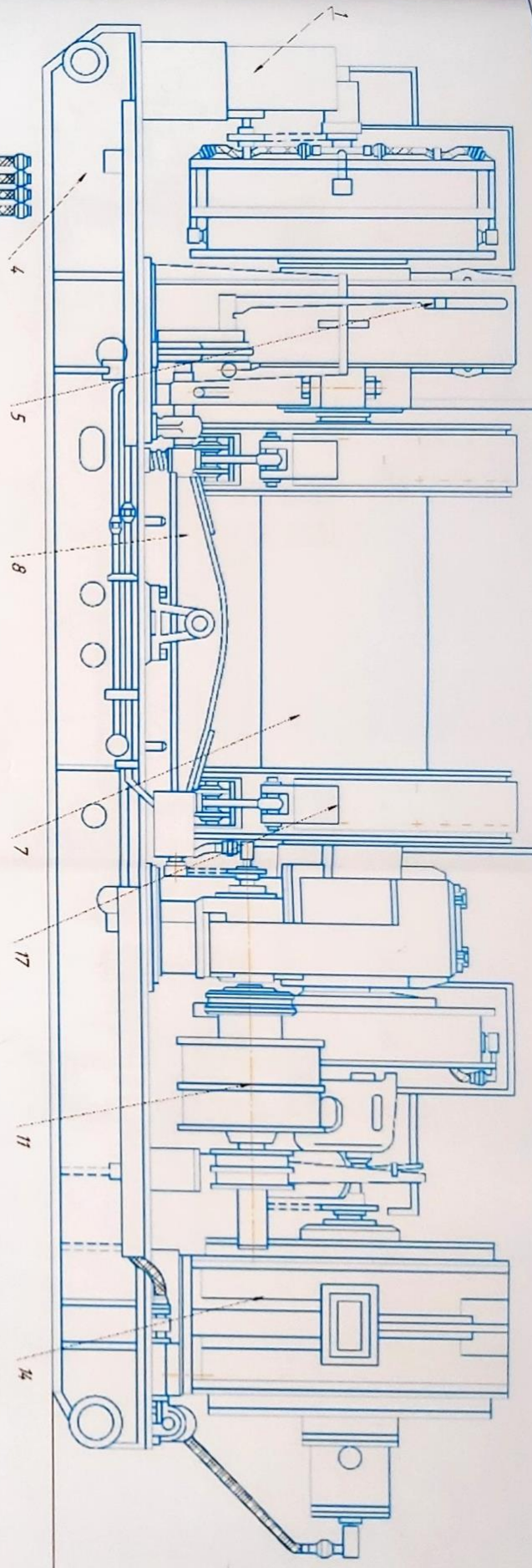
Практическое применение усовершенствованной тормозной системы на буровых лебедках ЛБУ-1100 позволит достичь более высокой производительности и качества бурения скважин на глубинах до 3500 метров. Улучшенные характеристики системы позволят сократить время работы и увеличить безопасность операций. Разработка и внедрение данного усовершенствования являются актуальными и перспективными направлениями развития буровой техники и вносят вклад в повышение эффективности и надежности процессов бурения скважин.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Баграмов Р. А. «Буровые машины и комплексы». Учебник для ВУЗов. М.: Недра. 1988г.
- 2 Ильский А. Л. «Буровые машины и механизмы». Учебник для ВУЗов. – 2-е изд., перераб. и доп.– М.: Недра 1980г.
- 3 Макушкин Д.О. «Машины и оборудование для бурения скважин на нефть и газ». Конспект лекций. Электронная версия, Красноярск, 2006г.
- 4 Уралмашзавод. Каталог бурового оборудования. Екатеринбург.2005г.
- 5 Палашкин Е. А. Справочник механика по глубокому бурению. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра. 1981г.
- 6 Ю. А. Амиров. «Технологичность конструкторских изделий». Справочник М.: Машиностроение. 1990г.

