

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Филиал федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(национальный исследовательский университет)»
в г. Миассе
Факультет «Машиностроительный»
Кафедра «Технология производства машин»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
И.о. заведующего кафедрой
_____ Ю.Г. Миков
« ____ » _____ 2018 г.

ГИДРОПРИВОД КРАНОВОЙ УСТАНОВКИ С ДИСТАНЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ
ГИДРОУПРАВЛЕНИЯ РАБОЧИМИ ОПЕРАЦИЯМИ

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
ЮУрГУ – 15.03.02.2018.369.00 ПЗ ВКР

Консультант, должность
Старший преподаватель
_____ / Е.С. Шапранова /
« ____ » _____ 2018 г.

Руководитель, должность
ведущий инженер АО «Техсервис»
_____ / Ю.А. Бахарев /
« ____ » _____ 2018 г.

Консультант, должность

_____/_____/_____
« ____ » _____ 2018 г.

Автор
студент группы 515
_____ / А.А. Македонов /
« ____ » _____ 2018 г.

Консультант, должность

_____/_____/_____
« ____ » _____ 2018 г.

Нормоконтролер, должность
к.т.н., доцент кафедры ТПМ
_____ / В.Г. Зезин /
« ____ » _____ 2018 г.

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		7

СОДЕРЖАНИЕ

1 ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОПРИВОДОВ В ГРУЗОПОДЪЕМНОМ ОБОРУДОВАНИИ. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ	18
1.1 Анализ применения гидроприводов в мобильном грузоподъемном оборудовании	18
1.2 Анализ конструкций приводов рабочих операций грузоподъемного оборудования. Достоинства и недостатки гидроприводов.	20
1.3 Технические требования к гидроприводам рабочих операций крановой установки	31
1.4 Задачи дипломного проектирования	32
1.5 Обоснование технико-экономической целесообразности дипломного проекта по теме, в том числе анализ возможности сокращения потерь энергии и повышения безопасности.	33
2 АНАЛИЗ И ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ ГИДРОПРИВОДА РАБОЧИХ ОПЕРАЦИЙ КРАНОВОЙ УСТАНОВКИ С АККУМУЛЯТОРНЫМ БЛОКОМ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РАБОЧИМИ ОПЕРАЦИЯМИ	35
2.1 Обоснование и выбор принципиальной схемы гидропривода с дистанционным управлением рабочими операциями	35
2.2 Состав и описание работы гидросхемы	36
3 РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГИДРОПРИВОДА	45
3.1 Расчет энергетических и силовых характеристик гидропривода. Повышение функциональных и энергетических возможностей автокрановой установки при использовании дистанционной системы управления	45
3.2 Расчет диаметров трубопроводов гидрوليний	51
3.3 Расчет потерь давления в гидросистеме	52
3.4 Расчет мощности и КПД гидропривода	54
3.5 Тепловой расчет гидропривода и определение объема бака рабочей жидкости	57
4 ВЫБОР КОМПОНЕНТОВ ГИДРОСХЕМЫ ПРИВОДА.....	59
4.1 Выбор насосного агрегата и гидродвигателей.....	59
4.2 Выбор рабочей жидкости и системы фильтрации.....	63
4.3 Выбор гидроаппаратуры привода	65
4.4 Выбор пневмогидроаккумулятора дистанционной системы управления .	72
4.4.1 Описание работы ПГА в системе гидроуправления распределителями	72
4.4.2 Принципиальная схема подключения ПГА	74
4.4.3 Графики изменения параметров пневмогидроаккумуляторов.....	76
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	80
5.1 Меры безопасности при работе крана.....	80
5.2 Меры безопасности при проведении работ вблизи линий электропередач (ЛЭП)	84
5.3 Меры пожарной безопасности.....	86
5.4 Меры безопасности в аварийных ситуациях	87

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	N Докум	Подпись	Дата		13

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	90
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	92
ПРИЛОЖЕНИЯ	
8 графических частей на	
2 листах ф. А3	
6 листах ф. А1	
Спецификация на 5 листах ф. А4	

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		14

ВВЕДЕНИЕ

Увеличение объемов монтажно-строительных работ приводит к совершению большего количества погрузочно-разгрузочных операций, при этом современные реалии диктуют повышенные требования к специальной технике, и с каждым днём она должна обладать всё более совершенными характеристиками такими как скорость, грузоподъёмность, мобильной и т.д.

Широкое использование гидроприводов в мобильной строительной технике определяется рядом их существенных преимуществ перед другими типами приводов и, прежде всего возможностью получения больших усилий и мощностей при ограниченных размерах гидродвигателей. Гидроприводы обеспечивают широкий диапазон бесступенчатого регулирования скорости (при условии хорошей плавности движения), возможность работы в динамических режимах с требуемым качеством переходных процессов, защиты системы от перегрузки и точный контроль действующих усилий. С помощью гидроцилиндров удаётся получить прямолинейное движение без кинематических преобразований, а также обеспечить определённое соотношение скоростей прямого и обратного ходов.

В современных крановых установках с дистанционной системой управления рабочими операциями требуется реализация множества различных движений. Компактные гидродвигатели легко встроить в крановую установку и соединить трубопроводами с насосной установкой, имеющий один или два насоса. Такая система открывает широкие возможности для контроля и оптимизации рабочих процессов, легко поддаётся модернизации, состоит, главным образом, из унифицированных изделий, серийно выпускаемых специализированными заводами. К основным преимуществам гидропривода следует отнести также достаточно высокое значение КПД, повышенную жёсткость и долговечность.

Гидроприводы имеют и недостатки, которые ограничивают их использование. Это потери на трение и утечки, снижающие КПД гидропривода

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		15

и вызывающие разогрев рабочей жидкости. Внутренние утечки через зазоры подвижных элементов в допустимых пределах полезны, поскольку улучшают условия смазывания и теплоотвода, в то время как наружные утечки приводят к повышенному расходу масла, загрязнению гидросистемы и рабочего места. Необходимость применения фильтров тонкой очистки для обеспечения надёжности гидроприводов повышает стоимость последних и усложняет техническое обслуживание. Работоспособность резко снижается при попадании воздуха и воды в минеральное масло. Изменение вязкости масла при его разогреве приводит к изменению скорости движения рабочих органов. Узлы гидропривода весьма трудоёмки в изготовлении. В связи с наличием внутренних утечек затруднена точная координация движения гидродвигателей.

Целью дипломного проекта является разработка гидропривода крановой установки с дистанционной системой гидроуправления рабочими операциями.

Целью выпускной квалификационной работы является проектирование привода крановой установки с дистанционной системой управления рабочими операциями, заключающееся в выборе гидроцилиндра, гидронасоса, гидрораспределителя и пневмогидроаккумулятора, позволяющего в аварийной ситуации дистанционно привести в нейтральное положение рабочие органы, введением гидравлического расчета.

Для этого решены следующие задачи:

- проведен анализ конструкции и принципа работы механизма подъема;
- рассмотрена принципиальная гидравлическая схема механизма подъема;
- произведен расчет основных параметров и выбраны элементы гидрооборудования;
- определено влияние внешних воздействий на гидропривод;
- выбрана система технической диагностики и технического обслуживания;
- составлен перечень критериев отказов и предельных состояний элементов гидропривода, как технической системы;

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		16

- проведен анализ безопасности жизнедеятельности и функционирования гидропривода в составе изделия.

Дипломный проект состоит из пояснительной записки и графической части. В первом разделе пояснительной записки рассмотрено применение гидроприводов в мобильной строительной технике, требования к гидроприводу и задачи дипломного проектирования. Во втором разделе приведен анализ и обоснование выбора принципиальной схемы разрабатываемого гидропривода. В третьем разделе приведен расчет основных характеристик гидропривода, в четвертом – выбор компонентов гидросхемы привода. Пятый раздел посвящен вопросу безопасности жизнедеятельности при эксплуатации гидросистемы. В конце работы приведено заключение и библиографический список.

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		17

1 ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОПРИВОДОВ В ГРУЗОПОДЪЕМНОМ ОБОРУДОВАНИИ. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1.1 Анализ применения гидроприводов в мобильном грузоподъемном оборудовании

1.1.1 Автомобильный кран КС-55722-1 грузоподъемностью 25 тонн с телескопической трехсекционной стрелой на шасси автомобиля «УРАЛ 55571 0001252-10» (далее кран) предназначен для выполнения строительных, монтажных и погрузочно-разгрузочных работ.

Кран может выполнять следующие операции:

- а) передвижение по всем видам автомобильных дорог и в полевых условиях (бездорожье);
- б) грузовые операции по подъему и перемещению груза с телескопической стрелой;
- в) грузовые операции по подъему и перемещению груза со стрелой, оборудованной удлинителем;
- г) телескопирование груза (перемещение груза при выдвигании, втягивании секций стрелы).

Все крановые операции выполняются на выдвинутых опорах и отгоризонтированном кране.

Все операции с грузом выполняются в рабочих зонах.

Вращение поворотной рамы при втянутых секциях стрелы без груза в круговой зоне (360° без ограничения).

Кран должен эксплуатироваться в условиях умеренного климата, категория размещения 1 по ГОСТ 15150 при температуре окружающего воздуха плюс 40 до минус 40°C.

После нахождения крана при температуре от минус 40 до минус 50°C перед дальнейшей эксплуатацией выполнить очередное техническое освидетельствование.

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		18

Общий вид крана в рабочем положении приведен на рисунке 1.

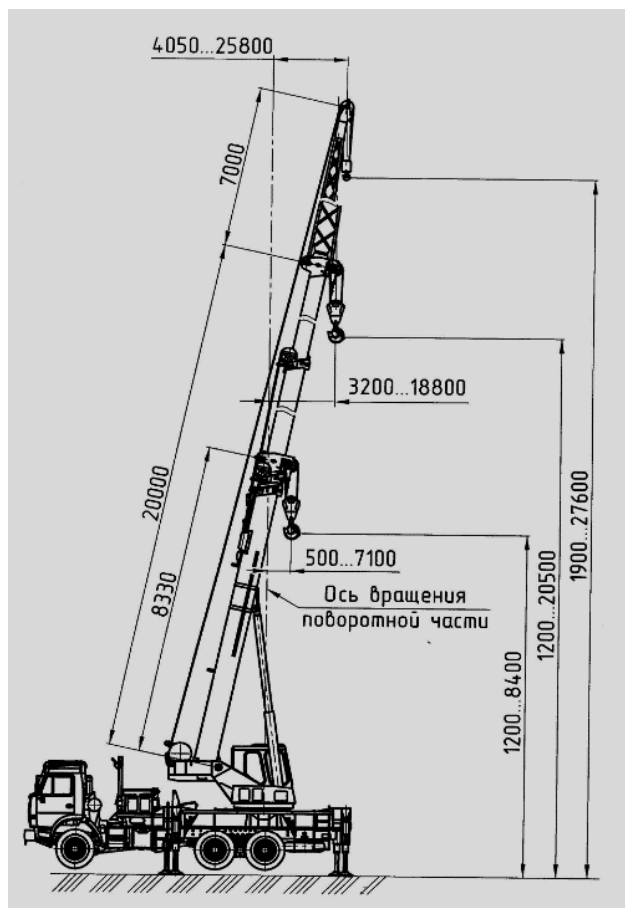


Рисунок 1 – Общий вид крана в рабочем положении

Общий вид крана в транспортном положении представлен на рисунке 2.

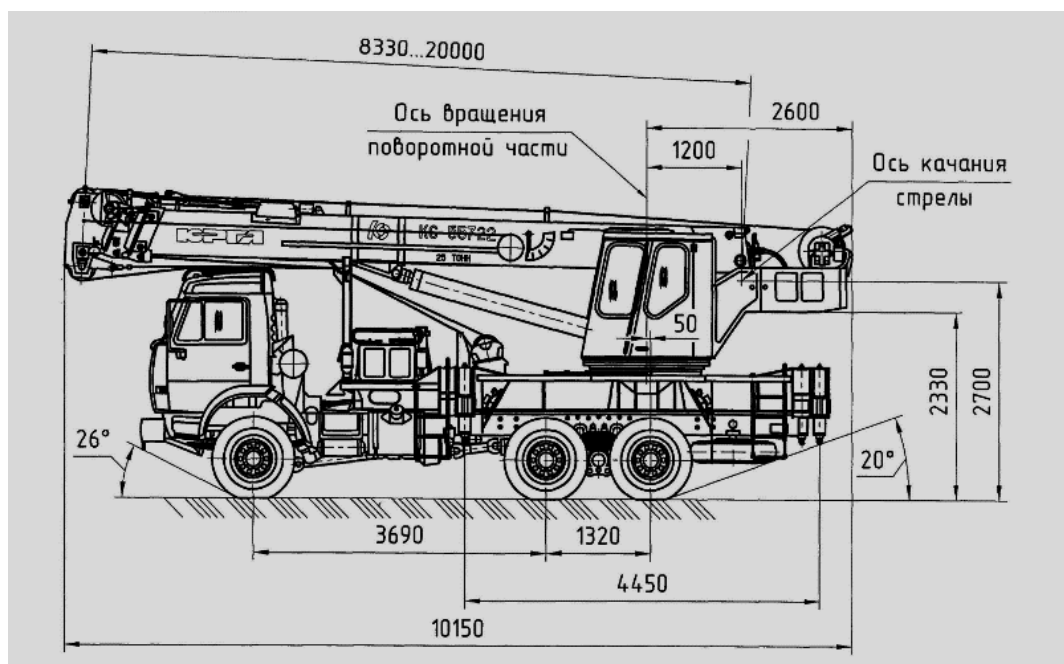


Рисунок 2 – Общий вид крана в транспортном положении

1.1.2 Грузовые характеристики грузоподъемности крана в зоне основной грузовой характеристики для телескопической стрелы указаны в таблице 1.

Таблица 1 –грузовысотные характеристики

Вылет, м	Длина стрелы				
	8,33	11,05	14,16	17,28	20,00
	Грузоподъемность, т				
3,0	25,0	17,3	12,0	9,2	-
3,2	24,6	16,9	11,6	8,9	7,3
3,5	22,8	16,3	11,2	8,6	7,0
4,0	18,3	15,5	10,5	8,0	6,5
4,5	14,8	13,9	10,0	7,6	6,0
5,0	12,3	11,5	9,4	7,1	5,6
6,0	8,7	8,3	7,8	6,3	4,9
7,0	6,6	6,3	6,0	5,6	4,4
8,0	-	5,0	4,8	4,5	3,9
9,0	-	4,1	3,9	3,7	3,6
10,0	-	-	3,2	3,1	3,0
12,0	-	-	2,4	2,3	2,2
14,0	-	-	-	1,7	1,6
16,0	-	-	-	1,3	1,2
18,8	-	-	-	-	0,9

1.2 Анализ конструкций приводов рабочих операций грузоподъемного оборудования. Достоинства и недостатки гидроприводов.

1.2.1 Грузоподъемный кран модели КС-55722-1 — это стреловой самоходный кран на полноприводном автомобильном шасси «УРАЛ 55571-0001252-10».

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		

Кран оборудован внешними световыми приборами в соответствии с Правилами (ЕЭК.ООН №1-01, №7-02, №20-02, №23-02, №48-01). На частях крана, представляющих повышенную опасность при эксплуатации, нанесена предупреждающая окраска в соответствии с требованиями ГОСТ-12.2.058-81 и «Правил дорожного движения» в виде чередующихся диагональных полос белого и красного цвета.

Основные узлы и механизмы крана представлены на рисунке 3.

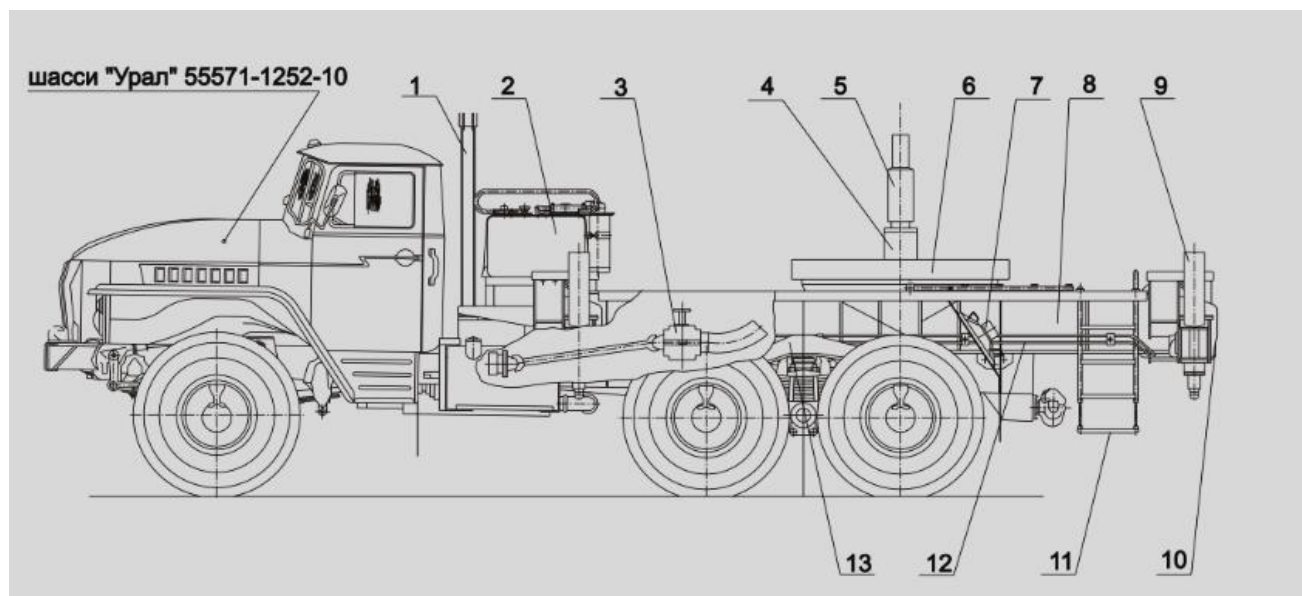


Рисунок 3 – Ходовая часть

1-установка опоры стрелы, 2 – установка масляного бака, 3 –установка привода насосов 4 – установка коллектора, 5 – вращающееся контактное устройство, 6 – установка опорно-поворотного устройства, 7 – установка опорных пят, 8 – установка рамы, 9 – установка выдвижных опор, 10 – электрооборудование, 11 – установка площадок и лестниц, 12 – гидрооборудование, 13 - -механизм блокировки рессор задней подвески.

1.2.2 Привод насосов - цилиндрический зубчатый редуктор с приводом от коробки дополнительного отбора мощности шасси через карданный вал. (рисунок 4)

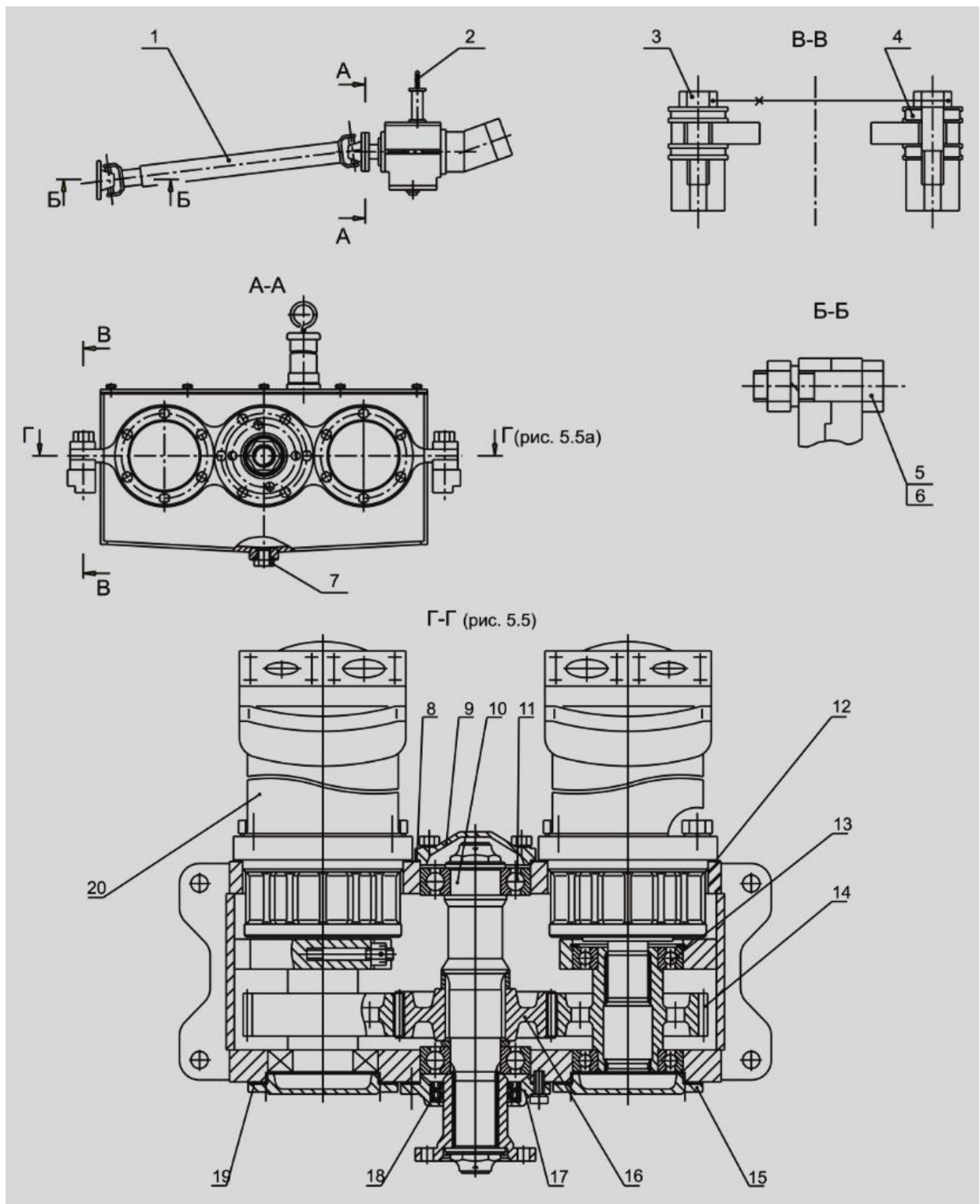


Рисунок 4 – Привод насосов

1 – вал карданный, 2 – маслоуказатель, 3,5 – болт М16, 4 – амортизатор,
 6 – гайка, 7 – пробка, 8,12,19 – прокладка, 9,15,17 – крышка, 10 – вал,
 11,13 – подшипник, 14 – шестерня, 16 – колесо зубчатое, 18 – манжета,
 20 - насос

1.2.3 Выносные опоры - выдвижные балки коробчатого сечения, из высокопрочной стали ($\sigma_T \geq 75 \text{ кг/см}^2$) с гидроцилиндрами вывешивания крана. (рис. 5).

