



**SATBAYEV  
UNIVERSITY**

**SATBAYEV UNIVERSITY**

**ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ И  
ПРОМЫШЛЕННОЙ ИНЖЕНЕРИИ**

**КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И  
ОБОРУДОВАНИЕ**

**ДОПУЩЕНА К ЗАЩИТЕ**

Зав. Кафедрой ТМиО

канд.техн.наук, ассоц.проф.

\_\_\_\_\_К.К. Елемесов

«25» мая 2020г.

## **ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

на тему: “Модернизация талевого блока БУ 2500Д”

Специальность: 5В072400 – Технологические машины и оборудование  
нефтегазовой отрасли

Выполнил:

Жамбасова Э.Е.

Научный руководитель:

к.т.н. проф. С.А. Заурбеков

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020г.

Алматы 2020

SATBAYEV UNIVERSITY

Институт металлургии и промышленной инженерии

Кафедра Технологические машины и оборудование

5B072400 – Технологические машины и оборудование

**УТВЕРЖДАЮ**

Зав. Кафедрой ТМиО

канд.техн.наук, ассоц.проф.

\_\_\_\_\_ К.К. Елемесов

«28» января 2020г.

**ЗАДАНИЕ**

**На выполнение дипломной работы**

Обучающемуся Жамбасова Элима Ермекқызы

Тема: Модернизация талевого блока БУ 2500Д

Утверждена приказом Ректора Университета № 762-б от «27» январь 2020г.

Срок сдачи законченной работы «25» май 2020 г.

Исходные данные к дипломной работе: Модернизация талевого блока БУ 2500Д

Краткое содержание дипломной работы:

а) обзор существующих конструкций талевого блока;

б) усовершенствование конструкции на основе патентной проработки;

в) расчетный раздел;

г) расчет экономической эффективности разработки.

Рекомендуемая основная литература: из 30 наименований

## **АННОТАЦИЯ**

В дипломном проекте рассматривается вопрос модернизации талевого блока БУ 2500Д, с целью повышения эксплуатационного срока службы талевого блока.

В пояснительной записке приведено описание полиспастной системы используемой на буровой для спуско-подъемных операций в процессе бурения скважин, патентно-информационный обзор. Отдельный раздел дипломного проекта посвящен описанию модернизации талевой системы буровой установки. Объем расчетно-пояснительной записки составляет 43 страниц. Графическая часть составляет 6 листов формата А1.

## **ANNOTATION**

This dissertation is devoted to the topic: "Modernization of the travelling block DR 2500 D". Project develops the task of increasing the operational life of the travelling block DR-2500 by coating the surface of the pulleys with grease.

The project consists of an explanatory note and drawings. The explanatory note describes the travelling system used at the rig for hoisting operations during drilling, a patent information review. A separate section of the thesis project is devoted to the description of the modernization of the tackle system of the drilling rig. The volume of the settlement and explanatory note is 43 pages. The graphic part is 6 sheets of A1 format.

## **АНДАТПА**

Бұл диссертация «БУ 2500 Д таль блокты модернизациялау» тақырыбына арналған. Дипломдық жоба БҚ-2500 блоктың пайдалану мерзімін ұлғайту міндетін дамытқыштың бетін майлау арқылы дамытады.

Жоба жазба түсіндірме мен суреттерден тұрады. Түсіндірме жазбада бұрғылау кезінде жүк көтеру жұмыстарын жүргізуге арналған қондырғыда қолданылатын, патенттік ақпаратты қарау жүйесі сипатталған. Диссертациялық жұмыстың жеке бөлімі бұрғылау қондырғысының тірек жүйесін модернизациялау сипаттамасына арналған. Есеп айырысу және түсіндірме жазбаның көлемі - 43 бет. Графикалық бөлігі - А1 форматындағы 6 парақ.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Обзор талевых блоков буровых установок	5
1.1 Существующие конструкции талевых блоков	5
1.2 Требования, предъявляемые к талевым блокам	8
1.3 Шкивы талевых блоков	9
1.4 Канаты талевых систем	11
1.5 Технические характеристики стальных канатов	14
1.6 Требования к прочности стальных канатов	15
1.7 Виды смазок	16
1.8 Выбор прототипа и описание его конструкции	17
1.9 Усовершенствование конструкции на основе патентной проработки	19
2 Расчетный раздел	24
2.1 Расчет действующих нагрузок	24
2.2 Расчет конструктивных параметров талевого блока	32
2.3 Расчет на прочность отдельных элементов конструкции	33
3 Экономический раздел	40
Заключение	41
Список использованных источников	42

## ВВЕДЕНИЕ

Казахстан на сегодняшний день является одним из крупнейших производителей нефти в мире. В 1899 году на первом разрабатываемом в Казахстане месторождении Карашунгул был получен первый нефтяной фонтан, с которого и началась история казахстанской нефти. По оценкам специалистов, запасов ценных ископаемых высокого класса хватит еще на несколько столетий.

По данным международных аналитических компаний рост потребления жидких углеводородов, в основном, нефти и газового конденсата, будет расти постоянно. К 2030 году мировая торговля жидкими углеводородами возрастет более чем на половину ее нынешних объемов, что требует постоянного увеличения энергетических показателей и производительности буровых установок (БУ).

Буровая установка является одним из видов нефтегазового оборудования и представляет из себя комплекс оборудования и буровых сооружений, предназначенных для бурения нефтегазовых скважин.

Буровые установки для разработки и разведки нефтяных и газовых месторождений в общем виде включают в себя:

- Спускоподъемное оборудование (кронблок, талевый блок, лебедка, крюк, талевый канат);
- Циркуляционное оборудование (буровые насосы, вертлюги, емкости, манифольды);
- Буровые сооружения (буровые вышки, основания вышки, стеллажи);
- Противовыбросовое оборудование (превенторы);
- Оборудование для приготовления буровых растворов (шламовые насосы, гидроворонки, гидромешалки);
- Силовое оборудования для привода лебедки, буровых насосов, ротора (дизельные двигатели, электрические двигатели).

Оборудование монтируется на точке бурения и обеспечивает самостоятельное выполнение технологических операций.

## **1 Обзор талевых блоков буровых установок**

Талевые блоки являются неотъемлемой частью талевой системы. Талевая система - грузонесущая часть буровой установки, которая представляет собой полиспаг, состоящий из кронблока, монтируемого на подкронблочных балках верхнего основания вышки, талевого блока, связанного с кронблоком канатной оснасткой, и грузоподъемного крюка, соединенного с талевым блоком или автоматическим элеватором для подвешивания бурильной колонны и обсадных труб. [1]

В процессе проводки скважины талевая система выполняет различные операции. В одном случае она служит для проведения СПО с целью замены изношенного долота, спуска, подъема и удержания на весу бурильных колонн при отборе керна, ловильных или других работах в скважине, а также для спуска обсадных труб. В других случаях обеспечивает создание на крюке необходимого усилия для извлечения из скважины прихваченной бурильной колонны или при авариях с ней. В самостоятельном виде используют для удержания на весу крюка в БУ с ручной расстановкой свечей и автоматического элеватора в БУ с автоматикой спуско-подъема (АСП) или с комплексом механизмов спуско-подъема (КМСП). В талевом блоке число шкивов на единицу меньше, чем в парном с ним кронблоке. В отличие от кронблока талевый блок не испытывает нагрузок от натяжений ходовой и неподвижной струн каната, поэтому грузоподъемность его меньше, чем кронблока. Масса талевого блока должна быть достаточной для обеспечения необходимой скорости его спуска, в связи с чем талевые блоки обычно массивнее кронблока, хотя число шкивов и грузоподъемность последних больше.[2]

### **1.1 Существующие конструкции талевых блоков**

По конструкции различают односекционные и двухсекционные талевые блоки. Двухсекционные талевые блоки имеют две разнесенные соосные оси, что позволяет свободно пропускать между ними бурильные свечи. Талевые блоки отличаются также по способу соединения с крюком:

- 1) для подвижного соединения с крюком;
- 2) для жесткого соединения с крюком;
- 3) универсальные – для жесткого и подвижного соединения с крюком.

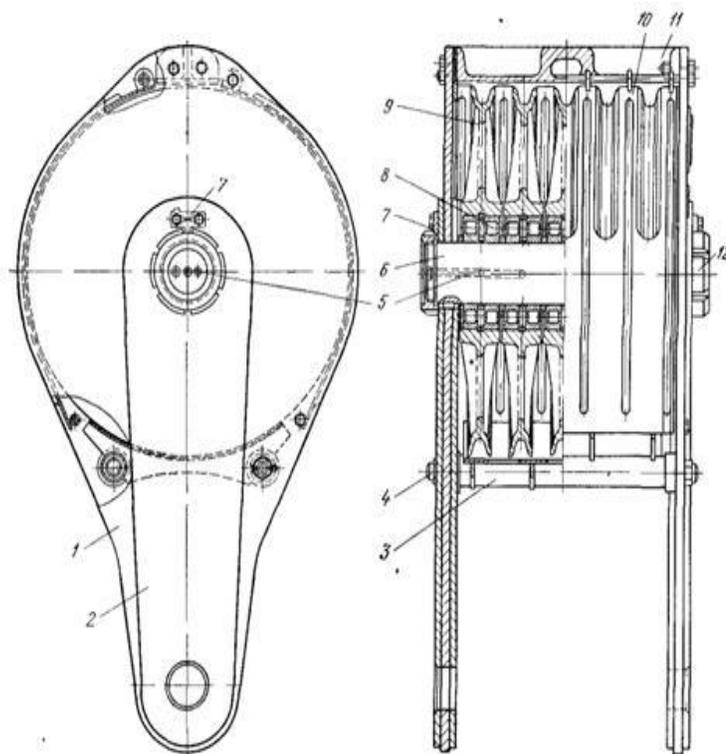
Для комплектации буровых установок с ручной расстановкой свечей ОАО «Уралмаш» производит универсальные одноосные талевые блоки: УТБ5250, УТБ5225 и УТБ6320, а для комплектации буровых установок с АСП (КМСП) двухосные талевые блоки: УТБА5200; УТБА5320; УТБА6400; УТБА6500.

Аббревиатуры этих талевых блоков расшифровываются следующим образом (УТБА6400):

- 1) У – талевый блок производства ОАО «Уралмаш»;
- 2) ТБ – талевый блок;
- 3) А – для комплексов АСП, КМСП;
- 4) б – число шкивов;
- 5) 250 – максимальная нагрузка на кронблок в тоннах.

Основные параметры талевых блоков: максимальная нагрузка; число канатных шкивов; диаметр талевого каната для оснастки; наружный диаметр шкива.