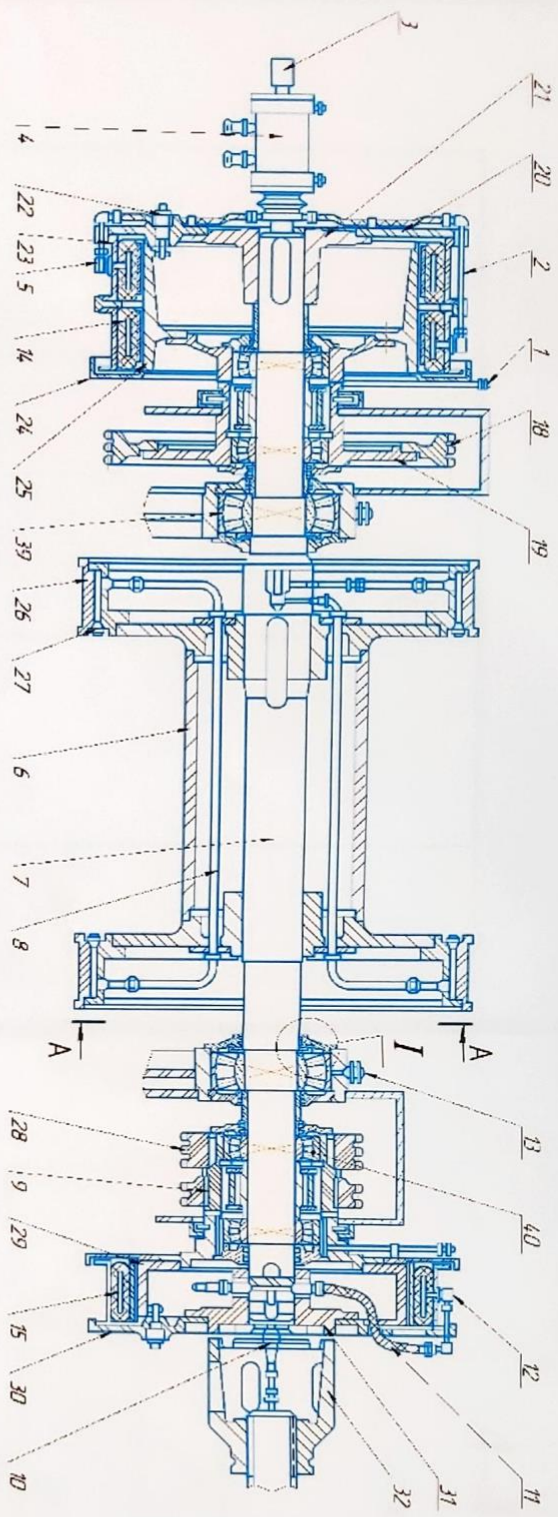
ПРИЛОЖЕНИЕ

(Графическая часть)

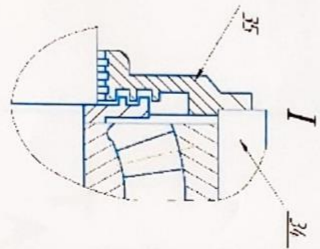
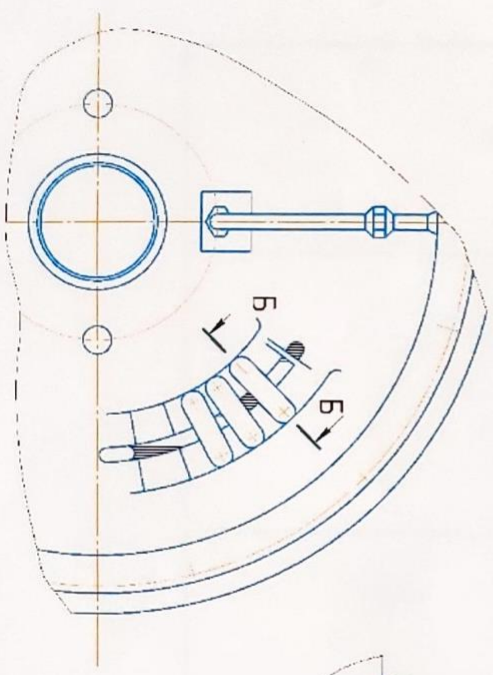


Техническая документация
 Номер по ГОСТ 8.214-80
 Номер чертежа по ГОСТ 8.214-80
 Номер документа по ГОСТ 8.214-80
 Для справок: 2119-4281
 МВЭО 31 01

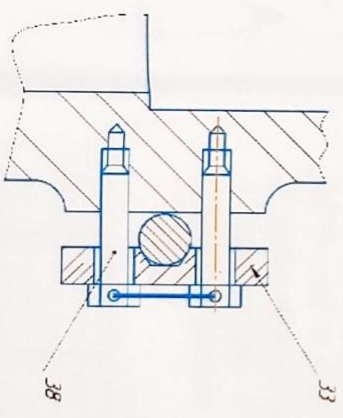
| | | | |
|---------------|--|---------------|--|
| Инв. № | | Дата | |
| 1 | | 1 | |
| Выполнил | | Проверил | |
| [Signature] | | [Signature] | |
| М.П. | | М.П. | |
| [Stamp] | | [Stamp] | |
| Лист | | Из всего | |
| 1 | | 1 | |
| Код документа | | Код документа | |
| 2119-4281 | | 2119-4281 | |