Управление выносными опорами - секционный гидрораспределитель с механическим (ручным) управлением, рукоятки вынесены к задней поперечной балке опорной рамы.

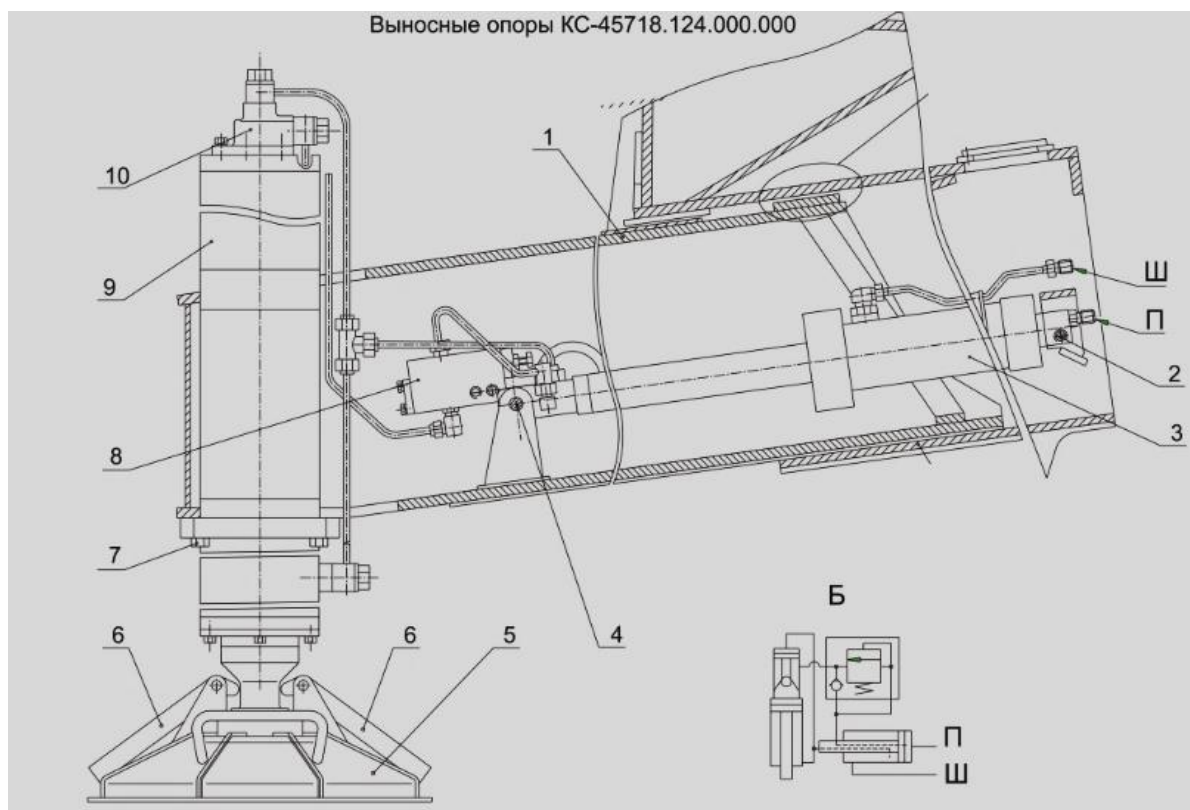


Рисунок 5 – Выносные опоры

1 – балка выдвижная, 2,4 – ось, 3 – гидроцилиндр, 5 – пятка, 6 – рычаг, 7 – болт М12, 8 – блок клапанов, 9 - гидроцилиндр

1.2.4 Механизм поворота - редуктор планетарный с дисковым нормально замкнутым тормозом и приводом от гидромотора.

Механизм поворота предназначен для реверсивного вращения поворотной части и состоит из редуктора механизма вращения (рисунок 6), представляющего собой планетарный редуктор с дисковым нормально-замкнутым тормозом и приводом от гидромотора.

Крутящий момент от гидромотора 1 (рисунок 6) через шлицевую втулку 5 передается валу-шестерне 11, которая приводит во вращение сателлиты 35.

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		23

Сателлиты 35, обкатываясь по соответствующим зубьям венца 29, приводят, во вращение водило 33. В свою очередь водило 33, через солнечное колесо 12 вращает сателлиты 32, которые, обкатываясь по соответствующим зубьям венца 29, приводят, во вращение водило 30. Водило 30, через солнечную шестер-

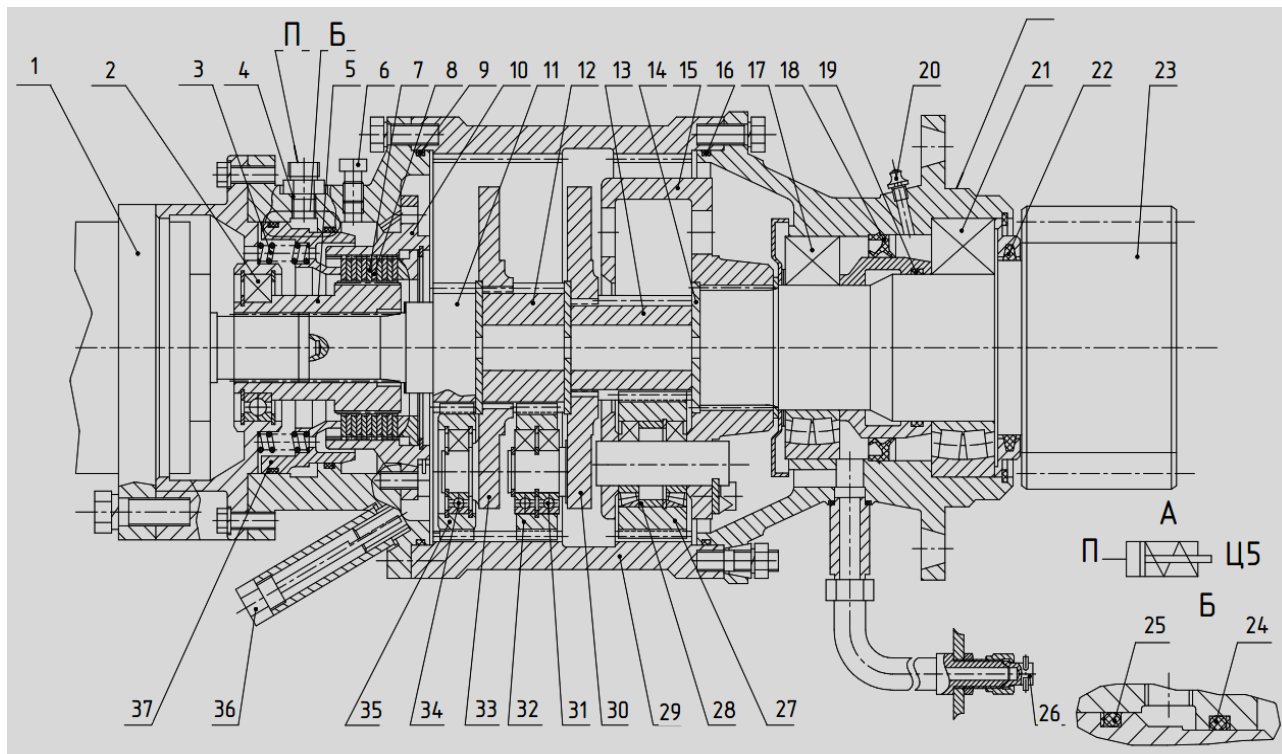


Рисунок 6 – Редуктор механизма вращения

ню 13, приводит во вращение сателлиты 27, которые, обкатываясь по соответствующим зубьям венца 29, приводят во вращение, водило 15 с вал-шестерней 23. Вал шестерня, обкатываясь по венцу опорно-поворотного устройства, вращает поворотную раму. Между валом шестерней 11 колесом солнечным 12, колесом солнечным 13 и вал шестерней 23 установлены шайбы упорные 14, имеющие высокую твердость поверхностей, по которым происходит скольжение валов шестерен 11, 23 и солнечных колес 12, 13 при их вращении с различными угловыми скоростями.

Тормоз нормально-замкнутый, дисковый. Внутренние диски 7 соединены шлицами с шлицевой втулкой 5, а наружные диски 8 соединены с неподвижной шлицевой втулкой 10. Диски прижимаются друг к другу пружинами 3,

						15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата			

упирающимися с одной стороны в шток 37, а с другой стороны в неподвижный корпус, к которому крепиться гидромотор 1. При подаче давления в полость П шток 37 сжимает пружины 3, освобождая тем самым диски, и тормоз размыкается.

Уровень масла в редукторе определяется по контрольным меткам щупа 36. Заполнение маслом редуктора выполнять через отверстие при снятом щупе 36 до появления его из контрольного отверстия, закрытого пробкой 6. Слив масла выполнять через отверстие, закрытое пробкой 26. Смазку подшипников 21 выполнять через масленку 20.

1.2.5 Механизм подъема груза - лебедка со встроенным планетарным редуктором, с двумя ленточными нормально замкнутыми тормозами и приводом от регулируемого гидромотора, предназначена для подъема и опускания крюковой подвески (груза).

Планетарный редуктор, встроен в барабан 1 (рисунок 7), который через два кронштейна по краям крепится болтами к поворотной раме крана.

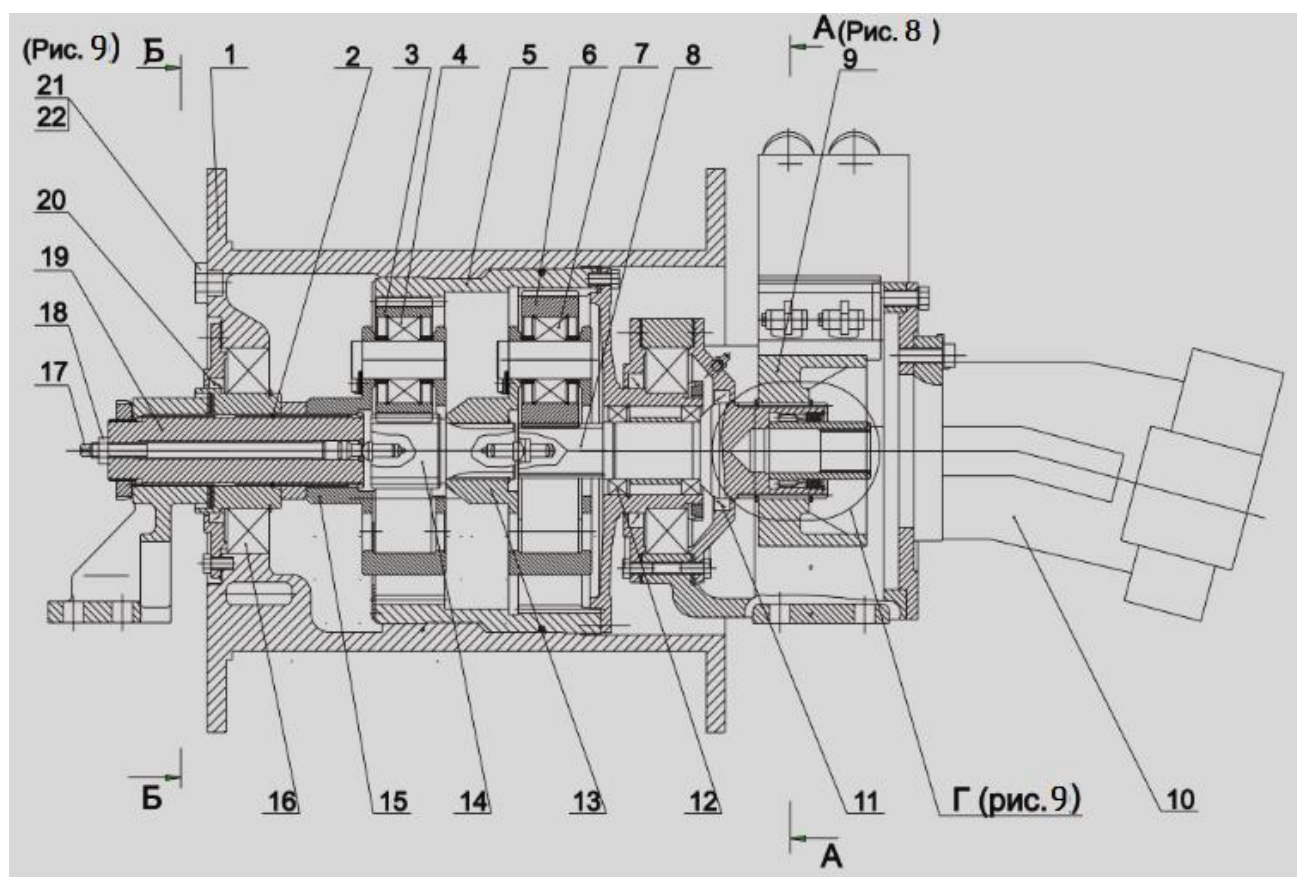


Рисунок 7 – Лебедка грузовая

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		25

Крутящий момент от гидромотора 10 через полумуфту передается валу 8, который приводит во вращение сателлиты шестерни 6, находящиеся в зацеплении с ним. Сателлиты шестерни 6, обкатываясь по соответствующим зубьям венца 5, вращают водило 13, соединенное шлицами с солнечной шестерней 14, которая находится в зацеплении с сателлитами шестернями 3. Шестерни 3 установлены на осях водила 15, которое стопорится от вращения неподвижным валом 19. Сателлиты шестерни 3, взаимодействуя с соответствующими зубьями венца 5, вращают его и далее барабан 1. Таким образом, крутящий момент на барабане 1 складывается из крутящих моментов, действующих на зубьях венца 5 от воздействия сателлитов обеих планетарных ступеней лебедки.

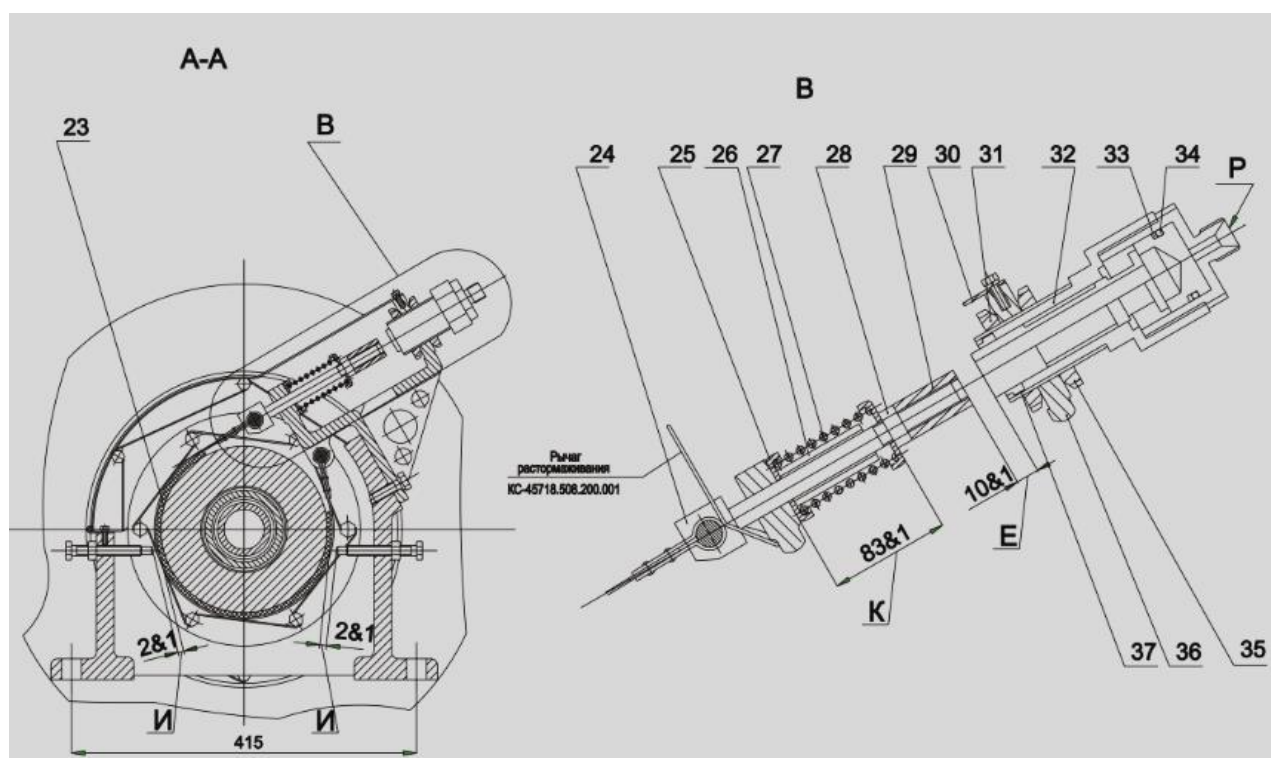


Рисунок 8 – Лебедка грузовая (А-А)

1.2.6 Телескопическая стрела - трёхсекционная коробчатого сечения с синхронным выдвиганием-втягиванием двух секций.

Механизм телескопирования секций стрелы - гидроцилиндр с гидрозамком, гидравлическим устройством торможения в конце хода и система полиспадов, обеспечивающих выдвигание и втягивание секций стрелы.

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		26

Телескопирование (выдвижение-втягивание) секций стрелы выполняется гидроцилиндром 5 (рисунок 9) и канатным механизмом, обеспечивающим синхронное выдвижение верхней секции стрелы 1 вместе со средней секцией 2, выдвигаемой гидроцилиндром 5.

