

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет»  
Политехнический Институт  
Факультет «Заочный»  
Кафедра «Гидравлика и гидропневмосистемы»

ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН  
Рецензент, К.К. Лайко

\_\_\_\_\_ 2018 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ / Е.К. Спиридонов  
\_\_\_\_\_ 2018 г.

РАЗРАБОТКА НАСОСНОГО АГРЕГАТА  
АВТОМОБИЛЬНОГО КРАНА

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ  
РАБОТЕ  
ЮУрГУ–150302.2018.557.00 ПЗ

Руководитель работы, ст. преп.

\_\_\_\_\_ / С.Ю. Битюцких  
\_\_\_\_\_ 2018г.

Автор проекта

студент группы \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ / В.А. Заплатин  
\_\_\_\_\_ 2018г.

Нормоконтролер, (должность)

\_\_\_\_\_ / А.В. Подзерко  
\_\_\_\_\_ 2018г.

Челябинск 2018 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

### ВВЕДЕНИЕ

#### 1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

- 1.1 ОАО « Челябинский механический завод
- 1.2 Объект разработки
- 1.3 Обзор литературы

#### 2. РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ

- 2.1 Расчет силовых и кинематических параметров исполнительных механизмов крана.
  - 2.1.1 Механизм грузовой лебедки
  - 2.1.2 Механизм телескопирования стрелы
  - 2.1.3 Стрелоподъемный механизм
  - 2.1.4 Механизм поворота платформы
  - 2.1.5 Определение максимальной выходной мощности гидропривода при совмещении операций.
  - 2.1.6 Выбор насоса
  - 2.1.7 Выбор масла

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

						15.03.02.2018.283.00.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

## ВВЕДЕНИЕ

В связи со стремительным ростом объемов строительных работ и развитием строительной техники поднялся вопрос потребности специальной мобильной технике, которая позволит быстро перемещаться к месту проведения строительных, спасательных наварийно-восстановительных работ.

Классический представитель таких машин – автокран. В настоящее время они наиболее активно используются при строительстве разнообразных объектов.

Автомобильный кран является мобильным подъемным краном с электрическим или гидравлическим приводом. При этом гидравлический привод имеет не оспоримое преимущество, например, совмещение в одной машине нескольких крановых функций и довольно большой диапазон скоростей работы. Благодаря этому можно использовать гидравлические автокраны в самых разнообразных условиях для производства работ различных категорий.

Большую роль автоматические краны играют в проведении строительно-монтажных операций. Хорошая грузоподъемность современных автокранов дает возможность производить погрузочно-разгрузочные работы. В дополнение его высокая мобильность позволяет в кратчайшие сроки доставлять грузоподъемную технику в самые труднодоступные места. На сегодняшний день невозможно представить производственную деятельность без эксплуатации автокранов. Эти мощные и мобильные машины сегодня используются повсеместно: в сельском хозяйстве, в строительстве, на промышленных предприятиях и при проведении ремонтных работ.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЮУрГУ – 15.02.03.2018.283.00 ПЗ

Лист

Автомобильные стреловые самоходные краны общего назначения снабжены обширной номенклатурой рабочего оборудования, включая башенно-стреловое и стреловое с телескопической или выдвижной стрелой оборудование. Они служат для подъема и опускания грузов, перемещения их на некоторые небольшие расстояния при осуществлении перегрузочных и строительно-монтажных работ на децентрализованных объектах. Автокраны стреловые самоходные являются основными при производстве многих погрузочно-разгрузочных, монтажных и других работ при строительстве. В зависимости от вида выполняемых автокраном работ (монтажных, погрузочно-разгрузочных, вертикального транспортирования грузов) используют различные стрелы. Работа крана состоит из повторяющихся циклов, например, опускание и отцепка груза, захват груза, подъем и перемещение к месту назначения, поэтому их относят к подъемно-транспортным машинам периодического действия.

Техника специального назначения производится из надежных материалов по самым современным технологиям. Так, например, систему безопасности обеспечивают ограничитель веса, груза, подъема стрелы, кренометры, предохранители и различные указатели. С их помощью возможность возникновения внештатной ситуации минимальна, поэтому рабочий процесс не нарушается и не затягивается из-за поломок техники. Все машины оснащаются мощными двигателями. Благодаря этому обеспечивается быстрый, автоматический подъем механизма телескопической стрелы.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

## 1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

### 1.1 ОАО «Челябинский механический завод»

Челябинский механический завод является уникальным производителем гусеничных, специальных и автомобильных кранов. Сегодня марка «Челябинец» на отечественном рынке грузоподъемной техники занимает лидирующие позиции в сегменте автомобильных кранов повышенной проходимости. Номенклатура автокранов постоянно расширяется и на сегодняшний день включает в себя более 35 серийных моделей на различных шасси. Краны специального назначения «Челябинец» производства Челябинского механического завода обладают большим набором опций и изготавливаются в соответствии с техническими требованиями заказчиков.

### 1.2 Объект разработки

### 1.3 Анализ и обоснование необходимости модернизации

Социально экономическое развитие страны в соответствие с национальными проектами создает условия для больших инвестиций, в том числе в строительный комплекс. Реализация национальных проектов в области строительства предполагает привлечение большого числа гидрофицированных машин, конструкции которых должны учитывать суровые условия климата северных территорий.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЮУрГУ – 15.02.03.2018.283.00 ПЗ

Лист

Строительные краны подвержены сильному воздействию внешних факторов жесткого климата (отрицательная температура и ветровой обдув), вызывающих дискомфортные условия работы машиниста крана.

Автомобильные краны имеют одну силовую установку на базовом шасси, обеспечивающую работу системы приводов. В этих условиях наблюдается дефицит тепла в кабине машиниста. В гидроприводе, имеющем значительную протяженность гидролиний, повышается вязкость рабочей жидкости, идет рост потерь давления, ухудшаются функциональные и эксплуатационные характеристики гидросистемы. Увеличение вязкости (в пределах прокачиваемости жидкости) создает большие потери при движении рабочей жидкости по каналам гидроаппаратов, а также значительному разрежению во всасывающей гидролинии, что может быть причиной кавитации насоса. В пусковых режимах работы гидропривода при прохождении рабочей жидкости через дроссель, возникает пик давления, превышающий допустимое значение и сопровождающийся шумом и кавитацией. Высокое давление рабочей жидкости ведет к разрывам трубопроводов и шлангов высокого давления, растет процент отказов гидросистемы (30 - 50% от отказов по машине). Для обеспечения устойчивой циркуляции рабочей жидкости пик давления не должен превышать 15 - 20%.

Все это определило необходимость совершенствования системы гидропривода автомобильного крана.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

## 1.4 Обзор литературы

### а) Стреловой кран КС – 8471.

Одесским производственным объединением тяжелого краностроения им. Январского восстания в кооперации с заводами ПНР по проекту, разработанному ГСКТБ тяжелого краностроения и ВНИИстройдормашем совместно с объединением Випаг (ПНР), создан гидравлический кран КС-8471 грузоподъемностью 100 т на специальном шасси автомобильного типа с телескопической стрелой. Высокая скорость передвижения и возможность быстрого перевода крана из транспортного в рабочее положение позволяют использовать его на погрузочно-разгрузочных, аварийно-восстановительных и строительно-монтажных работах на рассредоточенных объектах в районах с умеренным климатом при температуре воздуха -40 до +40°С.

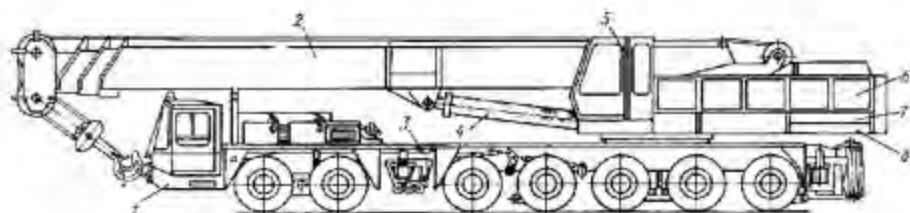


Рисунок 1 - Внешний вид крана КС-8471

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЮУрГУ – 15.02.03.2018.283.00 ПЗ

Лист

Таблица 1 - Технические характеристики крана КС-8471

Грузоподъемность, т:	100
на выносных опорах	20
без выносных опор	
Наибольшая высота подъема крюка, м:	
на основной стреле (секции втянуты)	12,8
на выдвинутой стреле (с удлинителем)	47,7
с дополнительным оборудованием	72,5
Длина телескопической стрелы, м	13,6-39,1
Число секций стрелы	4
Длина управляемого / неуправляемого гуська, м	15,20,25/6
Частота вращения поворотной платформы, об/мин	0,05-0,65
Время полного выдвижения стрелы, с	122
Время изменения вылета крюка, с	138
Наибольшая скорость передвижения, км/ч:	
транспортная	53
рабочая	1,5
Преодолеваемый уклон пути, град.	17
Размеры опорного контура выносных опор, м	8,5 x 8,65
Наименьший радиус поворота, м	14,9
Мощность двигателя, кВт:	
шасси	308,5
крановых механизмов	132,4
Наибольшее давление в гидросистеме, МПа	17,5
Габаритные размеры в транспортном положении, мм:	
длина	17500
ширина	3000
высота	3950

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЮУрГУ – 15.02.03.2018.283.00 ПЗ

Лист



Кран может поднимать грузы на выносных опорах и без них, перемещаться по площадке с твердым покрытием с грузом на крюке со стрелой длиной 13,6 и 22,1 м, направленной назад вдоль оси крана. Кран КС-8471 состоит из шасси, поворотной платформы и стрелового оборудования.