A-A (15)



B-B (12)

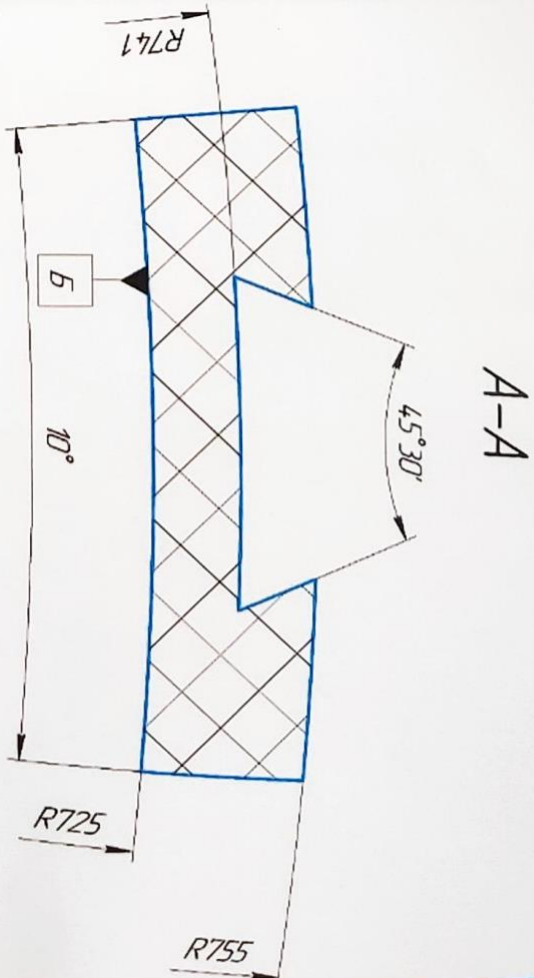
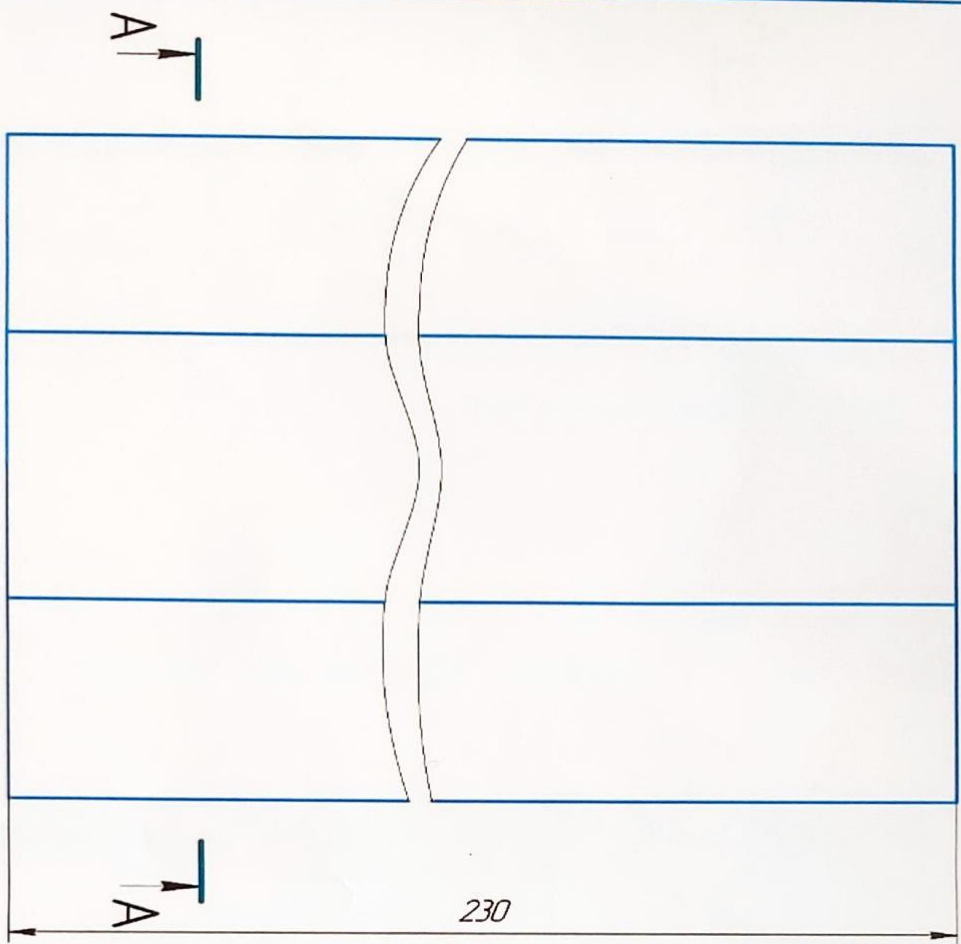