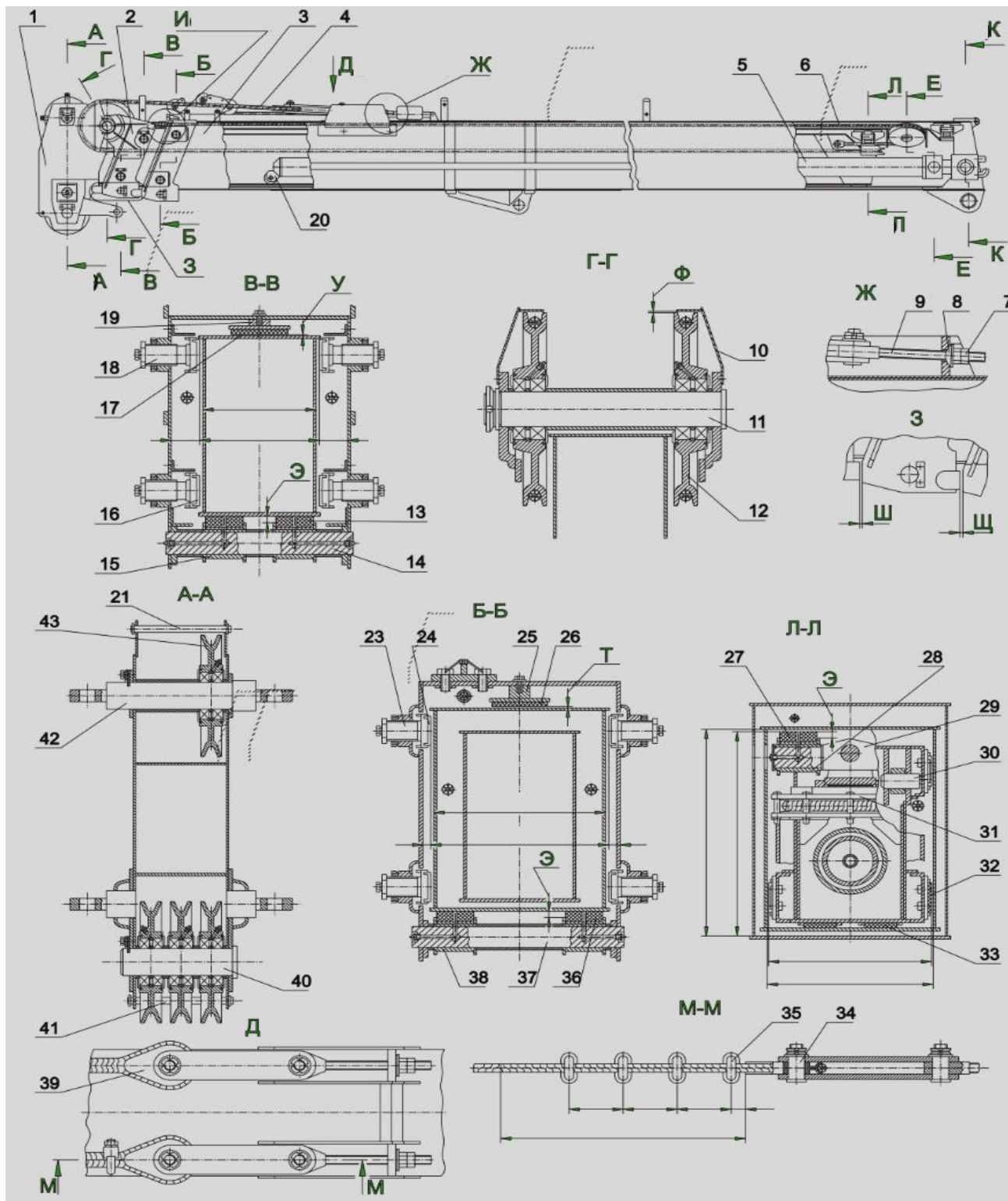


Рисунок 9 – Состав телескопической стрелы

Канат 4 проходит через неподвижный полублок 31 верхней секции 1, блоки 12, установленные на оси 11 в кронштейнах средней секции. Концы каната закреплены в кронштейнах нижней секции 3 коушами 39, зажимами 35, осями 34, и тягами 9 с гайками 7. Гайки 7 позволяют выполнить регулировку натяжения каната.

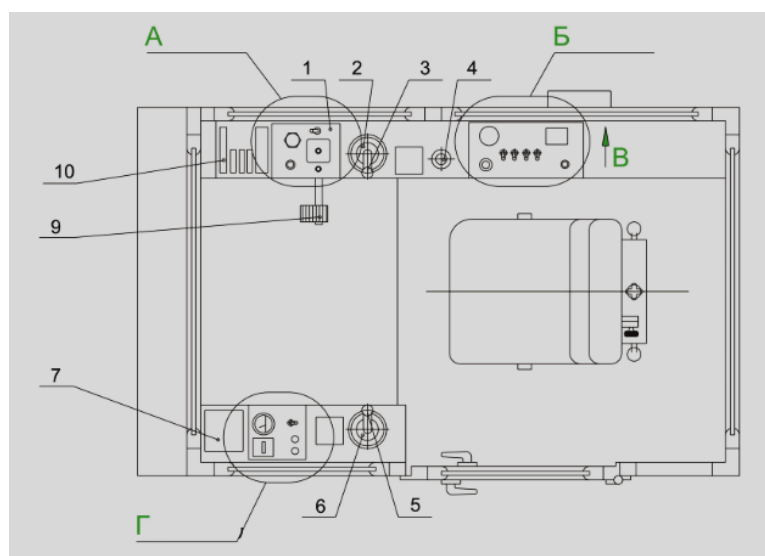
Для поддержания грузового каната на секциях установлены вращающиеся ролики.

1.2.7 Управление крановыми операциями секционные гидрораспределители с пропорциональным гидравлическим управлением от блоков из кабины крановщика.

Управление оборотами двигателя из кабины крановщика педаль, соединённая тросовой системой с регулятором топливного насоса высокого давления двигателя.

Остановка двигателя из кабины крановщика кнопка в кабине крановщика, управление электропневматическое пневмоцилиндром отключения подачи топлива и двумя пневмоцилиндрами вспомогательного торможения.

Кабина крановщика закрытая, одноместная с открывающимся верхним люком, с регулируемым сидением, со стеклоочистителем, вентилятором, противосолнечным козырьком, отопительной установкой, системой распределения тёплого воздуха для обогрева и обдува лобового стекла (рисунок 10).



					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		28

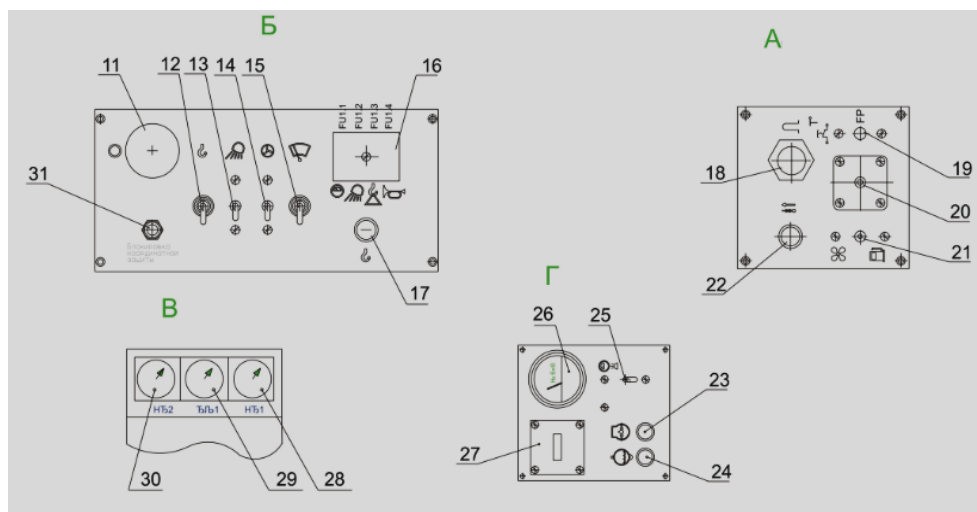


Рисунок 10 – Органы управления и контроля кабины крановщика

Наименование и назначение органов управления и контроля приведено в таблице 2.

Таблица 2 – Органы управления и контроля

Позиция	Наименование	Обозначение в схемах	Назначение
1	Пульт отопителя		Управление работой отопителя
2	Блок управления	БУ1	Выдвижение-втягивание телескопической стрелы, подъем-опускание крюка
3	Кнопка управления регулятором гидромотора	S18	Управления регулятором гидромотора лебедки для изменения скорости вращения
4	Указатель угла наклона крана		
5	Кнопка сигнала	S6	
6	Блок управления	БУ2	
7	Таблички грузовых характеристик		Графическая информация о допустимой грузоподъемности крана при различных конфигурациях рабочего оборудования и зонах работы
9	Педаля топливоподачи		Изменение подачи топлива, изменение числа оборотов двигателя

Продолжение таблицы 2 – Органы управления и контроля

Позиция	Наименование	Обозначение в схемах	Назначение
10	Блок обработки данных БОД	A1	Обеспечивает совместно с датчиками комплекта ограничителя нагрузки ОНК-140-48М формирование ограничений: грузоподъемности, в зависимости от конфигурации рабочего оборудования и зон работы, координатной защиты, безопасности работы вблизи ЛЭП и ограничение скоростных режимов.
11	Кнопка останова двигателя	S20	Аварийный останов двигателя шасси
12	Выключатель крановых операций	S19	Включение электропитания приборов крана
13	Выключатель фары на стреле	S4	Включение фары на стреле
14	Выключатель вентилятора	S3	Включение вентилятора
15	Выключатель стеклоочистителя	S5	Включение стеклоочистителя
16	Блок предохранителей	FU1	Защита электрических цепей от перегрузки
17	Контрольная лампа включения крановых операций	HL2	Сигнализирует о включении крановых операций
18	Спираль контроля накала свечи	3ЕК2	Сигнализирует о нагреве свечи накаливания отопителя
19	Термопредохранитель	3FP1	Защищает цепи отопителя от перегрузки и замыканий
20	Кнопка включения реле перегрева	3К1	Обеспечивает возврат защитного реле в исходное положение
21	Переключатель режимов работы отопителя	3SA1	Переключает режимы работы отопителя
22	Контрольная лампа	3HL1	Сигнализирует о работе отопителя
23	Сигнальная лампа давления масла двигателя	HL7	Сигнализирует о падении давления в системе смазки двигателя
24	Сигнальная лампа перегрева двигателя	HL5	Сигнализирует о предельной температуре жидкости в системе

15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ

Лист

30

Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата

Продолжение таблицы 2 – Органы управления и контроля

Позиция	Наименование	Обозначение в схемах	Назначение
25	Выключатель подсветки приборов	S1	Включение подсветки приборов
26	Указатель температуры масла	PK1	Показывает температуру масла в гидросистеме крана
27	Счетчик времени наработки	PT	Учет времени работы
28	Указатель давления	MH5	Измерение давления в контуре насоса HA1
29	Указатель давления	MH7	Измерение давления в контуре управления
30	Указатель давления	MH6	Измерение давления в контуре насоса HA2
31	Выключатель блокировки координатной защиты	SA21	Блокировка выходных реле ограничителя ОНК-140-48М

1.3 Технические требования к гидроприводам рабочих операций крановой установки

1.3.1 К разрабатываемому гидравлическому приводу крановой установки предъявлены следующие технические требования:

- Номинальное давление рабочей жидкости в гидравлических контурах крановой установки – 20 МПа;
- Максимальное давление рабочей жидкости в гидравлических контурах крановой установки – 40 МПа;
- Минимальное давление рабочей жидкости в гидравлических контурах крановой установки – 3 МПа;
- Номинальный расход в гидросистеме гидравлического контура крановой установки – 127 л/мин;

15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ

Лист

31

Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата
-----	------	---------	---------	------

- Диапазон эксплуатационных температур от -40°C до $+50^{\circ}\text{C}$;
- Расчет параметров пневмогидроаккумулятора.
- Время непрерывной работы – 4 часа.

1.4 Задачи дипломного проектирования

1.4.1 Целью выпускной квалификационной работы является проектирование гидропривода крановой установки с дистанционной системой гидроуправления рабочими операциями, заключающееся в выборе гидроцилиндра, гидромотора, гидронасоса, гидрораспределителей и прочих гидроагрегатов, проведении гидравлического расчета.

Для этого необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ конструкции и принципа работы крановой установки;
- выбрать принципиальную схему гидравлического привода крановой установки с дистанционной системой гидроуправления рабочими операциями;
- рассмотреть принципиальную гидравлическую схему крановой установки;
- произвести расчет основных параметров гидропривода:
 - расчет энергетических и силовых характеристик гидропривода;
 - расчет диаметров трубопроводов гидролиний;
 - расчет потерь давления в гидросистеме;
 - тепловой расчет гидропривода;
 - расчет энергетической эффективности гидропривода;
- выбрать элементы гидрооборудования:
 - насосный агрегат;
 - трубопроводы гидролиний;
 - гидроаппаратуру привода;
 - гидродвигатели;
 - рабочую жидкость;

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		32

- провести анализ безопасности жизнедеятельности и функционирования гидропривода в составе изделия;

- выполнить перечень графического материала:

- схема гидравлическая принципиальная гидропривода крановой установки;
- габаритный чертеж гидромотора грузовой лебедки;
- габаритный чертеж гидрораспределителя с аккумуляторным блоком дистанционного управления;
- габаритный чертеж пневмогидроаккумулятора с блоком клапанов;
- чертежи деталей пневмогидроаккумулятора.

1.5 Обоснование технико-экономической целесообразности дипломного проекта по теме, в том числе анализ возможности сокращения потерь энергии и повышения безопасности.

1.5.1 В аккумуляторном гидроприводе, используемом в системах с кратковременным рабочим циклом, рабочая жидкость подается в исполнительные цилиндры посредством специальных блоков гидроуправления золотниками распределителей от предварительно заряженного пневмогидроаккумулятора.

Аккумуляторный блок крановой установки предназначен для питания системы гидравлического управления золотниками моноблочных распределителей и создания давления управления. В случае отказа приводящего насоса дизеля аккумулятор позволяет выполнить 5...10 переключений золотников в распределителе, например опустить стрелу или снять реактивное давление в гидродвигателях при ремонте или замене рабочего оборудования.

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		
						33

Гидравлическое управление золотниками гидрораспределителя с применением специальных блоков позволяет также значительно снизить усилия на рычагах по сравнению с механическим управлением и обеспечить четкость работы при различных скоростях перемещений рабочих органов.

В пневмогидроаккумуляторе используется свойство газа значительно сжиматься и воздействовать на практически несжимаемую жидкость (сжатый газ, воздействуя на жидкость, также находящуюся под давлением, работает как «пружина»).

1.5.2 В конструктивном плане пневмогидроаккумулятор (ПГАК) представляет собой неразборный (опломбированный) закрытый стальной баллон, заправленный газом (технический азот 1-го или 2-го сорта с точкой росы не выше -30°C) под давлением 0,65 МПа. Заправка (зарядка) газом осуществляется через специальное приспособление, наворачиваемое на штуцер крышки его баллона.

В процессе эксплуатации ПГАК накапливает энергию в виде определенного объема жидкости под давлением (до 20 МПа) в моменты ее малого потребления гидродвигателями и компенсирует недостаток при большом потреблении в гидросистеме, а также при отказе двигателя позволяет вернуть рабочий орган в исходное положение.

Наличие пневмогидроаккумулятора оптимизирует работу привода и позволяет применять в гидросистеме насос с меньшей подачей, уменьшает потери энергии из-за слива излишка жидкости, повышает КПД гидропривода в целом. В этом случае гидронасос можно выбирать не по максимальному расходу рабочей жидкости в системе привода, а всего на 5...10% больше среднего расхода $Q_{\text{ср}}$ за цикл работы гидросистемы.

Преимущества пневмогидроаккумулятора: малый вес, сравнительно большой запас жидкости; возможность эксплуатации в любом положении.

Недостаток: непостоянство давления рабочей жидкости в аккумуляторе.

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		34

2 АНАЛИЗ И ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ ГИДРОПРИВОДА РАБОЧИХ ОПЕРАЦИЙ КРАНОВОЙ УСТАНОВКИ С АККУМУЛЯТОРНЫМ БЛОКОМ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РАБОЧИМИ ОПЕРАЦИЯМИ

2.1 Обоснование и выбор принципиальной схемы гидропривода с дистанционным управлением рабочими операциями

2.1.1 Работа гидравлического привода (для гидросистемы выносных опор и гидропривода крановых операций) может выполняться одновременно двумя аксиально-поршневыми насосами, путем их совмещения, а работа гидравлического контура одним насосом.

Подача рабочей жидкости, электрических сигналов, с ходовой части на поворотную часть и обратно выполняется соответственно через гидравлический коллектор и электрическое вращающееся контактное устройство (ВКУ).

Управление гидроприводом выносных опор - секционный гидрораспределитель с ручным управлением, рукоятки которого вынесены к задней поперечной балке опорной рамы.

Гидравлический привод крановой установки выполнен по открытой гидравлической схеме и предназначен для передачи механической энергии от двигателя к насосу, а от него механизмам стрелоподъемным и поворотным, телескопирования и лебедки.

Принципиальная гидравлическая схема гидропривода крановой установки приведена в графических материалах, представляет собой регулируемый объемный гидропривод, состоящий из системы дистанционного гидроуправления крановыми операциями, силовой системы привода на гидродвигатели: грузовой лебедки, механизмов телескопирования, поворота, подъема стрелы и системы гидропривода для выносных опор.

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		
						35

2.2 Состав и описание работы гидросхемы

2.2.1 Работа гидропривода обеспечивается двумя аксиально-поршневыми насосами НА1 и НА2, установленными на ходовой части крана. Каждый насос питает свой контур гидродвигателей исполнительных механизмов.

Подача рабочей жидкости на поворотную часть выполняется по каналам Н2, Н3 коллектора КЦ1 и далее через секционные гидрораспределители с дистанционным управлением Р1, Р2 к гидродвигателям исполнительных механизмов.

От гидродвигателей рабочая жидкость направляется через гидрораспределители Р1, Р2 по каналам С2, С3 коллектора КЦ1 к фильтрам Ф2, Ф3 и сливается в бак Б1.

При нейтральном положении золотников гидрораспределителей Р1, Р2 их переливные каналы обеспечивают свободную перетечку рабочей жидкости напрямую в сливные каналы коллектора.

Скорости гидродвигателей изменяются пропорционально производительности насосов (частоте вращения двигателя шасси) и пропорционально величине перемещения золотников гидрораспределителей Р1, Р2 от нейтрального положения (величине угла отклонения рукояток блоков управления БУ1, БУ2).

2.2.2 Предохранительные клапаны КП1 и КП2, встроенные в гидрораспределители Р1, Р2, обеспечивают защиту гидропривода от перегрузок.

Штуцер под заглушкой ВН5 на фильтре Ф3 или на сливном трубопроводе предназначен для установки манометра и контроля давления в сливной магистрали.

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		36

2.2.3 Гидрораспределитель Р1 обеспечивает регулируемую подачу рабочей жидкости от насоса НА1 к гидромотору М1 грузовой лебедки и гидроцилиндру телескопирования Ц1:

а) При подаче управляющего давления от блока БУ1 дистанционного управления под правый или левый торец золотника I гидрораспределителя Р1 происходит перемещение золотника в нужную позицию и выполняется подача рабочей жидкости к гидромотору М1. При этом рабочая жидкость от магистрали управления через клапан логический КИ2 подается к гидроразмыкателям Ц2, Ц3 тормоза. Гидромотор начинает вращать барабан грузовой лебедки. Направление вращения определяется позицией золотника.

Тормозной клапан КТ2 обеспечивают равномерную скорость опускания груза, автоматический останов и фиксацию гидромотора грузовой лебедки при падении давления в гидросистеме или в случае повреждения подводящих магистралей.

Встроенный в КТ2 предохранительный клапан защищает контур гидромотора М1 с тормозным клапаном КТ2 от превышения давления при пусках и остановках гидромотора во время опускания груза.

Регулируемый дроссель ДР32 (демпфер) обеспечивает плавное управление тормозным клапаном КТ2

Ускоренный режим работы грузовой лебедки обеспечивается путем уменьшения рабочего объема регулируемого гидромотора М1 при помощи гидрораспределителя с электроуправлением Р3.

Дроссель ДР1 обеспечивает сброс давления для включения тормозов грузовой лебедки при прекращении подачи рабочей жидкости к гидроразмыкателям Ц2, Ц3.

Для аварийного опускания груза предусмотрен вентиль в тормозном клапане КТ2.

б) При подаче управляющего давления от блока БУ1 под правый или левый торец золотника II гидрораспределителя Р1 происходит перемещение

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		37

золотника в нужную позицию и выполняется подача рабочей жидкости к гидроцилиндру телескопирования Ц1.

Тормозной клапан КТ1 (со встроенным гидрозамком) обеспечивает равномерную скорость втягивания секций стрелы, а также защиту (останов) от самопроизвольного втягивания секций стрелы в случае прекращения операции телескопирования или повреждения подводящих магистралей.

Ограничение максимальной скорости втягивания секций стрелы обеспечивается регулировкой хода золотника гидрораспределителя при помощи толкателя ТЗ.

Дроссели ДР2, ДР14 соединяют с дренажной магистралью магистрали подвода к гидроцилиндру телескопирования Ц1, исключая его самопроизвольное движение, сливая в дренаж утечки при нейтральном положении золотника П.

Штуцеры под заглушками ВН6, ВН7 предназначены для подсоединения ручного насоса Н1 при аварийном втягивании секций стрелы.

В сливной магистрали гидрораспределителя установлен датчик температуры масла УК1.

2.2.4 Гидрораспределитель Р2 обеспечивает регулируемую подачу рабочей жидкости от насоса НА2 к гидромотору М2 механизма поворота и к гидроцилиндру Ц6 подъема стрелы или в систему гидропривода выносных опор:

а) При подаче управляющего давления от блока БУ2 дистанционного управления под правый или левый торец золотника I гидрораспределителя Р2 происходит перемещение золотника в нужную позицию и выполняется подача рабочей жидкости к гидромотору М2 механизма поворота. Поток рабочей жидкости поступает к гидромотору через клапана давления КД5 или КД6 далее в блок БОПК-25.1 обратно предохранительных клапанов. Часть потока направляется через логический клапан КИ1 на гидроразмыкатель Ц5 для растормаживания тормоза, а другая в гидромотор для его вращения после чего

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		38

она поступает в клапан давления КД6 или КД5 и при достижении давления его настройки направляется в сливную магистраль гидрораспределителя. Направление вращения определяется позицией золотника.