Шасси 1 автомобильного типа PS-1002 создано в ПНР с учетом требований к транспортным средствам и рассчитано на передвижение по шоссе и грунтовым дорогам. Рама 3 шасси выполнена из низколегированной стали, благодаря коробчатому сечению обладает повышенной жесткостью. В средней и хвостовой частях к раме приварены гнезда под балки выносных опор. Выдвижные балки опор - телескопические, выполнены из высокопрочной стали. Шасси семиосное с колесной формулой 14Х6. Первая и вторая управляемые оси (вторая - приводная) подвешены на рессорах, колеса с одинарными шинами размером 14.00Х20. Третья, четвертая и седьмая управляемые оси имеют независимую пневмогидравлическую подвеску, колеса также с одинарными шинами. Пятая и шестая приводные оси имеют жесткую балансирную подвеску, колеса со сдвоенными шинами. Управление разворотом колес осуществляется с помощью гидроусилителя. На шасси установлен двигатель ЯМЗ-240Н с ограниченной мощностью 308,5 кВт при 2100 об/мин. Максимальный крутящий момент также ограничен до 150 кгс·м при 1500 об/мин. Двигатель подвешен на раме шасси с помощью резинометаллических элементов. Коробка передач с муфтой сцепления установлена независимо от двигателя и соединена с ним валом с эластичной муфтой. Муфта сцепления двухдисковая сухого трения, управление муфтой гидравлическое с пневмоусилением. Коробка передач позволяет получить 12 скоростей вперед и две назад. От коробки передач предусмотрен отбор мощности для привода насосов. Управление коробкой передач комбинированное: механическое и пневматическое. Распределительная коробка позволяет получить две дополнительные скорости передвижения: по шоссе и по грунтовым дорогам.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЮУрГУ – 15.02.03.2018.283.00 ПЗ

Лист

В распределительной коробке есть механизм блокировки, исключающий жесткую связь приводных задних мостов с передним мостом. Управление распределительной коробкой пневматическое. Тормозная система двухконтурная: 1-й контур охватывает оси I, II, III и VII, второй - оси IV, V и VI. Кроме того, система включает в себя контур питания, аварийного и стояночного торможения, торможения прицепа и контур внешнего питания. Поворотная платформа 7 закреплена на раме шасси с помощью однорядного роликового опорно-поворотного устройства с внутренним зацеплением. На поворотной платформе установлены силовая установка, главная и вспомогательная грузовые лебедки, механизм поворота платформы, механизм подъема стрелы, кабина с пультом управления, капоты, противовес, шланговый барабан, охладитель рабочей жидкости, топливный и гидравлический баки, гидро- и электрооборудование.

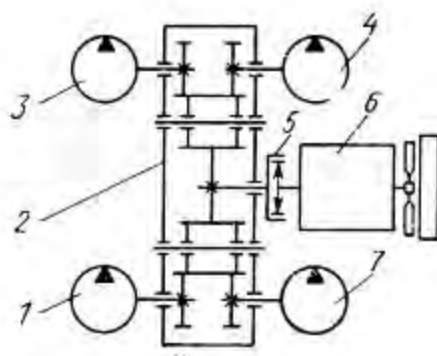


Рисунок 2 - Кинематическая схема силовой установки крана КС-8471

Силовая установка смонтирована на раме поворотной платформы на резиновых амортизаторах и состоит из двигателя 6 (ЯМЗ-236 мощностью 132,4 кВт при 2100 об/мин), редуктора привода насосов 2, к корпусу которого прифланцованы аксиально-поршневые насосы 1, 3, 4 и 7. Момент

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЮУрГУ – 15.02.03.2018.283.00 ПЗ					

от двигателя к редуктору привода насосов передается через центробежную муфту 5, которая автоматически плавно подключает насосную группу при достижении двигателем устойчивой частоты вращения холостого хода. Таким образом, значительно облегчается запуск двигателя, особенно в зимнее время.

Силовая установка оборудована предпусковым подогревателем ПЖД-44Б.

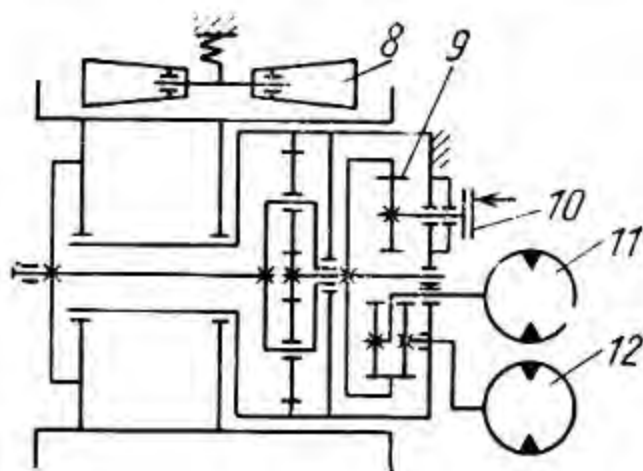


Рисунок 3 - Кинематическая схема главной грузовой лебедки крана КС-8471

Основная грузовая лебедка предназначена для перемещения грузов на крюковых подвесках, запасованных на головных блоках телескопической стрелы либо управляемого гуська. Лебедка состоит из двухступенчатого редуктора 9, встроенного в барабан, одна ступень которого цилиндрическая, другая - планетарная, дискового нормально замкнутого тормоза 10 с гидроразмыкателем, двух аксиально-поршневых гидромоторов 11 и 12 и канатокладчика 8.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЮУрГУ – 15.02.03.2018.283.00 ПЗ

Лист

Лебедка имеет четыре диапазона скоростей каната за счет поочередного подключения одного или двух насосов к гидромоторам, которые в свою очередь могут работать параллельно или последовательно. Внутри каждого диапазона осуществляется бесступенчатое регулирование скоростей. На барабане лебедки выполнены кольцевые канавки с переходными лысками, обеспечивающими качественную укладку каната в пять слоев.

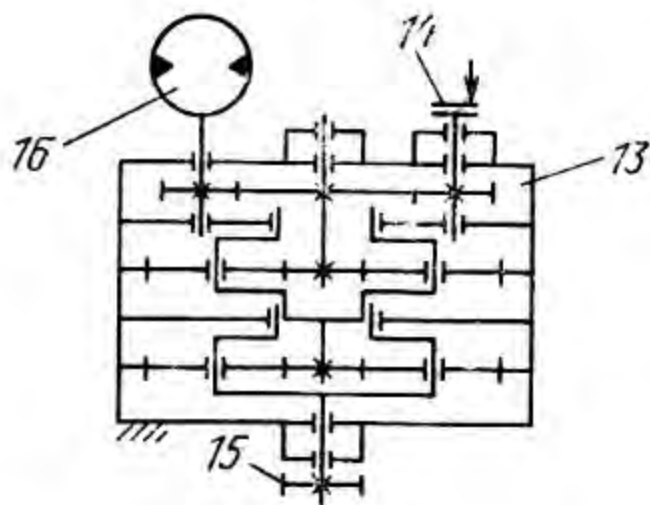


Рисунок 4 - Кинематическая схема механизма поворота

Механизм поворота платформы состоит из аксиально-поршневого гидромотора 16, редуктора 13, первая ступень которого цилиндрическая, а две другие планетарные, и дискового нормально замкнутого тормоза 14 с гидроразмыкателем. На вертикальном валу редуктора установлена шестерня 15, входящая в зацепление с зубчатым венцом опорно-поворотного устройства.

Механизм подъема стрелы 4 (см. рисунок 1) предназначен для перемещения стрелы в вертикальной плоскости.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Он состоит из двух гидроцилиндров двустороннего действия. Фиксация штоков гидроцилиндров осуществляется гидрозамками. Кабина машиниста 5 теплоизолирована, имеет внутреннюю облицовку из декоративного пластика. Верхнее окно кабины открывается наружу. Кабина оборудована пультом управления механизмами крана, электрическим стеклоочистителем, вентилятором, осветительным плафоном, противосолнечным козырьком. В зимнее время предусмотрен обогрев кабины и обдув переднего стекла отопителем О-30. Капоты 6 выполнены в виде двух блоков, прикрывающих электро- и гидрооборудование, силовую установку. Большое внимание уделено вопросам эргономики и безопасности при обслуживании силовой установки, доступу к механизмам и в кабину машиниста. С этой целью предусмотрены лестницы с поручнями как для входа на верхнюю часть капотов с двух сторон крана, так и схода к механизмам. Для безопасной ходьбы по капотам верхняя их часть сделана гофрированной. Для обслуживания силовой установки, запуска предпускового подогревателя и контроля за его работой, обслуживания аккумуляторных батарей, гидро- и электрооборудования с двух сторон поворотной части предусмотрены две выдвижные площадки 5, имеющие для безопасной работы боковые поручни высотой 1 м (поручни в транспортном положении снимаются). Телескопическая стрела 2 состоит из неподвижной и трех подвижных секций, перемещаемых синхронно тремя длинноходовыми гидроцилиндрами двустороннего действия. Гидропривод позволяет выдвинуть только одну последнюю секцию для монтажа башенного оборудования. Подвижные секции стрелы опираются на опоры скольжения (ползуны). С помощью решетчатого удлинителя длина стрелы может быть увеличена до 47,8 м. Увеличение высоты подъема крюковой подвески до 71 м и расширение подстрелового пространства осуществляется установкой управляемых гуськов, изменение наклона которых производится вспомогательной лебедкой.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЮУрГУ – 15.02.03.2018.283.00 ПЗ