| № п/п | № детали | Наименование | Материал | Значение | Примечание |
|-------|----------|--------------|----------------|----------|------------|
| 1 | 1 | Корпус | Литой алюминий | 1 | |
| 2 | 2 | Шестерня | Литой алюминий | 1 | |
| 3 | 3 | Шестерня | Литой алюминий | 1 | |
| 4 | 4 | Шестерня | Литой алюминий | 1 | |
| 5 | 5 | Корпус | Литой алюминий | 2 | |
| 6 | 6 | Корпус | Литой алюминий | 1 | |
| 7 | 7 | Корпус | Литой алюминий | 1 | |
| 8 | 8 | Корпус | Литой алюминий | 1 | |
| 9 | 9 | Корпус | Литой алюминий | 1 | |
| 10 | 10 | Корпус | Литой алюминий | 1 | |
| 11 | 11 | Корпус | Литой алюминий | 1 | |
| 12 | 12 | Корпус | Литой алюминий | 1 | |
| 13 | 13 | Корпус | Литой алюминий | 1 | |
| 14 | 14 | Корпус | Литой алюминий | 1 | |
| 15 | 15 | Корпус | Литой алюминий | 1 | |
| 16 | 16 | Корпус | Литой алюминий | 1 | |
| 17 | 17 | Корпус | Литой алюминий | 1 | |
| 18 | 18 | Корпус | Литой алюминий | 1 | |
| 19 | 19 | Корпус | Литой алюминий | 1 | |
| 20 | 20 | Корпус | Литой алюминий | 1 | |
| 21 | 21 | Корпус | Литой алюминий | 1 | |
| 22 | 22 | Корпус | Литой алюминий | 1 | |
| 23 | 23 | Корпус | Литой алюминий | 1 | |
| 24 | 24 | Корпус | Литой алюминий | 1 | |
| 25 | 25 | Корпус | Литой алюминий | 1 | |
| 26 | 26 | Корпус | Литой алюминий | 1 | |
| 27 | 27 | Корпус | Литой алюминий | 1 | |
| 28 | 28 | Корпус | Литой алюминий | 1 | |
| 29 | 29 | Корпус | Литой алюминий | 1 | |
| 30 | 30 | Корпус | Литой алюминий | 1 | |
| 31 | 31 | Корпус | Литой алюминий | 1 | |
| 32 | 32 | Корпус | Литой алюминий | 1 | |
| 33 | 33 | Корпус | Литой алюминий | 1 | |
| 34 | 34 | Корпус | Литой алюминий | 1 | |
| 35 | 35 | Корпус | Литой алюминий | 1 | |
| 36 | 36 | Корпус | Литой алюминий | 1 | |
| 37 | 37 | Корпус | Литой алюминий | 1 | |
| 38 | 38 | Корпус | Литой алюминий | 1 | |

ДП1209102504 80
 Подъемный блок
 КИТАЙ

ИД 70:520:6102:ПД

6,3



1. Неуказанные отклонения Н14, н14, ± 2.
2. В местах узкого допускается радиус размером не более 3 мм, гофры высотой не более 0,5 мм и выпуклости высотой не более 0,8 мм, длиной не более 5 мм.
3. Торцы детали не должны иметь расщеплений.
4. Поверхность 5 зачистить до удаления глянца в пределах допуска на размер.