Защита контура гидромотора М2 от превышения давления при пусках и остановках выполняется клапанами блока БОПК-25.1, а плавность страгивания обеспечивают клапаны давления КД5, КД6 встроенные в гидрораспределитель Р2.

Штуцеры под заглушками ВН8, ВН9 предназначены для установки контрольных манометров при выполнении операции регулирования.

Дроссель ДР10 обеспечивает сброс давления для включения тормоза при прекращении подачи рабочей жидкости к гидроразмыкателю Ц5.

б) При подаче управляющего давления от блока БУ2 дистанционного управления под правый или левый торец золотника II, происходит перемещение золотника в нужную позицию и выполняется подача рабочей жидкости к гидроцилиндру Ц6 механизма подъема стрелы.

Тормозной клапан КТ3 (со встроенным гидрозамком) обеспечивает равномерную скорость опускания стрелы, а также защиту (останов) от самопроизвольного опускания стрелы в случае повреждения подводящих магистралей.

Ограничение максимальной скорости опускания стрелы обеспечивается регулировкой хода золотника гидрораспределителя при помощи толкателя Т2.

Дроссели ДР8, ДР9 соединяют с дренажной магистралью магистрали подвода к гидроцилиндру Ц6 подъема стрелы, исключая его самопроизвольное движение, сливая в дренаж утечки при нейтральном положении золотника II.

Штуцеры под заглушками ВН10, ВН11 предназначены для подсоединения ручного насоса Н1 при аварийном опускании стрелы.

в) При подаче давления от распределителя Р6 под правый торец золотника III происходит его перемещение и в связи с тем, что отводы секций заглушены, происходит повышение давления в магистрали насоса НА2.

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		
						39

Величина давления регулируется ограничением перемещения золотника при помощи толкателя Т1. Рабочая жидкость под давлением начинает поступать к распределителям Р10, Р9 гидросистемы выносных опор.

2.2.5 Система гидропривода выносных опор предназначена для установки крана на выносные опоры или снятия его с выносных опор.

Штуцеры под заглушками ВН18, ВН19 предназначены для установки манометров при настройке системы и для подсоединения ручного насоса Н1 при аварийном переводе выносных опор в транспортное положение.

При включении гидрораспределителя с электроуправлением Р6 рабочая жидкость под давлением начинает поступать к распределителям Р10, Р9 ручного управления и далее в зависимости от положения органов управления поступает в гидроцилиндры для установки крана на опоры или его снятия.

Установка крана на выносные опоры.

При подаче рабочей жидкости от насоса НА2 через гидрораспределители Р10 и Р9 в поршневые полости гидроцилиндров Ц8...Ц11 выполняется выдвижение их штоков с балками выносных опор.

После выдвижения штоков до упора происходит повышение давления, в результате чего, срабатывают клапаны К1...К4 и пропускают рабочую жидкость в поршневые полости гидроцилиндров Ц12...Ц15, штоки которых, выдвигаясь, вывешивают кран.

Слив рабочей жидкости из штоковых полостей гидроцилиндров выполняется через гидрораспределители Р9, Р10 и далее через фильтры в бак.

Горизонтирование крана выполняется гидрораспределителем Р9, который обеспечивает индивидуальное управление выдвижением штока каждого гидроцилиндра вывешивания Ц12...Ц15.

Гидрозамки ЗМ5...ЗМ8 обеспечивают защиту от самопроизвольного втягивания штоков гидроцилиндров вывешивания Ц12...Ц15 при нагрузке или в случае повреждения подводящих магистралей.

2.2.6 Снятие крана с выносных опор.

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		
						40

При подаче рабочей жидкости от насоса НА2 через гидрораспределители Р10 и Р9 в штоковые полости гидроцилиндров выполняется вначале втягивание штоков гидроцилиндров вывешивания Ц12...Ц15, а затем втягивание балок гидроцилиндрами Ц8...Ц11.

Слив рабочей жидкости из поршневых полостей гидроцилиндров Ц12...Ц15 выполняется через гидрозамки ЗМ5...ЗМ8, клапаны К1...К4, поршневые полости гидроцилиндров Ц8...Ц11, гидрораспределители Р9, Р10 и далее через фильтры в бак.

2.2.7 Система дистанционного гидроуправления.

Система предназначена для управления крановыми операциями (управление золотниками гидрораспределителей Р1, Р2) и обеспечения, совместно с приборами электрооборудования, защиты от превышения грузового момента при перегрузке или отключения механизмов крана при приближении на предельно допустимое расстояние к линии электропередач, или при приближении к препятствию, согласно заданным координатам, или отключению ускоренного режима при работе с удлинителем, или при подъеме груза более 5 тонн с телескопической стрелой, а также защиты каната от обрыва или его сматывания при перемещении крюковой подвески к крайнему верхнему или нижнему положению.

Система состоит из клапана давления КД2 с встроенным дросселем ДР21, пневмогидроаккумулятора АК1, двух блоков управления БУ1, БУ2, распределителей с электроуправлением Р3, Р5, Р6, Р7, Р8, логических клапанов КИ1, КИ2, КИ3, КИ4, КИ5, КИ6, КИ7, обратного клапана КО5, дросселей ДР25...ДР31, реле давления РД1.

Клапан давления КД2 с встроенным дросселем ДР21 обеспечивает поддержание постоянного давления совместно с логическим клапаном КИ7 и пневмогидроаккумулятором АК1 в системе дистанционного гидроуправления.

Обратный клапан КО5 защищает систему управления от поступления высокого давления из силовой системы в случае повреждения клапана КИ7.

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		
						41

Блоки БУ1, БУ2 управляют золотниками распределителей Р1, Р2, а следовательно и гидродвигателями механизмов крана.

Распределитель Р3 включает, при поступлении на него сигнала, ускоренный режим (увеличение скорости вращения) гидромотора М1.

Распределитель Р6 управляет золотником распределителя Р2 для создания давления в системе выносных опор.

Распределители Р5, Р7, Р8 и логические клапаны КИЗ, КИ4, КИ5, КИ6 обеспечивают прекращение выполнения операций ведущих к перегрузкам или запрещенных приборами безопасности.

Логический клапан КИ1 управляет тормозом механизма вращения поворотной рамы.

От клапана логического КИ2 поступает сигнал для управления тормозом механизма подъема (опускания) груза.

Реле давления РД1 выдает сигнал о наличии давления в магистрали управления операцией «Лебедка вверх» (подъем груза).

2.2.8 Зарядка пневмогидроаккумулятора выполняется от напорной магистрали насоса НА2 или НА1. При падении давления или его отсутствии (начальный момент) в магистралях питания блоков и соединенной с ними управляющей магистрали клапана КД2 ниже 2,5 МПа, клапан перекрывает часть потока от насоса НА2 к распределителю Р2, направляя его через дроссель ДР1, при этом создаваемое давление заряжает пневмогидроаккумулятор АК1, при достижении давления в управляющей магистрали 2,5 МПа (давление настройки) или при возникновении давления выше (при работе механизмом поворота, стрелоподъемным механизмом или установке на опоры) клапан КД2 открывается, обеспечивая свободный проход потока к распределителю Р2.

Блоки управления представляют собой редуционные клапаны, у которых давление на выходе каждого клапана увеличивается пропорционально величине угла отклонения рукоятки от нейтрального положения.

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		42

В свою очередь, перемещение золотников гидрораспределителей Р1 и Р2, регулирующих количество рабочей жидкости подаваемой к гидродвигателям исполнительных механизмов, а, следовательно, и их скорости, пропорциональны величине подводимого под торцы золотников управляющего давления от блоков управления. Скорости исполнительных механизмов изменяются пропорционально величине угла отклонения рукояток блоков управления БУ1, БУ2.

Блок БУ1 управляет гидроцилиндром телескопирования и грузовой лебедкой, блок БУ2 – механизмом поворота и гидроцилиндром подъема стрелы.

Гидрораспределители Р3, Р5, Р6, Р7, Р8 представляют собой двух позиционные распределители золотникового типа с односторонним электромагнитным управлением.

Катушки электромагнитов распределителей Р3, Р5, Р7, Р8 включены в электрические цепи приборов безопасности. При обесточивании катушек гидрораспределители Р5, Р7, Р8 отключают подачу управляющего давления от блоков управления БУ1, БУ2 к гидрораспределителям Р1, Р2 и, следовательно, отключают выполнение запрещенной в конкретной ситуации крановой операции.

Катушки электромагнитов распределителей Р3, Р6, включаются соответствующими органами управления и при их включении выполняется подача управляющего давления для управления регулятором гидромотора (если эта операция разрешена) или золотником распределителя Р2.

Манометры МН5, МН6, МН7 дают возможность выполнять текущий контроль за состоянием гидропривода во время работы крана.

Штуцеры под заглушками ВН5, ВН8, ВН9, ВН12, ВН13, ВН18, ВН19, ВН22, ВН23, ВН24, ВН25 предназначены для установки манометров при настройке и контроле (диагностике) параметров регулирующих и предохранительных устройств гидропривода.

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		
						43

					<i>15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		44

3 РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГИДРОПРИВОДА

3.1 Расчет энергетических и силовых характеристик гидропривода. Повышение функциональных и энергетических возможностей автокрановой установки при использовании дистанционной системы управления

3.1.1 Основные элементы крановой установки состоят из следующих основных элементов:[2]

Гидробак –предназначен для питания гидропривода рабочей жидкостью. Кроме того, через гидробак осуществляется теплообмен между рабочей жидкостью и окружающейсредой , в нем происходит выделение из рабочей жидкости воздуха, пеногашение и оседание механических и других примесей.

Гидронасос – является силовым агрегатом объёмного гидропривода, преобразующего механическую энергию вращения вала в энергию потока рабочей жидкости и предназначен для создания рабочего давления в гидросистеме.

Фильтры – очищают рабочую жидкость от механических примесей.

Гидроцилиндр – является гидродвигателем возвратно-поступательного действия и предназначен для преобразования энергии потока рабочей жидкости в механическую энергию движения штока.

Гидромотор - гидравлический двигатель, предназначенный для сообщения выходному звену вращательного движения на неограниченный угол поворота.

Гидрораспределитель– предназначено для изменения направления потока рабочей жидкости.

Трубопроводы– предназначены для сообщения-распределения (коммуникации) потоков рабочей жидкости с управляющей аппаратурой и исполнительными механизмами.

Пневмогидроаккумулятор – используется в системах с кратковременным рабочим циклом, рабочая жидкость подается в исполнительные цилиндры

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		45

посредством специальных блоков гидроуправления золотниками распределителей от предварительно заряженного пневмогидроаккумулятора, применяется прежде всего как источник аварийного питания магистральных гидролиний при неработающем основном насосе.[4]

3.1.2 При проектировании гидропривода пользуются рядом номинальных рабочих давлений по ГОСТ 12445-80. При выборе давления необходимо учитывать, что величина давления определяет размеры элементов гидропривода: высокое давление уменьшает размеры, но требует дорогих насосов и высокой герметичности соединений. Согласно рекомендациям ГОСТ 12445-80 в качестве номинального рабочего давления принята величина по стандартному ряду давлений:

$$p_{\text{ном}} = 20 \text{ МПа.}$$

Такой выбор позволяет применить сравнительно недорогой насос, во время эксплуатации повысить долговечность, увеличить ресурс и продлить срок службы гидроагрегата.

3.1.3 Рабочий объем гидромашин механизма поворота М2, силовой гидросистемы - лебедки М1, а также гидронасосов НА1 и НА2 находим по формуле:

$$V_o = (2 * \pi * M / \Delta p) * \eta_{\text{ГМ}} \quad (1)$$

где:

М – крутящий момент на валу;

Δр – разница давлений;

η_{ГМ} – КПД гидромашин;

$$V_o = (2 * 3,14 * 350 / 200) * 0,91 = 100,06 \text{ см}^3 \text{ принимаем } 112 \text{ см}^3$$

Требуемый расход жидкости гидромотора находим по формуле (2):

$$Q = n_{\text{ГМ}} * V_o / \eta_o \quad (2)$$

где:

n_{ГМ} - КПД гидромашин;

V_о – рабочий объем гидромашин;

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		46

η_o – объемный КПД ;

$$Q = 1100 * 112 / 0,96 = 127,0 \text{ л/мин}$$

3.1.4 Выбор гидроцилиндра стрелоподъемного механизма. При подъеме стрелой крюка угол наклона стрелы относительно горизонта составляет 75° , а минимально возможный угол опускания стрелы с грузом 30° . Исходя из, этого будем делать расчет сил действующих на шток гидравлического цилиндра подъема стрелы. Для выбора длины хода штока гидроцилиндра и поднятия лесенки на максимальный угол была построена кинематическая схема, приведенная на рисунке 11, из которого следует, что для поднятия стрелы автокрановой установки на максимальный угол 75 градусов требуется ход штока поршня 785мм , что соответствует по ГОСТ Р 52284-2004.

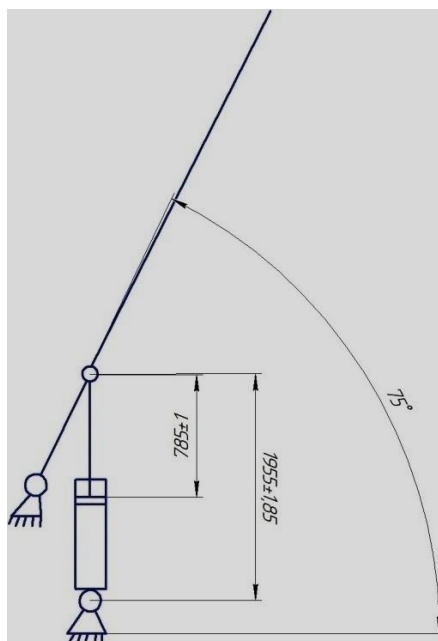


Рисунок 11 – Кинематическая схема подъема стрелы автокрановой установки

Гидроцилиндр Цб, предназначен для подъема и опускания стрелы, он крепится осями в проушинах поворотной рамы и нижней секции стрелы. Устройство цилиндра показано на рисунке 12.

Уплотнение цилиндра выполняется резиновыми кольцами 6, 7, 9, 11, 13 и манжетами 5, 12, внешние загрязнения штока при втягивании снимаются грязесъемником 14.

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		47

Для подъема стрелы рабочая жидкость подается в поршневую полость через подвод П. Рабочая жидкость с противоположной стороны вытесняется по отводу Ш. При опускании стрелы жидкость подводится в отвод Ш и отводится из поршневой полости через подвод П. После перекрытия отверстия канала П поршнем, рабочая жидкость начинает вытесняться через зазор между ним и цилиндром, таким образом уменьшается скорость ее истечения и происходит торможение, исключая удар штока о дно корпуса.

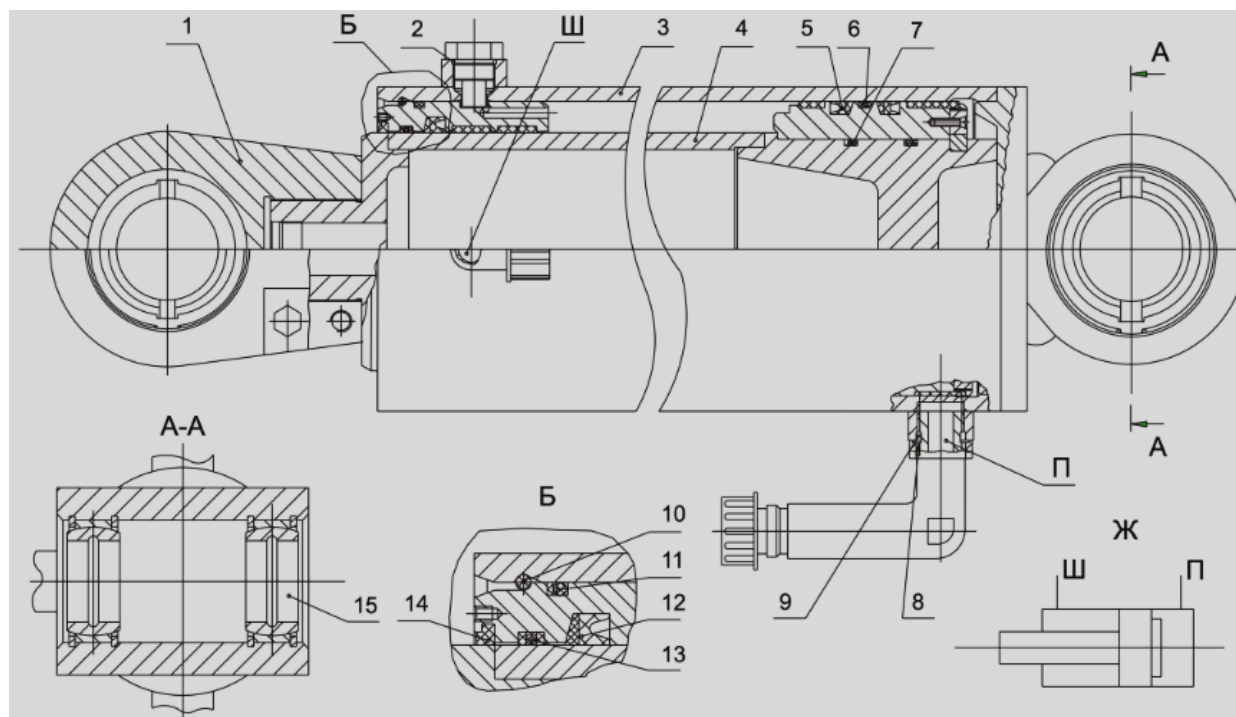


Рисунок 12– Гидроцилиндр стрелоподъемного механизма

1 – проушина, 2 – кольцо, 3 – корпус, 4 – шток, 5,12 – манжета, 6,7,8,9,11,13 – кольцо, 10 – замок, 14 – грязесъемник, 15 – подшипник.

Ж – условное графическое обозначение, Ш, П - отводы

Основными параметрами поршневого гидроцилиндра являются: диаметры поршня D и штока d , рабочее давление p .

Площадь поршня находим по формуле(3) [5]:

$$S_n = \frac{F}{p_n}, \quad (3)$$

где S_n – площадь поршня,

$F = 392$ кН – сила, приложенная к штоку,

p_n – номинальное давление.

$$S_n = \frac{392 \cdot 10^3}{20 \cdot 10^6} = 196 \text{ см}^2.$$

Диаметр поршня D_n гидроцилиндра определим по формуле (4):

$$D_n = \sqrt{\frac{4 \cdot S_n}{\pi}}. \quad (4)$$

$$D_n = \sqrt{\frac{4 \cdot 196 \cdot 10^2}{3,14}} = 158 \text{ мм.}$$

Диаметр штока гидроцилиндра определим по формуле (5) [1]:

$$d_{\text{шт}} = \varphi \cdot D, \quad (5)$$

где $\varphi = 0.3 - 0.7$ [1].

Принимаем $\varphi = 0.5$, откуда $d_{\text{шт}} = 158 \cdot 0.5 = 79 \text{ мм.}$

По полученным данным определим стандартные значения диаметров поршня и штока по ГОСТ 6640-68:

$D_n = 160 \text{ мм,}$

$d_{\text{шт}} = 80 \text{ мм.}$

Уточняем площадь цилиндра:

$$S_n = \frac{\pi \cdot D^2}{4}. \quad (4)$$

$$S_n = \frac{3,14 \cdot 16^2}{4} = 153,86 \text{ см}^2.$$

3.1.5 Выбор гидроаппаратуры привода осуществляем по каталогам исходя из номинального давления гидросистемы и расхода рабочей жидкости.

Повышение функциональных энергетических возможностей автокрановой установки возможно при использовании дистанционной системы управления, а именно расчета пневмогидроаккумулятора.

Исходные данные:

Рабочая среда газовой полости – технический азот с точкой росы не ниже -30°C ;

Давление зарядки $0,7 \text{ МПа}$;

Давление на входе:

$P_{\text{min}} = 3 \text{ МПа}$

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		49

$P_{\max} = 40 \text{ МПа}$

Расход рабочей жидкости (масло минеральное МГ-15В по ГОСТ 17479.3-85) – 8 л/мин;

Вместимость 0,7 дм³

Диапазон эксплуатационных температур от -40°С до +50°С.