Лист

Возможности крана могут быть расширены применением неуправляемого гуська (укосины башенно-стрелового оборудования), на головном блоке которого запасовывается второй крюк. Гидравлический привод крана, состоящий из гидропривода шасси и независимого гидропривода крановых механизмов, выполнен с разомкнутой схемой циркуляции и комбинированным регулированием скоростей путем дросселирования жидкости, изменения частоты вращения вала насоса и последовательного подключения двух насосов к крановым механизмам. В гидроприводе крана применены аксиально-поршневые насосы и гидромоторы, моноблочные распределители с сервоуправлением и другие унифицированные гидроэлементы. Безопасную эксплуатацию крана обеспечивают предохранительные и подпиточные клапаны, гидрозамки, вентили, распределители с электромагнитным управлением, реле давления, тормозные клапаны и охладитель рабочей жидкости. Гидробак размещен с правой стороны поворотной платформы непосредственно около насосной группы силовой установки. Для увеличения жесткости и устранения ударов масла о стенки во время движения в баке предусмотрены внутренние перегородки. Рабочая жидкость поступает в бак через три фильтра с тонкостью фильтрации 40 мкм. На всасывающей линии насосов расположен вентиль, который отсоединяет бак от гидросистемы при ремонте гидрооборудования. Электрическая система крана (электрооборудование шасси и поворотной части), рассчитанная на напряжение 24 В, предназначена для управления пуском двигателя шасси из кабины водителя и двигателя крановых механизмов из кабины машиниста или со щитка силовой установки, для управления электромагнитными распределителями, включения и выключения приборов безопасности, контрольно – измерительных приборов освещения и сигнализации. Кран оснащен устройствами и приборами, обеспечивающими его безопасную эксплуатацию: указателем грузоподъемности, ограничителями высоты подъема, глубины опускания

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

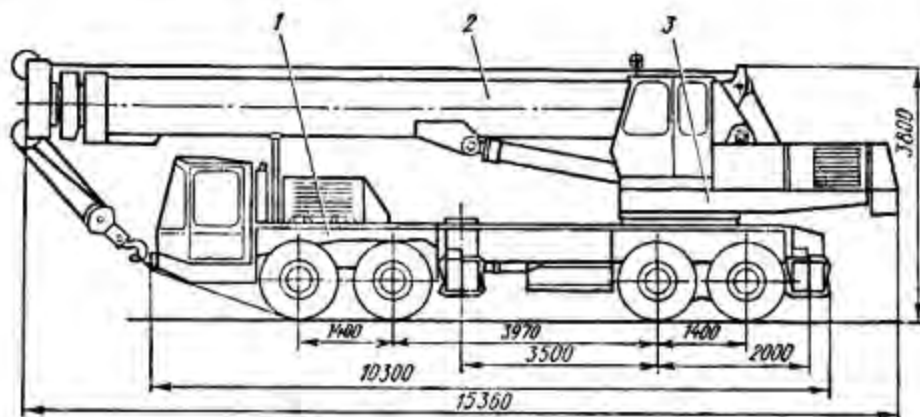
ЮУрГУ – 15.02.03.2018.283.00 ПЗ

Лист

крюковых подвесок и угла наклона гуська, а также контрольно – измерительными приборами для контроля работы электро- и гидрооборудования (амперметры, манометры, стандартные указатели уровня топлива и масла, температуры масла и воды в системе охлаждения двигателя), приборами освещения (плафоны, фары). На кабине шасси установлены два проблесковых маячка.

б) Кран КС-6471 на специальном шасси автомобильного типа.

Кран КС-6471 - дизель-гидравлический грузоподъемностью 40 т, состоит из поворотной части, рабочего оборудования и ходового устройства. Поворотная часть включает в себя раму, на которой монтируют стрелы грузовые (основного, вспомогательного подъема), стреловые лебедки, механизм поворота, масляный бак, кабину с постом управления, гидрооборудование и противовес.



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЮУрГУ – 15.02.03.2018.283.00 ПЗ

Лист

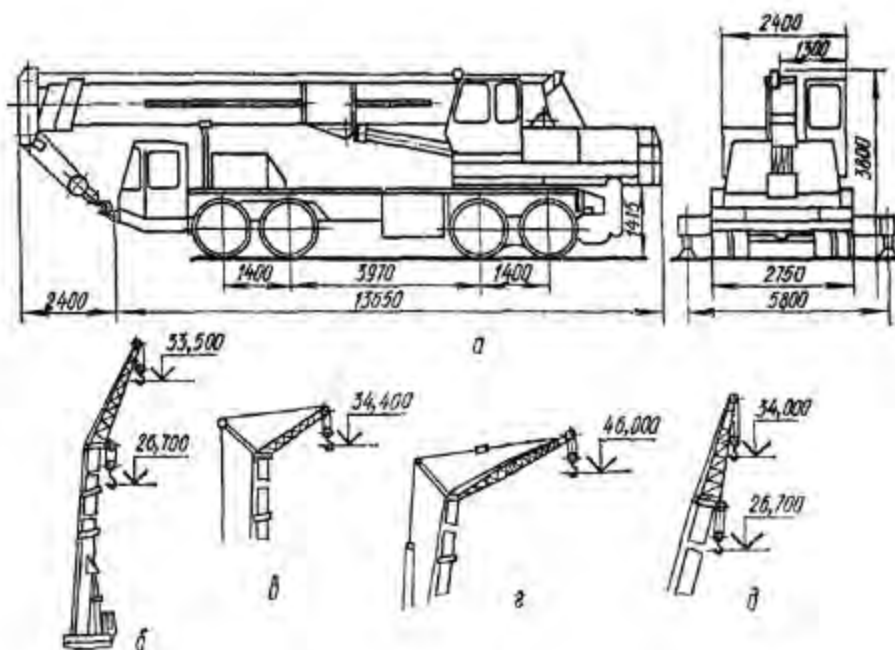


Рисунок 5 - Кран на спецшасси автомобильного типа КС - 6471. 1 - ходовое устройство, 2 - телескопическая стрела, 3 - поворотная платформа.

Механизмы поворотной части приводятся в действие от индивидуальных гидродвигателей, которые получают питание от насосной установки с двигателем внутреннего сгорания. Грузовая лебедка приводится в движение от гидродвигателя, соединенного с редуктором, смонтированным внутри барабана. Лебедка снабжена роликом, который позволяет укладывать канат на барабане и предотвращать произвольное сматывание каната при опускании крюковой подвески на землю. Лебедка вспомогательного подъема по конструкции аналогична главной и отличается только канатоемкостью. Механизм подъема (опускания) стрелы состоит из двух гидроцилиндров двойного действия.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЮУрГУ – 15.02.03.2018.283.00 ПЗ

Лист



Цилиндры оснащены обратными управляемыми клапанами, предотвращающими опускание стрелы при разрыве трубопроводов. Наклон стрелы изменяется от  $-2$  до  $+87^\circ$ . Силовая установка состоит из двигателя внутреннего сгорания типа ЯМЗ-236, редуктора привода насосов и насосной группы, включающей три аксиально-поршневых насоса. Рабочее оборудование включает в себя основную стрелу длиной 10,7 м, удлиняемую с помощью телескопических секций до 25 м. На стрелу длиной 25 м можно монтировать неуправляемый гусек длиной 8,5 м. Управляемые гуськи длиной 8,5; 15 и 20 м устанавливаются на стрелы длиной 15; 20 и 25 м. При выведении основной стрелы в вертикальное положение оборудование может быть приравнено к башенно-стреловому.

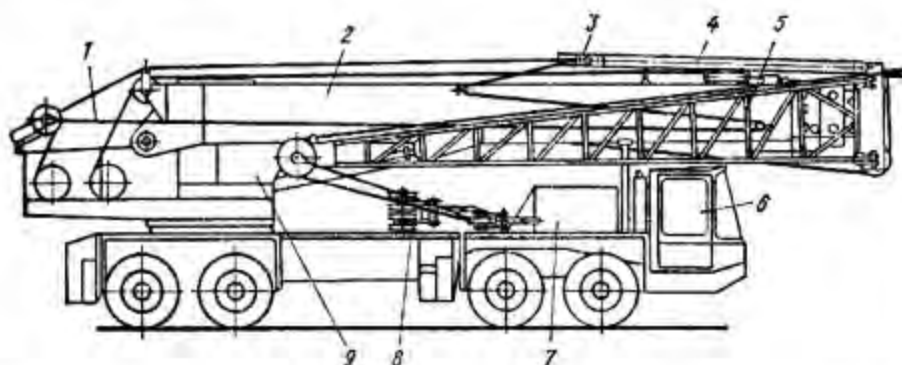


Рисунок 6 - Транспортное положение крана КС - 6471. 1 - оттяжка, 2 - стрела, 3 - фиксатор, 4 - стойка, 5 - гусек, 6 - кабина шасси, 7 - двигатель, 8 - крюковая обойма, 9 - кабина управления

Ходовое устройство крана представляет собой самостоятельный четырехосный агрегат с двумя ведущими мостами с индивидуальными системами управления.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

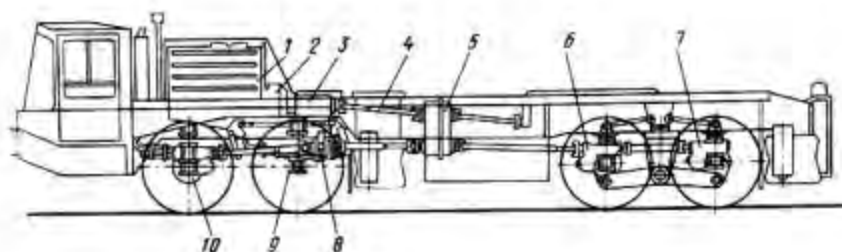


Рисунок 7 - Схемы компоновки трансмиссии четырехосного специального шасси автомобильного типа. 1 – двигатель, 2 – сцепление, 3 – коробка передач, 4 – карданный вал, 5 – раздаточная коробка, 6 – приводной мост с двухступенчатой цилиндрической главной передачей, 7 – приводной мост, 8 – промежуточная опора, 9 – управляемый мост, 10 – управляемый приводной мост

Две передние оси – управляемые, одинарные, имеют рессорную подвеску. Две приводные оси задней тележки, сдвоенные с жесткой балансирной подвеской. Шасси включает в себя две независимые пневматические тормозные системы, обеспечивающие крану надежное торможение при выходе из строя одной из них; предусмотрен дополнительный ручной стояночный тормоз. Разворот управляемых колес выполняется с помощью гидроусилителей, приводимых в действие от двух независимых насосов. Один приводится от двигателя, второй аварийный – от ведущего моста.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЮУрГУ – 15.02.03.2018.283.00 ПЗ