Односекционный талевый блок (рис.1.1) состоит из двух щёк 1 с приваренными накладками 2, изготовленными из стального листа. Щёки, соединяемые траверсой 11 и двумя болтовыми стяжками 4, образуют раму талевого блока. Между траверсой и стяжками в щеках имеется расточка для оси б шкивов. Ось крепится в щеках двумя гайками 12, предохраняемыми от отвинчивания стопорной пленкой 7. Шкивы 9 на оси талевого блока устанавливаются на подшипниках качения 8. Для предотвращения выскакивания каната из канавки шкивов на стяжках 4 закреплен нижний кожух 3. С наружной стороны шкивы закрываются кожухами 19 с прорезями в верхней части, предназначенными для выхода каната. [2]

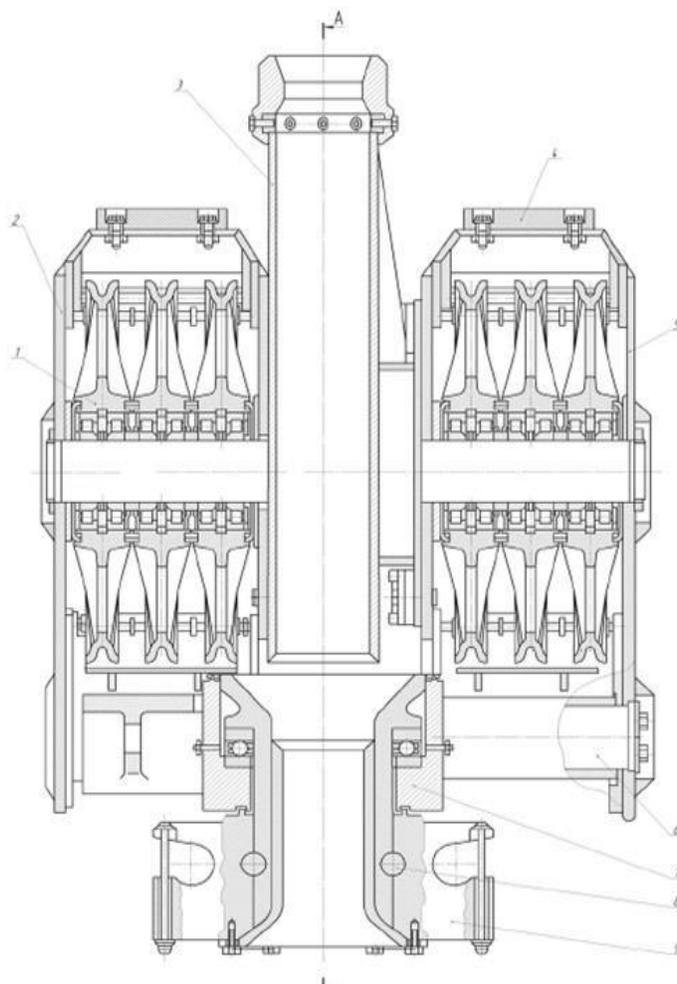


- 1 - две щеки; 2 - приваренные накладки; 3 - нижний кожух; 4 - стяжки; 5 - отверстие для смазки; 6 - ось шкивов; 7 - стопорная планка; 8 - подшипники качения; 9 - шкивы; 10 - кожухи; 11 - траверсы; 12 - гайки

Рисунок 1.1 - Односекционный талевый блок

Кожухи талевого блока изготавливаются из листовой стали либо литыми. Предпочтительнее литые кожухи, обладающие большей массой, благодаря которой возрастает скорость спуска незагруженного талевого блока. На нижних вытянутых концах имеются отверстия для осей, соединяющих талевый блок непосредственно с корпусом крюка. Для соединения с крюками, имеющими штропы, талевые блоки снабжаются серьгой, которая находится в отверстиях кронштейнов при помощи пальцев. Подшипники смазываются пружинными масленками через отверстия 5 в оси шкивов талевого блока.

Двухсекционный талевый блок (рис. 1.2) состоит из трехблочной 2 и двухблочной 5 секций, соединенных желобом 3, который направляет талевый блок при его перемещении вдоль свечи.



1 – шкив; 2, 5 - секции 3 - желоб; 4 - буфер резиновый; 6 - ось; 7 - траверса;  
8 – валик; 9 – скоба - подвеска; 10 – кожух шкивов; 11 – кожух дополнительный; 12 –  
устройство стопорное; 13 – подшипник качения; 14 – стакан

Рисунок 1.2 - Двухсекционный талевый блок

Для расстановки свечей на два подсвечника, расположенных у противоположных граней буровой вышки, вместо желоба используется поворотная муфта. Установка шкивов 1 на осях, крепление осей в щеках каждой секции, смазка подшипников и их предохранение от загрязнения, а также кожухи 10 шкивов выполнены по аналогии с ранее рассмотренной конструкцией талевого блока.[3]

В отличие от талевых блоков, используемых для ручной расстановки свечей, в данной конструкции имеется дополнительный кожух 11 для защиты от возможных ударов и резиновый буфер 4, на который при подъёме талевого блока ложится центратор АСП. В других конструкциях двухсекционных талевых блоков щёки каждой секции соединяются осями, на которых устанавливаются специальные подвески с проушинами для стропов автоматического элеватора или трехрогого крюка.

## **1.2 Требования, предъявляемые к талевым блокам**

- 1) Все детали талевого блока должны быть изготовлены или отремонтированы в полном соответствии с действующими чертежами и техническими условиями на их изготовление и ремонт.
- 2) Сварные швы не должны иметь трещин, раковин, газовых пузырей, подрезов, пережогов и других пороков, снижающих прочность шва.
- 3) Канатные шкивы блока должны легко вращаться от руки. При вращении любого из шкивов соседний не должен вращаться.
- 4) Торцовое биение канавки шкива не должно превышать 1 мм.
- 5) На поверхности серьги блока в плоскости опасного сечения (в месте соединения со стропом крюка) допускается углубление от износа до 3 мм на ширине 10 мм. Заварка изношенных поверхностей не допускается.
- 6) Износ пальцев серьги блока не должен превышать 2 мм, при большем износе палец должен быть заменен новым.
- 7) Все резьбовые соединения должны иметь надежное предохранение от самоотвинчивания.
- 8) Маслоподводящие каналы должны быть промыты и заполнены свежей смазкой.
- 9) Предохранительные кожухи не должны иметь вмятин и короблений, должны быть надежно закрепленными.
- 10) Талевый блок должен быть покрашен стойкой краской.
- 11) Износ деталей, используемых повторно, не должен превышать предельных размеров, установленных техническими условиями на выбраковку деталей при ремонте.

### 1.3 Шкивы талевых блоков

Оснащение кронблока и талевого блока шкивами называется оснасткой, от кратности оснастки зависит диаметр и длина используемого каната, а также кинематика и нагруженность всей подъемной части бурового комплекса.

С увеличением кратности оснастки, уменьшаются усилия в струнах каната, пропорционально возрастает длина каната, необходимая для подъема талевого блока на заданную высоту. Но при увеличении длины каната, возрастает канатоемкость барабана лебедки. Оснастка обозначается цифрами: 5х6; 6х7; 7х8. Различают параллельную и крестовую схемы оснастки.

Дальнейшее расширение соотношений оснастки ограничивается геометрическими размерами внутреннего пространства вышки.[4]

Из-за постоянного вращения шкивов талевой системы происходит износ каната, а также износ ручья шкива. Как известно, более интенсивно изнашиваются ручьи шкивов, которые расположены ближе к ходовому концу каната, идущего к лебедке, так как они несут большую нагрузку, поэтому износ ручьев шкивов неравномерен. Для борьбы с неравномерным износом ручья шкива и для увеличения срока службы кронблока используется поворот оси секции блоков всего узла на  $180^\circ$ , либо перестановка шкивов, если их число в секциях одинаково. Для этого опускают талевый блок, снимают канат со шкивов кронблока, изменяют положение осей со шкивами и вновь производят оснастку.

Шкивы должны вращаться свободно, без заедания и шума в подшипниках. Нагрев подшипников выше  $70^\circ\text{C}$  недопустим. Шкивы в среднем весят 200-300 кг и изготавливаются из литейной стали марки 35Л. Дно ручья подвергается закалке с помощью ТВЧ (токов высокой частоты), что придает металлу более высокую прочность. Контроль износа ручья шкива контролируется с помощью специальных шаблонов. Допускается износ шкива, в местах соприкосновения с канатом, до 6 мм. При более сильном износе производится отбраковка шкива или ремонт, который представляет собой сложный технологический процесс.

Для защиты от износа канат во время свивки покрывают специальными смазками, которые представляют собой битум с гудроном, технический вазелин, полиамидные смазки и др.

Традиционная технология восстановления шкивов заключается в нагреве шкивов в печах до  $300^\circ\text{C}$ . После этого производится наварка слоя металла на изношенный ручей шкива (рис.1.4), которая требует контроля поддержания температуры подогрева шкива в пределах  $300^\circ\text{C}$ , как только температура понизится до  $200^\circ\text{C}$ , опять производится подогрев. Затем следует произвести отжиг для придания сварному шву плотности. К недостаткам можно отнести неравномерный нагрев, который может привести к температурной остаточной деформации.

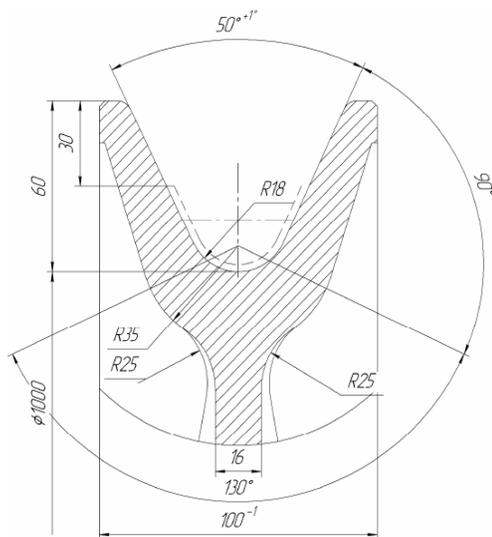


Рисунок 1.3. - Профиль ручья шкива

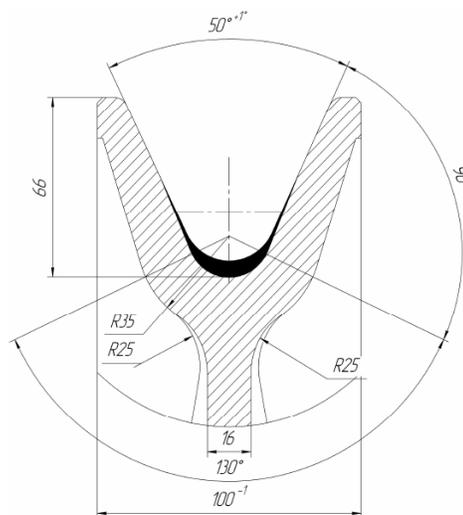


Рисунок 1.4. - Отработанный профиль ручья шкива

При операции наварки, прочность сварного шва по отношению к телу шкива составляет 0,8-0,9. После проведения отжига следует произвести растачивание ручья шкива (рис.1.3) до номинальных размеров. Потом производится закалка ручья шкива с помощью ТВЧ. Все эти операции занимают много времени и влекут большие материальные затраты.

Шкивы кронблоков и талевых блоков имеют одинаковую конструкцию и размеры. Диаметр шкива, профиль и размеры канавки существенно влияют на срок службы и расход талевых канатов. Усталостная долговечность каната возрастает с увеличением диаметра шкивов, так как при этом уменьшаются повторно-переменные напряжения, возникающие в канате при огибании шкивов. В буровых установках диаметры шкивов ограничиваются габаритами вышки и удобством работ, связанных с выносом свечей на подсвечник. На основе изучения отечественного и зарубежного опыта конструирования и эксплуатации буровых установок установлено, что оптимальное значение диаметра шкива определяется из условия:

$$D_{ш} * K / d_{к} = 150-160 \quad (1.1)$$

где  $D_{ш}$  - диаметр шкива по дну канавки;  
 $K$  - запас прочности каната;  
 $d_{к}$  - диаметр каната.