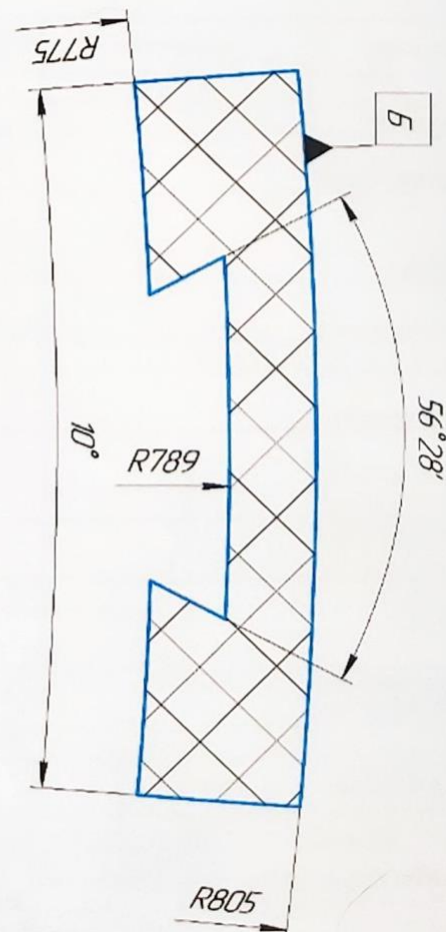
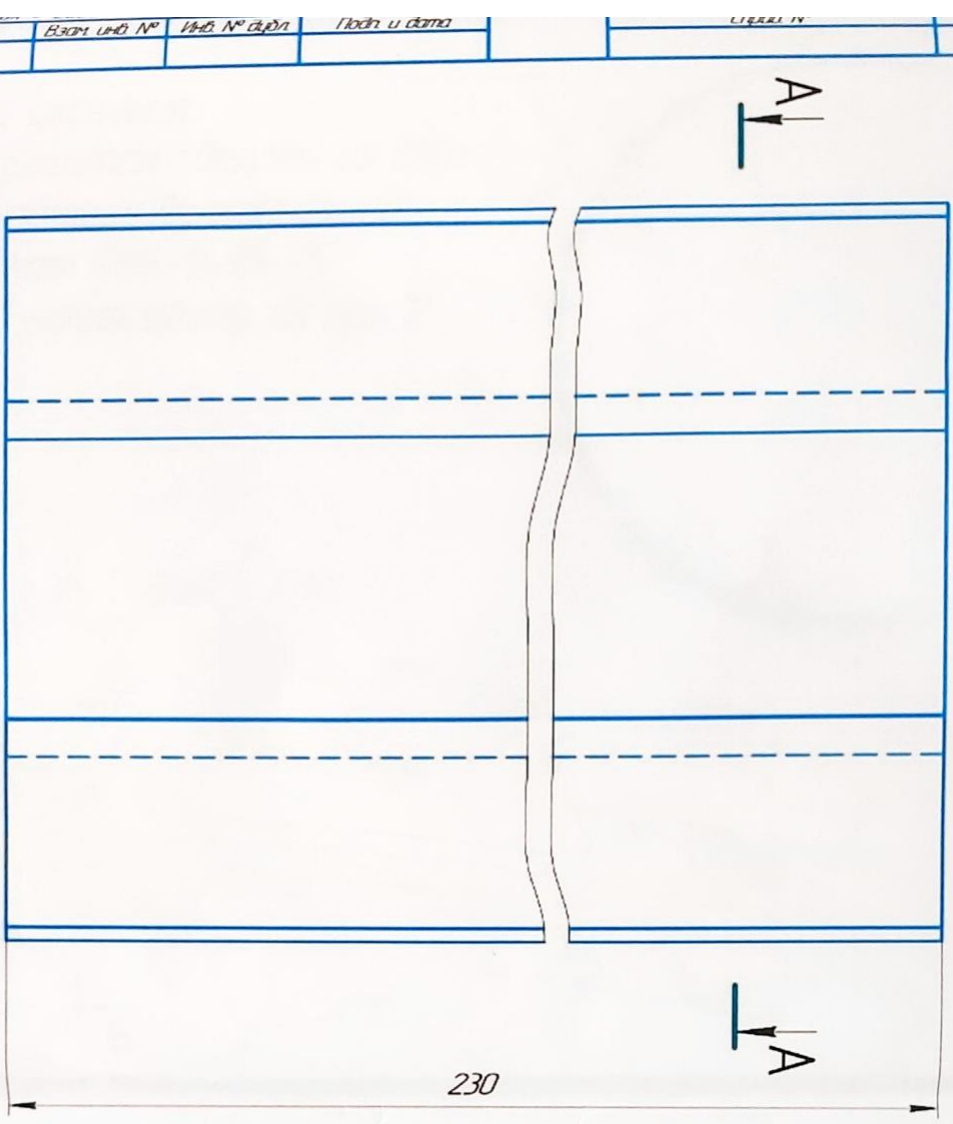
| | | | | | | |
|-------|---------------|---------------|-------|---------------|---------|------|
| № п/п | Имя и фамилия | Возраст, дата | № п/п | Имя и фамилия | Степень | Дата |
|-------|---------------|---------------|-------|---------------|---------|------|

| | | | | | |
|-----------------------------|---------------|----------|-----------------------------|---------------|----------|
| Имя/Фамилия | № документа | Дата | Имя/Фамилия | № документа | Дата |
| Проверено | Евгений К... | 10.01.19 | Проверено | Евгений К... | 10.01.19 |
| Исполнено | Григорий Е... | 10.01.19 | Исполнено | Григорий Е... | 10.01.19 |
| Функционная накладная | | | Функционная накладная | | |
| НУЖНАЯ | | | НУЖНАЯ | | |
| Реплика ФК24А ГОСТ 10851-73 | | | Реплика ФК24А ГОСТ 10851-73 | | |
| Казниту | | | Казниту | | |
| Лист | Место | Материал | Лист | Место | Материал |
| 1 | 176 К2 | 11 | 1 | 176 К2 | 11 |