Лист

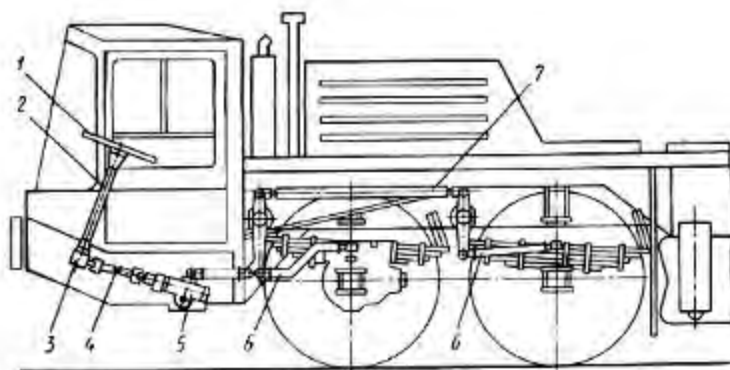


Рисунок 8 - Схемы компоновки системы управления поворотом колес специального шасси автомобильного типа. 1 – рулевое колесо, 2 – рулевая колонка, 3 – угловой редуктор, 4 – карданный вал, 5 – распределитель, 6 – тяга рулевой трапеции, 7 – тяга 2-ого моста

Выдвижение выносных опор – независимое и осуществляется от двух блоков гидрораспределителей, расположенных на каждой стороне шасси.

Привод механизмов крана, кроме механизма поворота, выполнен по открытой схеме. Механизм поворота имеет индивидуальный привод по закрытой гидросхеме. Регулирование рабочих скоростей – объемное, путем изменения подачи насосов. Источником питания для гидросистемы управления и привода вентилятора служит аксиально-плунжерных насосов. Предусмотрен также насос для заправки бака рабочей жидкостью, приводящийся в движение от электродвигателя. Грузовые лебедки приводятся в действие гидромоторами с возможностью их параллельного или последовательного подключения с помощью гидрораспределителя, что обеспечивает широкий диапазон регулирования скоростей подъема—

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЮУрГУ – 15.02.03.2018.283.00 ПЗ

Лист

опускания крюка. Крановыми операциями управляют с помощью распределителей с дистанционным гидравлическим управлением от соответствующих блоков, установленных в кабине машиниста. Механизмом поворота управляют путем реверса насоса от блока управления. В гидросистеме предусмотрены вентили для аварийного опускания грузов и рабочего оборудования.

Таблица 2 - Технические характеристики крана КС-6471

Грузоподъемность, т, основного крюка:	
на опорах:	
при наименьшем вылете крюка	40
при наибольшем вылете крюка	10
при телескопировании (наибольший)	12
без опор:	
при наименьшем вылете крюка	10
при наименьшем вылете крюка при движении	10
Грузоподъемность вспомогательного крюка, т	5
Вылет крюка, м:	
наименьший	3,5
наибольший	9
Высота подъема крюка, м:	
при наименьшем вылете	10,5
при наибольшем вылете	5,2
Скорости:	
подъема основного крюка, м/мин	5; 9
опускания, м/мин	0,1; 9
частота вращения платформы, об/мин	1,5-0,1

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЮУрГУ – 15.02.03.2018.283.00 ПЗ

Лист

передвижения крана, км/ч	2,5; 50
Мощность, л.с., двигателя ходового устройства	240
Колея колес, м:	
передних	2,25
задних	1,95

Главная лебедка крана КС-6471 (см. рис. 1.9.) оборудована гидравлическим приводом. Лебедка приводится в действие от гидромотора 15 типа 210.25 мощностью 55 л.с., вмонтированного в барабан. Мощность от гидромотора к исполнительному органу – барабану 13 передается через вал 1 с шарнирным соединением и планетарный редуктор с передачами, вал-шестерню 3, находящуюся о зацеплении с шестерней 10; от шестерни 10 мощность передается шестерне 11, сидящей с ней на общем валу. Шестерня 11 находится в зацеплении с венцом 12, запрессованным во внутреннюю полость барабана. На внутренней полости мотор-редуктора смонтирован постоянно замкнутый дисковый тормоз 4 с гидравлическим приводом; внутренние диски тормоза соединены с валом-шестерней 3. В нерабочем состоянии диски сжимаются пружиной и вал-шестерня 3 находится в заторможенном состоянии. При включении лебедки масло поступает в гидромотор 15 и одновременно под давлением - в полость гидроцилиндра 6. Под действием внутреннего давления в гидроцилиндре его шток смещается вправо, пружина сжимается, диски тормоза размыкаются и барабан 13 начинает вращаться. Тормоз регулируют болтами 7. Изменяя дросселированием частоту вращения гидромотора 15, можно осуществлять бесступенчатое регулирование частоты вращения барабана.

Это выгодно отличает данную лебедку от лебедок с механическим приводом. Валы зубчатых передач крепятся в расточках корпуса мотор-редуктора и опираются на шарикоподшипники.

					ЮУрГУ – 15.02.03.2018.283.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

На барабане выполнена кольцевая нарезка. Навивка каната на барабан – четырехслойная. Канат крепят к барабану клином 16. Все подшипники и зубчатые колеса смазываются маслом, залитым во внутреннюю полость барабана. Заливают и сливают масло через пробку 2. Количество масла контролируют с помощью пробки 9.

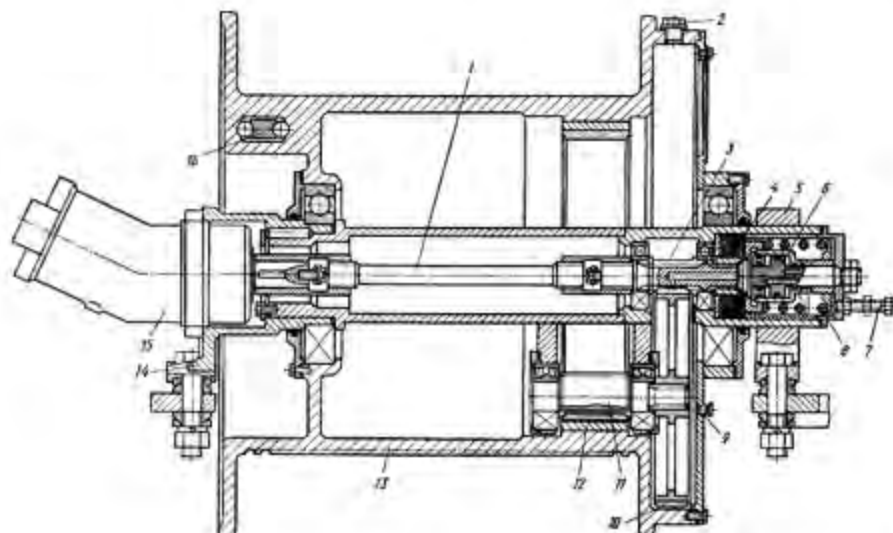


Рисунок 9 - Главная лебедка крана КС – 6471. 1 – вал, 2, 9 – пробки, 3 – вал-шестерня, 4 – дисковый тормоз, 5 – кронштейн, 6 – гидроцилиндр, 7 – болт, 8 – пружина, 10,11 – шестерни, 12 – венец, 13 – барабан, 14 – кронштейн, 15 – гидромотор, 16 – клин

Механизм поворота крана КС-6471 с гидравлическим приводом (см. рис. 1.10.). Кинематическая схема механизма включает в себя гидромотор 1, четырехступенчатый редуктор 4 и бегунковую шестерню 12.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЮУрГУ – 15.02.03.2018.283.00 ПЗ

Лист

В корпусе редуктора 4 смонтирован постоянно замкнутый дисковый тормоз 7, внутренние диски которого укреплены на валу гидромотора 1. Механизм тормозится под действием пружины 10. При работе двигателя рабочая жидкость поступает в полость гидроцилиндра 8. Под давлением рабочей жидкости шток гидроцилиндра перемещается вниз и сжимает пружину 10. Диски тормоза разъединяются, и вал редуктора освобождается. Весь механизм включается в работу, бегунковая шестерня обегает венец 13 и поворачивается верхняя часть крана. Верхние подшипники редуктора заполнены консистентным смазочным материалом через масленки, ввернутые в крышку. Верхние зубчатые передачи смазываются путем разбрызгивания масла, залитого в картер редуктора, при вращении быстроходного вала. Для предохранения от вытекания смазочного материала из картера редуктора установлены армированные манжетные уплотнения 11. Уровень масла контролируют щупом 5. Масло заливают в картер редуктора через пробку-щуп 6. Масло сливается через отверстие в гайке 14.