Расчет ПГАК заключается в нахождении полезного объема V_{Π} , под которым понимается объем жидкости, находящийся под рабочим давлением ($p = p_2$) полностью заряженного аккумулятора и вытесняемый сжатым газом из пневмогидроаккумулятора в процессе его разряда при работе гидропривода

Допуская, что изменение состояния газа при его сжатии в процессе заряда представляет собой изотермический процесс (по закону Бойля–Мариотта $p_1V_1 = p_2V_2 = \text{const}$), и выразив величину конечного объема сжатого газа как $V_2 = V_1p_1/p_2$, искомый полезный объем пневмогидроаккумулятора при полном вытеснении из него рабочей жидкости можно определить по выражению (6):

$$V_{\Pi} = V_1 - V_2 = V_1 - V_1p_1/p_2 = V_1(1 - p_1/p_2), \quad (6)$$

где p_1, V_1 — начальные значения давления и объема газовой полости (заряженной азотом под давлением) до подачи давления жидкости;

p_2, V_2 — конечные значения давления и объема газовой полости после подачи в аккумулятор рабочей жидкости под давлением, т. е. в конце его заряда жидкостью.

При заполнении аккумулятора жидкостью происходит сжатие газа, повышение его температуры и теплоотдача через стенку в окружающую среду.

При расширении газа изменение его состояния в основном протекает на режимах, соответствующих политропному процессу. Для стандартных аккумуляторов, показатель политропы принимается в среднем $n = 1,3$. Для этого изменения состояния газа можно использовать следующее соотношение (7):

$$V_2/V_1 = (p_1/p_2)^{0,769} \quad (7)$$

Таким образом, при $P_{\min} = 3 \text{ МПа}$

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		
						50

$$V_2/0,7 \text{ дм}^3 = (0,7 \text{ МПа}/3 \text{ МПа})^{0,769} ;$$

$$V_2 = 0,23 \text{ дм}^3$$

$$\text{При этом полезный объем } V_{\text{п}} = V_1 - V_2 = 0,7 - 0,23 = 0,47 \text{ дм}^3$$

При $P_{\text{max}} = 40 \text{ МПа}$

$$V_2/0,7 \text{ дм}^3 = (0,7 \text{ МПа}/40 \text{ МПа})^{0,769} ;$$

$$V_2 = 0,0175 \text{ дм}^3$$

$$\text{При этом полезный объем } V_{\text{п}} = V_1 - V_2 = 0,7 - 0,0175 = 0,6825 \text{ дм}^3$$

Таким образом в зависимости от давления на входе полезный объем ПГА находится в интервале от $0,47 \text{ дм}^3$ до $0,6825 \text{ дм}^3$.

3.1.6 При выборе толщины стенки ПГАК учитываем требования прочности, жесткости и технологичности. За расчетное разрушающее внутреннее давление принимаем (9)

$$P = f * P_{\text{max}} \quad (9)$$

Где:

f - коэффициент безопасности, f не менее 1,5;

P_{max} - внутреннее давление;

$$P = 1,5 * 40 = 60 \text{ (МПа)}.$$

D – внутренний диаметр клапана – 114 мм;

σ - предел прочности, для стали 30ХГСА $\sigma = 1200 \text{ МПа}$;

Толщину стенки из условия прочности найдем по формуле Ламе (10)[6]:

$$\Delta = \frac{P \cdot D}{2\sigma}, \quad (10)$$

$$\Delta = 60 * 114 / 2 * 1200 = 2,85 \text{ мм}$$

Толщину стенки гидроаккумулятора принимаем 3 мм.

3.2 Расчет диаметров трубопроводов гидролиний

3.2.1 Расчет и выбор трубопровода осуществляем по следующей формуле (11) [5]:

$$S_{\text{тр}} = Q/v; \quad (11)$$

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		51

$Q = 0,00211 \text{ м}^3/\text{с} = 127 \text{ л/мин}$ – расход жидкости;

v – скорость движения жидкости:

$v_{\text{вс}} = 1,5 \text{ м/с}$, всасывающий трубопровод;

$v_{\text{наг}} = 6 \text{ м/с}$, линия нагнетания;

$v_{\text{сл}} = 1,5 \text{ м/с}$, линия слива.

$S_{\text{тр вс}} = (0,00211 \text{ м}^3/\text{с}) / (1,5 \text{ м/с}) = 14,11 \text{ см}^2$;

3.2.2 Найдём диаметр трубопровода (12)[1]:

$$d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} \quad (12)$$

где

d – диаметр трубопровода;

S – площадь трубопровода

$$d_{\text{вс}} = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = 42,38 \text{ см} = 40 \text{ мм (по ГОСТ16516-80)};$$

$S_{\text{тр сл}} = (0,00211 \text{ м}^3/\text{с}) / (1,5 \text{ м/с}) = 14,11 \text{ см}^2$;

$$d_{\text{сл}} = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = 42,38 \text{ см} = 40 \text{ мм (по ГОСТ16516-80)};$$

$S_{\text{тр наг}} = (0,00211 \text{ м}^3/\text{с}) / (6 \text{ м/с}) = 3,52 \text{ см}^2$;

$$d_{\text{наг}} = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = 2,12 \text{ см} = 25 \text{ мм (по ГОСТ16516-80)};$$

3.3 Расчет потерь давления в гидросистеме

3.3.1 Потери в гидрелиниях Δp состоят из потерь давления на трении в трубопроводах и потерь давления на местных сопротивлениях (гидроагрегатах, узлах и т.д.)[5].

Напорный трубопровод:

1) Определяем число Рейнольдса[5]:

$$Re = \frac{v_{\text{ж}} \cdot D_{\text{у}}}{\nu}, \quad (13)$$

где ν – кинематическая вязкость масла.

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		52

$$Re = \frac{3,5 \cdot 0,010}{11,5 \cdot 10^{-6}} = 3043 .$$

3043 > 2300 – турбулентный режим течения.

2) Определяем коэффициент гидравлического сопротивления по формуле Блазиуса[5]:

$$\lambda = \frac{0,316}{Re^{0,25}} . \quad (14)$$

$$\lambda = \frac{0,316}{3043^{0,25}} = 0,04 .$$

3) Потери давления на трение[5]:

$$\Delta p_{тр} = \lambda \cdot \frac{L}{D_y} \cdot \rho \cdot \frac{v_{ж}^2}{2} . \quad (15)$$

$$\Delta p_{тр} = 0,04 \cdot \frac{5}{0,010} \cdot 890 \cdot \frac{3,5^2}{2} = 109025 \text{ Па} .$$

4) Потери давления в гидроагрегатах:

- потери давления в гидрораспределителе $\Delta p_{гр} = 0,25$ МПа;
- потери давления в предохранительном клапане кране $\Delta p_{кп} = 0,1$ МПа;
- потери давления в вращающемся соединении $\Delta p_A = 0,05$ МПа;
- потери давления на фильтре $\Delta p_{ф} = 0,08$ МПа.

5) Общие потери давления в линии[5]:

$$\Delta p_{нап} = \Delta p_{тр} + \Delta p_{гр} + \Delta p_{кп} + \Delta p_A + \Delta p_{ф} . \quad (16)$$

$$\Delta p_{нап} = 0,109025 + 0,25 + 0,06 + 0,05 + 0,08 = 0,54 \text{ МПа} .$$

Сливной трубопровод:

1) Определяем число Рейнольдса по формуле 13:

$$Re = \frac{1,5 \cdot 0,015}{11,5 \cdot 10^{-6}} = 1956 .$$

1956 < 2300 ламинарный режим течения.

3.3.2 Определяем коэффициент гидравлического сопротивления по формуле Блазиуса[5]:

$$\lambda = \frac{64}{Re} . \quad (17)$$

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		53

$$\lambda = \frac{64}{1956} = 0,032.$$

3.3.3 Потери давления на трении находим по формуле 15:

$$\Delta p_{тр} = 0,032 \cdot \frac{6}{0,015} \cdot 890 \cdot \frac{1,5^2}{2} = 12816 \text{ Па.}$$

3.3.4 Потери давления в гидроагрегатах:

- потери давления в гидрораспределителе $\Delta p_{гр} = 0,25 \text{ МПа}$;
- потери давления во вращающемся соединении $\Delta p_A = 0,05 \text{ МПа}$.
- потери давления на фильтре $\Delta p_{ф} = 0,02 \text{ МПа}$.

5) Общие потери давления в линии:

$$\Delta p_{сл} = \Delta p_{тр} + \Delta p_{гр} + \Delta p_{ф} + \Delta p_A. \quad (18)$$

$$\Delta p_{сл} = 0,012816 + 0,2 + 0,02 + 0,05 = 0,28 \text{ МПа.}$$

Общие потери давления в гидролиниях[5]:

$$\Delta p_{гл} = \Delta p_{нап} + \Delta p_{сл}. \quad (19)$$

$$\Delta p_{гл} = 0,54 + 0,28 = 0,82 \text{ МПа.}$$

$$\Delta p = \frac{0,82}{20} \cdot 100\% = 4,1\% .$$

Общие потери гидролинии крановой установки составляют 4.1%.

3.4 Расчет мощности и КПД гидропривода

3.4.1 КПД гидропривода определяется по формуле[4]:

$$\eta_{гп} = \eta_o \cdot \eta_m \cdot \eta_r \quad (20)$$

где:

η_o – объемный КПД;

η_m – механический КПД;

η_r – гидравлический КПД.

Объемный КПД гидропривода определится как произведение объемных КПД насоса – $\eta_{об.н.}$, распределителя – $\eta_{об.р.}$ и гидроцилиндра – $\eta_{об.ц.}$ по формуле 21[4].

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		54

$$\eta_o = \eta_{об.н.} \cdot \eta_{об.р.} \cdot \eta_{об.ц.} \quad (20)$$

В формуле 21 объемные КПД распределителей и гидроцилиндров можно принимать равным 1, так как внутренние утечки по отношению к подаче насоса пренебрежительно малы[4].

$$\eta_o = 0,95 \cdot 1 \cdot 1 = 0,95$$

Механический КПД гидропривода определится как произведение гидравлических КПД насоса – $\eta_{м.ц.}$, распределителя – $\eta_{м.ц.}$ и гидроцилиндра – $\eta_{м.ц.}$ по формуле 22[4].

$$\eta_M = \eta_{м.н.} \cdot \eta_{м.р.} \cdot \eta_{м.ц.} \quad (22)$$

Из паспортных данных аксиально-поршневого насоса определим его механический КПД. Механический КПД гидроцилиндра равен 0,94. Механический КПД распределителей принимаем равным единице.

$$\eta_M = 0,96 \cdot 0,94 \cdot 1 = 0,9024.$$

Гидравлический коэффициент полезного действия определяется по суммарным потерям давления[4]:

$$\eta_G = \frac{P_H - \Delta P_{пот}}{P_H} \quad (23)$$

где P_H – номинальное давление гидроцилиндра.

$$\eta_G = \frac{20 - 1,3}{20} = 0,935.$$

Тогда, КПД гидропривода будет равен[4]:

$$\eta_{ГП} = \eta_o \cdot \eta_M \cdot \eta_G \quad (24)$$

$$\eta_{ГП} = 0,95 \cdot 0,9024 \cdot 0,935 = 0,80.$$

3.4.2 Полезная мощность гидроцилиндра $N_{пол}$ – это мощность, развиваемая его поршнем, то есть работа выходного звена системы, отнесенная в единицу времени[2].

$$N_{пол.н.} = p_n \cdot Q_n \quad (25)$$

где:

p_n – номинальное давление;

Q_n – номинальный расход;

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		55

$$N_{\text{пол.н.}} = p_{\text{н.}} * Q_{\text{н.}} = 20 * 10^6 \text{ Па} * 127 \text{ л/мин} = 42.33 \text{ кВт.}$$

Находим потребляемую мощность[2]:

$$N_{\text{потр. н.}} = N_{\text{пол. н.}} / \eta_{\text{н}} \tag{26}$$

$$N_{\text{потр. н.}} = 42,33 / 0,95 = 44,56 \text{ кВт};$$

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		56

3.5 Тепловой расчет гидропривода и определение объема бака рабочей жидкости

3.5.1 Определение объема гидробака, тепловой расчет объемного гидропривода.

При работа объемного гидропривода рабочая жидкость нагревается из-за трения в жидкости (вязкости жидкости и между деталями гидропривода)

Мощность затрачиваемая на преодоление силы трения превращается в тепло, поэтому при проектировании гидропривода обязателен тепловой расчет в результате которого оценивают температуру рабочей жидкости и выбирают объем гидробака и определяют основные параметры теплообменного аппарата (при необходимости).

Оптимальная (допустимая) температура рабочей жидкости промышленного гидропривода 50-60 °С, кратковременно допускается 70 °С.

Повышение температуры рабочей жидкости снижает её вязкость и увеличивает интенсивность окисления жидкости. При повышении температуры на 8-10 °С интенсивность окисления удваивается. при высоких температурах происходит выпадение смол (жидкость стареет). [3]

$$N_{\text{нагр.}} = N_{\text{н}} * (1 - \eta_{\text{ГП}}) \quad (27)$$

$$N_{\text{нагр}} = 44,56 (1 - 0,8) = 8,91 \text{ кВт}$$

Условие приемлемости теплового режима в системе гидропривода

$$\Delta T_{\text{уст}} \leq \Delta T_{\text{доп}} = T_{\text{М max}} - T_{\text{О max}} \quad (28)$$

где $\Delta T_{\text{уст}}$ - перепад температур между рабочей жидкостью и окружающим воздухом в установившемся режиме;

$\Delta T_{\text{доп}}$ - максимально допустимый перепад температур между рабочей жидкостью и окружающим воздухом;

$T_{\text{М max}}$ - максимально допустимая температура рабочей жидкости (должна соответствовать минимально допустимой вязкости, указанной в

технических условиях на выбранный тип насосов и гидромоторов), принимается равной 70...75°C;

$T_{0 \max}$ - максимальная температура окружающего воздуха (соответствует верхнему пределу рабочего температурного диапазона, указанного в заданных условиях эксплуатации машины), принимается равной 35°C.;

$$\Delta T_{\text{доп}} = 75 - 35 = 40 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$S \geq E_{\text{пр}} / K_{\text{б}} * K_{\text{тр}} * \Delta T_{\text{доп}}$$

3.5.2 Количество тепла $E_{\text{пр}}$, выделяемое в гидроприводе в единицу времени, эквивалентно теряемой в гидроприводе мощности $N_{\text{нагр}}$.

$$E_{\text{пр}} = N_{\text{нагр}}$$

где $K_{\text{б}}$ и $K_{\text{тр}}$ – коэффициенты теплоотдачи труб и гидробака, Вт/(м² * °C),

для труб $K_{\text{тр}} = 12...16$;

для гидробака $K_{\text{б}} = 8...12$;

$$S \geq 8150 / 10 * 14 * 40; S \geq 1,45 \text{ м}^2$$

3.5.3 Площадь поверхности теплообмена складывается из поверхности труб $S_{\text{тр}}$, через которые происходит теплообмен с окружающей средой, и поверхности теплоотдачи бака $S_{\text{б}}$

$$S = S_{\text{тр}} + S_{\text{б}} \tag{29}$$

Для определения поверхности труб:

$$S_{\text{тр}} = \pi d (l_1 + l_2) \tag{30}$$

$$S_{\text{тр}} = 3,14 * (0,025 * 22 + 0,04 * 18) = 2,81 \text{ м}^2$$

Тогда объем бака:

$$V_{\text{б}} = (S_{\text{б}} / 6,7)^{1,5} \tag{31}$$

$$V_{\text{б}} = (2,81 / 6,7)^{1,5} = 0,248 \text{ м}^3 = 248 \text{ л}$$

Согласно ГОСТ 12448-80 объем бака принимаем 250 л.

4 ВЫБОР КОМПОНЕНТОВ ГИДРОСХЕМЫ ПРИВОДА

4.1 Выбор насосного агрегата и гидродвигателей

4.1.1 Для удовлетворения параметров гидромотора механизма поворота выбираем аксиально-поршневой гидромотор 310.3.112-00.

Для удовлетворения параметров гидронасосов выбираем аксиально-поршневой гидронасос НА1 и НА2 (левого вращения) 310.3.112-00. [5].

Данные аксиально – поршневые гидромашины (рисунок 13) подобны по своей конструкции и состоят из основных деталей: вала 1, корпуса 12, блока цилиндров 7, семи поршней 6, с шатунами 5, распределителя 8 и крышки 10.

Насосы предназначены для преобразования механической энергии в энергию потока рабочей жидкости. Количество подаваемой рабочей жидкости регулируется изменением частоты вращения вала насоса. Вращательное движение вала 1 преобразуется в линейное возвратно-поступательное движение поршней 6 и вращательное движение блока цилиндров 7, передаваемое шатунам 5. Каждым поршнем 6 за одну половину оборота вала 1 производится всасывание, за другую половину оборота - нагнетание рабочей жидкости. Распределение жидкости по каналам (магистраль всасывания, напорная) обеспечивает распределитель 8.

4.1.2 Гидромотор преобразует энергию потока рабочей жидкости в механическую энергию вращения выходного вала 1. Рабочая жидкость под давлением поступает через отверстие в крышке 10, паз распределителя 8, в отверстие блока цилиндров 7 и воздействует на поршни с шатунами 5. Так как оси вала 1 и блока цилиндров 7 находятся под углом 26° , усилие поршня 6 в месте контакта шатуна 5 с валом 1 раскладывается на осевую и тангенциальную составляющие. Осевая сила воспринимается радиально-упорными подшипниками 13, 14, а тангенциальная создает крутящий момент относительно оси вала 1 и сообщает ему вращение.

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		
						59

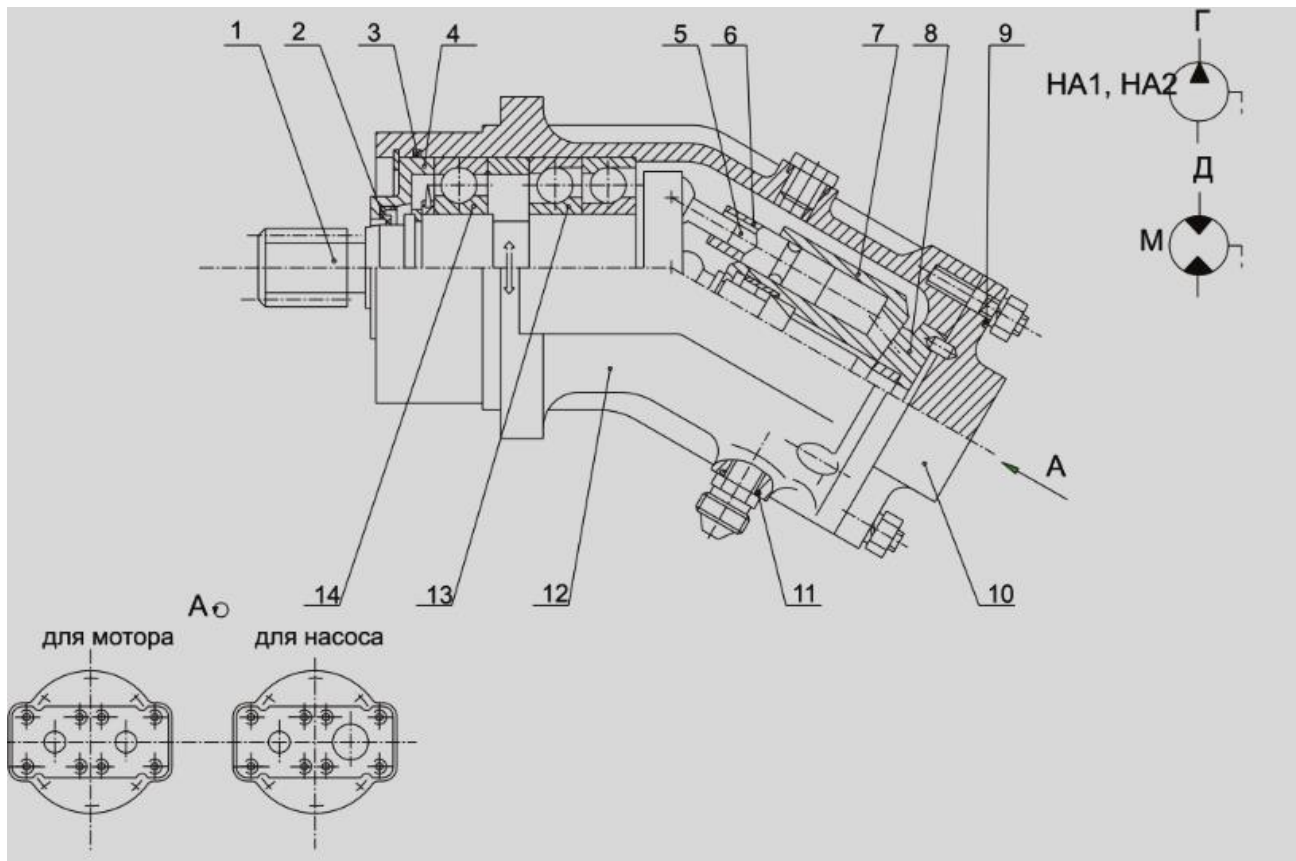


Рисунок 13 – Гидромашина 310.3.112

1 – вал, 2 – манжета, 3 – кольцо, 4 – крышка, 5 – шатун, 6 – поршень,
 7 – блок цилиндров, 8 – распределитель, 9 – кольцо, 10 – крышка, 11 –
 кольцо, 12 – корпус, 13 – подшипник, 14 – подшипник

4.1.3 Гидромотор М1 силовой гидросистемы представляет собой аксиально-поршневую гидромашину рисунок 14, функционально состоящую из двух узлов: качающего и узла регулятора.