Копия

ДП 2019.025.04 ДТ

6,3



1. Неуказанные отклонения Н14, н14, ± 1/14.
2. В местах изгиба допускается радиус размером не более 3 мм, гофры высотой не более 0,5 мм и выпятины глубиной не более 0,8 мм, длиной не более 5 мм.
3. Торцы детали не должны иметь расслоений.
4. Поверхность Б зачистить до удаления глянца в пределах допуска на размер.

| | | | | |
|---------------|-------------|------------|-------------|-------------|
| № док. № раба | Ноох u дама | Всаш унб № | Внб. № дупл | Ноох u дама |
|---------------|-------------|------------|-------------|-------------|

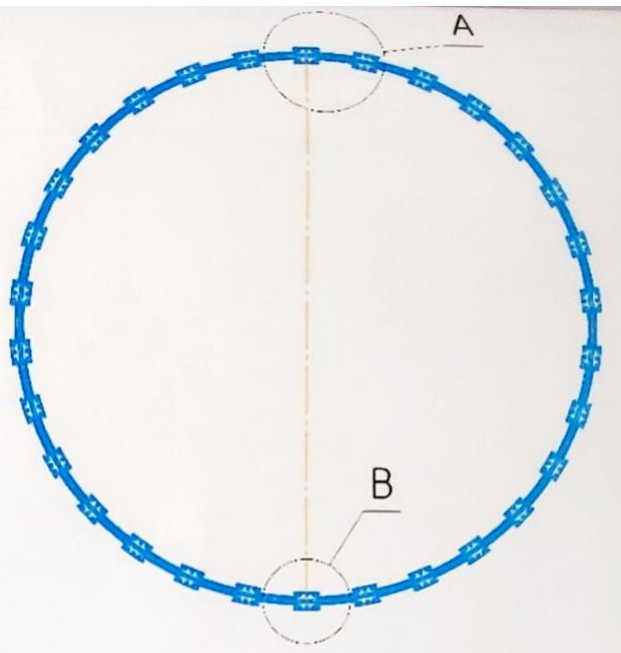
| | | | | | | |
|----------|----------------|---------------|----------|--------|-------------------------------------|-------------------|
| Изм. Акт | | № док.м. | Дата | Деталь | Функциональная накладная Верхняя | ДП.2019.025.04 ДТ |
| Разраб. | | Календ АН | 10.08.19 | | | |
| Проф. | | Евменсов К.К. | | | | |
| Техн.пр. | | | | | | |
| Исполн. | Сурьянцев Е.Е. | | | | Репликас ФК24А ГОСТ 10851-13 | |
| Упр. | | | | | | |
| Апр. | Место | Метизы | | | | |
| | 189 кг | 11 | | | | |
| Лист 1 | Август 1 | | | | | |
| Кознитчу | | | | | | |