Канавка шкива имеет V-образный профиль с круглым ложем, обеспечивающим канату достаточную опорную поверхность. Радиус ложа

канавки выбирают в зависимости от диаметра каната:

$$r = d_k/2 + (2,5 \div 4) \quad (1.2)$$

При значительном увеличении радиуса ложа канавки опорная поверхность каната уменьшается и в результате возрастающих контактных давлений снижается срок его службы. Поэтому диаметр каната должен соответствовать принятому его значению в используемом типоразмере шкива. Для устранения преждевременного износа профиль канавки шкивов должен обеспечить беспрепятственное набегание и сбегание каната. Касание каната стенок канавки шкива сопровождается трением, обусловленным разностью линейных скоростей каната и контактирующих с ним боковых стенок канавки. Для нормальной работы каната угол развала стенок канавки должен быть больше угла у отклонения каната от плоскости вращения шкива. Отклонение рабочих струн талевого каната от плоскости вращения шкивов обусловлено оснасткой талевой системы и смещением свободно подвешенного талевого блока относительно кронблока вследствие разницы в числе шкивов, установленных на талевом блоке и кронблоке. Углы отклонения рабочих струн каната от плоскости вращения шкивов увеличиваются по мере подъема талевого блока и достигают максимальной величины в крайнем верхнем положении талевого блока. Ходовая струна отклоняется от плоскости вращения шкива в результате перемещения каната вдоль барабана лебедки. Максимальный угол отклонения ходовой струны определяется длиной барабана и расстоянием между осями барабана и кронблока. Угол отклонения неподвижной струны остается неизменным и зависит от положения механизма для крепления каната относительно неподвижного шкива кронблока. [5]

#### **1.4 Канаты талевых систем**

Вращательный момент для шкивов передаётся через стальной канат от барабана лебедки, который огибает все шкивы талевой системы и представляет механизм полиспаста, обеспечивая при этом поступательное движение для бурового инструмента.

Канаты при работе подвергаются сложной нагрузке: растяжению, изгибу, вибрации, контактными напряжениями, поэтому они должны иметь высокую прочность. Фактически эту продукцию можно отнести к расходным элементам, так как износ талевого каната происходит достаточно быстро. Подвергаясь постоянным перегибам на барабане буровой лебедки и на шкивах блоков, а также испытывая постоянные нагрузки растяжения при проведении спуско-подъемных операций, талевый канат имеет ограниченный ресурс использования.

Талевый канат состоит из сердечника – прочной основы каната, которая может быть сделана из металла, органических составов (например, пеньки) и даже

пластмассы. Вокруг сердечника плотно обвиты шесть проволочных прядей, огибающие сердечник параллельной или крестовой свивкой.

По конструктивному признаку различают стальные канаты одинарной, двойной и тройной свивки. На буровых работах применяют канаты двойной свивки, состоящие из шести прядей, свитых вокруг органического или металлического сердечника.

В большинстве конструкций канатов применяют пропитанные смазкой органические сердечники из пеньки, хлопчатобумажного корда или манилы. Органический сердечник обеспечивает равномерное распределение нагрузки между прядями, необходимую гибкость и смазку проволок каната. Канаты с металлическим сердечником имеют большую жесткость, что предохраняет тяжело нагруженный канат от раздавливания при многослойной навивке на барабан лебедки.

Проволоки в прядях располагают в два или три слоя, ориентируемых с одинаковым или различным углом свивки по слоям. Вид свивки определяет тип касания проволок между слоями. В этой связи различают канаты с точечным касанием проволок (ТК), линейным касанием (ЛК) и комбинированным точечно-линейным касанием (ТЛК). Канаты с линейным касанием проволок в прядях более долговечны, чем с точечным. [6]

Различают канаты с одинаковым или различным диаметром проволок в прядях типа ЛК-0 (рис. 6, а) и типа ТЛК-0 (см. рис. 6, г) диаметр проволок в слоях одинаков, в пряди типа ЛК-Р (см. рис. 6, д) наружный слой имеет проволоки разного диаметра. В пряди типа ЛК-РО (см. рис. 6,б) расположены слои с проволоками одинакового диаметра и с проволоками разных диаметров.

По сочетанию направления свивки элементов каната различают канаты односторонней и крестовой свивки. Канаты односторонней свивки (рис. 6, е) имеют одно и то же направление свивки. По гибкости и долговечности они превосходят канаты крестовой свивки 2, имеющие противоположное направление свивки и обладающие большей способностью закручиваться.

В зависимости от направления свивки прядей канат может быть правого и левого направлений свивки.

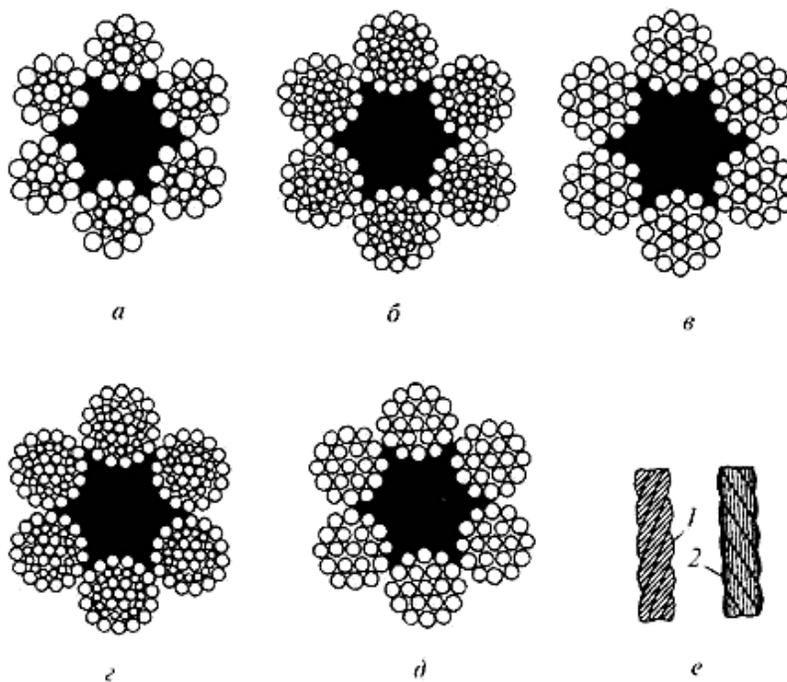
Для применения в качестве талевых на буровых установках нефтегазодобывающих предприятий рекомендуются следующие конструкции канатов:

6 х 31 (1 + 6 + 6/6 + 12) + 1 о.с, ГОСТ 16853-88 (с органическим сердечником);

6 х 31 (1 + 6 + 6/6 + 12) + 7 х 7 (1 +6) + 1 м.с., ГОСТ 16853-88 (с металлическим сердечником);

6 х 31 (1 + 6 + 6/6 + 12) + 1 о.с, ТУ 14-4-1767-94 (с органическим сердечником);

6 x 31 (1 + 6 + 6/6 + 12) + 3 x 19 (1 + 6 + 6/6) + 3 о.с., ТУ 14-4-1767-94 (с комбинированным сердечником).



а - типа ЛК-О; б - типа ЛК-РО; в - типа ТК; г - типа ТЛК-О; д - типа ЛК-Р;  
е - свивка канатов; 1 - правая односторонняя; 2 - левая крестовая

Рисунок 1.5. - Стальные канаты

На то, как быстро изнашивается талевый канат в процессе эксплуатации, влияет множество факторов:

- 1) Глубина скважины определяет характер и цикличность нагрузок как при растягивании, так и при изгибании каната, которые в свою очередь влияют на проявление усталости обвивающей сердечник проволоки.
- 2) При разгоне и торможении загруженного блока, а также непосредственно в процессе нагрузки системы негативное влияние на состояние каната оказывают нагрузки динамического типа, которые также необходимо учитывать.
- 3) Износ проволок внутри и в наружной части талевого каната может увеличиваться в процессе прохождения через шкивы или на самом барабане. Повышение интенсивности износа талевого каната наиболее часто проявляется при неправильной его навивке на барабан.
- 4) В случае многослойной или неравномерной укладки на барабан нередко канат может терять свою форму – он буквально сплющивается под действием давления.

5) Раскручивание каната на одном участке или изменение положения прядей также влияет на продолжительность использования изделия.

Наиболее оптимальной ситуацией является отработка каната с равномерным износом по всей длине, что достигается за счет правильного выбора характеристик изделия и использования эффективной системы перепусков талевого каната. [6]

В буровых установках применяют нераскручивающиеся канаты, у которых проволоки и пряди освобождены от внутренних напряжений, так как они по сравнению с обыкновенными обладают большей гибкостью, прочностью и меньшим стремлением к вибрации и вращению вокруг своей оси.

Наружный слой проволок в прядях имеет больший диаметр, что предохраняет канат от износа, а внутренний слой прядей сделан из проволок меньшего диаметра, что придает канату повышенную гибкость.

### 1.5 Технические характеристики стальных канатов

Характеристики наиболее часто применяемых при бурении канатов, имеющих один органический сердечник, шесть прядей с 19 или 37 проволоками в каждой, приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Технические характеристики стальных канатов

Диаметр, мм			Расчетная площадь сечения всех проволок в канате, мм <sup>2</sup>	Расчетная масса 1000 м смазанного каната, кг	Маркировочная группа по временному сопротивлению разрыва, МПа				
Каната	Проволоки				1370	1570	1665	1766	1960
	6 проволок	108 проволок			Расчётное разрывное усилие каната в целом, кН, не менее				
Канат двойной свивки типа ТК конструкции 6 x 19									
13	0,85		57,7	565,5	67,3	76,8	81,6	83,9	91,5
14,5	0,95	0,9	72,96	715	84,9	97,02	102,9	105,8	115,6
16	1,05	1	90,02	882,5	104,8	119,5	127,4	131,3	143,1
17,5	1,15	1,1	108,86	1070	126,4	144,5	153,8	158,3	173
19,5	1,3	1,2	130,11	1275	151,4	173	183,7	189,6	206,8
21.0	1,4	1,3	152,58	1495	177,4	202,8	215,6	222,5	242,5
22,5	1,5	1,4	176,86	1735	205,8	235,2	250	257,7	281,3
24	1,6	1,5	202,92	1990	236,2	270	286,6	296	322,4

25,5	1,7	1,6	230,76	2265	269	307,2	326,3	336,1	367
27	1,8	1,7	260,41	2555	303,3	346,9	368,5	379,7	414
Канат двойной свивки типа ТК конструкции 6 x 37									
11,5	0,55	0,5	43,85	427	—	56,3	59,8	61,3	66,6
13,5	0,65	0,6	63,05	613,5	—	80,7	85,9	87,8	95,7
15,5	0,75	0,7	85,77	834,5	96,4	109,7	116,6	119,5	129,8
22,5	1,05	1	174,84	1705	196	224,4	238,6	244	265,1
24,5	1,15	1,1	211,5	2060	237,6	271,5	288,6	295,5	321
27	1,3	1,2	252,26	2455	283,2	323,9	344	352,8	382,7
29	1,4	1,3	295,93	2880	332,2	379,7	403,7	413,5	448,8

### 1.6 Требования к прочности стальных канатов

В процессе эксплуатации за состоянием каната должен быть установлен систематический контроль. Запрещается использование канатов, если установлено, что:

- одна из прядей оборвана, вдавлена или на канате имеется расслоение проволок в одной или нескольких прядях;
- выдавлен сердечник каната или пряди;
- на канате имеется деформация в виде волнистости, корзинообразности, местного увеличения или уменьшения диаметра каната
- число оборванных проволок на шаге свивки каната диаметром до 20 мм составляет более 5 %, а на канате диаметром свыше 20 мм – более 10 %;
- на канате имеется скрутка, перегиб, залом;
- в результате поверхностного износа, коррозии диаметр каната уменьшился на 7 % и более; • при уменьшении диаметра наружных проволок каната в результате износа, коррозии – на 40 % и более;
- на нем имеются следы пребывания в условиях высокой температуры (цвета побежалости, окалины) или короткого электрического замыкания (оплавление от электрической дуги).