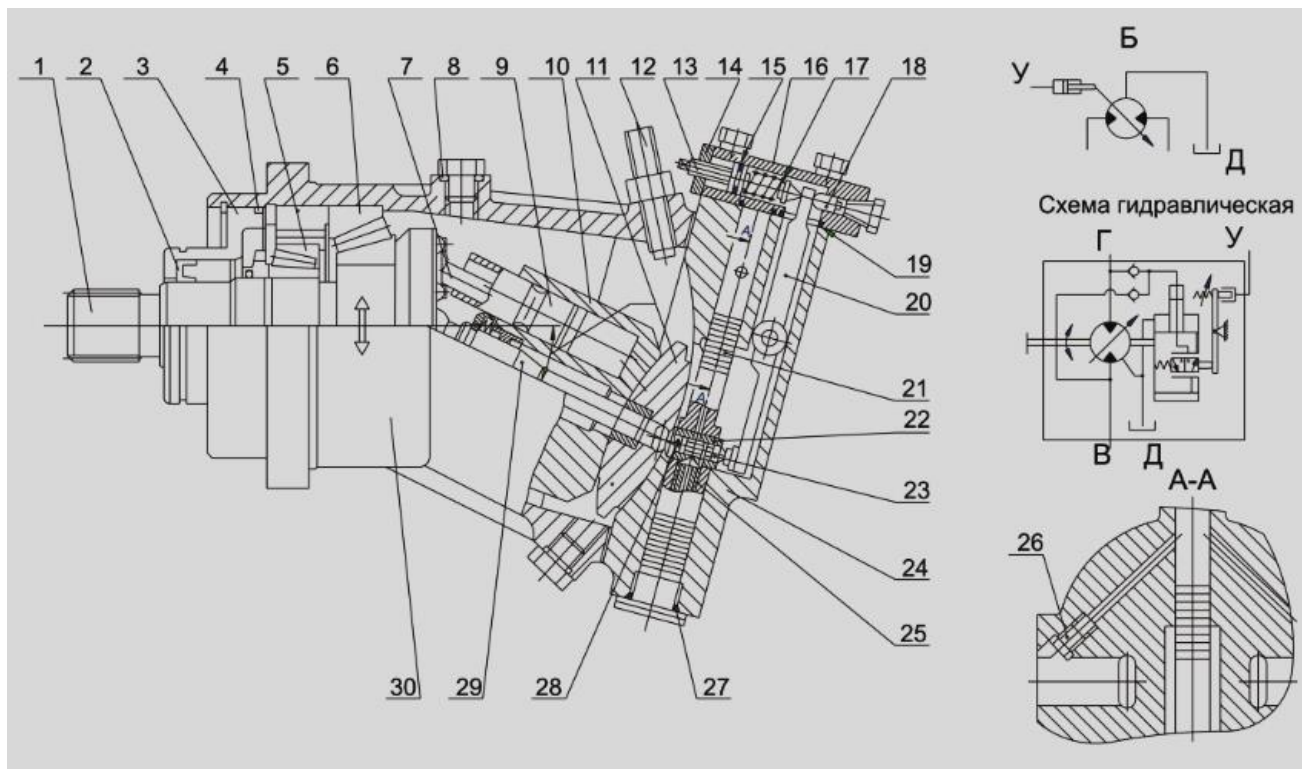


Рисунок 14– Регулируемый гидромотор 303.3.112.501

1 – вал, 2 – манжета, 3,16 – крышка, 4 – кольцо, 5,6 – подшипник,
 7 – шатун, 8 – кольцо, 9 – поршень, 10 – блок цилиндров,
 11 - распределитель, 12, 25 – винт, 13 – винт – поршень, 14 – пластина,
 15 – кольцо, 17,28 – пружина, 18 – плунжер, 19 – кольцо, 20 – рычаг,
 21 – поршень, 22 – палец, 23 – золотник, 24 – корпус, 26 – клапан,
 27 – кольцо, 29 – шип, 30 – корпус,
 Б – условное графическое изображение, В,Г – подводы, У – управление,
 Д - дренаж

Качающий узел преобразует энергию давления жидкости в крутящий момент; регулятор служит для изменения рабочего объема, посредством изменения угла наклона блока.

Качающий узел включает в себя вал 1, установленный в корпусе 30 на подшипниках 5 и 6. Фланец вала через сферические головки шатунов 7 соединён с поршнями 9 и шипом 29 с распределителем 11. Поршни 9, под действием нагнетаемой жидкости, перемещаются в цилиндрах блока 10 и приводят во вращение вал 1. Величина хода поршней определяется углом,

образованным осями вращения блока 10 и вала 1. Блок 10 контактирует по сферической поверхности с распределителем 11. С противоположной стороны распределитель прилегает к сферической поверхности корпуса регулятора 24.

Узел регулятора состоит из установленных в корпусе 24 ступенчатого поршня 21 пальца 22, зафиксированного в поршне винтом 25, золотника 23 с подпятником, рычага 20, пружины 17 и плунжера 18 в крышке 16. Золотник 23 поджат пружиной 28 к рычагу 20.

Полость под малым цилиндром поршня 21 постоянно соединена с каналом высокого давления обратным клапаном 26. Через отверстия в поршне 21 и пальце 22 рабочая жидкость под давлением поступает на распределительный поясок золотника 23.

Полость под большим цилиндром поршня 21 через отверстия в винте 25 и пальце 22, распределительным пояском золотника 23 может соединяться с полостью, где высокое давление или дренажом.

В процессе работы при подаче управляющего потока под давлением в канал У крышки 16 под плунжер 18, последний отклоняет рычаг 20, золотник 23, под действием пружины 28, перемещается вправо и открывает каналы в пальце 22, жидкость поступает под большой цилиндр поршня. Поршень перемещается вверх до тех пор, пока на рычаге 20 не уравниваются моменты сил от пружин 17 и 28 и плунжера 18 (зависит от величины давления управления). Движение поршня прекращается, золотник возвращается в нейтральное положение, гидромотор работает с меньшим рабочим объемом, но при более высокой частоте вращения. При снижении или снятии управляющего давления с плунжера 18, поршень 21 перемещается в нижнее положение, увеличивая рабочий объем гидромотора, при этом частота вращения соответственно уменьшается.

Ограничение минимального рабочего объема производится винтом 13.

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		
						62

4.2 Выбор рабочей жидкости и системы фильтрации

4.2.1 Исходя из заданных параметров температуры окружающей среды, для бесперебойной работы гидропривода выбираем рабочую жидкость – ВМГЗ, обозначение по ГОСТ 17479.3-85 МГ-15 В(С). ВМГЗ предназначено для систем гидропривода и гидроуправления строительных, дорожных, лесозаготовительных, подъемно-транспортных и других машин, работающих на открытом воздухе при температурах в рабочем объеме масла от -40°C до $+50^{\circ}\text{C}$ в зависимости от типа гидронасоса. Для северных регионов масло ВМГЗ рекомендуется как всесезонное, для средней географической зоны — как зимнее.

4.2.2 При соблюдении необходимых требований к чистоте гидросистемы удаётся повысить надёжность гидроприводов и уменьшить эксплуатационные расходы в среднем на 50%. Однако фильтрация обеспечивает наибольший эффект лишь при комплексном соблюдении требований по типам применяемых масел, правилам их хранения и транспортирования, качеству очистки и герметизации гидросистем, регламентам их эксплуатации.

Повышение тонкости фильтрации рабочей жидкости в гидросистеме с 25 до 5 мкм увеличивает ресурс насосов в 10 раз и гидроаппаратуры - в 5-7 раз. Однако фильтрация (или другие средства очистки) обеспечивает наибольший эффект лишь при комплексном соблюдении требований по типам применяемых масел, правилам их хранения и транспортирования, качеству очистки и герметизации гидросистем, регламентам их эксплуатации.

Решение о замене масла должно приниматься на основе анализа его физико-механических характеристик и степени загрязнённости механическими примесями. В соответствии с регламентами обслуживания анализ масла рекомендуется проводить через каждые 720-960 часов работы оборудования. Критерии предельного состояния масла указаны в соответствующих справочных таблицах. Для количественной оценки уровня загрязнения

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		63

применяются приборы, причём отбор проб производится из работающей не менее 15 мин гидросистемы (пробоотборники размещаются в участках гидросистемы с турбулентным режимом течения рабочей жидкости). Для предварительной оценки может применяться метод, при котором на белую бумагу с хорошим влагопоглощением наносится несколько капель масла из работающего гидропривода. При свежем масле образуется светлое желтое пятно, а по мере загрязнения масла цвет пятна становится более тёмным, причём на бумаге хорошо видны частицы грязи. Содержание воды может оцениваться по результатам кипячения пробы (если мутное масло становится прозрачным, значит имеется вода и использование такого масла недопустимо).

4.2.3 Выбираем фильтр марки 2ФГМ32-10М с индикатором загрязнения и предохранительным клапаном для напорной линии представленного на рисунке 21 и заносим его основные параметры в таблицу 4.

Таблица 4 – Основные характеристики напорного фильтра

Основные параметры фильтра	Фильтр напорный 2ФГМ32-10М
Тонкость фильтрации, мкм	10
Номинальная пропускная способность, л/мин	80
Номинальное давление Р, МПа	32
Номинальные перепады давления, не более, МПа	0,016
Фильтрующий элемент	2ФГМ-10 С2ФГМ-10
Срабатывание индикатора загрязнения при перепаде давления, МПа	0,3±0,03
Срабатывание предохранительного клапана при перепаде давления, МПа	0,5±0,1
Потери давления, МПа	0,08

Фильтр марки 2ФГМ32-10М имеет тонкость фильтрации 10 мкм, что подходит по техническим параметрам для работы гидрораспределителей. Фильтр имеет простую конструкцию и датчик загрязненности что способствует своевременному замене фильтроэлемента (рисунок 15).

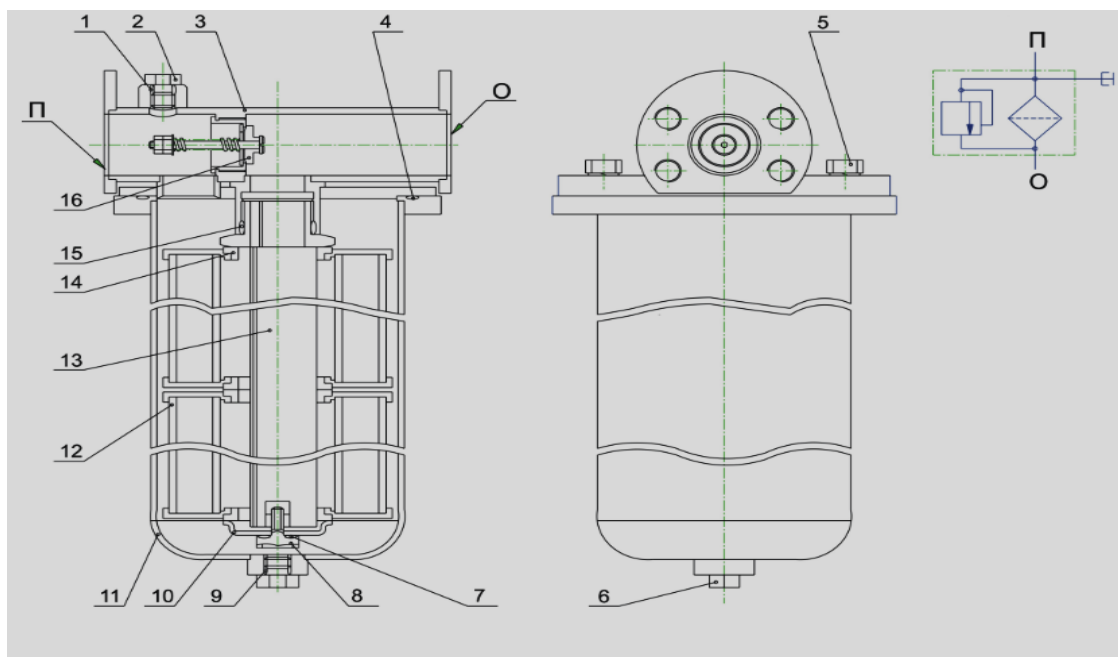


Рисунок 15 - Фильтр марки 2ФГМ32-10М

1,4,7,9,15 – кольцо, 2,6 – пробка, 3 – крышка, 5 – болт, 8 – болт специальный, 10 – чашка, 11 – корпус, 12 – элемент фильтрующий, 13 – стержень,

14 – кольцо уплотнительное, 16 – клапан.

П – подвод, О - отвод

4.3 Выбор гидроаппаратуры привода

4.3.1 Выбор гидроаппаратуры гидропривода крановой установки осуществляем по каталогам, исходя из давления и расхода жидкости.

Гидрораспределитель Р1 (рисунок 16) представляет собой агрегат золотникового типа с гидравлическим управлением, последовательным подключением исполнительных гидродвигателей и возможностью регулирования потока рабочей жидкости к ним. Гидрораспределитель обеспечивает подачу жидкости от насоса НА1 к гидромотору М1 и цилиндру Ц1 механизма телескопирования.

Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата

15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ

Лист

65

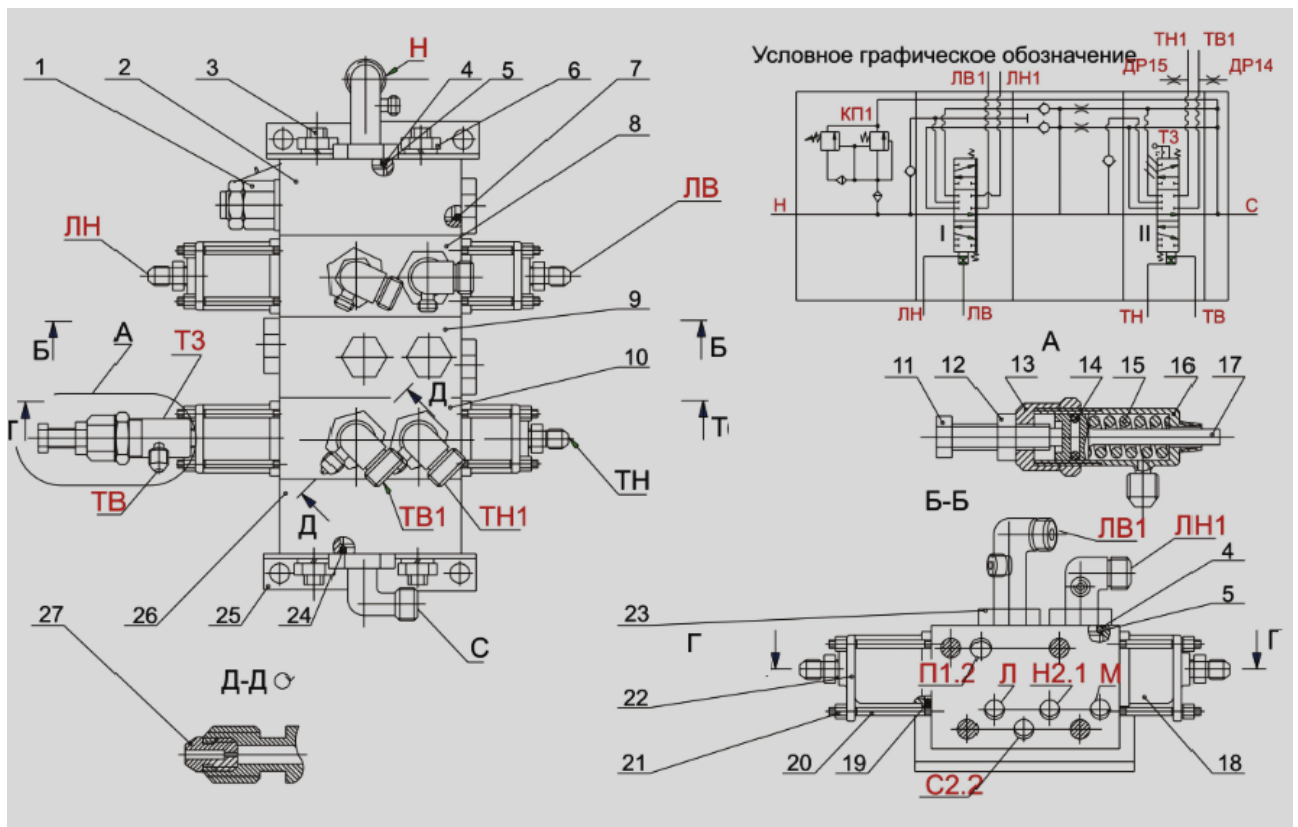


Рисунок 16 - Гидрораспределитель механизмов лебедки и телескопирования (P1)

1 – предохранительный клапан, 2 – напорная секция, 3,20 – шпилька, 4,5,7,14,19,24 – кольцо, 6,12,13,21,23 – гайка, 8,10 – напорная секция, 9 – промежуточная секция, 11 – болт, 15 – пружина, 16,18,22 – корпус, 17 – шток, 25 – угольник, 26 – крышка сливная, 27 – дроссель

Н – подвод, ЛН, ЛВ, ТН, ТВ – каналы управления, ЛН1, ЛВ1, ТН1, ТВ1 – отводы, С – слив.

Гидрораспределитель состоит из четырех секций (напорной 2, двух рабочих 8 и 10, промежуточной 9) и сливной крышки 26, стянутых между собой шпильками 3. На секциях имеются каналы следующего назначения:

Каналы управления:

ТВ - выдвигание гидроцилиндра телескопирования;

ТН - втягивание гидроцилиндра телескопирования;

ЛВ - перемещение крюка лебедкой вверх;

ЛН - перемещение крюка лебедкой вниз;

Каналы отводов:

С - слив в бак;

ЛВ1 - отвод к гидромотору лебедки для подъема крюка;

ЛН1 - отвод к гидромотору лебедки для опускания крюка;

ТН1 - отвод к штоковой полости цилиндра механизма телескопирования для втягивания стрелы;

ТВ1 - отвод к поршневой полости цилиндра механизма телескопирования для выдвижения стрелы;

Н - подвод от насоса.

Напорная секция.

Подвод рабочей жидкости к гидрораспределителю выполняется через канал Н в напорной секции 2. Секция предназначена для подвода рабочей жидкости к рабочим секциям 8, 10, предотвращения противотока от них и ограничения давления в напорной магистрали.

К рабочим секциям жидкость поступает через канал Н1.2 обратный клапан 28, исключающий противоток от них. Через канал Н1.1 выполняется подвод жидкости к предохранительному клапану 1 и к переливным каналам П1, П2, П3, П3.2, П3.3, П4.1, П4.2, П5 ведущим к сливной крышке 26.

4.3.2 Предохранительный клапан 1 (КП1 обозначение гидросхеме) непрямого действия переключает поток рабочей жидкости на слив при превышении установленной величины давления. Переключение выполняется путем соединения подводящего канала Н1.1 каналом С2.1 и далее по переливным каналам рабочая жидкость направляется в сливной канал С6 крышки 26. Величина давления срабатывания клапана определяется усилием его пружины 38 и регулируется перемещением корпуса 42 относительно корпуса 40.

Рабочие секции.

К гидродвигателям рабочая жидкость подводится от рабочих секций 8 и 10.

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		67

Секции конструктивно выполнены одинаково, но отличается расположением переливных отверстий и напорных каналов, для стыковки друг с другом. Секция состоит из корпуса, в котором установлен золотник 46, центрируемый в нейтральном положении пружинами 47, 51, которые удерживают его за хвостовик 48 с помощью стаканов 49 и 50.

4.3.3 Рабочая секция 8 обеспечивает регулируемую подачу рабочей жидкости к гидромотору лебедки.

Величина отводимого потока жидкости от напорной секции 2 к отводам ЛВ1, ЛН1 зависит от величины перемещения золотника. Перемещение золотника выполняется подачей рабочей жидкости под давлением к одному из каналов управления (ЛВ или ЛН). Поток рабочей жидкости, воздействуя на торец золотника 46 перемещает его, сжимая пружины 47 и 51. Линейное перемещение золотника пропорционально величине давления управления. Величина давления управления определяется блоком управления БУ1 и пропорциональна углу наклона его рукоятки.

4.3.4 Рабочая секция 10 обеспечивает подачу потока рабочей жидкости к цилиндру механизма телескопирования.

В секции 10 установлен толкатель ТЗ для ограничения скорости (максимальной) втягивания секций стрелы. Шток 17 толкателя ограничивает ход золотника 46, тем самым, ограничивая поток рабочей жидкости к цилиндру телескопирования стрелы и от него, таким способом ограничивается максимальная скорость втягивания секций стрелы.

Промежуточная секция 9 обеспечивает последовательное включение гидродвигателей для совмещения двух рабочих операций от одного потока, что обеспечивается тремя обратными клапанами 43 и двумя клапанами 35, полости которых разгружены дроссельными отверстиями с вибраторами 36.

