

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АМГУ»)

Институт компьютерных и инженерных наук
Кафедра стартовые и технические ракетные комплексы

УТВЕРЖДАЮ
Зам. зав. Кафедрой
 В.В. Соловьев
« 22 » мая 2024 г.

ЗАДАНИЕ

К выпускной квалификационной работе студента Черткова Семена Дмитриевича

1. Тема выпускной квалификационной работы: Проектирование гидравлической системы подъема стрелы транспортно – установочного агрегата

(утверждена приказом от 01.04.2024 №852 – уч)

2. Срок сдачи студентом законченного проекта: 12 июня 2024

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе: отчеты по практикам, ГОСТы, справочная литература

4. Содержание выпускной квалификационной работы: транспортно – установочный агрегат, гидропривод и его назначение, моделирование гидравлической системы, безопасность жизнедеятельности, экономическая часть.

5. Перечень материалов приложения: титульный лист, цели и задачи, состав гидропривода, гидравлическая схема транспортно – установочного агрегата, настройка насосной станции, моделирование гидравлической системы, результаты моделирования, заключение.

6. Консультант по БЖД: Козырь А.В., доцент, канд. тех. наук.

7. Дата выдачи задания: 22.05.2024г

Руководитель выпускного квалификационного проекта: доцент, канд. тех. наук. Соловьев В.В.

Задание принял к исполнению (дата): 

РЕФЕРАТ

Настоящая бакалаврская работа содержит 87 страниц, 26 рисунков, 10 таблицы, 10 источников.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ СИСТЕМА, ТРАНСПОРТНО – УСТАНОВОЧНОГО АГРЕГАТА, СИСТЕМА ПОДЪЕМА, МОДЕЛИРОВАНИЕ В SIMULINK

В работе представлены результаты исследований гидравлической системы транспортно – установочного агрегата (ТУА) – 373УН34, включая его гидравлическую схему, характеристики и процессы.

Цель работы – разработка гидравлической системы подъема стрелы ТУА, отвечающей заданным требованиям.

Задачи:

- Анализ требований к гидравлической системе подъема стрелы ТУА;
- Выбор основных элементов гидравлической системы;
- Проектирование гидравлической схемы системы;
- Моделирование работы гидравлической системы;
- Оценка работоспособности гидравлической системы.

В ходе выполнения дипломной работы будут использованы следующие методы исследования:

- Аналитический метод;
- Метод компьютерного моделирования;
- Экспериментальный метод.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 Транспортно – установочный агрегат.....	8
1.1 Особенности ТУА.....	8
1.2 Преимущества использования ТУА.....	10
1.3 Типы ТУА.....	10
1.4 Достоинства и недостатки ТУА.....	11
2 Гидропривод и его назначение.....	13
2.1 Состав гидропривода ТУА.....	13
2.2 Технические данные.....	14
2.3 Общее устройство и принцип действия гидропривода.....	16
2.4 Насосная станция.....	17
2.5 Блок гидроаппаратуры.....	19
2.6 Элементы питания.....	21
2.6.1 Аксиально – поршневой насос НПА 32/32.....	21
2.6.2 Ручной насос НРО1М.....	23
2.6.3 Гидробак.....	25
2.6.4 Фильтр.....	26
2.7 Аппаратура управления и регулирования.....	27
2.7.1 Трехпозиционный кран.....	27
2.7.2 Предохранительный клапан.....	27
2.7.3 Регулятор расхода.....	29
2.7.4 Подпорный клапан.....	29
2.7.5 Гидрозамок.....	30
2.7.6 Обратный клапан.....	30
2.7.7 Односторонний дроссель.....	31
2.8 Исполнительные механизмы.....	31
2.8.1 Гидроцилиндр.....	31
2.8.2 Гидроопора левая и правая.....	32
2.9 Вспомогательная аппаратура.....	33