Канат обрабатывается периодически с перепуском в процессе проводки скважины с помощью механизма крепления неподвижной ветви талевого каната. При монтаже и перепусках канатов с металлическим сердечником не допускается отделение прядей каната от сердечника.

Сердечник с одной обвитой прядью используют для заплетения петли на конце каната. Резку каната следует проводить с помощью специальных

приспособлений механическими методами. Для резки каната не допускается применение электросварки.

### **1.7 Виды смазок**

Смазочные материалы – это вещества с высокими антифрикционными свойствами, которые наносятся на контактирующие поверхности с целью облегчения их взаимного перемещения и уменьшения износа.

Необходимость в применении смазочных материалов возникла еще в глубокой древности – с момента изобретения колеса. Чтобы оно легко вращалось, не скрипело и долго служило, на ось наносили животный жир или растительное масло.

По мере появления более сложных механизмов эксплуатационные требования к смазкам возрастали, в связи с чем в натуральную жировую основу начали добавлять мыло, графит, квасцы и прочие ингредиенты, снижающие коэффициент трения. Но получаемые смеси дорого стоили и имели низкую термостабильность. Поэтому во второй половине XIX века, с внедрением в производство быстроходных станков, мощного прессового оборудования, паровых машин и т.д., инженеры и химики упорно искали приемлемые по цене материалы, способные сохранять смазывающую способность при высоких температурах. [16]

Настоящей революцией в развитии смазок стало использование продуктов нефтепереработки – минеральных масел. Сегодня на их основе создаются смазочные материалы, которые не только эффективно уменьшают силу трения, но и:

- надежно защищают узлы и механизмы от коррозии, очищают их от загрязнений и продуктов износа, предотвращают образование царапин и задиров;
- при механической обработке деталей отводят тепло из рабочей зоны станка, обеспечивают тщательное удаление стружки и абразивных частиц, чем продлевают срок службы инструмента и оборудования, улучшают качество продукции;
- используются в качестве рабочего тела гидравлических приводов и амортизаторов, изолирующей и теплоотводящей среды в масляных трансформаторах;
- герметизируют зазоры в цилиндропоршневых группах, чем повышают КПД поршневых компрессоров, двигателей внутреннего сгорания.

Смазочные материалы разделяют на виды по:

- 1) Агрегатному состоянию – на жидкие, пластичные (консистентные), твердые, газообразные;
- 2) Материалу основы – на минеральные, синтетические, полусинтетические, органические (животные и растительные);
- 3) Назначению – на промышленные, гидравлические, моторные, трансмиссионные, компрессорные и т.д. [20]

## 1.8 Выбор прототипа и описание его конструкции

Для бурения скважин различной глубины на суше и в других условиях не может существовать одна категория или один класс и вид буровой установки, хотя во всех случаях установка выполняет почти одинаковые функции. В то же время не представляется возможным для каждой конструкции скважин создавать специальную установку. [9]

Поэтому буровые установки должны обладать определенной универсальностью или допускать быструю модификацию и приспособляемость к конкретным условиям бурения непосредственно на промыслах.

Для бурения скважины глубиной 2500 метров следует применять буровую установку средней серии с допускаемой нагрузкой на крюке 2.5 МН, с оснасткой талевой системы 5х6 и диаметром талевого каната 28 мм.

Для бурения данной скважины выбираем буровую установку БУ 2500Д. Прототипом модели талевого блока БУ 2500 Д является талевый блок УТБ-5-250.

Данный талевый блок выбран из условия наименьших габаритных размеров, особенно по ширине, что очень важно, так как он движется внутри вышки в пространстве между пальцами магазинов с бурильными свечами, где должно быть обеспечено минимальное безопасное расстояние между блоком и элементами вышки, а также он выбран в целях экономии. Главное условие выбора – это чтобы талевый блок подходил по грузоподъемности к нагрузке, которая может возникнуть на крюке в процессе бурения скважины. [10]

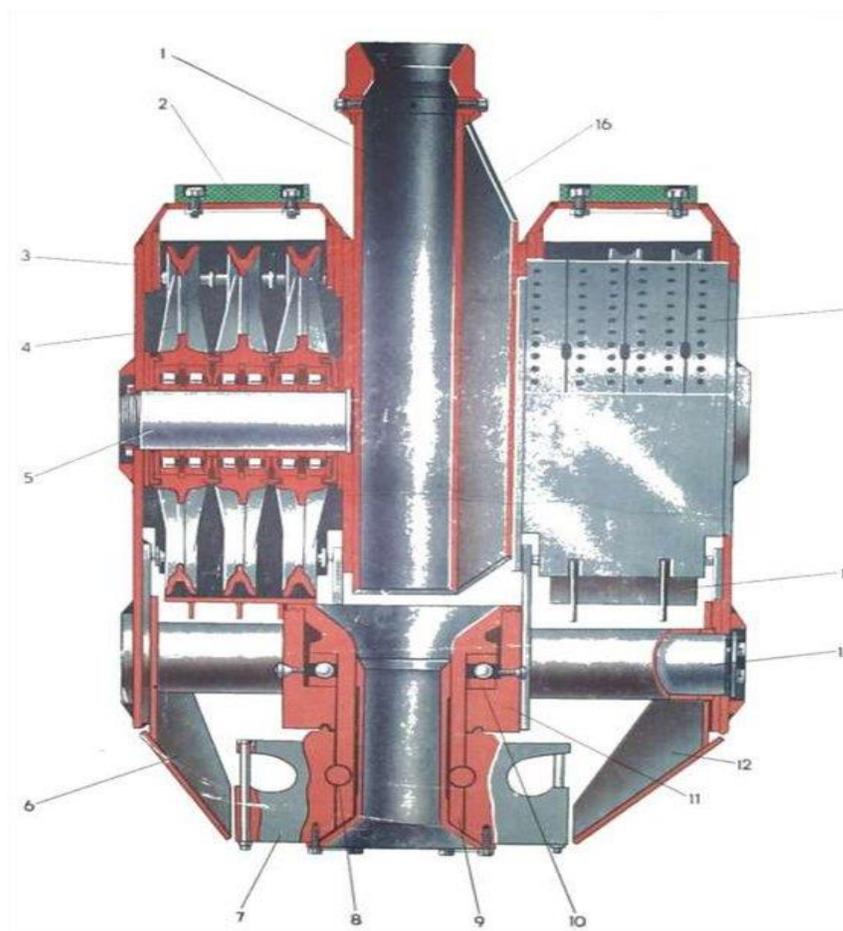
Данный талевый блок (рис. 1.6) состоит из трехблочной и двухблочной секций, соединенных желобом, который направляет талевый блок при его перемещении вдоль свечи. Для расстановки свечей на два подсвечника, расположенных у противоположных граней буровой вышки, вместо желоба используется поворотная муфта. Щёки, соединяемые траверсой и двумя болтовыми стяжками, образуют раму талевого блока. Между траверсой и стяжками в щеках имеется расточка для оси шкивов. Ось крепится в щеках двумя гайками, предохраняемыми от отвинчивания стопорной пленкой. Шкивы на оси талевого блока устанавливаются на подшипниках качения. Для предотвращения выскакивания каната из канавки шкивов на стяжках закреплен нижний кожух. С наружной стороны шкивы закрываются кожухами с прорезями в верхней части, предназначенными для выхода каната.

Ниже представлена таблица с параметрами талевого блока УТБ-5-250.

Таблица 1.2 - Параметры талевого блока УТБ-5-250

Параметры	УТБ-5-250
Грузоподъемность, т	250
Количество шкивов, шт	5

Наружный диаметр шкива, мм	1000
Профиль желоба шкива под канат диаметром, мм	28
Масса, кг	2470
Высота, мм	2070
Ширина, мм	860



- 1 – направляющий патрубок; 2 - амортизатор; 3 - щека; 4 - блок; 5 – ось левой установки блоков; 6 – обтекатель левый; 7 – скоба подсветки;  
8 - палец; 9 - стакан; 10 – опора стакана – упорный шарикоподшипник;  
11 - траверса; 12 – обтекатель правый; 13 – ось траверсы; 14 – кожух нижний; 15 – кожух боковой; 16 – рама.

Рисунок 1.6. Талевый блок УТБ-5-250

## 1.9 Патентная проработка

Изобретение относится к области нефтехимии, в частности к составам углеводородных смазок, применяемых для смазывания стальных канатов при их изготовлении.

Известна канатная смазка Торсиол-35Б, содержащая смесь нефтяных масел, загущенную церезином, буроугольный воск и окисленный петролатум (Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение. Справочник. Под ред. В.М. Школьников, 1999 г., с. 349).

Недостатком смазки Торсиол-35Б является использование дорогих и дефицитных компонентов, а также низкие эксплуатационные показатели - температура каплепадения, адгезия, температура сползания.

Известна также смазка для стальных канатов, содержащая, % масс.: битум нефтяной 20-30, атактический полипропилен 8-12, синтетические жирные кислоты 4-6, гидроксид натрия 0,4-0,6 и мазут нефтяной - остальное (патент РФ №2180672, 2002 г.).

Данный состав имеет недостаточные эксплуатационные, особенно низкотемпературные и противоизносные, свойства.

Наиболее близкой к предлагаемому составу является канатная смазка, которая содержит, % масс.: пластификатор ПН-6к - 15-25%, амид цероксона - 3-7%, органическую часть асфальтосмолисто-парафиновых отложений (АСПО), образующихся в результате перекачки нефти в трубах и при хранении в резервуарах, утилизируемых ранее как отход, - 20-40%, нефтяное масло до 10% (патент РФ №2185424, 2002 г.).

Недостатком данной смазки является низкая температура каплепадения, сложная в аппаратурном оформлении процедура выделения органической части асфальтосмолисто-парафиновых отложений, а также использование дефицитного продукта - амида цероксона.

Задачей изобретения является разработка углеводородной смазки для шкивов и стальных канатов, содержащей доступные сырьевые компоненты, повышение ее температуры каплепадения, а также снижение себестоимости смазки за счет упрощения технологии получения.

Для решения поставленной задачи предлагается углеводородная смазка для стальных канатов, содержащая минеральное масло, пластификатор нефтяной, а также нефтяной отход, которая отличается тем, что в качестве пластификатора нефтяного включает пластификатор ПН-6ш, в качестве нефтяного отхода содержит осадок, образующийся на стенках трубопроводов при транспортировке нефти, а также дополнительно включает полиэтиленовый воск, при соотношении компонентов % масс. представленных в таблице ниже:

Таблица 1.3 – состав смазки

Состав смазки	% содержание компонентов
пластификатор нефтяной ПН-6ш	25-30
осадок, образующийся на стенках трубопроводов при транспортировке нефти	25-35

полиэтиленовый воск	3-5
минеральное масло	Остальное

В качестве пластификатора нефтяного используют пластификатор ПН-6ш по ТУ 38 101217-99 изм. 1-2 с кинематической вязкостью при 100°С - 32,9 мм<sup>2</sup>/с, температурой вспышки 252°С.

Так же используют полиэтиленовый воск ПВ-200 по ТУ 6-203499-92 с температурой каплепадения  $\geq 103^{\circ}\text{C}$ , вязкостью расплава при 140°С - 180-300 Па·с·10<sup>3</sup>.

Используют нефтяной отход - осадок, образующийся на стенках трубопроводов при транспортировке нефти, представляющий собой пластифицированный парафин с высокомолекулярными гетероциклическими соединениями (ПВГС). ПВГС используют в качестве загустителя.