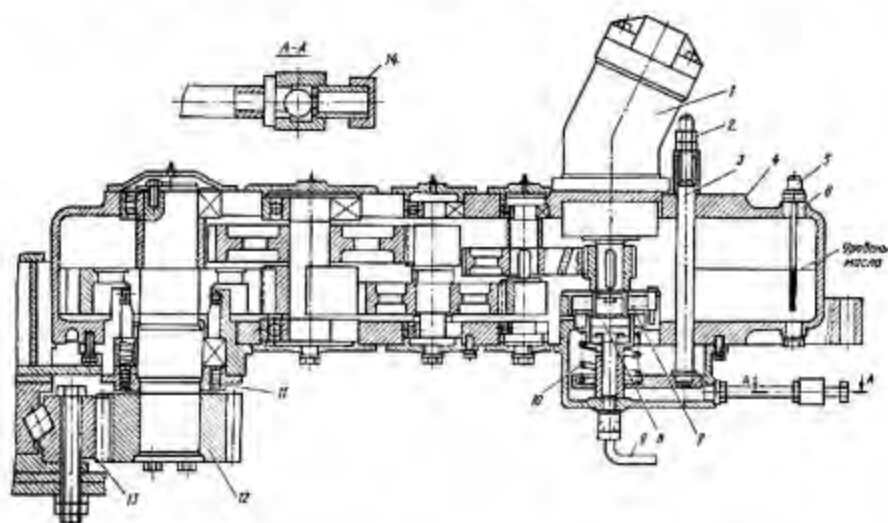


Рисунок 10 - Механизм поворота крана КС - 6471. 1 - гидромотор, 2, 14 - гайка, 3 - шток, 4 - вертикальный редуктор, 5 - щуп, 6 - пробка-щуп, 7 -

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЮУрГУ - 15.02.03.2018.283.00 ПЗ

Лист

дисковый тормоз, 8 – гидроцилиндр, 9 – трубка, 10 - пружина, 11 – уплотнение, 12 – шестерня, 13 – зубчатый венец

## 2 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Для проектирования насосного агрегата необходимо знать параметры механизмов, потребляющих максимальную энергию:

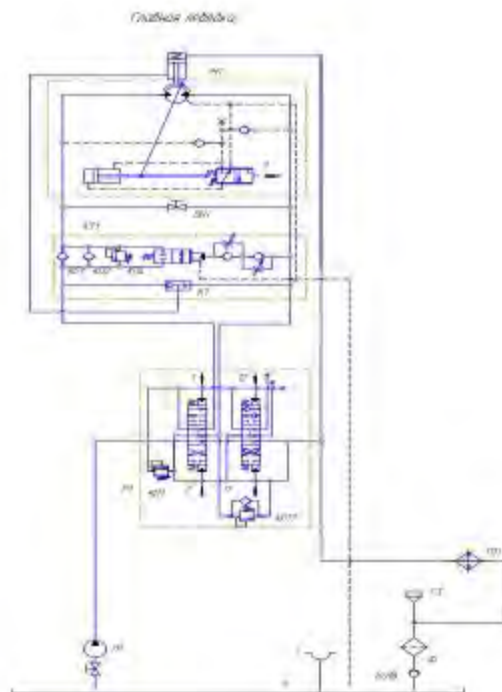
- а) механизм лебедки
- б) механизм телескопирования стрелы
- в) стрелоподъемный механизм
- г) механизм поворота платформы

2.1 Расчет силовых и кинематических параметров исполнительных механизмов крана

### 2.1.1 Механизм грузовой лебедки

					ЮУрГУ – 15.02.03.2018.283.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		





**Схема главной лебедки**

Расчёт силовых и кинематических параметров механизма грузовой лебёдки производим в соответствии с рисунком 2.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

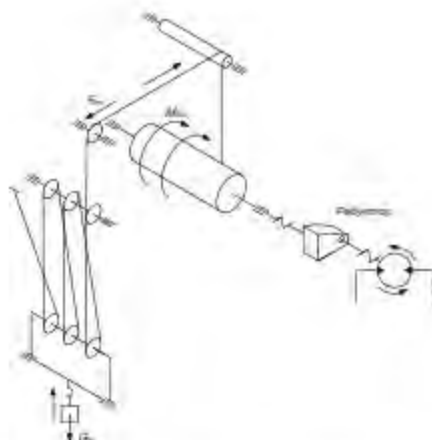


Рисунок 2 – Кинематическая схема грузовой лебёдки

Для увеличения производительности проектируемого крана примем скорость подъёма (опускания) груза равной 7 м/мин.

Силу натяжения каната, навиваемого на барабан  $F_{нат}$ , вычисляем по формуле:

$$F_{нат} = \frac{G_{гр}}{i_p}$$

где  $G_{гр}$  – вес поднимаемого груза, Н;

$i_p$  - кратность полиспаста механизма подъёма груза.

$$G_{гр} = m \cdot g$$

где  $m$  – масса поднимаемого груза, кг;

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЮУрГУ – 15.02.03.2018.283.00 ПЗ

Лист

$g$  – ускорение свободного падения, м/с.

$$G_{гр} = 27000 \cdot 9,81 = 264,870 \text{ кН}$$

$$F_{мин} = \frac{264870}{6} = 44,145 \text{ кН}$$

Скорость каната навиваемого на барабан  $v_{кан}$ , м/мин вычисляем по формуле:

$$v_{кан} = v_{гр} \cdot i_{гр}$$

где  $v_{гр}$  – скорость подъёма груза, м/с.

$$v_{кан} = 0,12 \cdot 6 = 0,72 \text{ м/с}$$

Угловую скорость барабана  $\omega_{бар}$ ,  $c^{-1}$ , вычисляем по формуле:

$$\omega_{кан} = \frac{v_{кан}}{R_{бар}}$$

где  $R_{бар}$  – радиус барабана, м.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

$$\omega_{\text{бар}} = \frac{0,72}{0,23} = 3,2 \text{ с}^{-1}$$

Крутящий момент на барабане  $M_{\text{бар}}$ , кН·м, вычисляем по формуле:

$$M_{\text{бар}} = F_{\text{нат}} \cdot R_{\text{бар}}$$

$$M_{\text{бар}} = 44,145 \cdot 0,23 = 10,153 \text{ кНм}$$

Момент на валу гидромотора  $M_{\text{гм}}$ , кН·м, вычисляем по формуле:

$$M_{\text{гм}} = \frac{M_{\text{бар}}}{u_{\text{ред}}}$$

где  $u_{\text{ред}}$  – передаточное число редуктора.

$$M_{\text{гм}} = \frac{10,153}{41,25} = 0,246 \text{ кНм}$$

Перепад давления на гидромоторе вычисляем по формуле:

$$\Delta p_{\text{гм}} = \frac{2\pi \cdot M_{\text{гм}}}{q_{\text{гм}} \cdot \eta_{\text{гм}}} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 246}{112 \cdot 10^{-6} \cdot 0,9} = 15,3 \cdot 10^6 [\text{Па}] = 15,3 [\text{МПа}]$$

Угловую скорость гидромотора  $\omega_{\text{гм}}$ ,  $\text{с}^{-1}$ , вычисляем по формуле :

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

$$\omega_{\text{ш}} = \omega_{\text{шп}} \cdot u_{\text{шп}}$$

$$\omega_{\text{ш}} = 3,2 \cdot 41,25 = 132 \text{ с}^{-1}$$

Мощность на валу гидромотора  $N$ , кВт, вычисляем по формуле:

$$N_{\text{ш}} = M_{\text{ш}} \cdot \omega_{\text{ш}}$$

$$N_{\text{ш}} = 0,246 \cdot 132 = 33 \text{ кВт}$$

Частоту вращения вала гидромотора вычисляем по формуле:

$$n_{\text{ш}} = \frac{30 \cdot \omega_{\text{ш}}}{\pi} = \frac{30 \cdot 132}{3,14} = 1261 [\text{об} / \text{мин}]$$

Далее находим потребный расход гидромотора:

$$Q_{\text{ш}} = q_{\text{ш}} \cdot n_{\text{ш}} / \eta_v = 112 \cdot 10^{-6} \frac{1261}{60} / 0,95 = 2477,75 \cdot 10^{-6} [\text{м}^3 / \text{сек}] \approx 148,8 [\text{л} / \text{мин}]$$

### 2.1.2 Механизм телескопирования стрелы

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Максимальная нагрузка на гидроцилиндр при телескопировании второй секции стрелы будет при максимальном угле подъёма стрелы.

В соответствии с рисунком 3 составим сумму проекций всех сил на ось Y и выразим из него усилие на штоке гидроцилиндра  $F_{\text{гид.шток}}$  кН:

$$\Sigma F_y = -2,5 \cdot 9,81 - 2,2 \cdot 9,81 + F_{\text{гид.шток}} \cdot \sin \alpha = 0$$

где  $\alpha$  - угол телескопирования стрелы, град.

$$F_{\text{гид.шток}} = \frac{(2,5 + 2,2) \cdot 9,81}{\sin 73^\circ} = 48,2 \text{ кН}$$

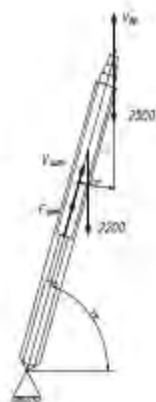


Рисунок 3 – Расчётная схема механизма телескопирования стрелы

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Скорость штока гидроцилиндра телескопирования стрелы  $v_{шт.тел.}$  м/с, вычисляем по формуле:

$$v_{шт.тел.} = \frac{v_{гр.}}{60 \cdot \cos \beta}$$

где  $v_{гр.}$  – скорость подъёма (опускания) груза, м/мин;

$\beta$  – угол между направлением скорости штока и направлением скорости груза, град.

$$v_{шт.тел.} = \frac{7}{60 \cdot \cos 17^\circ} = 0,122 \text{ м/с}$$

Выбираем по ГОСТ 1575 – 87 из ряда линейных скоростей скорость штока равную  $v_{шт.} = 0,12$  м/с.

Мощность на выходе гидроцилиндра механизма телескопирования стрелы,  $N_{вых.}$  кВт, вычисляем по формуле:

$$N_{вых.} = v_{шт.} \cdot F_{шт.тел.}$$

$$N_{вых.} = 0,12 \cdot 48,2 = 5,7 \text{ кВт}$$

Находим площадь штока по формуле:

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

$$F_H = \frac{CT \cdot D_H^2}{4} = \frac{3,14 \cdot (125 \cdot 10^{-3})^2}{4} = 0,012 [\text{м}^2]$$

Площадь в штоковой полости ( рабочей ) находим по формуле :

$$F_H' = \frac{CT}{4} (D_H^2 - d_{\text{ш}}^2) = \frac{3,14}{4} ((125 \cdot 10^{-3})^2 - (100 \cdot 10^{-3})^2) = 0,004 [\text{м}^2]$$

После чего необходимо найти давление в поршневой полости:

$$P_{\text{пл}} = \frac{R}{F_H \cdot \eta} = \frac{48,2 \cdot 10^3}{0,012 \cdot 0,9} = \frac{48,2 \cdot 10^3 \cdot 10^4}{12 \cdot 0,9} = 4,46 \cdot 10^8 [\text{Па}] = 4,46 [\text{МПа}]$$

Требуемый расход находим по формуле:

$$Q_{\text{пл}} = V_H \cdot F_H = 0,12 \cdot 0,012 = 0,00144 [\text{м}^3 / \text{сек}] = 1,44 \cdot 10^{-3} [\text{м}^3 / \text{сек}] \cdot 2,13 \\ = 0,00144 \cdot 1000 \cdot 60 = 86,4 [\text{л} / \text{мин}]$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



## Стрелоподъемный механизм

Силовой расчёт стрелоподъёмного механизма заключается в определении усилия на штоке гидроцилиндра, при подъёме стрелы с грузом. Для этого в соответствии с рисунком 4, составим сумму моментов сил в каждом положении стрелы относительно точки А.