2.10 Арматура.....	34
2.10.1 Поворотный сальник	34
2.11 Работа гидропривода	35
2.11.1 Подготовка гидропривода к работе и управление гидроприводом....	35
2.11.2 Работа гидропривода при подъеме ТУА на двух гидроопорах	35
2.11.3 Работа гидропривода при опускании ТУА на двух гидроопорах.....	36
2.11.4 Работа гидропривода при подъеме ТУА на одной гидроопоре	37
2.11.5 Работа гидропривода при опускании ТУА на одной гидроопоре	37
2.11.6 Работа гидропривода при подъеме стрелы ТУА на угол от 0 до 88° .	37
2.11.7 Работа гидропривода при подъеме стрелы ТУА на угол от 88° до полного выдвижения штока гидроцилиндра	39
2.11.8 Работа гидропривода при опускании стрелы ТУА на угол от полностью выдвинутого штока гидроцилиндра до 88°	40
2.11.9 Работа гидропривода при опускании стрелы ТУА из вертикального положения.....	41
2.12 Прокачка и проверка герметичности гидроопор и их трубопроводов.....	43
2.13 Проверка герметичности гидрозамка ЗМ4.....	43
2.14 Проверка герметичности гидрозамка ЗМ3	43
2.15 Проверка герметичности подпорного клапана КП5 и гидрозамка ЗМ2 ..	44
2.16 Прокачка и проверка герметичности элементов гидропривода	44
3 Моделирование гидравлической системы.....	46
3.1 Модель гидравлической системы ТУА в Simulink.....	52
3.2 Настройка насосной станции	59
4 Безопасность жизнедеятельности.....	63
4.1 Введение.....	63
4.2 Анализ условия труда	63
4.2.1 Микроклимат.....	63
4.2.2 Шум	66
4.2.3. Освещенность рабочей поверхности	69
4.2.4. Тяжесть трудового процесса.....	70
4.2.5. Напряженность трудового процесса.....	71
4.2.6. Итоговый класс условий труда.....	72
4.3 Эргономика рабочего места.....	73

4.4 Электроопасность	75
4.5 Пожароопасность	76
4.6 Расчетная часть	79
4.7 Выводы.....	80
4.8 Список литературы	80
5 Экономическая часть	82
5.1 Покупка программного обеспечения (ПО)	82
5.2 Основная заработная плата	83
5.3 Страховые взносы	84
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	85
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	87

ВВЕДЕНИЕ

Транспортно – установочные агрегаты (ТУА) широко применяются в различных отраслях промышленности, строительства и сельского хозяйства. Они предназначены для перемещения и монтажа различных грузов, таких как оборудование, материалы, конструкции. Важной частью ТУА является гидравлическая система подъема стрелы, которая обеспечивает точное и плавное перемещение груза в пространстве.

Проектирование гидравлической системы подъема стрелы ТУА является сложной задачей, требующей глубоких знаний в области гидравлики, механики и машиностроения. Необходимо учитывать множество факторов, таких как грузоподъемность, скорость подъема, точность позиционирования, надежность и энергоэффективность системы.

1 ТРАНСПОРТНО – УСТАНОВОЧНЫЙ АГРЕГАТ

Транспортно-установочный агрегат (ТУА) – это специализированная машина, предназначенная для транспортировки, подъема и монтажа крупногабаритных и тяжелых грузов. ТУА широко применяются в различных отраслях, таких как:

- Строительство: монтаж строительных конструкций, железобетонных изделий, станков, оборудования;
- Энергетика: монтаж и демонтаж энергетического оборудования, трансформаторов, генераторов;
- Нефтегазовая промышленность: монтаж технологического оборудования, труб, резервуаров;
- Машиностроение: монтаж станков, прессов, другого тяжелого оборудования;
- Судостроение: монтаж судовых двигателей, мачт, другого оборудования;
- Складское хозяйство: перемещение и складирование контейнеров, паллет, штучных грузов.

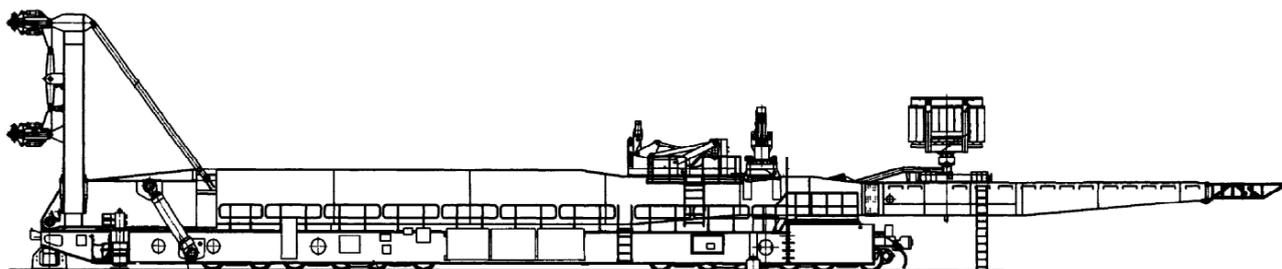


Рисунок 1 – Транспортно – установочный агрегат

1.1 Особенности ТУА

Основные особенности ТУА:

- Высокая грузоподъемность: ТУА способны транспортировать и устанавливать грузы массой от десятков до сотен тонн;

- Мобильность: ТУА могут перемещаться по различным типам дорог и бездорожью, а также по железнодорожным путям;
- Точность позиционирования: ТУА обеспечивают точное и плавное перемещение груза в пространстве, что необходимо для его точной установки;
- Многофункциональность: ТУА могут быть оснащены различными грузозахватными приспособлениями, что позволяет им работать с различными типами грузов;
- Надежность: ТУА должны быть надежными и выдерживать большие нагрузки, так как они используются в сложных условиях эксплуатации.

В зависимости от назначения ТУА могут иметь различные особенности:

- ТУА на автомобильном шасси: Эти ТУА имеют высокую мобильность и могут использоваться в различных условиях. Они оснащены шасси грузовых автомобилей, что обеспечивает им возможность перемещаться по дорогам общего пользования;
- ТУА на гусеничном ходу: Эти ТУА обладают высокой проходимостью и могут использоваться в условиях бездорожья. Они оснащены гусеничным шасси, что обеспечивает им возможность перемещаться по снегу, грязи, песку и другим сложным грунтам;
- ТУА на железнодорожном ходу: Эти ТУА используются для транспортировки грузов по железнодорожным путям. Они оснащены железнодорожными тележками, что обеспечивает им возможность перемещаться по рельсам;
- Самоходные ТУА: Эти ТУА имеют собственный источник питания и могут самостоятельно перемещаться на небольшие расстояния. Они оснащены двигателем внутреннего сгорания, который приводит в движение колеса или гусеницы.

При проектировании ТУА учитываются следующие факторы:

- Грузоподъемность;
- Высота подъема;
- Вылет стрелы;

- Мобильность;
- Точность позиционирования;
- Надежность;
- Условия эксплуатации.

ТУА являются незаменимым инструментом в различных отраслях промышленности и строительства. Они позволяют решать сложные задачи по транспортировке и монтажу крупногабаритных и тяжелых грузов.

1.2 Преимущества использования ТУА

К основным преимуществам ТУА относятся:

- **Эффективность:** ТУА позволяет быстро и безопасно транспортировать и монтировать тяжелые грузы;
- **Универсальность:** ТУА могут работать с различными типами грузов и в различных условиях;
- **Точность:** ТУА обеспечивают точное позиционирование груза, что необходимо для его правильной установки;
- **Безопасность:** ТУА оснащены системами безопасности, которые предотвращают падение груза и травмирование людей.

1.3 Типы ТУА

ТУА также разделяют на типы ходов:

- ТУА на автомобильном шасси: самые распространенные, обладают высокой мобильностью и могут использоваться на дорогах общего пользования;
- ТУА на гусеничном ходу: используются в условиях бездорожья, обладают высокой проходимостью;
- ТУА на железнодорожном ходу: используются для транспортировки грузов по железной дороге;
- Самоходные ТУА: имеют собственный двигатель и могут самостоятельно перемещаться на небольшие расстояния.

Выбор ТУА зависит от:

- Характеристики груза: вес, габариты, тип груза;
- Условия работы: тип местности, наличие подъездных путей;

- Требуемая грузоподъемность, высота подъема и вылет стрелы.

Транспортно-установочные агрегаты являются незаменимым инструментом в различных отраслях промышленности и строительства. Они позволяют решать сложные задачи по транспортировке, подъему и монтажу крупногабаритных и тяжелых грузов.

1.4 Достоинства и недостатки ТУА

Плюсы:

- Универсальность: ТПУ может использоваться для транспортировки и установки различных ракет-носителей, включая "Союз-2", "Ангара" и "Союз-5";
- Мобильность: ТПУ может самостоятельно перемещаться по территории космодрома, что позволяет использовать его для обслуживания стартовых комплексов, расположенных в разных местах;
- Точность: ТПУ обеспечивает высокую точность установки ракеты-носителя на стартовый стол, что необходимо для обеспечения успешного запуска;
- Автоматизация: ТПУ оснащен системами автоматизации, которые позволяют минимизировать участие человека в процессе транспортировки и установки ракеты-носителя;
- Безопасность: ТПУ соответствует всем современным требованиям безопасности, что обеспечивает защиту людей и имущества.