Сливная крышка.

Все потоки от рабочих секций по переливным каналам направляются к сливной крышке 12 и далее через отвод С на слив в коллектор и бак.

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		
						68

4.3.5 Работа гидрораспределителя.

При нейтральном положении золотников жидкость по переливным каналам П1, П2, ПЗ.1, ПЗ.2, П4.1, П4.2, направляется в канал П5 сливной крышки 12 и через отвод С на слив в коллектор и бак.

При подаче управляющего давления, например, в канал ЛН, золотник, перемещаясь вправо, перекроет переливной канал П1 и жидкость через обратный клапан 28 поступит в напорные каналы Н1.2, Н2.1, а затем через открывшуюся расточку в корпусе, в отвод ЛН1 и далее к гидромотору лебедки. Слив от гидромотора направляется через отвод ЛВ1 по каналу М через обратный клапан 35 в канал ПЗ.2 и далее по переливным каналам П4.1, П4.2, П5 через сливную крышку в коллектор и бак. Выполнится опускание крюка. Для надежной работы клапанов 35, 43 их полости разгружены дроссельными отверстиями с вибраторами 36 против засорения.

Для совмещения операций, например, одновременного опускания крюка и выдвижения секций стрелы, от блока БУ1 одновременно подается управляющее давление в каналы ЛН и ТВ, что приведет к одновременному перемещению двух золотников. Жидкость, пройдя по выше указанным каналам напорной 2 и рабочей 8 секций, вращает гидромотор лебедки и поступает через отвод ЛВ1 в канал ПЗ.2 промежуточной секции 9. В связи с тем, что канал П4.1 перекрывается золотником, жидкость через обратный клапан 35, по каналам НЗ.1, Н4.1 поступит в открывшуюся расточку корпуса секции 10 и далее через отвод ТВ1 к цилиндру телескопирования. Слив из цилиндра будет выполняться через отвод ТН1 и по каналам М4.1, М5 в сливную крышку и далее в бак.

Такое соединение секций позволяет выполнять работы по перемещению груза лебедкой с совмещением операций телескопирования стрелы, при этом масса груза должна быть допустимой для телескопирования.

4.3.6 Блок обратно-предохранительных клапанов предохраняет гидромотор гидропривода механизма поворота от динамических нагрузок (рисунок 17).

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		
						69

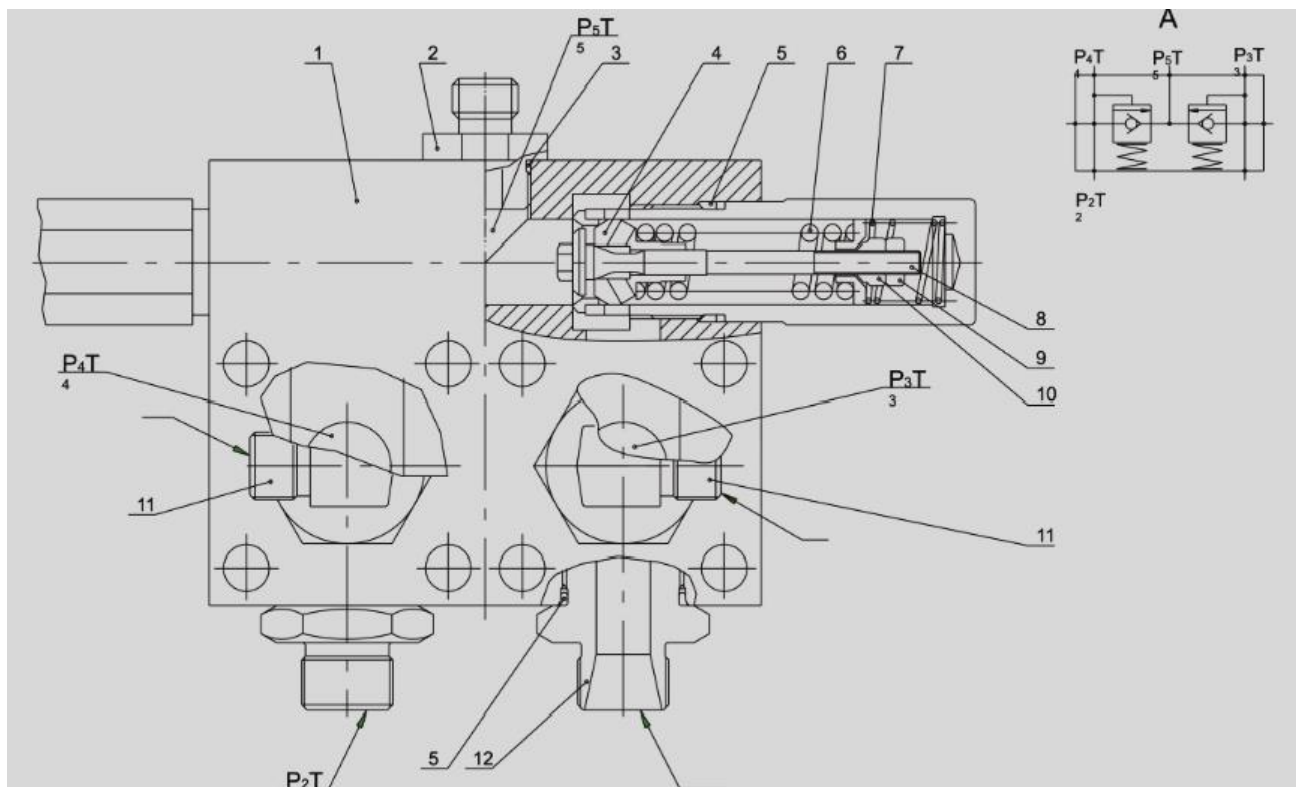


Рисунок 17–Блок обратно - предохранительных клапанов

1 – блок предохранительных клапанов, 3,5 – кольцо, 4 – клапан обратный, 6,7 – пружина, 8 – клапан предохранительный, 9,10 – гайка, 11 – угольник, 12 – штуцер

А – условное графическое обозначение, O1,O2,P3T3P4T4P5T5 – отводы, P1T1,P2T2 – подвод.

Блок состоит из корпуса 14, в который ввернуты два обратно-предохранительных клапана патронного типа и присоединительные штуцера с уплотнительными элементами 3, 5, 11, обеспечивающих герметичность. Обратно-предохранительный клапан (патрон) состоит из клапана обратного 4 поджимаемого к седлу пружинной 7 и предохранительного 8 с пружинной 6, усилие которой регулируется гайкой 10.

При повышении давления в канале «P₃ T₃» гидромотора (при инерционной нагрузке) часть потока рабочей жидкости через предохранительный клапан 8 поступает в канал «P₅ T₅» на слив в бак или через

обратный клапан 4 (второго патрона) поступает в канал «P₂ T₂» для слива через распределитель.

Отводы «O₁, O₂» предназначены для подачи рабочей жидкости к размыкателю тормоза.

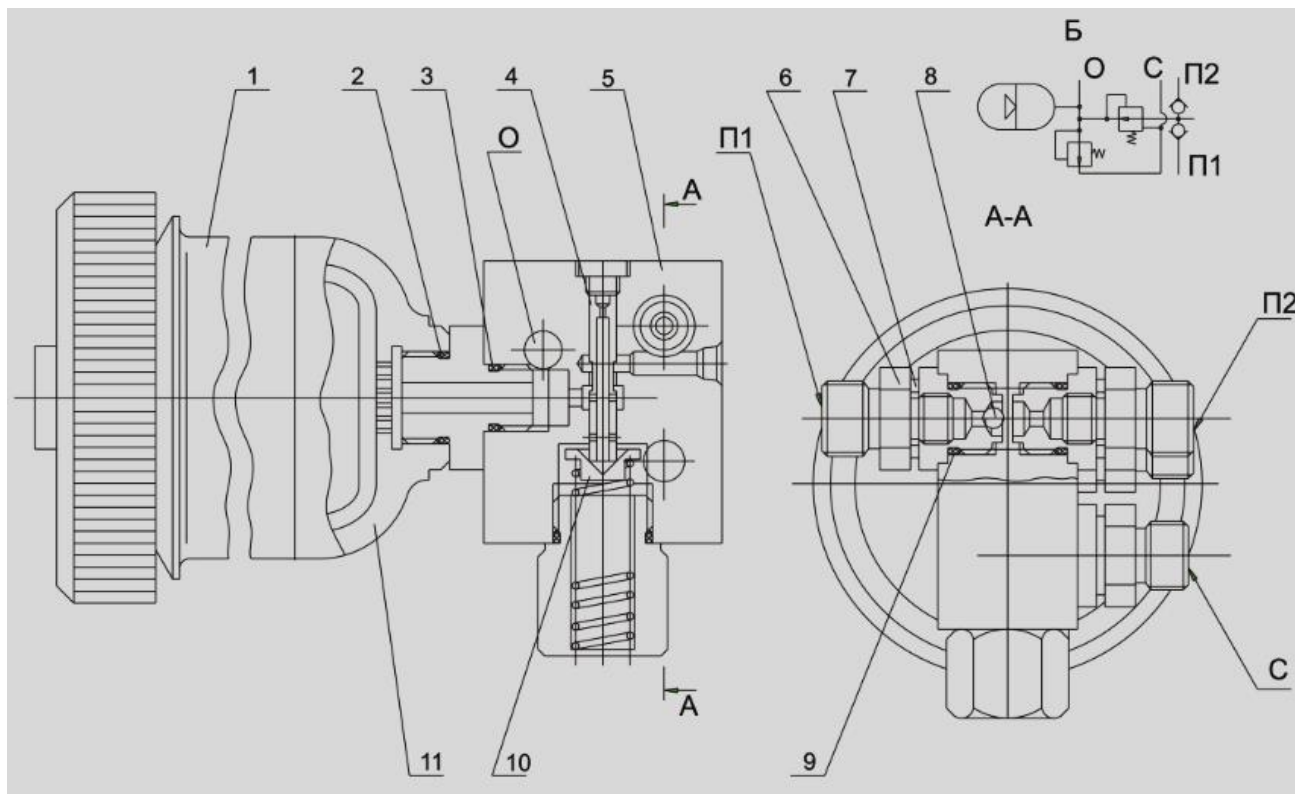


Рисунок 18 – Пневмогидроаккумулятор АК1

1 – пневмогидроаккумулятор с гидроклапаном 64000А, 2,3,7,9 – кольцо, 4 – редукционный клапан, 5 – блок гидроклапанов, 6 – штуцер, 8 - переключающий клапан, 10 – предохранительный клапан, 11 – корпус

Б – условное графическое изображение, П1, П2 – подвод, О – отвод, С- отвод дренажа

4.3.7 Пневмогидроаккумулятор с гидроклапанами АК1 (рисунок 18) установлен в системе дистанционного управления и предназначен для поддержания в ней постоянного рабочего давления в заданных пределах.

Пневмогидроаккумулятор 1 типа 64000А состоит из баллона 11, блока гидроклапанов 5, переключающего клапана 8, предохранительного клапана 10, редукционного клапана 4 и присоединительных штуцеров.

Через подводы П1 или П2 рабочая жидкость поступает из напорных магистралей гидросистемы, через отвод О - к блокам гидроуправления, а через отвод С - в дренажную магистраль

4.4 Выбор пневмогидроаккумулятора дистанционной системы управления

4.4.1 Описание работы ПГА в системе гидроуправления золотниками гидрораспределителей рабочих операций

Исходя из технических данных и конструктивных соображений Пневмогидроаккумулятор с гидроклапанами 64000А.

ПГАК предназначен для питания от гидролинии высокого давления систем дистанционного управления золотниками гидрораспределителей в гидросистемах строительных, дорожных и коммунальных машин.

Пневмогидроаккумулятор (ПГАК, рисунок 19) состоит из баллона 4 и блока 1 гидроклапанов. Баллон 4 заправляется газом под давлением 0,7+0,05 МПа через приспособление, присоединяемое к штуцеру 15. Газ — технический азот с точкой росы не выше минус 30С. Зарядка ПГАК и питание напорной линии системы гидроуправления (отверстие А) осуществляются через редукционный клапан 7 от гидролиний высокого давления через отверстия Р1, Р2, разделенные клапаном 2. На случай отказа редукционного клапана предусмотрен предохранительный клапан 11, который при повышении давления выше значения настройки перепускает рабочую жидкость через отверстие Т на слив. Регулировка редукционного и предохранительного клапанов производится при помощи регулировочных прокладок 9.

Обратный клапан 8 предотвращает самопроизвольную разрядку ПГАК при выключенном двигателе экскаватора. Благодаря этому система

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		72

P3.1, P3.2, P4.1, P4.2, P5, установленным в кабине машиниста, а также к регуляторам насосного агрегата.

При включении рычага или педали управления рабочая жидкость от блока управления поступает под крышку соответствующего золотника. Золотник под действием давления управления на его торец сдвигается из нейтральной позиции в рабочую. Противоположная крышка этого золотника, а также крышки других (не включенных) золотников сообщаются со сливом через сливные отверстия блоков управления (рисунок 20).

Аккумуляторный блок схемы гидроуправления золотниками распределителей состоит из пневмогидроаккумулятора и блока клапанов (переключающего, обратного, предохранительного и редукционного).

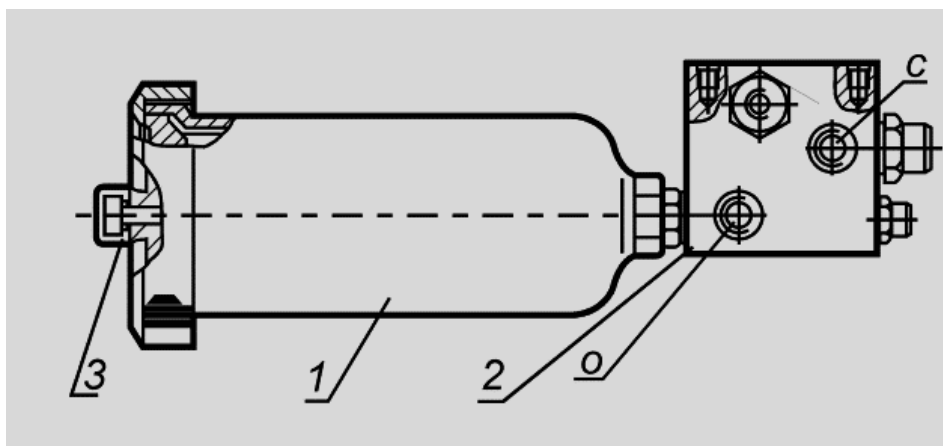


Рисунок 20 – Аккумуляторный блок схемы управления

1 — пневмогидроаккумулятор (корпус); 2 — блок гидроклапанов;
3 — крышка пневмогидроаккумулятора; O — отвод жидкости в
линию гидроуправления золотниками гидрораспределителей; C — слив
жидкости в гидробак.

4.4.2 Принципиальная схема подключения ПГА

Схема подключения аккумуляторного блока системы гидроуправления золотниками гидрораспределителя экскаватора приведена на рисунке 21.

Рабочая жидкость из напорной магистрали основной гидросистемы поступает через подводы П1 и П2 по отводу О — к блокам гидроуправления, через отвод С — сливается в гидробак.

В начальный период золотники гидрораспределителей переключаются за счет разрядки ПГАК. Аккумулятор заряжается через редукционный клапан при возникновении давления в напорной магистрали насоса, поддерживающий постоянное давление 3 МПа на выходе блока независимо от давления на входе. В случае его отказа предохранительный клапан ограничивает максимальное давление в системе до 4 МПа. Предварительное давление в ПГАК может составлять не более 1,2 МПа.

Для нормальной работы гидроуправления необходимо после запуска двигателя увеличить его обороты на непродолжительное время. Для зарядки ПГАК: запустить двигатель, в течение непродолжительного времени увеличить его обороты до максимального значения и одновременно включить один из гидроцилиндров, например ковша, стрелы и так далее.

Давление в напорном трубопроводе для зарядки аккумулятора должно быть не менее 0,6 МПа. После зарядки ПГАК до 3 МПа редукционный клапан отключает блок питания от напорной магистрали основного насоса.

Отсоединять ПГАК или разъединять напорные трубопроводы системы управления гидрораспределителями можно только после полной разрядки аккумулятора и при опущенном на землю рабочем оборудовании.

Для разрядки аккумулятора необходимо при неработающем двигателе рукояткой сервоуправления включить 5...10 раз один из гидроцилиндров.

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		
						75

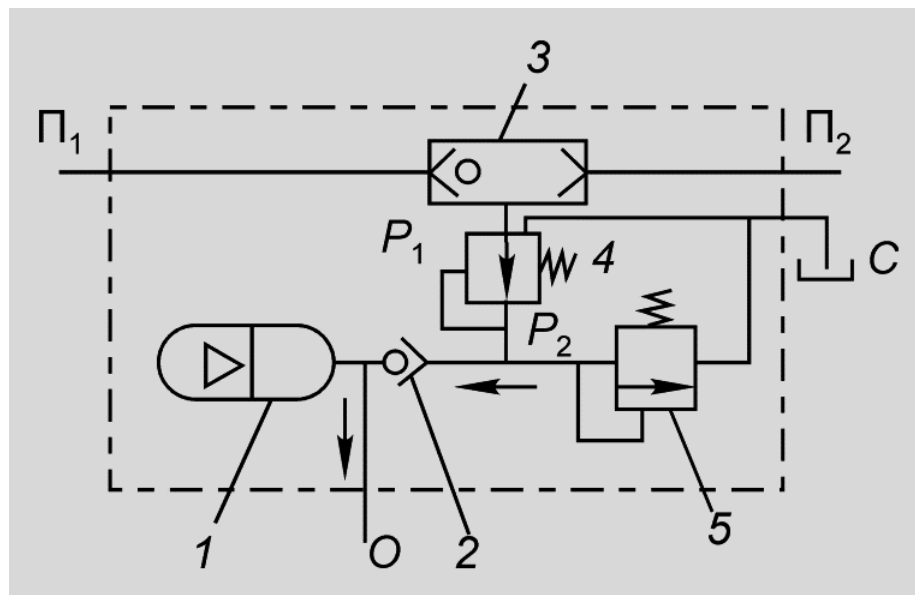


Рисунок 21 - Схема подключения аккумуляторного блока системы управления гидрораспределителями:

1 — пневмогидроаккумулятор; 2 — обратный клапан; 3 — переключающий клапан с логической функцией «или»; 4 — редукционный клапан; 5 — предохранительный клапан; П1, П2 — подводящей жидкости; О — отвод рабочей жидкости в линию гидроуправления золотниками гидрораспределителей; С — слив жидкости в гидробак; p_1, p_2 — давление рабочей жидкости на входе и выходе редукционного клапана.

4.4.3 Графики изменения параметров пневмогидроаккумуляторов

Пневмогидроаккумулятор с гидроклапанами 64000 А предназначен для питания от гидролинии высокого давления систем дистанционного управления золотниками гидрораспределителей в гидросистемах строительных, дорожных и коммунальных машин.

График зависимости изменения объема рабочей жидкости от давления представлен на рисунке 22.

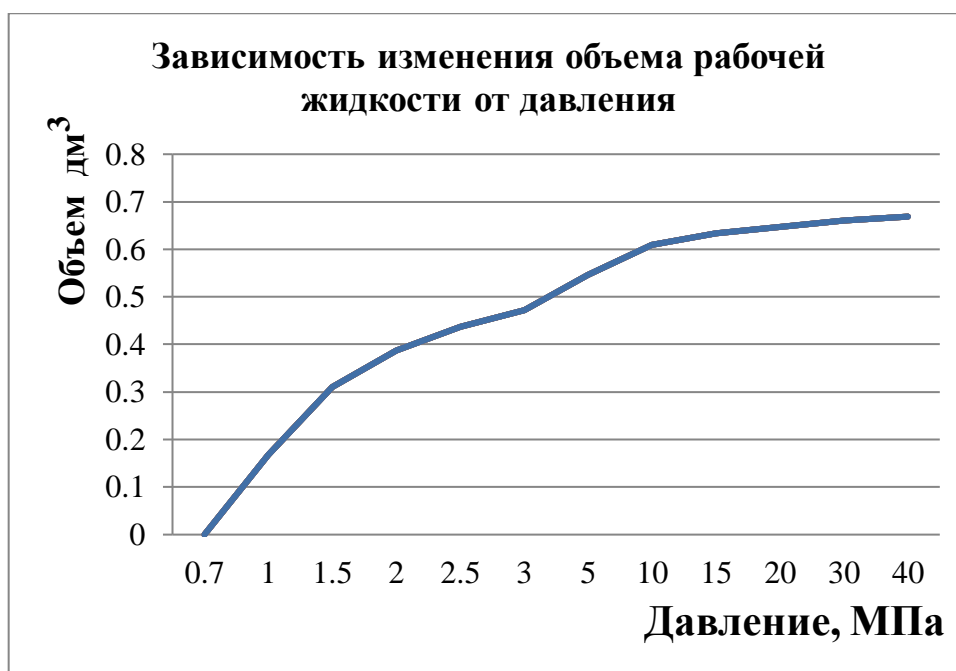


Рисунок22 – График зависимости изменения рабочей жидкости от давления

Блоки управления служат для дистанционного управления золотниками распределителей в гидросистемах машин. Общий вид и габаритные размеры блока типа 60110 приведены на рисунке29.