ПВГС имеет следующий структурно-групповой химический состав, % масс. представленный в таблице ниже:

Таблица 1.4 - Состав ПВГС

Состав	% содержание компонентов
Парафины	77,1
Асфальтены	13,2
Смолы	9,7

Таблица 1.5- Физико-химические свойства ПВГС

Плотность при 20°С	840 кг/м <sup>3</sup>
Кинематическая вязкость при 100°С	9,59 сСт
температура каплепадения	$\geq 80^{\circ}\text{C}$
температура плавления	80°С
содержание механических примесей	0,02%
потери при прокаливании при 105°С (содержание гигроскопической влаги, адсорбированных газов и легких органических веществ)	9,04%
число пенетрации	40-50

В качестве минерального масла используют масло И-20А по ГОСТ 20799-88 или смесь индустриальных масел с вязкостью при 40°С - 41-51 мм<sup>2</sup>/с.

Смазку получают путем компаундирования всех компонентов, их термомеханической обработки в обогреваемом аппарате с перемешивающим устройством, последующей выдержки при температуре 100±5°С и дальнейшего охлаждения в тонком слое.

Для иллюстрации предлагаемого технического решения было приготовлено 3 образца смазки (таблица 1.6). Для определения эффективности полученные образцы оценивались по физико-химическим и эксплуатационным свойствам.

Таблица 1.6 – Компоненты образцов смазок

Компоненты, % масс	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Пластификатор нефтяной ПН-6ш	25	28	30
ПВГС	25	30	35
Полиэтиленовый воск	3	4	5
Масло И-20А	-	остальное	Остальное
Смесь промышленных масел	остальное	-	-

Результаты испытаний полученных образцов приведены в таблице 1.7. Как видно из таблицы 1.7, предлагаемая углеводородная смазка для стальных канатов превосходит прототип по температуре каплепадения, при этом показатель работоспособности на четырехшариковой машине трения (диаметр пятна износа) находится на уровне прототипа.

Таблица 1.7 - Компоненты образцов смазок

Показатели	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Прототип
Температура каплепадения, С	78	82	83	65-70
Диаметр пятна износа, мм	0,32	0,53	0,6	0,39-0,63

Для оценки защитных способностей образцы предлагаемой смазки наносили на стальные (Ст 3) пластины. Испытания проводили в климатической камере Г-4 при влажности 98-100% и при следующем температурном режиме - 8 часов при температуре 40°C и 16 часов при температуре 20°C в течение 30 циклов. Следов коррозии авторами разработки не обнаружено.

Также в составе смазки нет дефицитных продуктов, а содержатся доступные сырьевые компоненты, причем используемый ПВГС является нефтяным отходом и не требует дополнительной обработки, сложной в аппаратном оформлении, таким образом, снижаются затраты на изготовление смазочного состава.

## 2. Расчетный раздел

### 2.1 Расчет действующих нагрузок

#### 2.1.1 Расчет оси талевого блока

Исходные данные:

Максимальная нагрузка на крюке  $Q=2500$  кН.

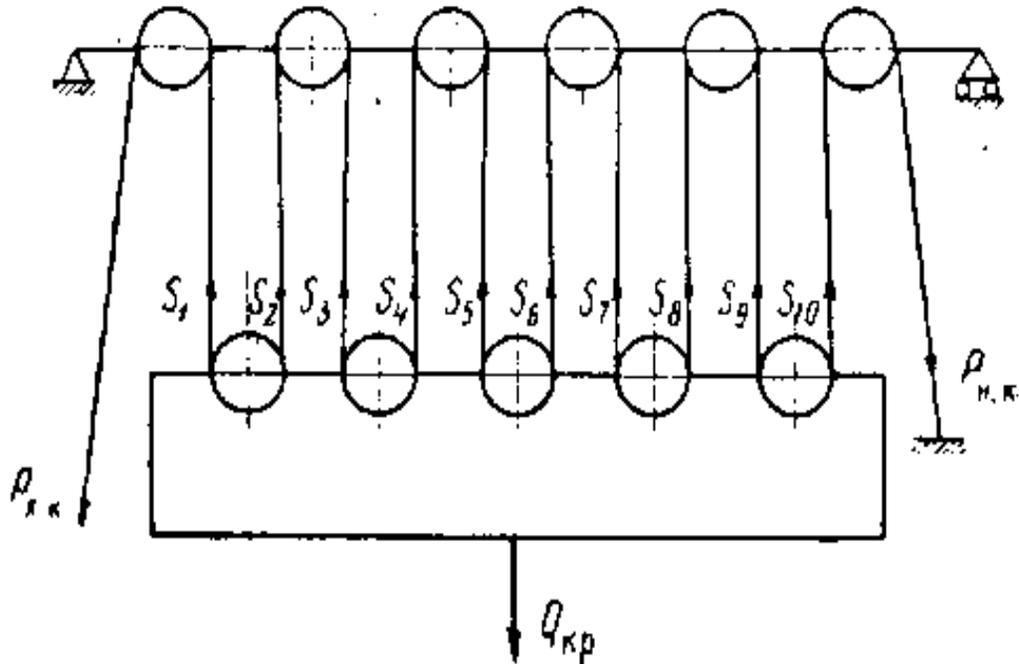


Рисунок 2.1. Схема талевой системы

Для определения натяжения в ветвях оснастки от максимального веса на крюке необходимо определить натяжение в ходовой ветви оснастки, т.е:

$$P_{х.к.} = Q_{max} \frac{b^m(b-1)}{b^m-1} \text{ кН}, \quad (2.1)$$

где  $b$  - коэффициент, учитывающий преодоление трения в подшипниках шкивов талевого блока в ручьях шкивов и является обратной величиной КПД талевой системы:

$$b^m = \frac{1}{n} = \frac{1}{0.98} = 1.02, \quad (2.2)$$

где  $n$  - КПД талевой системы, принимаем равным 0,98

$m$  - число рабочих струн (ветвей) при оснастке талевой системы  $5 \times 6 = 10$

Тогда:

$$P_{xк} = 2500P_x = 2500 \frac{1.02^{10}(1.02-1)}{1.02^{10}-1} = 278.3 \text{ кН}, \quad (2.3)$$

Натяжение в отдельных ветвях оснастки талевой системы:

$$S_1 = \frac{P_x}{b^1} = \frac{278.3}{1.02} = 272.8 \text{ кН}, \quad (2.4)$$

$$S_2 = \frac{P_x}{b^2} = \frac{278.3}{1.02^2} = 267.5 \text{ кН}, \quad (2.5)$$

$$S_3 = \frac{P_x}{b^3} = \frac{278.3}{1.02^3} = 262.2 \text{ кН}, \quad (2.6)$$

$$S_4 = \frac{P_x}{b^4} = \frac{278.3}{1.02^4} = 257.1 \text{ кН}, \quad (2.7)$$

$$S_6 = \frac{P_x}{b^6} = \frac{278.3}{1.02^6} = 247.1 \text{ кН}, \quad (2.8)$$

$$S_5 = \frac{P_x}{b^5} = \frac{278.3}{1.02^5} = 252 \text{ кН}, \quad (2.9)$$

$$S_7 = \frac{P_x}{b^7} = \frac{278.3}{1.02^7} = 242.2 \text{ кН}, \quad (2.10)$$

$$S_8 = \frac{P_x}{b^8} = \frac{278.3}{1.02^8} = 237.5 \text{ кН}, \quad (2.11)$$

$$S_9 = \frac{P_x}{b^9} = \frac{278.3}{1.02^9} = 232.8 \text{ кН}, \quad (2.12)$$

$$S_{10} = \frac{P_x}{b^{10}} = \frac{278.3}{1.02^{10}} = 228.3 \text{ кН}, \quad (2.13)$$

Так распределяется максимальная нагрузка на крюке среди ветвей оснастки талевой системы в случае её движения, т.е при спуско-подъемных операциях.

В статическом состоянии, когда максимальный вес на крюке находится в покое, все ветви нагружены равномерно, т.е:

$$S = \frac{Q_{max}}{m} = \frac{2500}{10} = 250 \text{ кН}, \quad (2.14)$$

Усилия, действующие на канатные шкивы и, соответственно, их подшипники при подъёме максимального груза:

$$P_1 = S_1 + S_2 = 326 \text{ кН}, \quad (2.15)$$

$$P_2 = S_3 + S_4 = 313.4 \text{ кН}, \quad (2.16)$$

$$P_3 = S_5 + S_6 = 307.12 \text{ кН}, \quad (2.17)$$

$$P_4 = S_7 + S_8 = 289.4 \text{ кН}, \quad (2.18)$$

$$P_5 = S_9 + S_{10} = 286.6 \text{ кН}, \quad (2.19)$$

Суммарные нагрузки действующие на талевый блок:

$$\sum P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 = 326 + 313.4 + 307.12 + 289.4 + 286.6 = 1522.52 \quad (2.20)$$

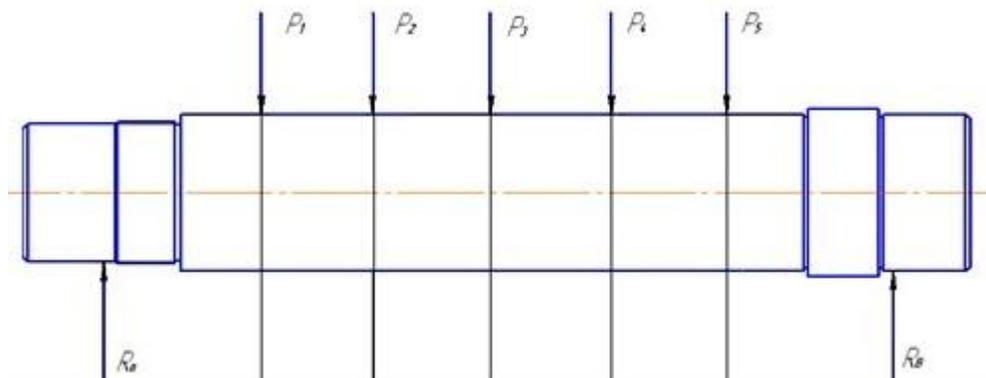


Рисунок 2.2. Силы, действующие на ось талевого блока

Для построения эпюры поперечных сил и моментов, действующих на ось талевого блока, находим реакции опор:

$$\sum M_i(B) = 0$$

$$R_a * (0.16 * 2 + 0.12 * 4) - P_1 * (0.12 * 4 + 0.16) - P_2 * (0.12 * 3 + 0.16) - P_3 * (0.12 * 2 + 0.16) - P_4 * (0.12 + 0.16) - P_5 * 0.16 = 0$$

$$R_a = \frac{326 * 0.64 + 313.4 * 0.52 + 307.12 * 0.4 + 289.4 * 0.28 + 287 * 0.16}{0.32 + 0.48} = 778.3 \text{ кН}$$

$$\sum M_i(A) = 0$$

$$-R_b * 0.8 + P_5 * 0.64 - P_4 * 0.52 + P_3 * 0.4 + P_2 * 0.28 + P_1 * 0.16 = 0$$

$$R_b = \frac{287 * 0.64 + 289 * 0.52 + 307 * 0.4 + 313 * 0.28 + 326 * 0.16}{0.8} = 743.7 \text{ кН}$$

Проверка:

$$-743,7 - 778,3 + 326 + 307 + 289 - 600 = 0$$

Таким образом, реакции опор найдены, верно.