Минусы:

- Сложность: ТПУ является сложным техническим комплексом, что требует высокой квалификации персонала для его обслуживания;
- Стоимость: ТПУ является дорогостоящим комплексом, что может ограничить его использование;
- Зависимость от инфраструктуры: ТПУ требует развитой инфраструктуры для его работы, включая дороги, электроснабжение и системы связи;

- Ограниченная грузоподъемность: ТПУ имеет ограниченную грузоподъемность, что не позволяет ему использоваться для транспортировки и установки самых тяжелых ракет-носителей.

2 ГИДРОПРИВОД И ЕГО НАЗНАЧЕНИЕ

2.1 Состав гидропривода ТУА

Гидропривод ТУА предназначен для выполнения следующих операций:

- подъема и опускания ТУА на гидроопорах при установке РКН, а также горизонтирования ТУА;

- подъема и опускания стрелы ТУА.

Гидропривод ТУА работоспособен при температуре окружающей среды от минуса 40 до плюс 40 °С, относительной влажности до 98% при температуре 20 °С и скорости ветра до 18 м/сек. По решению комиссии гидропривод может быть допущен к работе при температуре окружающей среды до плюс 50 °С.

В состав гидропривода входят:

- элементы питания;
- аппаратура управления и регулирования;
- исполнительные механизмы;
- вспомогательные механизмы;
- арматура.

Элементы питания предназначены для подачи рабочей жидкости в исполнительные механизмы гидропривода. К элементам питания относятся:

- насосы НА1 – НА4;
- ручной насос НР1;
- гидробаки Б1, Б2;
- фильтры Ф1 – Ф6.

Аппаратуры управления и регулирования управляет исполнительными механизмами и предохраняет гидропривод от перегрузок. К аппаратуре управления и регулирования относятся:

- распределители Р1 – Р8;
- предохранительные клапаны КП1 – КП4;
- регулятор расхода РП1 – РП3;
- подпорный клапан КП5;

- гидрозамки ЗМ1 – ЗМ4;
- обратные клапаны КО1 – КО11;
- односторонние дроссели ДРО1, ДРО2;
- дроссельные шайбы ДР1 – ДР3;
- регулируемые дроссели (входят в состав гидроопор);
- манометры МН1 – МН6.

Исполнительные механизмы обеспечивают подъем и опускание ТУА на гидроопорах при установке РКН, а также горизонтирование ТУА и подъем, и опускание стрелы ТУА. К исполнительным механизмам относятся:

- Две гидроопоры: левая гидроопора ГО1 и правая гидроопора ГО2;
- гидроцилиндр Ц1.

К вспомогательной аппаратуре относятся:

- вентили ВН1 – ВН7;
- демпферы ДФ1 – ДФ6.

Арматура предназначена для соединения элементов гидропривода между собой. К арматуре гидропривода относятся трубопроводы, тройники, крестовины, угольники и поворотные сальники.

2.2 Технические данные

Основные технические характеристики приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные технические характеристики

Наименование показателя	Тип и (или) значение показателя
Рабочая жидкость	Рабочая жидкость АМГ – 10А
Количество рабочей жидкости на заполнение гидропривода, л	1500
Давление настройки предохранительных клапанов, МПа (кгс/см ²)	28 (280) и 22 (220)
Максимальная температура рабочей жидкости, °С	70

Количество насосных станций, шт	2
Количество аксиально – поршневых насосов НПА 32/32, л/мин	2
Суммарная подача рабочей жидкости одной насосной станции аксиально – поршневыми насосами НПА 32/32, л/мин	80
Количество двигателей МАП 422 – 4Д02, шт	4
Суммарное потребляемая мощность двигателями МАП 422 – 4Д02, кВт	80
Количество гидробаков в насосной станции, шт	1
Вместимость гидробака, л	480
Максимальный угол подъема стелы	91°30′
Время подъема (опускания) стрелы в вертикальное положение, мин.	10
Количество гидроцилиндров, шт.	1
Тип гидроцилиндра	Телескопический двухцилиндровый с полостью противодействия
Ход гидроцилиндров, мм	5320
Диаметр штока, мм	240
Диаметр 1 цилиндра, мм	440
Диаметр 2 цилиндра, мм	500
Тип гидропоры, мм	Одноцилиндровая со следящим механизмом стопорения
Ход гидропоры, мм	345