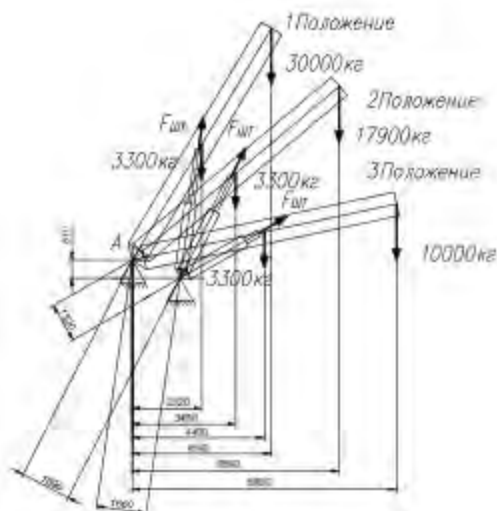


Рисунок 4 – Расчётная схема стрелоподъёмного механизма при работе одной секцией

Положение 1

$$\Sigma M_A = F_{шт} \cdot 1660 - 30000 \cdot 9,81 \cdot 4640 - 3300 \cdot 9,81 \cdot 2320 = 0$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЮУрГУ – 15.02.03.2018.283.00 ПЗ

Лист

$$F_{\text{кр}} = \frac{30000 \cdot 9,81 \cdot 4640 + 3300 \cdot 9,81 \cdot 2320}{1660} = 867,9 \text{ кН}$$

Положение 2

$$\Sigma M_A = F_{\text{кр}} \cdot 1690 - 17900 \cdot 6890 \cdot 9,81 - 3300 \cdot 9,81 \cdot 3450 = 0$$

$$F_{\text{кр}} = \frac{17900 \cdot 6890 \cdot 9,81 + 3300 \cdot 9,81 \cdot 3450}{1690} = 782 \text{ кН}$$

Положение 3

$$\Sigma M_A = F_{\text{кр}} \cdot 1320 - 10000 \cdot 9,81 \cdot 8800 - 3300 \cdot 9,81 \cdot 4400 = 0$$

$$F_{\text{кр}} = \frac{10000 \cdot 9,81 \cdot 8800 + 3300 \cdot 9,81 \cdot 4400}{1320} = 762 \text{ кН}$$

Силовой расчёт стрелоподъёмного механизма при работе крана с тремя секциями крана проводим в соответствии с рисунком 5:

					ЮУрГУ – 15.02.03.2018.283.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

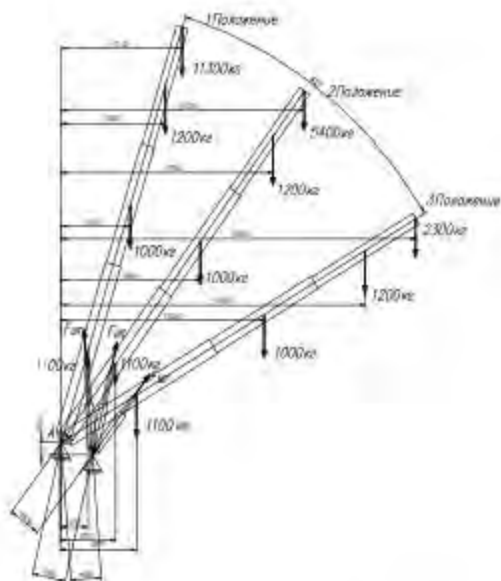


Рисунок 5 – Расчётная схема стрелоподъёмного механизма

Положение 1

$$\Sigma M_{\text{св}} = F_{\text{св}} \cdot 1550 - 1100 \cdot 9,81 \cdot 1410 - 1000 \cdot 9,81 \cdot 3500 - 1200 \cdot 9,81 \cdot 5290 - 11300 \cdot 9,81 \cdot 6140 = 0$$

$$F_{\text{св}} = \frac{9,81 \cdot (1100 \cdot 1410 + 1000 \cdot 3500 + 1200 \cdot 5290 + 11300 \cdot 6140)}{1550} = 511,3 \text{ кН}$$

Положение 2

$$\Sigma M_{\text{св}} = F_{\text{св}} \cdot 1690 - 1100 \cdot 9,81 \cdot 2810 - 1000 \cdot 9,81 \cdot 7060 - 1200 \cdot 9,81 \cdot 10750 - 5400 \cdot 9,81 \cdot 12330 = 0$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

$$F_{\text{ин}} = \frac{9,81 \cdot (1100 \cdot 2810 + 1000 \cdot 7060 + 1200 \cdot 10750 + 5400 \cdot 12330)}{1690} = 520,3 \text{ кН}$$

Положение 3

$$\Sigma M_A = F_{\text{ин}} \cdot 1630 - 1100 \cdot 9,81 \cdot 3870 - 1000 \cdot 9,81 \cdot 10300 - 1200 \cdot 9,81 \cdot 15430 - 2300 \cdot 9,81 \cdot 18000 = 0$$

$$F_{\text{ин}} = \frac{9,81 \cdot (1100 \cdot 3870 + 1000 \cdot 10300 + 1200 \cdot 15430 + 2300 \cdot 18000)}{1630} = 448,2 \text{ кН}$$

Для определения скорости штока гидроцилиндра при подъёме груза стрелой, представим стрелоподъёмный механизм (рисунок 5,2 положение) в виде кулисного и построим план скоростей, показанный на рисунке 6.

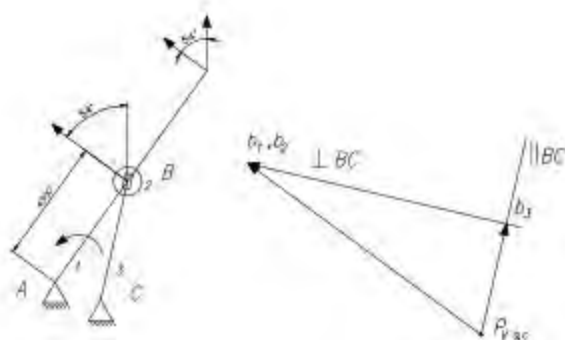


Рисунок 6 – Кинематическая схема и план скоростей кулисного механизма

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Скорость на оголовке стрелы  $v_1$ , м/с, вычисляем по формуле:

$$v_1 = \frac{v_m}{\cos 54}$$

где  $\lambda_{ав}$  - длина АВ, м

$$v_1 = \frac{0,12}{\cos 54} = 0,21 \text{ м/с}$$

Угловую скорость стрелы  $\omega$ ,  $\text{с}^{-1}$ , вычисляем по формуле:

$$\omega = \frac{v_{\text{англ}}}{R_{\text{стр}}}$$

где  $R_{\text{стр}}$  - длина секции, м.

$$\omega = \frac{0,21}{9} = 0,023 \text{ с}^{-1}$$

Скорость в узле крепления гидроцилиндра  $v_2$ , м/с, вычисляем по формуле:

$$v_2 = \omega \cdot 4,3$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

$$\vartheta_2 = 0,023 \cdot 4,3 = 1,003 \text{ м/с}$$

Длину вектора  $ab_1$ , мм, в плане скоростей вычисляем по формуле:

$$\lambda_{ab_1} = \frac{\vartheta_2}{\mu}$$

где  $\mu$  - масштаб плана скоростей,  $\frac{\text{м/с}}{\text{мм}}$ .

$$\lambda_{ab_1} = \frac{1,003}{0,001} = 100,3 \text{ мм}$$

Относительную скорость ползуна кулисного механизма  $v_{om}$ , м/с, вычисляем по формуле:

$$\vartheta_{om} = \lambda_{ab_1} \cdot \mu$$

где  $\lambda_{ab_1}$  - длина вектора  $ab_1$ , мм, в плане скоростей.

$$\vartheta_{om} = 42 \cdot 0,001 = 0,042 \text{ м/с}$$

$$\vartheta_{om} = \vartheta_{om} = 0,042 \text{ м/с}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Выбираем по ГОСТ 1575 - 87 из нормальных линейных скоростей скорость штока  $v_{шт} = 0,04$  м/с.