Определяем значения поперечных сил и изгибающих моментов, действующих на ось талевого блока:

I участок:

$$Q_{x_1} = R_a = +778.3 \text{ кН}, \quad (2.21)$$

$$M_{x_1} = R_a * x_1, \quad (2.22)$$

II участок:

$$Q_{x_2} = R_a - P_1 = +778.3 - 326 = 452.3 \text{ кН}, \quad (2.23)$$

$$M_{x_2} = R_a * (x_2 + 0.16) - P_1 * x_2, \quad (2.24)$$

$$M_{x_2} = R_a * (0.12 + 0.16) - P_1 * 0.12 = 778.3 * 0.28 - 326 * 0.12 = 217.924 - 39.12 = 178.8 \text{ кН} * \text{ м}$$

III участок:

$$Q_{x_3} = R_a - P_1 - P_2 = +778.3 - 326 - 313 = 139.3 \text{ кН}, \quad (2.25)$$

$$M_{x_3} = R_a * (x_3 + 0.16 + 0.12) - P_1 * (x_3 + 0.12) - P_2 * x_3, \quad (2.26)$$

При  $x = 0$

$$M_{x_3} = R_a * (0 + 0.12 + 0.16) - P_1 * (0.12 + 0) - 0 = 778.3 * 0.28 - 326 * 0.12 = 217.924 - 39.12 = 178.8 \text{ кН} * \text{ м}$$

При  $x = 0.12$

$$M_{x_3} = R_a * (0.12 + 0.12 + 0.16) - P_1 * (0.12 + 0.12) - P_2 * 0.12 = 778.3 * 0.4 - 326 * 0.24 - 313 * 0.12 = 195.52 \text{ кН} * \text{ м}$$

IV участок:

$$Q_{x_4} = R_a - P_1 - P_2 - P_3 = +778.3 - 326 - 313 - 307 = -167.7 \text{ кН} \quad (2.27)$$

$$M_{x_4} = R_a * (x_4 + 0.16 + 0.12 + 0.12) - P_1 * (x_4 + 0.12 + 0.12) - P_2 * (x_4 + 0.12) - P_3 * x_4, \quad (2.28)$$

При  $x = 0$

$$\begin{aligned} M_{x_4} &= R_a * (0 + 0.12 + 0.16 + 0.12) - P_1 * (0 + 0.12 + 0.12) - P_2 * (0 + 0.12) \\ &\quad - 0 = 778.3 * 0.4 - 326 * 0.24 - 313 * 0.12 \\ &= 311.32 - 78.24 - 37.56 = 195.52 \text{ кН} * \text{ м} \end{aligned}$$

При  $x = 0,12$

$$\begin{aligned} M_{x_4} &= R_a * (0.12 + 0.12 + 0.16 + 0.12) - P_1 * (0.12 + 0.12 + 0.12) - P_2 \\ &\quad * (0.12 + 0.12) - P_3 * 0.12 \\ &= 778.3 * 0.52 - 326 * 0.36 - 313.4 * 0.24 - 307.12 * 0.12 = \\ &= 175.396 \text{ кН} * \text{м} \end{aligned}$$

V участок:

$$Q_{x_5} = R_a - P_1 - P_2 - P_3 - P_4 = +778.3 - 326 - 313 - 307 - 289 = -46 \quad (2.29)$$

$$\begin{aligned} M_{x_5} &= R_a * (x_5 + 0.12 + 0.12 + 0.16 + 0.12) - P_1 * (x_5 + 0.12 + 0.16 + 0.12) \\ &\quad - P_2 * (x_5 + 0.12 + 0.12) - P_3 * (x_5 + 0.12) - P_4 * x_5 \quad (2.30) \end{aligned}$$

При  $x = 0$

$$\begin{aligned} M_{x_5} &= R_a * (0 + 0.12 + 0.12 + 0.16 + 0.12) - P_1 * (0 + 0.12 + 0.12 + 0.12) - P_2 \\ &\quad * (0 + 0.12 + 0.12) - P_3 * (0 + 0.12) - 0 \\ &= 778.3 * 0.52 - 326 * 0.36 - 313 * 0.24 - 307.12 * 0.12 \\ &= 175.396 \text{ кН} * \text{м} \end{aligned}$$

При  $x = 0,12$

$$\begin{aligned} M_{x_4} &= R_a * (0.12 + 0.12 + 0.12 + 0.16 + 0.12) - P_1 \\ &\quad * (0.12 + 0.12 + 0.12 + 0.12) - P_2 * (0.12 + 0.12 + 0.12) - P_3 \\ &\quad * (0.12 + 0.12) - P_4 * 0.12 \\ &= 778.3 * 0.52 - 326 * 0.48 - 313 * 0.36 - 307 * 0.24 - 289 * 0.12 \\ &= 27.196 \text{ кН} * \text{м} \end{aligned}$$

VI участок:

$$\begin{aligned} Q_{x_6} &= R_a - P_1 - P_2 - P_3 - P_4 - P_5 = +778.3 - 326 - 313 - 307 - 289 - 287 \quad (2.31) \\ &= -743.7 \text{ кН} \end{aligned}$$

$$M_{x_6} = R_a * (x_6 + 0.12 + 0.12 + 0.16 + 0.12 + 0.12) - P_1 * (x_6 + 0.12 + 0.12 + 0.12 + 0.12) - P_2 * (x_6 + 0.12 + 0.12 + 0.12) - P_3 * (x_6 + 0.12 + 0.12) - P_5 * x_6 \quad (2.32)$$

При  $x = 0$

$$\begin{aligned} M_{x_5} &= R_a * (0 + 0.12 + 0.12 + 0.16 + 0.12 + 0.12) - P_1 * (0 + 0.12 + 0.12 + 0.12 + 0.12) - P_2 * (0 + 0.12 + 0.12 + 0.12) - P_3 * (0 + 0.12 + 0.12) - P_4 * 0.12 - 0 \\ &= 778.3 * 0.52 - 326 * 0.48 - 313 * 0.36 - 307 * 0.24 - 289 * 0.12 \\ &= 27.196 \text{ кН} * \text{м} \end{aligned}$$

При  $x = 0,12$

$$\begin{aligned} M_{x_5} &= R_a * (0.16 + 0.12 + 0.12 + 0.16 + 0.12 + 0.12) - P_1 * (0.16 + 0.12 + 0.12 + 0.12 + 0.12) - P_2 * (0.16 + 0.12 + 0.12 + 0.12) - P_3 * (0.16 + 0.12 + 0.12) - P_4 * (0.12 + 0.12) - P_5 * 0.16 \\ &= 778.3 * 0.8 - 326 * 0.64 - 313 * 0.52 - 307 * 0.4 - 289 * 0.28 - 287 * 0.16 = 622.64 - 208.64 - 162.76 - 122.8 - 80.92 - 45.92 \\ &= 0 \text{ кН} * \text{м} \end{aligned}$$

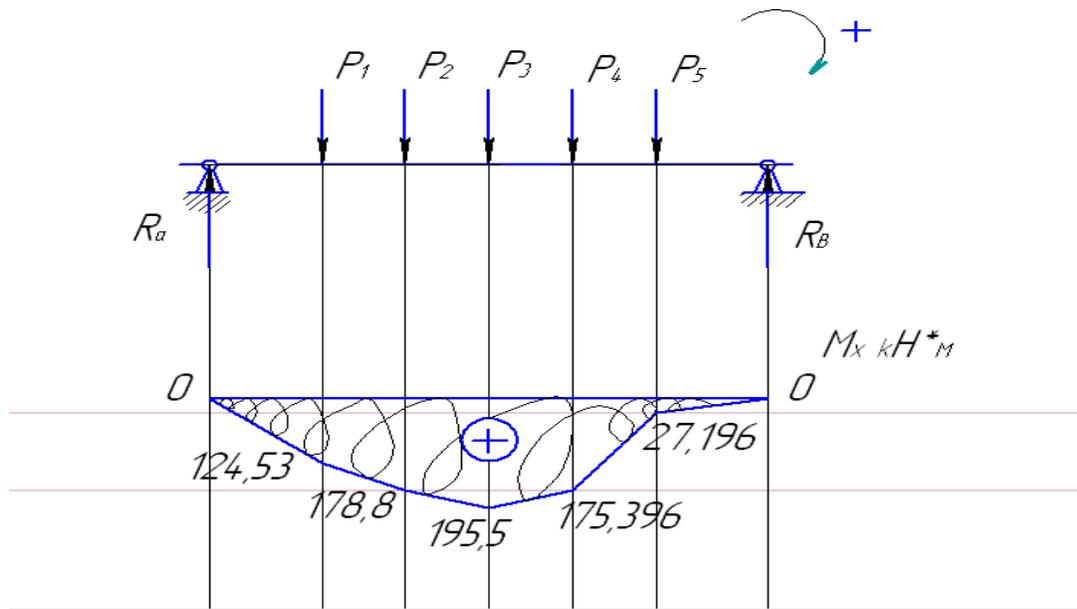


Рисунок 2.3. Эпюра крутящих моментов

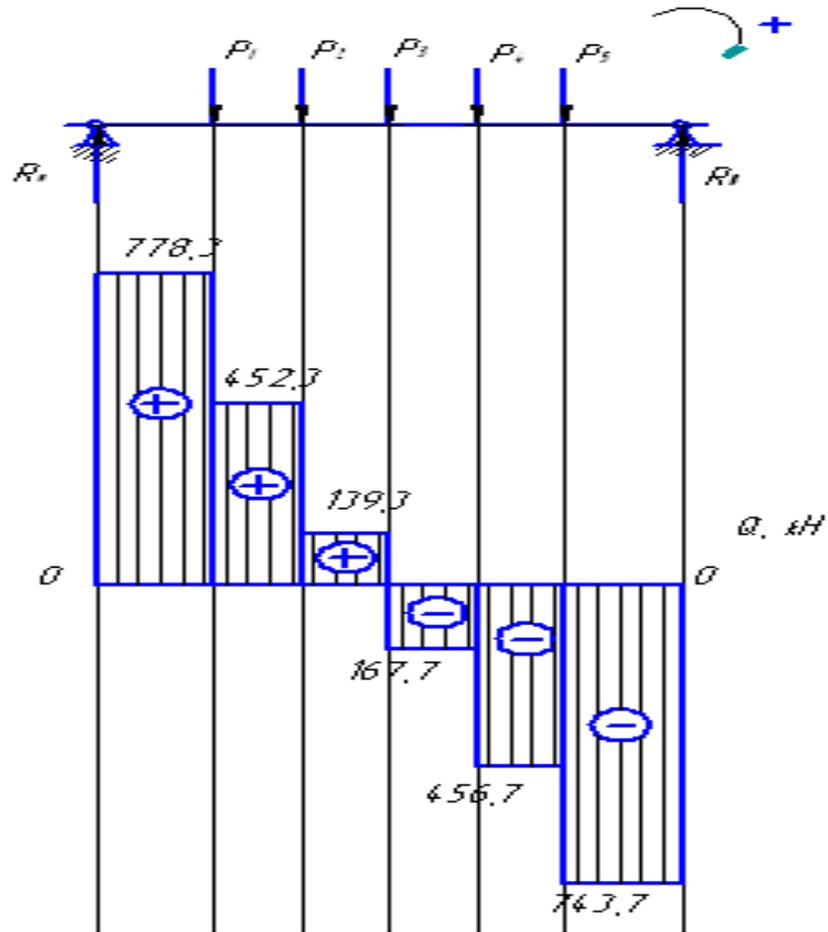


Рисунок 2.4. Эпюра изгибающих моментов

## 2.2 Расчет конструктивных параметров талевого блока

### 2.2.1 Расчет диаметра оси талевого блока

Поскольку материал оси работает только на изгиб, то:

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W_x} \geq [\sigma] = 480 \text{ МПа};$$

$$W = \pi \cdot d^3 / 32, \tag{2.33}$$

Откуда

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{\max}}{\pi \cdot [\sigma]}}, \tag{2.34}$$

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 326 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 480 \cdot 10^6}} = 190,5 \text{ мм};$$

Полученный диаметр округляем до ближайшего большего стандартного значения:  $d = 200 \text{ мм}$

## 2.3 Расчет на прочность отдельных элементов конструкции

### 2.3.1 Расчет щеки талевого блока на прочность

Исходные данные:

Максимальная нагрузка на крюке  $Q = 2500 \text{ кН}$

Радиус верхнего большего закругления щеки  $R = 0.58$

Радиус верхнего меньшего закругления щеки  $r = 0.21$

Диаметр отверстия по оси шкива  $d = 0.16 \text{ м}$

Радиус нижнего большего закругления щеки  $R_1 = 0.167$

Радиус нижнего меньшего закругления щеки  $r_1 = 0.166$

Диаметр отверстия под нижним стержнем  $d_1 = 0.110 \text{ м}$

Толщина щеки  $\delta = 0.036$   $\delta_1 = \delta_2 = 0.019$

Щеки талевого блока рассчитываются на прочность по двум сечениям I-I и II-II (рис.6.5) при растяжении, смятии, удельном давлении и максимальном растягивающим напряжении по формуле Ляме.