Для коммерческого использования

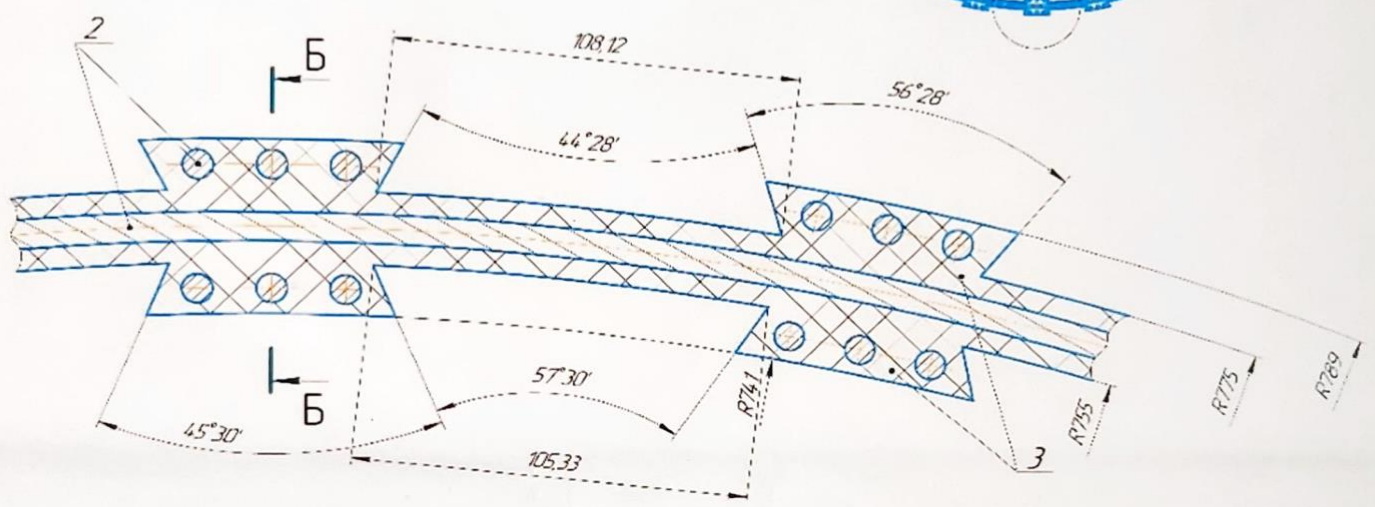
ДП.2019.02504 ДТ

Технические указания

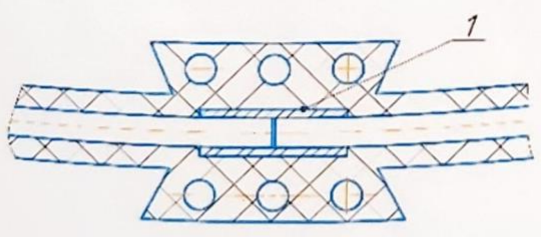
1. Поз.3 допускается сделать из двух частей при помощи вулканизации клеем лейколат ТУ6-1495-75.
2. Дет. поз.1 напресовать на поз. 2 с усилием



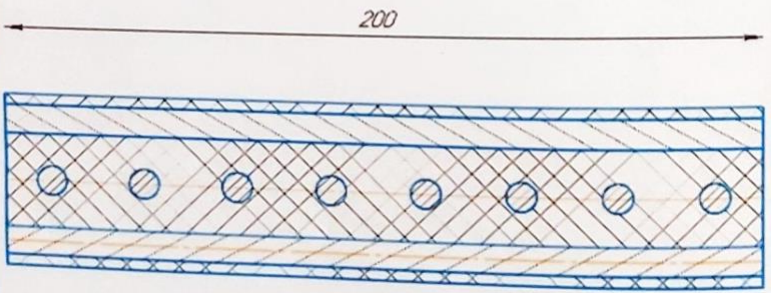
Вид А (1:1)



Вид В (1:1)



Б-Б (1:1)



| Код | Изменения | Обозначение | Наименование | Примечание |
|-----|-----------|-------------|--|------------|
| | | | Документация | |
| | | | Кольцо резиноотросовое | |
| | | | Детали | |
| 1 | | | Втулка прессовая | 8 |
| | | | Стандартные изделия | |
| 3 | | | Канат стальной 80-1К-Р5х79-1ас. ГОСТ 2688-80 | |
| | | | Материалы | |
| 5 | | | Резиновая смесь ИРП1265 ТУ 38-103321-76 | |

ДП.2019.02504 ДТ

Кольцо
резиноотросовое

| | | | |
|---------|---|----------|-----|
| Лист | 1 | Из всего | 1/1 |
| КазНИТУ | | | |

Информация о предприятии: ООО «ИРБС» - компания, специализирующаяся на производстве и монтаже кабельно-проводящих изделий. Адрес: г. Ижевск, ул. Мухоморова, 10. Контакт: +7 (3412) 22-11-11. Сайт: www.irbs.ru

Перв. примен.

Справ. №

Листы и дата

Лист № докум.

Лист №

Листы и дата

Лист № докум.

| Формат | Зона | Поз. | Обозначение | Наименование | Кол. | Примечание |
|--------|------|------|-------------|-----------------------------------|------|------------|
| | | | | <u>Документация</u> | | |
| | | | | Ленточный тормоз лебедки ЛБУ-1100 | | |
| | | | | <u>Сборочные единицы</u> | | |
| | | 1 | | Рычаг | 1 | |
| | | 2 | | Стойка | 1 | |
| | | 3 | | Рама лебедки | 1 | |
| | | 4 | | Балансир тормоза | 1 | |
| | | 5 | | Опора вала | 2 | |
| | | 6 | | Тормозной шкив | 2 | |
| | | 7 | | Тормозная лента | 2 | |
| | | 8 | | Барабан лебедки | 1 | |
| | | 9 | | Резинотросовое кольцо | 1 | |
| | | 10 | | Пневматический цилиндр | 1 | |
| | | 11 | | Пружинная оттяжка | 3 | |
| | | 12 | | Опорный ролик | 1 | |
| | | 13 | | Прижимное устройство | 1 | |
| | | 14 | | Тяга | 1 | |
| | | | | <u>Детали</u> | | |