Мощность на выходе гидроцилиндра механизма подъема стрелы  $N_{п.с.}$ , кВт, вычисляем по формуле:

$$N_{п.с.} = v_{шт} \cdot F_{шт}$$

$$N_{п.с.} = 0,04 \cdot 867,9 = 36 \text{ кВт}$$

Площадь поршня в штоковой полости ( рабочей ) находим по формуле :

$$F_{шт} = \frac{CT \cdot D_{шт}^2}{4} = \frac{3,14 \cdot (0,2)^2}{4} = 0,0314 \text{ [м}^2\text{]}$$

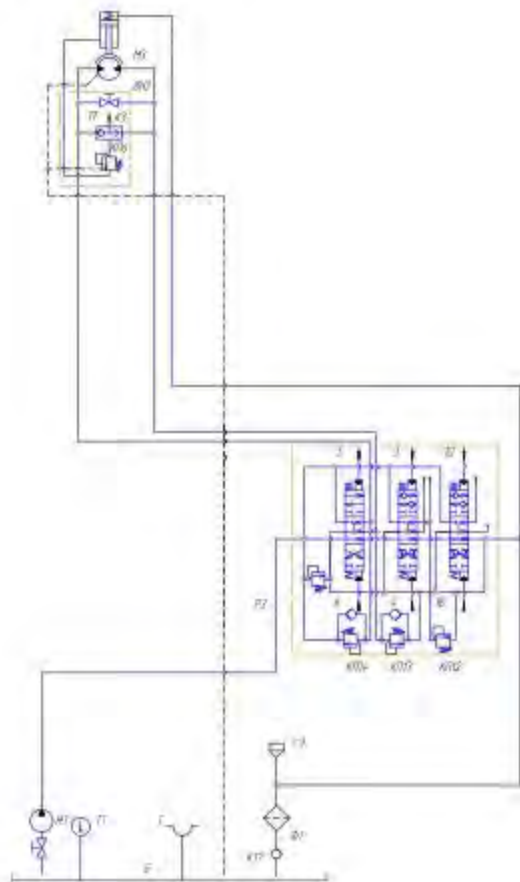
$$P_{шт} = \frac{R}{F_{шт} \cdot \eta} = \frac{867,9 \cdot 10^3}{0,0314 \cdot 0,9} = \frac{867,9 \cdot 10^3 \cdot 10^3}{31,4 \cdot 0,9} = 30,7 \cdot 10^6 \text{ [Па]} = 30,7 \text{ [МПа]}$$

Находим требуемый расход:

$$Q_{шт} = v_{шт} \cdot F_{шт} = 0,04 \cdot 0,0314 = 0,001256 \text{ [м}^3\text{/сек]} = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ [м}^3\text{/сек]} = 75,4 \text{ [л/мин]}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

## 2.1.4 Механизм поворота платформы



*Схема механизма поворота*

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЮУрГУ – 15.02.03.2018.283.00 ПЗ

Лист



Составим сумму проекций всех сил на ось Y и выразим вертикальную реакцию V опорно-поворотного устройства в соответствии с рисунком 7:

$$\Sigma F_y = -G_{op} \cdot g - G_{op} \cdot g - G \cdot g + V = 0$$

$$V = G_{op} \cdot g + G_{op} \cdot g + G \cdot g$$

$$V = 27000 \cdot 9,81 + 3300 \cdot 9,81 + 2000 \cdot 9,81 = 317 \text{ кН}$$

Горизонтальной реакцией N опорно-поворотного устройства пренебрегаем из-за её малой величины.

Момент сопротивления вращению опорного круга от сил трения M, кНм, вычисляем по формуле:

$$M = \frac{f \cdot V \cdot D_{op}}{2 \cdot \sin \gamma}$$

где f – приведённый коэффициент сопротивления;

$D_{op}$  – средний диаметр по дорожке катания роликов, м;

$\gamma$  – угол наклона к горизонтали сил, действующих на ролики опорного круга, град.

$$M = \frac{0,012 \cdot 317 \cdot 1,446}{2 \cdot 0,707} = 3,9 \text{ кНм}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

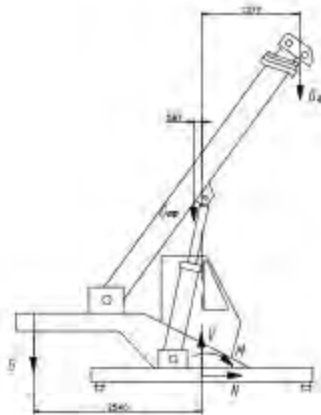


Рисунок 7 – Схема механизма поворота платформы

Динамический момент сопротивления вращению в период разгона  $M_{дн}$ , кН·м, вычисляем по формуле:

$$M_{дн} = \frac{(J_{гр} + J_{стр} + J) \cdot \omega_{п}}{t_p}$$

где  $J_{гр}$  – момент инерции груза, кг·м<sup>2</sup>;

$J_{стр}$  – момент инерции стрелы, кг·м<sup>2</sup>;

$J$  – момент инерции противовеса, кг·м<sup>2</sup>;

$\omega_{п}$  – угловая скорость платформы, с<sup>-1</sup>;

$t_p$  – время разгона платформы, с.

$$J_{гр} = G_{гз} \cdot 1,377^2$$

$$J_{м} = 27000 \cdot 1,377^2 = 51196 \text{ кгм}^2$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

$$J_{gr} = G_{gr} \cdot 0,587^2$$

$$J_{gr} = 3300 \cdot 0,587^2 = 1137 \text{ кгм}^2$$

$$J = G \cdot 2,54^2$$

$$J = 2000 \cdot 2,54^2 = 12903 \text{ кгм}^2$$

Угловую скорость платформы  $\omega_{пл}$ ,  $\text{с}^{-1}$ , вычисляем по формуле:

$$\omega_{пл} = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_{пл}}{60}$$

где  $n_{пл}$  – частота вращения поворотной части,  $\text{об/мин}^{-1}$ .

$$\omega_{пл} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1,6}{60} = 0,17 \text{ с}^{-1}$$

$$M_{зл} = \frac{(51196 + 1137 + 12903) \cdot 0,17}{1} = 11,09 \text{ кНм}$$

Общий момент сопротивления вращению платформы  $M_{сопр.з}$ , кН·м, вычисляем по формуле:

$$M_{сопр.з} = M_{сопр.п} + M_{зл}$$

$$M_{сопр.з} = 3,9 + 11,09 = 14,99 \text{ кНм}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Крутящий момент на валу гидромотора  $M_{гм.в.}$ , кН·м, вычисляем по формуле:

$$M_{гм.в.} = \frac{M_{гм.н.}}{u \cdot \eta_m \cdot \eta_{гм}}$$

где  $u$  – передаточное число привода платформы;

$\eta_m$  – КПД червячной передачи;

$\eta_{гм}$  – КПД цилиндрической передачи.

$$M_{гм.в.} = \frac{14,99}{500 \cdot 0,75 \cdot 0,85} = 0,05 \text{ кНм}$$

Угловую скорость вала гидромотора механизма поворота платформы  $\omega_{гм.в.}$   $\text{с}^{-1}$ , вычисляем по формуле:

$$\omega_{гм.в.} = \omega_{г.в.} \cdot u$$

$$\omega_{гм.в.} = 0,17 \cdot 500 = 85 \text{ с}^{-1}$$

Мощность на выходе из гидромотора механизма поворота платформы  $N_{гм.в.}$ , кВт, вычисляем по формуле:

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

$$N_{\text{гид.д}} = \omega_{\text{гид.д}} \cdot M_{\text{гид.д}}$$

$$N_{\text{гид.д}} = 85 \cdot 0,05 = 4,3 \text{ кВт}$$

Перепад давления на гидромотор поворота находим по формуле:

$$\Delta P_{\text{ГМ}} = \frac{2\pi \cdot M_{\text{ГМ}}}{q_{\text{ГМ}} \cdot \eta_{\text{ГМ}}} = \frac{6,28 \cdot 0,05 \cdot 10^3}{56 \cdot 10^{-6} \cdot 0,9} = 6,23 \cdot 10^6 [\text{Па}] = 6,23 [\text{МПа}]$$

Частоту вращения вала гидромотора находим по формуле:

$$n_{\text{ГМ}} = \frac{30 \cdot \omega_{\text{ГМ}}}{\pi} = \frac{30 \cdot 85}{3,14} = 812 [\text{об/мин}]$$

Затем находим потребный расход по формуле:

$$Q_{\text{ГМ}} = \frac{q_{\text{ГМ}} \cdot n_{\text{ГМ}}}{\eta_v} = \frac{56 \cdot 10^{-6} \cdot 812}{0,95} = 47,9 [\text{л/мин}]$$

После чего находим требуемое давление в системе ( максимальное для подъема максимаального груза ):

$$P_{\text{ГС}} = \frac{VP_{\text{ГМ}}^{\text{вст}}}{\eta_{\text{ГС}}} = \frac{15,3}{0,7} = 21,8 [\text{МПа}]$$

$$P_{\text{макс}} = P_{\text{ГМ}}^{\text{вст}} = \frac{VP_{\text{ГМ}}^{\text{вст}}}{\eta_{\text{ГС}}} = \frac{30,7}{0,7} = 43,86 [\text{МПа}]$$

В результате данного расчёта нами были получены параметры исполнительных механизмов крана.

Эти параметры представлены в таблице 2.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица 2 – Параметры крана

Параметр	Грузовая лебедка	Гидроцилиндр подъёма стрелы	Гидроцилиндр выдвижения (втягивания) стрелы	Гидромотор поворота платформы
Усилие на штоке гидроцилиндра, кН	—	867,9	48,2	—
Скорость штока гидроцилиндра, м/с.	—	0,04	0,12	—
Момент на валу гидромотора, кН·м.	0,246	—	—	0,05
Угловая скорость вала гидромотора, с <sup>-1</sup> .	132	—	—	85

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЮУрГУ – 15.02.03.2018.283.00 ПЗ

Лист

Мощность на выходе, кВт	33	36	5,7	4,3

Требуемый расход жидкости при совмещении операций

Таблица 3

Наименование операций	поворота	Лебедки	Подъема или опускания груза	телескопирования
Расход, л/ мин	47,9	148,8	75,4	86,4
Поворота		196,7	123,3	134,3
Лебедки			224,2	235,2
Подъема или опускания стрелы				161,8

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЮУрГУ – 15.02.03.2018.283.00 ПЗ

Лист

## 2.1.5 Определение максимальной выходной мощности гидропривода при совмещении операций

При работе автомобильных кранов производят совмещение следующих операций:

- а) подъём (опускание) стрелы с поворотом платформы;
- б) подъём (опускание) груза с телескопированием секций стрелы;
- в) подъём (опускание) груза с поворотом платформы.