Расчет щеки талевого блока по сечению I-I

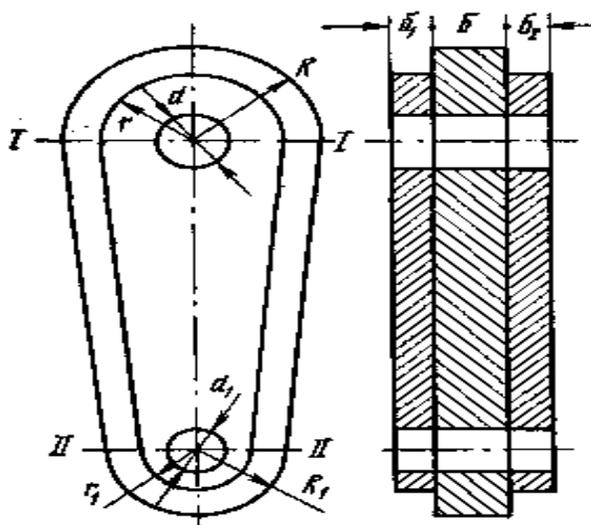


Рисунок 2.5. Щека талевого блока

В этом сечении ведется расчет на растяжение, т.е.

$$\sigma_p = \frac{Q_{кр}}{F}, \quad (2.35)$$

$$\sigma_p = \frac{Q_{кр}}{F} = \frac{2500 * 10^3}{45880} = 54.5 \text{ Н/мм}^2$$

где  $F$  – площадь поперечного сечения и находится как:

$$F = (2R - d)\delta + 2(2r - d) * \delta_1, \quad (2.36)$$

$$F = (2R - d)\delta + 2(2r - d) * \delta_1 = (2 * 580 - 160) * 36 + 2(2 * 210 - 160) * 19 \\ = 45880 \text{ Н/мм}^2$$

где  $R$  – радиус верхнего большого закругления щеки;

$r$  – радиус верхнего меньшего закругления щеки;

$d$  – диаметр отверстия под ось шкивов талевого блока

Действительный коэффициент запаса прочности

$$k = \frac{\sigma_{ор}}{\sigma_p}, \quad (2.37)$$

$$k = \frac{\sigma_{ор}}{\sigma_p} = \frac{170}{54.5} = 3.12$$

где  $\sigma_{ор}$  – предел усталости при пульсирующем цикле нагрузок

Напряжение смятия

$$\sigma_{см} = \frac{Q_{кр}}{d(\delta + \delta_1 + \delta_2)}, \quad (2.38)$$

$$\sigma_{см} = \frac{Q_{кр}}{d(\delta + \delta_1 + \delta_2)} = \frac{2500 * 10^3}{160(36 + 19 + 19)} = 211.1 \text{ Н/мм}^2$$

Коэффициент запаса прочности на смятие

$$k_{\text{см}} = \frac{\sigma_{\text{осм}}}{\sigma_{\text{см}}} \quad (2.39)$$

$$k_{\text{см}} = \frac{\sigma_{\text{осм}}}{\sigma_{\text{см}}} = \frac{255}{211.1} = 1.2$$

где  $\sigma_{\text{осм}} = 1.5\sigma_{\text{ор}}$

$$\sigma_{\text{осм}} = 1.5\sigma_{\text{ор}} = 1.5 * 170 = 255$$

что не превышает допустимый коэффициент запаса  $[k] = 2$

Расчет прочности на максимальное растягивающее напряжение по формуле Ляме.

Считаем, что обе щеки несут нагрузку  $Q/2$ , тогда одна щека (усиливающая) несет нагрузку:

$$Q_1 = \frac{Q_{\text{кр}}}{4} = \frac{2500 * 10^3}{4} = 625000H \quad (2.40)$$

Тогда

$$\sigma_{\text{max}} = g \frac{r^2 + (\frac{d}{2})^2}{(\frac{d}{2})^2} \quad (2.41)$$

$$\sigma_{\text{max}} = g \frac{r^2 + (\frac{d}{2})^2}{(\frac{d}{2})^2} = 205 * \frac{210^2 + (\frac{160}{2})^2}{(\frac{160}{2})^2} = 1617.5$$

где  $g$  – интенсивность удельного давления

$$g = \frac{Q_1}{d * \delta_1} \quad (2.42)$$

$$g = \frac{Q_1}{d * \delta_1} = \frac{625000}{160 * 19} = 205H/\text{мм}^2$$

Коэффициент запаса прочности

$$k = \frac{\sigma_{\text{осм}}}{\sigma_{\text{max}}} \quad (2.43)$$

$$k = \frac{\sigma_{\text{осм}}}{\sigma_{\text{max}}} = \frac{255}{205} = 1,2$$

Коэффициент запаса находится в пределах допустимого.

Расчет щеки талевого блока по сечению II-II

Прочность на растяжения этого сечения рассчитывается аналогично

$$\sigma_P = \frac{Q_{\text{кр}}}{F} = \frac{Q_{\text{кр}}}{(2R_1 - d_1)\delta + 2(2r_1 - d_1)\delta_1}, \quad (2.44)$$

$$\sigma_P = \frac{Q_{\text{кр}}}{F} = \frac{2500 * 10^3}{16500} = 151.5 \text{ Н/мм}^2$$

$$F = (2R - d)\delta + 2(2r - d) * \delta_1, \quad (2.45)$$

$$F = (2R - d)\delta + 2(2r - d) * \delta_1 = (2 * 167 - 110) * 36 + 2(2 * 166 - 110) * 19 \\ = 16500 \text{ Н/мм}^2$$

Коэффициент запаса прочности

$$k = \frac{\sigma_{\text{оп}}}{\sigma_P}, \quad (2.46)$$

$$k = \frac{\sigma_{\text{оп}}}{\sigma_P} = \frac{170}{151.5} = 1.12$$

Расчет на смятие

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{Q_{\text{см}}}{d_1(\delta + \delta_1 + \delta_2)}, \quad (2.47)$$

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{Q_{\text{кр}}}{d(\delta + \delta_1 + \delta_2)} = \frac{2500 * 10^3}{110(36 + 19 + 19)} = 307.1 \text{ Н/мм}^2$$

Коэффициент запаса прочности

$$k_{\text{см}} = \frac{\sigma_{\text{осм}}}{\sigma_{\text{см}}} , \quad (2.48)$$

$$k_{\text{см}} = \frac{\sigma_{\text{осм}}}{\sigma_{\text{см}}} = \frac{255}{307.1} = 0.83$$

Определение максимального растягивающего усилия по формуле Ляме

$$\sigma_{\text{max}} = g \frac{r_1^2 + (\frac{d_1}{2})^2}{r_1^2 - (\frac{d_1}{2})^2} , \quad (2.49)$$

$$\sigma_{\text{max}} = g \frac{r^2 + (\frac{d}{2})^2}{(\frac{d}{2})^2} = 299 * \frac{166^2 + (\frac{110}{2})^2}{(\frac{110}{2})^2} = 3022.7$$

где  $d_1$  – диаметр отверстия под нижний стержень

Интенсивность удельного давления

$$g = \frac{Q_1}{d_1 * \delta_1} , \quad (2.50)$$

$$g = \frac{Q_1}{d * \delta_1} = \frac{625000}{110 * 19} = 299 \text{ Н/мм}^2$$

Коэффициент запаса прочности

$$k = \frac{\sigma_{\text{осм}}}{\sigma_{\text{max}}} , \quad (2.51)$$

$$k = \frac{\sigma_{\text{осм}}}{\sigma_{\text{max}}} = \frac{255}{299} = 0.85$$



### 2.3.3 Расчет серьги талевого блока

$$M_{max} = \frac{P \cdot l}{4}, \quad (2.53)$$

$$M_{max} = \frac{P \cdot l}{4} = \frac{1500 \cdot 0,6}{4} = 225 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

$$\sigma = \frac{M_{max}}{F \cdot R} \left[ 1 + \frac{l}{\varphi(l+R)} \right] \leq [\sigma],$$

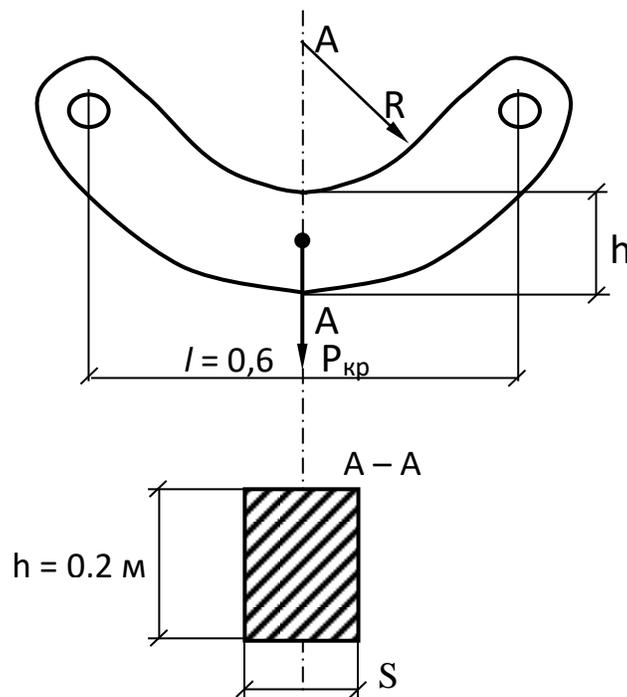


Рисунок 2.7. Схема к расчету серьги талевого механизма

$$F = S \cdot h, \quad R = 1 \text{ м}, \quad l = 0,6 \text{ м}.$$

$\varphi$  – коэффициент кривизны поверхности:

$$\varphi = \frac{1}{4} \left(\frac{h}{R}\right)^2 + \frac{1}{8} \left(\frac{h}{R}\right)^4 + \frac{5}{64} \left(\frac{h}{R}\right)^8, \quad (2.54)$$

$$\varphi = \frac{1}{4} \left(\frac{h}{R}\right)^2 + \frac{1}{8} \left(\frac{h}{R}\right)^4 + \frac{5}{64} \left(\frac{h}{R}\right)^8 = \frac{1}{4} \left(\frac{0,2}{1}\right)^2 + \frac{1}{8} \left(\frac{0,2}{1}\right)^4 + \frac{5}{64} \left(\frac{0,2}{1}\right)^8 = 10,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Допускаемое напряжение для Стали 45Г:  $[\sigma] = \sigma_T / n = 372 / 2 = 186 \text{ МПа}$ ,

$$S = \frac{M_{max}}{h \cdot R \cdot [\sigma]} \left[ 1 + \frac{l}{\varphi(l+R)} \right], \quad (2.55)$$

$$S = \frac{M_{max}}{h \cdot R \cdot [\sigma]} \left[ 1 + \frac{l}{\varphi(l+R)} \right] = \frac{225 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 1 \cdot 186 \cdot 10^6} \left[ 1 + \frac{0,6}{10,2 \cdot 10^{-3} (0,6+1)} \right] = 0,0625 \text{ м};$$

$$S = 0,070 \text{ м} = 70 \text{ мм}.$$

### 2.3.4 Расчет подшипников качения талевого блока

Наиболее высокую нагрузку несет подшипник первого от барабана лебедки каната шкива. Их и будем рассчитывать на прочность. Первый канатный шкив несет нагрузку:

$$P = P_1 + P_2, \quad (2.56)$$

$$P = P_1 + P_2 = 326 + 313,4 = 639,4 \text{ кН}$$

Так как шкив смонтирован на двух подшипниках, то каждый из них несет нагрузку:

$$R_1 = \frac{P}{2}, \quad (2.57)$$

$$R_1 = \frac{P}{2} = \frac{639,4}{2} = 319,7 \text{ кН}$$

Определим коэффициент работоспособности подшипника:

$$C = R_1 \cdot K_K \cdot K \cdot K_T \cdot K_3, \quad (2.58)$$

Где  $K_k = 1$  – коэффициент учитывающий какое кольцо подшипника вращается.