ДП.2019.025.04 В0

| | | | | |
|----------|------|--------------|-----------------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| Разраб. | | Калиев АН. | <i>Калиев</i> | |
| Проб. | | Елемесов КК. | <i>Елемесов</i> | |
| Н.контр. | | Сарыбаев ЕЕ. | <i>Сарыбаев</i> | |
| Утв. | | | | |

Ленточный тормоз
лебедки ЛБУ 1100Лит. Лист Листов
1 2

КазНИТУ

| Формат | Зона | Поз. | Обозначение | Наименование | Кол. | Примечание |
|--------|------|------|-------------|---------------------------------------|------|------------|
| | | 17 | | Коленчатый вал | 1 | |
| | | 18 | | Резьбовой стакан | 2 | |
| | | 19 | | Болт | 2 | |
| | | 20 | | Накладка внешняя | 30 | |
| | | 21 | | Накладка внутренняя | 30 | |
| | | | | | | |
| | | | | <u>Стандартные изделия</u> | | |
| | | 24 | | Болт 1 М8 х 1-8г ГОСТ 3033-79 | 4 | |
| | | 25 | | Болт 1 М16 х 1,5-6г ГОСТ 3033-79 | 6 | |
| | | 27 | | Гайка 1 М8 ГОСТ 5915-70 | 4 | |
| | | 28 | | Гайка 1 М16 ГОСТ 5915-70 | 8 | |
| | | 29 | | Гайка 1 М24 ГОСТ 15915-70 | 6 | |
| | | 30 | | Пружина 7039- 2011 ГОСТ 13165-67 | 1 | |
| | | 31 | | Шайба 24 ГОСТ 6402-70 | 4 | |
| | | 32 | | Шайба 16 ГОСТ 18123-82 | 2 | |
| | | 33 | | Шайба 8 ГОСТ 18123-82 | 4 | |
| | | 34 | | Шпилька 2 М24 х 3-6г ГОСТ 22034-76 | 2 | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Подп. и дата
 Ид. № докум.
 Изм. № докум.
 Лист и дата

ДП.2019.025.04 ВО

Лист
2

РЕЦЕНЗИЯ
на дипломный проект

Калиева Адила Нурболатовича

6В07107 – Эксплуатационно-сервисная инженерия

На тему: «Усовершенствование тормозной системы буровой лебедки ЛБУ –
1100 для бурения скважин на глубину до 3500 м»

В дипломном проекте указаны применяемые в настоящее время буровые лебедки и конструкторские чертежи, схемы. Проведен анализ конструкции тормозной системы буровой лебедки. Рассматриваемое оборудование является конструктивно эффективным. Дипломант сумел правильно решить поставленную перед ним задачу. Можно сказать, что принятые решения устойчивы и находятся на достаточном инженерном уровне. Эти решения дополняются соответствующими расчетами.

В разделе чертежей проекта подробно описаны чертежи рассматриваемого оборудования. Общий дипломный проект выполнен в соответствии с предъявляемыми требованиями.

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

Есть некоторые ошибки в вычислительном разделе. Но эти недостатки не влияют результата выполненной работы и являются завершённой работой бакалавра

Общий дипломный проект полностью содержит вопросы задания, выполненные и заданные в соответствии с требованиями государственного стандарта.

Оценка работы

Оценивая дипломный проект на «отлично» (92%), считаю, что дипломант Калиев Адиль Нурболатович заслуживает академической степени и квалификации «бакалавр» по специальности 6В07107 – «Эксплуатационно-сервисная инженерия».

Рецензент:

Кандидат технических наук, доцент

Асылбек Мусабеков Мусабеков Расулбек
Акылбекович

" 06 " 06 2023г.



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Калиев А.Н.

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Усовершенствование тормозной системы буровой лебедки ЛБУ-1100 для бурения скважин на глубину до 3500 м

Научный руководитель: Касым Елемесов

Коэффициент Подобия 1: 10.2

Коэффициент Подобия 2: 2.7

Микропробелы: 27

Знаки из здругих алфавитов: 53

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

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

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

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

Обоснование:

Дата

проверяющий эксперт

05.06.2023

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Калиев А.Н.

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Усовершенствование тормозной системы буровой лебедки ЛБУ-1100 для бурения скважин на глубину до 3500 м

Научный руководитель: Касым Елемесов

Коэффициент Подобия 1: 10.2

Коэффициент Подобия 2: 2.7

Микропробелы: 27

Знаки из других алфавитов: 53

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

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

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

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

Обоснование:

Дата

05.06.23

Заведующий кафедрой