Максимальную выходную мощность гидропривода при совмещении операций подъёма (опускания) стрелы с поворотом платформы  $N_{max,1}$ , кВт, вычисляем по формуле:

$$N_{max,1} = N_{n.c.} + N_{p.m.}$$

$$N_{max,1} = 36 + 4,3 = 40,3 \text{ кВт}$$

Максимальную выходную мощность гидропривода при совмещении операций подъёма (опускания) груза и телескопирования секций стрелы  $N_{max,2}$ , кВт, вычисляем по формуле:

$$N_{max,2} = N_{p.m.} + N_{t.c.}$$

$$N_{max,2} = 33 + 5,7 = 39 \text{ кВт}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



Максимальную выходную мощность гидропривода при совмещении операций подъёма (опускания) груза и поворота платформы  $N_{max,3}$ , кВт, вычисляем по формуле:

$$N_{max,3} = N_{гн} + N_{гн,в}$$

$$N_{max,3} = 33 + 4,3 = 37,3 \text{ кВт}$$

В результате данного расчёта мы выявили, что максимальная выходная мощность затрачивается при совмещении операций подъёма (опускания) груза и телескопирования секций стрелы.

## 2.1.6 Выбор насоса

**Определение мощности, которую должен развивать насос, производим по** мощности на выходе из гидромотора привода грузоподъёмного механизма.

Мощность гидронасоса  $N_{гн,н}$ , кВт, вычисляем по формуле:

$$N_{гн,н} = K_{уз} \cdot K_{sc} \cdot N_{max,3}$$

где  $K_{уз}$  – коэффициент запаса по усилию;

$K_{sc}$  – коэффициент запаса по скорости.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

$$N_{\text{н}} = 1,3 \cdot 1,2 \cdot 40 = 51,5 \text{ кВт}$$

Гидронасос выбираем по рабочему объёму, который требуется для реализации скоростей движения гидроцилиндра и вращения гидромотора.

Номинальная частота вращения вала отбора мощности  $n = 1500$

Рабочий объем насоса выбираем по максимальному расходу

$$q_{\text{н}} = \frac{Q_{\text{н}}}{\eta_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{о}}} = \frac{235,2 \cdot 10^{-3}}{1500 \cdot 0,95} = 0,000165 [\text{м}^3] = 165 [\text{см}^3]$$

Поскольку при совмещении операций не требуется обеспечение максимальных скоростей, то с целью целесообразности и экономичности кроме того, уменьшения массы гидропривода, выбирается насос по максимальному расходу операции подъем груза на канатах грузовой лебедки

$$q_{\text{н}} = \frac{Q_{\text{ГМ}}^{\text{н}}}{\eta_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{о}}} = \frac{143,3 \cdot 10^{-3} \cdot 60}{1500 \cdot 60 \cdot 0,95} = 104,4 [\text{см}^3]$$

По рабочему объёму и номинальному давлению  $p_{\text{ном}} = 20 \text{ МПа}$  выбираем аксиально – поршневой насос марки 310

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

## 2.2.4 Выбор масла

Масло ВМГЗ производится на минеральной основе малой вязкости и низкой застываемости путем гидрокаталитического процесса. Кроме того, масло проходит дополнительную очистку. Полученная основа обрабатывается загущающей присадкой — полиметакрилатом. Также в масло добавляется еще ряд присадок.

Масло ВМГЗ относится к классу внесезонных гидравлических масел и обеспечивает бесперебойную работу гидросистем при самых непростых условиях среды. Согласно ГОСТ 17479.3-85, данное масло имеет обозначение — МГ-15-В и полностью соответствует ТУ 38.101479-86.

### Свойства масла ВМГЗ:

Благодаря содержанию композиции присадок масло вМГЗ обладает массой полезных эксплуатационных свойств:

- прекрасными вязкостно-температурными характеристиками (в широком температурном диапазоне);
- хорошими антипенными свойствами;
- высокой химической и антиокислительной стабильностью;
- маслом стойко к коррозии, износу и деструкциям механического характера;
- хорошо фильтруется.

Кроме того, масло ВМГЗ легко отделяется от воды, не является токсичным и совместимо с резинотехническими устройствами гидросистем.

### Сферы применения ВМГЗ

Благодаря своим свойствам и преимуществам масло находит применение

									Лист	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЮУрГУ – 15.02.03.2018.283.00 ПЗ					

• как всесезонный сорт в системах гидравлики и гидроприводах следующих устройств:

- дорожного и лесозаготовительного оборудования;
- строительной и подъемно-транспортной техники.

Масло件годно для использования в условиях таких регионов как Сибирь, Дальний Восток, Крайний Север при температурах от -30 до +60 °С.

• как сезонный сорт его применяют в условия зимы для территорий с умеренным климатом. При этом диапазон температур составляет от -58 до +70 °С.

#### Технические характеристики ВМГЗ

Наименование показателя	Норма
Плотность при 20 °С, кг/м <sup>3</sup> , не более	880
Кинематическая вязкость, м <sup>2</sup> /с при 50 °С, не менее	10,0
Кинематическая вязкость, м <sup>2</sup> /с при - 40 °С, не более	1500
Индекс вязкости, не менее	160
Массовая доля, %, не более:	
- механический премесей	Отсутствует
- воды	Отсутствует
Температура, °С вспышки в открытом тигле, не ниже	135
Температура °С, застывания, не выше	- 45
Испытание на коррозию	Выдерживает
Кислотное число масла без присадок, мг КОН/г, не более	0,1
Стабильность против окисления: массовая доля осадка после окисления, %, не более	0,05
Цвет на колориметре ЦНТ, единицы ЦНТ, не более	3,0

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЮУрГУ – 15.02.03.2018.283.00 ПЗ

Лист

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Задачей данного дипломного проекта была разработка насосного агрегата автомобильного крана

Для проектирования насосного агрегата я рассчитал параметры механизмов потребляющих максимальную энергию

По полученным значениям был подобран насос 310 серии и разработан сборочный чертеж данного насоса, опираясь на аналог машины. Также, выполнена детализовка деталей насоса и произведен расчет характеристик насоса. Выполненная выпускная квалификационная работа позволила ознакомиться с методикой расчета аксиально-поршневых насосов и получить необходимый навык работы с технической литературой

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЮУрГУ – 15.02.03.2018.283.00 ПЗ

Лист

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Исаев Ю.М. Расчет и конструирование аксиально-поршневых насосов, Ленинград, 1979.
2. Башта Т.М. Объемные насосы и гидравлические двигатели гидросистем. М.: Машиностроение, 1974.
3. Бим-Бад Б.М. и др. Атлас конструкций гидромашин и гидропередач. М.ИНФР А-М, 2004.
4. Прокофьев В.Н. Аксиально-поршневой регулируемой гидропривод. Машиностроение, 1969.
5. Башта Т.М. Гидравлические приводы летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1967.
6. Домогаров А.Ю., Степаков А.И., Леладзе И.С. Справочно-нормативные материалы на рабочие жидкости и смазки. Москва 2004.
7. Кабаков М.Г. и др. Аксиально-поршневые насосы приводов строительно-дорожных машин. Москва 2003.
8. Основы теории и конструирования объемных гидропередач. М. Высшая школа, 1968.
9. Справочник машиностроителя, т.3, 1962
10. Справочник машиностроителя, т.2, 1962
11. Свешников В.К. Аксиально-поршневые насосы в современных гидроприводах (информационно-технический журнал «Гидравлика и пневматика», №18, стр.8.)
12. Иванов М.Н. Детали машин. М., Высшая школа, 1976
13. Конструирование и расчет пружин., зарубежная техника, Москва, 1959
14. Абрамов Е.И., Колесниченко К.А., Маслов В.Т. Элементы гидропривода: Справочник. 2-е изд., прераб. Киев: Техника, 1977.
15. Гамынин Н.С. Основы следящего гидравлического привода. М.:Оборонгиз, 1962.
16. Навроцкий К.Л. Теория и проектирование гидро- и пневмоприводов. М.: Машиностроение, 1991. 383 с.
17. Гамынин Н.С. Гидравлический привод систем управления. М.: Машиностроение, 1972. 376 с.
18. Гамынин Н.С. Гидравлические приводы летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1992. 368 с.
19. Чупраков Ю.И. Гидропривод и средства гидроавтоматики. М.: Машиностроение, 1979. 232 с.
20. Зиновьев В.А. и др. Краткий технический справочник. 1 ч. М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1949. 532 с.
21. Хохлов В.А. Электрогидравлический следящий привод. 2-е изд., допол. М.: Наука, 1966. 300 с.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЮУрГУ – 15.02.03.2018.283.00 ПЗ

Лист

22. Навроцкий К.Л. Моделирование и динамический расчет на ЭВМ гидро- и пневмоприводов. 2 ч. Москва, 2000.

23. Кабаков М.Г., Стесин С.П. Технология производства гидроприводов. М.: Машиностроение, 1974.

24. Митрохин Н.Н. Основы технологии производства и ремонта автомобилей. 1 ч., Москва 2002.

25. Самойлович В.Г. Экономическая оценка вариантов технических решений. Москва, 1993.

26. Манойлов В.Е. Основы электробезопасности. С.-П. Энергоатомиздат, 1985.

27. <http://poleznayamodel.ru/model/11/118290.html>

28. Захаров, А.С. 3-382 Авиационное гидравлическое оборудование ; учебное пособие / А.С. Захаров, В.И. Сабельников. – Новосибирск:Изд-воНГТУ, 2006. – 391 с. – («Учебники НГТУ»).

29. Гидравлический привод и средства автоматизации [Электронный ресурс] : электрон.учеб. пособие / В. Я. Свербилов, В. Н. Илюхин, В. Н. Решетов, Д. М. Стадник; Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т). - Электрон. текстовые и граф. дан. (3 Мбайт). - Самара, 2011. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

<http://www.sp-gidro.ru/aksialno-porshnevye-gidronasosy-v-privodakh-mobilnykh-mashin>

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЮУрГУ – 15.02.03.2018.283.00 ПЗ

Лист