$K = 1.5$  – динамический коэффициент

$K_T = 1$  – температурный коэффициент

$K_3$  – коэффициент эквивалентности

$$K_3 = 3.33 * 1.4 * N_c * T * Z * \left[ \frac{1 - N^{4.33}}{1 - N * (1 + V^{3.33})} \right] \quad (2.59)$$

$$K_3 = 3.33 * 1.4 * 100 * 1.5 * 76.4 * \left[ \frac{1 - 0.2^{4.33}}{1 - 0.2 * (1 + 0.7^{3.33})} \right] = 21.21$$

где  $N_c = 100$  – среднесуточное число подъемов

$T = 1.5$  – число лет работы подшипника

$Z$  – число оборотов подшипника

$$Z = \frac{n * L}{\pi * D} \quad (2.60)$$

где  $L = 24$  м – длина свечи

$n = 10$  – количество рабочих струн

$D = 1$  м – диаметр канатного шкива

$$Z = \frac{24 * 10}{3.14 * 0.9} = 76.4 \text{ оборота}$$

$N = 0.2$  – отношение минимальной нагрузке на крюке к максимальной.

$V = 0.7$  – отношение нагрузки при операциях спуска к нагрузкам при операциях подъема.

Коэффициент работоспособности будет равен:

$$C = 314 * 1 * 1.5 * 1 * 21.21 = 7428 \text{ кН}$$

Фактический коэффициент работоспособности подшипника № 42244 несколько ниже требуемого, следовательно гарантируемая длительность работы  $T_\phi$  будет меньше 1.5 года.

$$T_\phi = T \left( \frac{C_\phi}{C} \right)^{3.33} \quad (2.61)$$

$$T_{\phi} = T \left( \frac{C_{\phi}}{C} \right)^{3.33} = 1.5 \left( \frac{7000}{7428.8} \right)^{3.33} = 1.23 \text{ года}$$

Срок работы подшипника № 42244 вполне удовлетворяет предъявляемым требованиям.

### 3 Экономический раздел

#### 3.1 Техничко-экономический расчет

В данной части дипломной работы требуется рассчитать затраты на изготовление модернизированной смазки и сравнить ее со стоимостью базовой смазки Торсиол-35Б

Таблица 3.1 – Затраты на изготовление смазки Торсиол-35Б

Наименование	Стоимость, тг
битум нефтяной, кг	140
атактический полипропилен	219
синтетические жирные кислоты, кг	3234
гидроксид натрия, кг	260
мазут нефтяной, кг	106

Таблица 3.2 – Затраты на изготовление модифицированной смазки

Наименование	Стоимость, тг
пластификатор нефтяной ПН-бш, л	300
осадок, образующийся на стенках трубопроводов при транспортировке нефти	0
полиэтиленовый воск, кг	600
минеральное масло, л	1000

Экономическая выгода от модернизации составляет:

$$C_T = C_1 - C_2$$

где  $C_1$ - расходы на изготовление смазки Торсиол-35Б

$C_2$ - расходы на изготовление модифицированной смазки

Исходя из состава и данных на стоимость выше можно сделать вывод, что полученная нами смазка является в два раза дешевле и проще по составу ранее использованной смазки.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте рассмотрена работа талевой системы буровой установки. В соответствии с заданием и на основе обзора и анализа существующих талевых блоков для БУ 2500 Д выбран в качестве прототипа ТБ-5-250.

С целью увеличения межремонтного срока работы талевого блока и каната предложено применить новый состав модернизированного смазывающего материала.

Применяемая канатная смазка Торсиол-35Б, содержащая смесь нефтяных масел, загущенную церезином, буроугольный воск и окисленный петролатум. Недостатком данной смазки Торсиол-35Б является использование дорогих и дефицитных компонентов, а также низкие эксплуатационные показатели - температура каплепадения, адгезия, температура сползания.

Проведенные расчеты показывают работоспособность модернизированного талевого блока при заданных технологических нагрузках.

Приведенные данные в экономическом разделе показывают, что модернизированный смазывающий материал обладает целым рядом преимуществ и существенно влияет на повышение срока службы талевого блока и каната.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Баграмов Р.А. «Буровые машины и комплексы». Учебник для вузов. М., Недра, 1988. – 501 с.
- 2 Ильский А.Л., Касьянов В.М., Порошин В.Г. «Буровые машины, механизмы и сооружения» – М., Недра, 1967. – 469 с.
- 3 Лобкин А. Н. «Обслуживание и ремонт буровых установок»: Учебник для вузов. - М.: Недра, 1985. - 319 с.
- 4 Бочарников В.Ф., Чижиков Ю.Н. - Методические указания по курсовому проектированию для студентов специальности «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов». - Тюмень, ТюмИИ, 1991. - 397 с.
- 5 Миронов Ю.В, Ильский А.Л, Чернобыльский А.Г «Расчет и конструирование бурового оборудования» Учебное пособие для вузов. - М.: Недра, 1985. - 452 с.
- 6 Калмыков Н.Н., Стефанов Ю.А., Яковлев А.И. - «Буровая техника и технология за рубежом» - М.: Недра, 1989. – 327 с.
- 7 Смолина А. К. Типовые задачи по курсу «Машины и оборудование для бурения».: Методологическое пособие.- Ухта: УИИ, 1983.- 64 с.
- 8 Раабен А. А., Шевалдин П. Е. Монтаж и ремонт бурового и нефтегазопромыслового оборудования. - 2-е изд., перераб. И доп.- М.:Недра, 1980.- 398 с., ил.
- 9 Элияшевский И.В, Сторонский М.Н. Орсуляк Я.М. «Типовые задачи и расчеты в бурении». Учеб. пособие для техникумов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М: Недра, 1982. – 296 с.
- 10 Ильский А. Л. «Буровые машины и механизмы» / А. Л. Ильский – М: Недра, 1880 год – 391с.;
- 11 Анурьев В. И. «Справочник конструктора-машиностроителя» в трёх томах / В. И. Анурьев – М: Машиностроение, 1979 год – 1864с;
- 12 Муравенко В.А. Муравенко А.Д. «Буровые машины и механизмы» в двух томах. Справочно-информационное издание – М: Недра, 2002 год – 520 с;
- 13 Мельников В.А. «Техника и технология бурения нефтяных и газовых скважин» – Красноярск: ИПК СФУ, 2008 год – 295с;
- 14 Дунаев П. Ф. Леликов О. П. «Конструирование узлов и деталей машин» / П. Ф. Дунаев – М: Академия 2006год – 496 с.;
- 15 Алексеевский Г.В. Буровые установки Уралмашзавода. – 3-е изд., перераб. и доп. М., Недра, 1981. – 528 с.
- 16 Корячкин В.П. «Реологические характеристики смазок» /В.П. Корячкин // Трение и смазка в машинах и механизмах. – 2008. - №7. – С.25-28.
- 17 Ефимченко С.И. «Расчеты ресурса несущих элементов буровых установок»: учебное пособие. – М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2001. – 171 с.

- 18 Сеницын В.В. Пластичные смазки в СССР. – М.: Химия, 1984.192 с.
- 19 Джонсон К. Механика контактного взаимодействия: Пер. с англ. – М.:Мир, 1989. – 510 с.; ил.
- 20 Чичинадзе А.В. «Трение, износ и смазка (трибология и триботехника)» /А.В. Чичинадзе, Э.М. Берлинер, Э.Д. Браун и др.; под общ.ред. А.В.Чичинадзе. – М.: Машиностроение, 2003. – 576 с.; ил.
- 21 Коднир Д.С. Эластогидродинамический расчет деталей машин / Д.С. Коднир, Е.П. Жильников, Ю.И. Байбородов. – М.: Машиностроение, 1988. –160 с.; ил.
- 22 Чичинадзе А.В. Трение, износ и смазка (трибология и триботехника) /А.В. Чичинадзе, Э.М. Берлинер, Э.Д. Браун и др.; под общ.ред. А.В.Чичинадзе. – М.: Машиностроение, 2003. – 576 с.; ил.
- 23 Гаркунов Д.Н. Триботехника: учебник для студентов вузов. – 2 изд., перераб. и доп.— М.: Машиностроение, 1989. — 328 с.; ил.
- 24 Сеницын В.В. Пластичные смазки в СССР. – М.: Химия, 1984.192 с.
- 25 Пинегин, С.В. Трение качения в машинах и приборах / С.В. Пинегин. М.: Машиностроение, 1976. 264 с
- 26 Галин, Л.А. Контактные задачи теории упругости и вязкоупругости / Л.А. Галин. М.: Наука. Главная редакция физ.-мат. литер., 1980. – 304 с.
- 27 Биргер, И.А. Расчет на прочность деталей машин: Справочник / И.А.Биргер, Б.Ф. Шорр, Г.Б. Иосилевич. М.: Машиностроение, 1993. 640 с.: ил.
- 28 Джонсон К. Механика контактного взаимодействия: Пер. с англ. – М.:Мир, 1989. – 510 с.; ил.
- 29 Морозов, Е.М. Контактные задачи механики разрушения / Е.М.Морозов, М.В. Зернин. М.: Машиностроение, 1999. – 544 с.
- 30 Галин, Л.А. Контактные задачи теории упругости и вязкоупругости / Л.А. Галин. М.: Наука. Главная редакция физ.-мат. литер., 1980. – 304 с.

## Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

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

**Автор:** Жамбасова Алина

**Название:** Дип. Жамбасовой А. на антиплагиат.doc (1).rtf

**Координатор:** Сейтжан Заурбеков

**Коэффициент подобия 1:** 12,8

**Коэффициент подобия 2:** 10

**Замена букв:** 11

**Интервалы:** 1

**Микропробелы:** 12

**Белые знаки:** 0

**После анализа Отчета подобия констатирую следующее:**

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

Обоснование:

.....

.....  
*Дата*

.....  
*Подпись Научного руководителя*

**Протокол анализа Отчета подобия**

**заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения**

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

**Автор:** Жамбасова Алима

**Название:** Дип. Жамбасовой А. на антиплагиат.doc (1).rtf

**Координатор:** Сейтжан Заурбеков

**Коэффициент подобия 1:**12,8

**Коэффициент подобия 2:**10

**Замена букв:**11

**Интервалы:**1

**Микропробелы:**12

**Белые знаки:**0

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

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

**Обоснование:**

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

Дата

*Подпись заведующего кафедрой /*

*начальника структурного подразделения*

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

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

Дата

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