Блок управления с центральной рукояткой состоит из четырех клапанов, смонтированных в корпусе. Сферический шарнир крепления рукоятки позволяет включать один из четырех клапанов или одновременно два клапана, обеспечивая тем самым включение одного или двух золотников гидрораспределителя.

Блоки управления работают по принципу редуционного клапана, настройка которого определяется положением рычага. Чем больше наклон рычага, тем больше давление управления и тем больше перемещается соответствующий золотник моноблочного гидрораспределителя (рисунок 23).

В блоках 60110 при управлении золотниками усилие на рычаге составляет не более 40 Н. Обозначение и схема работы блоков управления:

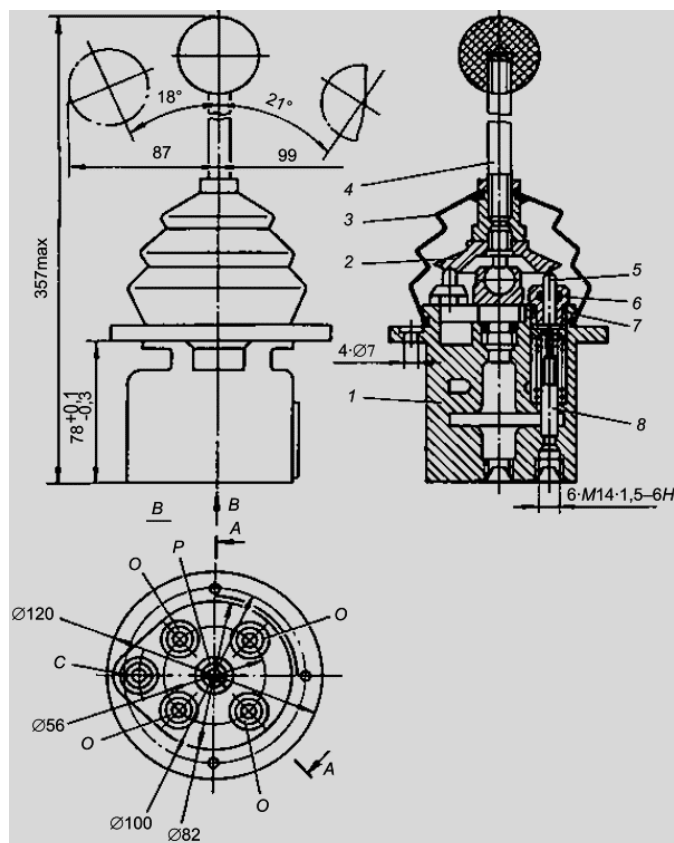


Рисунок 23 – Общий вид и размеры блока 60110:

1 – корпус; 2 - тарелка; 3 – чехол; 4- рычаг; 5 – толкатель;
 6 – манжета; 7 – кольцо; 8 – золотник; P- подвод; C – слив; O – отвод.

60110 — блок управления четырехзолотниковый с рычагомуправления на шаровом шарнире, с возможностью одновременного включения одного или двух смежных золотников, с возвратом в нейтральное положение рычага при снятии с него управляющего усилия (рисунок 24).[9]

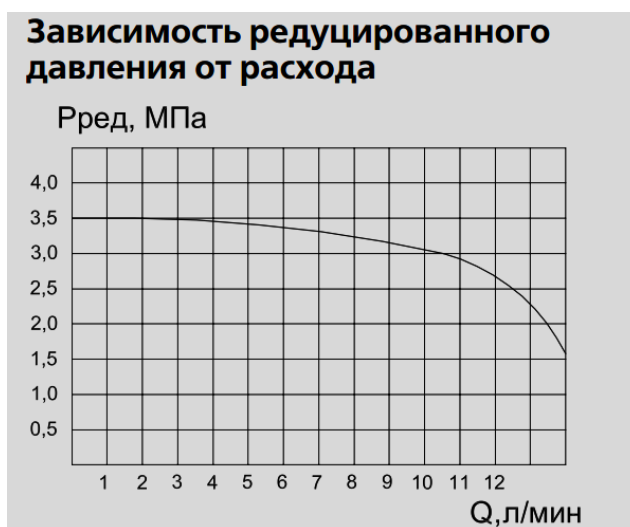


Рисунок24 – Зависимость редуцированного давления от расхода

					<i>15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		79

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Меры безопасности при работе крана

Эксплуатация крана должна выполняться в полном соответствии с требованиями настоящего Руководства по эксплуатации крана, Руководства по эксплуатации автомобиля, других документов из состава эксплуатационной документации. А также Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов Госгортехнадзора России со всеми инструкциями и дополнениями. Следует выполнять требования Инструкции по безопасному ведению работ для машинистов (крановщиков) стреловых самоходных кранов и Правил дорожного движения.

К работе допускается исправный кран, зарегистрированный в органах Госгортехнадзора и прошедший техническое освидетельствование.

К управлению краном, согласно Правилам по кранам, допускаются лица, имеющие квалификацию крановщика (машиниста), удостоверение водителя на управление транспортным средством и изучившие Руководство по эксплуатации крана и автомобиля «Камаз».

После пребывания крана при температуре ниже минус 40°С до начала работы необходимо выполнить техническое освидетельствование в соответствии с требованиями «Правил по кранам» и требованиями Руководства по эксплуатации крана.

Перед пуском крана в работу крановщик должен убедиться в исправности механизмов, металлоконструкций и других частей крана, а также в надежности грунта на месте предстоящей работы.

Для этого он должен:

- осмотреть механизмы, тормоза;
- проверить уровень рабочей жидкости гидросистемы;
- осмотреть металлоконструкции, гидропривод, электрооборудование;

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		80

- проверить прочность грунта;
- проверить отсутствие линий электропередач в зоне предстоящей работы.

При работе на краю траншеи или рыхлом грунте принять специальные меры, обеспечивающие безопасность.

Работа крана запрещается:

- а) во время грозы;
- б) при скорости ветра на высоте 10 м:
 - для стрелы длиной до 15 м — более 14,0 м/с;
 - для стрелы длиной свыше 15 м — более 12,6 м/с;
 - для стрелы, оборудованной удлинителем — более 10,6 м/с;
- в) при температурах окружающей среды ниже минус 40°С и выше 40°С;
- г) с неисправными приборами безопасности;
- д) в закрытых невентилируемых помещениях;
- е) без установки на опоры;
- ж) вблизи ЛЭП без оформления соответствующих документов (наряда-допуска и т.п.).

Во время работы с грузами крановщик обязан:

- проверить правильность установки крана на рабочей площадке;
- проверить состояние места для установки груза и возможность перемещения груза в указанную точку;
 - при подъеме грузов близких к предельно допустимой грузоподъемности для данного вылета и длины стрелы, необходимо поднять его на высоту 200-300 мм, убедиться в устойчивости крана, исправности тормозов, после чего продолжить работу;
 - начало подъема груза выполнять только грузовой лебедкой по сигналу руководителя работ (стропальщика) после того, как груз будет надежно закреплен на крюке и при отсутствии людей в зоне работы крана;

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		81

- не допускать раскачивания груза (стропальщику разрешается удерживать груз от раскачивания растяжками);

- при возникновении каких-либо неисправностей в работе крана или при выходе из строя какого-либо прибора безопасности опустить груз и работу прекратить до устранения неисправности;

- прекратить работу при приближении грозы, возникновении порывов сильного ветра, недостаточной освещенности места работы, сильного снегопада или тумана. Также в случаях, когда плохо различаются сигналы стропальщика или путь перемещения груза.

При работе с грузами запрещается:

- поднимать или кантовать груз, масса которого превышает грузоподъемность крана для данного вылета и длины стрелы;

- поднимать груз с земли стрелоподъемным механизмом;

- поднимать груз, засыпанный землей, заложённый другими грузами, примерзший к земле, неправильно обвязанный или смещённый в сторону от оголовка стрелы, а также подтаскивать груз волоком;

- резко тормозить при вращении поворотной рамы с грузом или опускании его;

- освобождать краном защемленные грузом съёмные грузозахватные приспособления (стропы, клещи и т. п.);

- поднимать железобетонные изделия с поврежденными петлями, груз находящийся в неустойчивом положении, а также в таре, заполненной выше бортов;

- укладывать груз на электрические кабели, трубопроводы, а также на краю откоса или траншеи;

- поднимать груз с находящимися на нем людьми, а также груз, поддерживаемый руками;

- загружать или разгружать автомашины при нахождении водителя или других людей в кабине;

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		
						82

- выполнять ремонт, регулировку или обслуживание во время работы или при нахождении груза на крюке.

Работы с грузами выполняются под руководством работника, ответственного за безопасное производство работ. Все лица, включая стропальщиков, должны находиться вне зоны работы крана при выполнении рабочих операций.

Меры безопасности при передвижении крана.

При передвижении крана следует руководствоваться указаниями, изложенными в Руководстве по эксплуатации автомобиля.

При передвижении стрела должна быть установлена на опору и полностью втянутой, выносные опоры втянуты и зафиксированы, крюковая подвеска уложена в карман кронштейна и зафиксирована.

Запрещается находиться в кабине крановщика при передвижении крана.

При передвижении крана в кабине крановщика приборы и отопительная установка должны быть отключены.

Меры безопасности при проведении технического обслуживания, регулирования и настройки.

При ведении работ обслуживающий персонал должен соблюдать Правила техники безопасности, руководствуясь «Правилами по кранам» и указаниями эксплуатационной документации на кран, ОНК-140-48М и шасси «Камаз».

Техническое обслуживание должны выполнять лица, изучившие устройство крана.

При работе с горюче-смазочными материалами соблюдать Правила пожарной безопасности.

При проведении работ по техническому обслуживанию стрела должна находиться на опоре.

При регулировке гидросистемы секции стрелы должны быть втянутыми до упора, стрела опущена на опору, насосы выключены.

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		
						83

При монтаже (демонтаже) элементов гидросистемы необходимо контур управления разгрузить от давления, нажатием рукоятки одного из блоков управления не менее 4-х раз при отключенных насосах и закрыть клапан на гидробаке.

При работах по обслуживанию, ремонту, регулировке, настройке пользоваться исправным штатным инструментом и в соответствии с его назначением. Для освещения пользоваться переносной лампой напряжением не более 36В.[9]

5.2 Меры безопасности при проведении работ вблизи линий электропередач (ЛЭП)

Установка и работа стрелового самоходного крана на расстоянии ближе 30 м от подъемной выдвигной части крана в любом ее положении, а также от груза до вертикальной плоскости, образуемой проекцией на землю ближайшего провода ЛЭП, находящейся под напряжением более 42 В, должны проводиться по наряду-допуску, определяющему безопасные условия выполнения работ.

запрещается крановщику выполнение работ:

- без оформленной письменной заявки на производство работ вблизи ЛЭП;
- при отсутствии в заявке сведений о линии электропередач (ЛЭП);
- при отсутствии лиц, ответственных за безопасное производство работ, и стропальщиков.

Установка крана и производство работ вблизи ЛЭП по наряду допуску могут быть разрешены при условии, если расстояние по воздуху от подъемной или выдвигной части крана, а также поднимаемого груза в любом из положений, в том числе при наибольшем подъеме или вылете стрелы, до ближайшего провода линии, находящегося под напряжением составляет при напряжении:

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		84

- до 1кВ - не менее 1,5 м;
- от 1 до 20 кВ - не менее 2 м;
- от 35 до 110 кВ - не менее 4 м;
- от 150 до 220 кВ – не менее 5 м;
- до 330 кВ - не менее 6 м;
- от 500 до 750 кВ – не менее 9 м.

При невозможности выдержать указанные расстояния работа краном в запретной зоне должна производиться при отключенной ЛЭП. Лицо, подписывающее наряд-допуск, дает владельцу ЛЭП заявку в письменном виде на ее отключение, с указанием времени отключения. Получив письменное разрешение (линия отключена) выдает наряд-допуск на производство работ.

Крановщик имеет право приступить к установке крана в зоне работы только после проведения лицом, ответственным за безопасность производства работ, инструктажа крановщика и стропальщиков. При этом указывается: порядок установки крана на выносные опоры и снятия его с опор, порядок производства работ вблизи ЛЭП и мерах безопасности, изложенных в наряде-допуске, с последующей подписью в нем инструктируемых лиц.

Установку крана на выносные опоры и снятие крана с опор крановщик выполняет самостоятельно. При установке необходимо учитывать, что работа крана под проводом ЛЭП запрещена, а также, что расстояние от любой части крана (стрела, кран, груз и пр.) до вертикальной плоскости, образуемой проекцией на землю ближайшего провода, находящегося под напряжением должно быть не менее вышеуказанных величин.

Ответственное лицо, до подъема стрелы в рабочее положение, должно проверить установку крана и сделать в вахтенном журнале крановщика запись: «Установку крана на указанном мною месте проверил. Работу разрешаю» с последующей подписью.

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		85

При работе вблизи ЛЭП на ограничителе ОНК-140 должна быть введена координатная защита: ограничение типа ЛЭП согласно руководства по эксплуатации ОНК-140. [8]

5.3 Меры пожарной безопасности

Запрещается эксплуатировать кран с нарушением герметичности гидросистемы, топливопроводов, при повреждениях изоляции электрокоммуникаций, ненадежных контактах в электрических цепях и установкой предохранителей, не соответствующих номиналу или самодельных плавких вставок.

Запрещается пользоваться открытым огнем для разогрева двигателя или других узлов крана при минусовых температурах, применять углекислотные огнетушители, у которых истек срок годности.

При работе на кране с огнеопасными грузами или пребывании крана на территории, опасной в пожарном отношении, запрещается курение и пользование открытым огнем. Крановщик должен применять меры к предотвращению искрообразования.

Запрещается пользоваться огнем, курить при заправке крана топливом и проведении работ по техническому обслуживанию.

Запрещается оставлять без наблюдения работающий отопитель кабины. Перед запуском отопителя проверить герметичность топливопроводов и его узлов.

Сварочные работы на кране производить только после получения разрешения на проведение сварочных работ. При выполнении сварочных работ на кране необходимо отсоединить клеммы от аккумуляторных батарей и генератора, а провод сварочного аппарата «масса» располагать ближе к зоне сварки.[9]

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		
						86

5.4 Меры безопасности в аварийных ситуациях

Для исключения аварийных ситуаций необходимо строго соблюдать требования Руководства по эксплуатации и «Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов».

В случае возникновения аварийной ситуации необходимо принять меры по остановке работы крана и при необходимости поставить в известность инженерно-технического работника по надзору за безопасной эксплуатацией грузоподъемных машин.

При возникновении нижеприведенных аварийных ситуаций выполните соответствующие требования, указанные в таблице 5.[10]

Таблица 5 – Рекомендации по действиям в аварийных ситуациях

Характерные аварийные ситуации	Рекомендации по действиям крановщика
1 Внезапное скручивание ветвей каната.	Остановить работу механизма подъема. Опустить груз на площадку стрелоподъемным механизмом, если позволяет грузовая характеристика, или медленно опустить грузовой лебедкой.
2 Проседание грунта под опорами, вызывающее наклон крана или проседания штоков цилиндров опор	Опустить груз на площадку и прекратить работу до устранения проседания. Вращением поворотной части отвести в сторону с целью уменьшения момента опрокидывания и опустить груз на площадку.
3 Проседания под нагрузкой штоков цилиндров: механизма подъема стрелы или телескопирования	Опустить груз лебедкой на площадку.
4 Спадание каната с блока или барабана.	Прекратить работу. Освободить крюковую подвеску от груза.
5 Нарушение герметичности гидросистемы или повреждение какого-либо гидроаппарата.	Опустить груз на площадку. Остановить двигатель, отключить насосы.
Характерные аварийные ситуации	Рекомендации по действиям крановщика
6 Посторонние стуки и	Опустить груз на площадку и прекратить

шумы в механизмах или силовых металлоконструкциях.	работу до устранения неисправности.
7 Отказ в работе приборов безопасности.	Опустить груз на площадку лебёдкой, остановить работу до устранения неисправности.

Продолжение таблицы 5 – Рекомендации по действиям в аварийных ситуациях

Характерные аварийные ситуации	Рекомендации по действиям крановщика
8 Понижение температуры окружающей среды ниже минус 40°С.	Прекратить работу. Перевести кран в транспортное положение. Работу начинать после проведения технического освидетельствования.
9 Резкое увеличение скорости ветра, превышающей допустимый рабочий диапазон.	Прекратить работу. Перевести кран в транспортное положение.
10 Возникновение пожара на кране.	Опустить груз, прекратить работу, отключить аккумуляторные батареи. Принять меры по тушению пожара.
11 Внезапный отказ тормозной системы шасси при движении.	Выполнить торможение двигателем и стояночной тормозной системой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках выполнения выпускной квалификационной работы был рассмотрен гидравлический привод механизма подъема стрелы автокрана по следующему плану:

1) На основе анализа конструкции и принципа работы крановой установки:

– выбран тип гидропривода.

– разработана принципиальная гидравлическая схема механизма подъема крановой установки автомобиля.

– рассчитаны и выбраны основные параметры гидропривода: $P = 20$ МПа, $Q = 127$ л/мин, $N_{пол} = 42,33$ кВт, $N_{пот} = 44,56$ кВт, $\eta = 0,80$ и требуемых параметров насоса и гидроцилиндра.

– выбран выпускаемый промышленностью аксиально-поршневой гидронасос, гидроцилиндры, выбрана гидроаппаратура (гидрораспределитель, предохранительный клапан и так далее), рабочая жидкость, фильтр.

– рассчитаны и выбраны диаметры трубопроводов, выпускаемых промышленностью.

– рассчитаны потери давления в гидросистеме и давления за насосом (4,1%), определен температурный режим работы гидропривода и требуемого объема бака рабочей жидкости (250 л).

2) Составлены требования безопасности эксплуатации гидравлического оборудования.

Рассчитан пневмогидроаккумулятор для питания системы гидроуправления золотниками распределителей.

3) Рассчитан пневмогидроаккумулятор, предназначенный для дистанционной системы гидроуправления рабочими операциями крановой установки, а именно питания системы гидроуправления золотниками распределителей.

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		90

					<i>15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>91</i>

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Галдин Н.С. Гидравлические машины, объемный гидропривод: учебное пособие. – Омск: СибАДИ, 2009. – 272 с.

2. Андреев А.Ф., Барташевич Л.В., Богдан Н.В. и др. Гидропневмоавтоматика и гидропривод мобильных машин. Объемные гидро- и пневмомашин и передачи. - Минск: Высшая школа, 1987. 310

3. Учебное пособие. Елюкин Н. Н. “Расчет и проектирование объемных гидроприводов” -49 с.

4. Апсин В.П., Удовин В.Г. Методические указания по гидравлическим расчетам. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004.- 43 с.

5. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям/ Под ред. М.О. Штейнберга. – 3-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1992. – 672с.: ил.

6. Барышев В.И. Надежность и диагностика гидропривода: Учеб. Пособие.- Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2003

7. Надежность гидравлических систем воздушных судов / Т.М. Башта, В.Д. Бабанская ; Под ред. Башты .-М.: Транспорт, 1986

8. Чмиль В.П. Гидропневмопривод строительной техники. Конструкция, принцип действия, расчет: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 320с.

9. Беленков Ю.А. Гидравлика и гидропневмопривод: учебник для вузов – М.: Издательский дом «Бастет», 2013. – 406.

10. Свешников В.К. Станочные гидроприводы: Справочник. - 4-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение, 2004. - 512с.: ил.

11. ГОСТ Р 52543-2006 Объемные гидроприводы. Требования безопасности

12. ГОСТ 30321-95 Краны грузоподъемные. Требования безопасности к гидравлическому оборудованию (с Изменением N 1) (аутентичен ГОСТ Р 50046-92)

13. ГОСТ 17752-81. Гидропривод объемный и пневмопривод. Термины и определения.

14. ГОСТ 2.103-68. Стадии разработки

15. ГОСТ 2.701-84. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		92

16. ГОСТ 2.704.-76. Правила выполнения гидравлических и пневматических схем.

17. ГОСТ 2.780-68. Обозначения условные графические. Элементы гидравлических и пневматических сетей.

18. ГОСТ 2.781-68. Обозначения условные графические. Аппараты гидравлические и пневматические, направляющие и регулирующие, приборы контрольно-измерительные.

19. ГОСТ 2.782-68. Обозначения условные графические. Насосы и двигатели гидравлические и пневматические.

20. ГОСТ 2.784-70. Обозначения условные графические. Элементы трубопроводов.

					15.03.02.2018.369.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		93