Максимальная нагрузка на одну гидроопору, кг	124240
Максимальная высота подъема ТУА на гидроопорах, мм	300
Количество двигателей 5А80МВ4ТМ1 ІМ3001, шт	2
Суммарная потребляемая мощность двигателями 5А80МВ4ТМ ІМ3001, кВт	3
Питание силового электрооборудования, В	Переменный ток напряжением 380/220
Питание гидроаппаратуры управления, В	27

2.3 Общее устройство и принцип действия гидропривода

Все элементы гидропривода размещены на раме, стреле и крыльях ТУА. Элементы питания, аппаратура и регулирования, кроме регулируемых дросселей, одностороннего дросселя, гидрозамков, вся вспомогательная аппаратура и соответствующая арматура, размещены в насосных станциях 0404.000, 0405.000 и блоке гидроаппаратуры 0406.000.

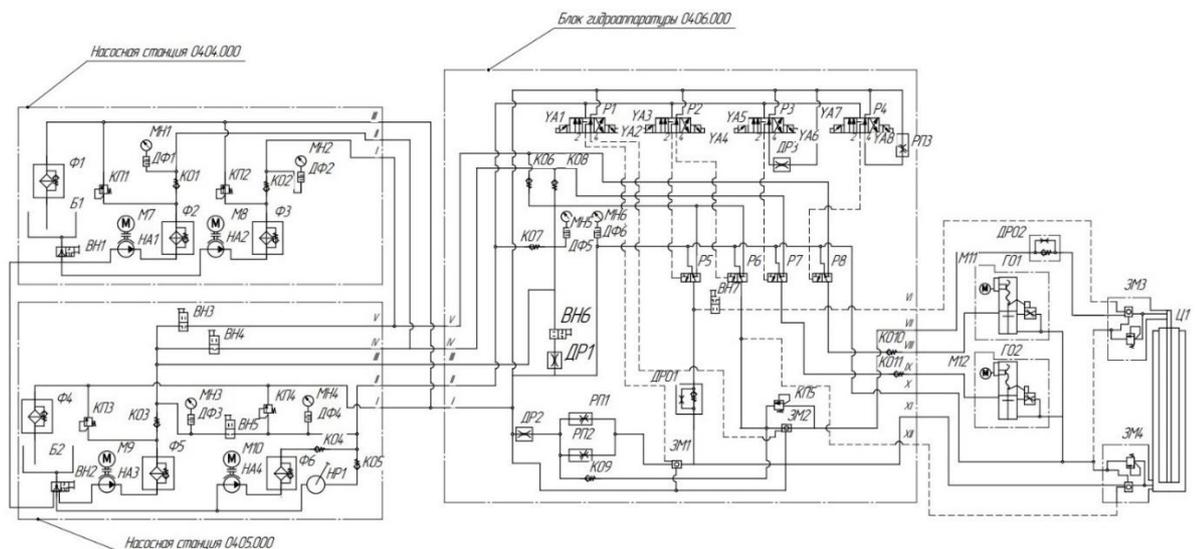


Рисунок 2 – Гидравлическая схема ТУА

Регулируемые дроссели, расположенные внутри гидроопор 0402.000 0402.000 – 01, являются частью их конструкции.

Односторонний дроссель расположен на нагнетательном трубопроводе, идущем к гидрозамку.

Гидрозамки установлены непосредственно на проушине и пяте гидроцилиндра.

Трубопроводы, соединяющие все элементы гидропривода, выполнены из нержавеющей стали. Трубопроводы состоят из труб, и, приваренных к их концам, штуцеров или ниппелей с накидными гайками.

Присоединение трубопроводов к элементам гидропривода выполнено с помощью штуцеров и угольников. Положение угольников фиксируется гайками.

Трубопроводы закреплены к металлоконструкции ТУА прижимами, которые крепятся с помощью болтов к приваренным пластикам или кронштейнам.

2.4 Насосная станция

Насосная станция смонтирована на сварной раме и крепится болтами к пластикам, приваренным к раме ТУА. Листы 6 предохраняют от попадания пыли и грязи в насосную станцию.

В насосной станции 0404.000 размещены: насосы, двигатели, гидробак, фильтры, вентил, предохранительные клапаны, манометры с демпферами, обратные клапаны.

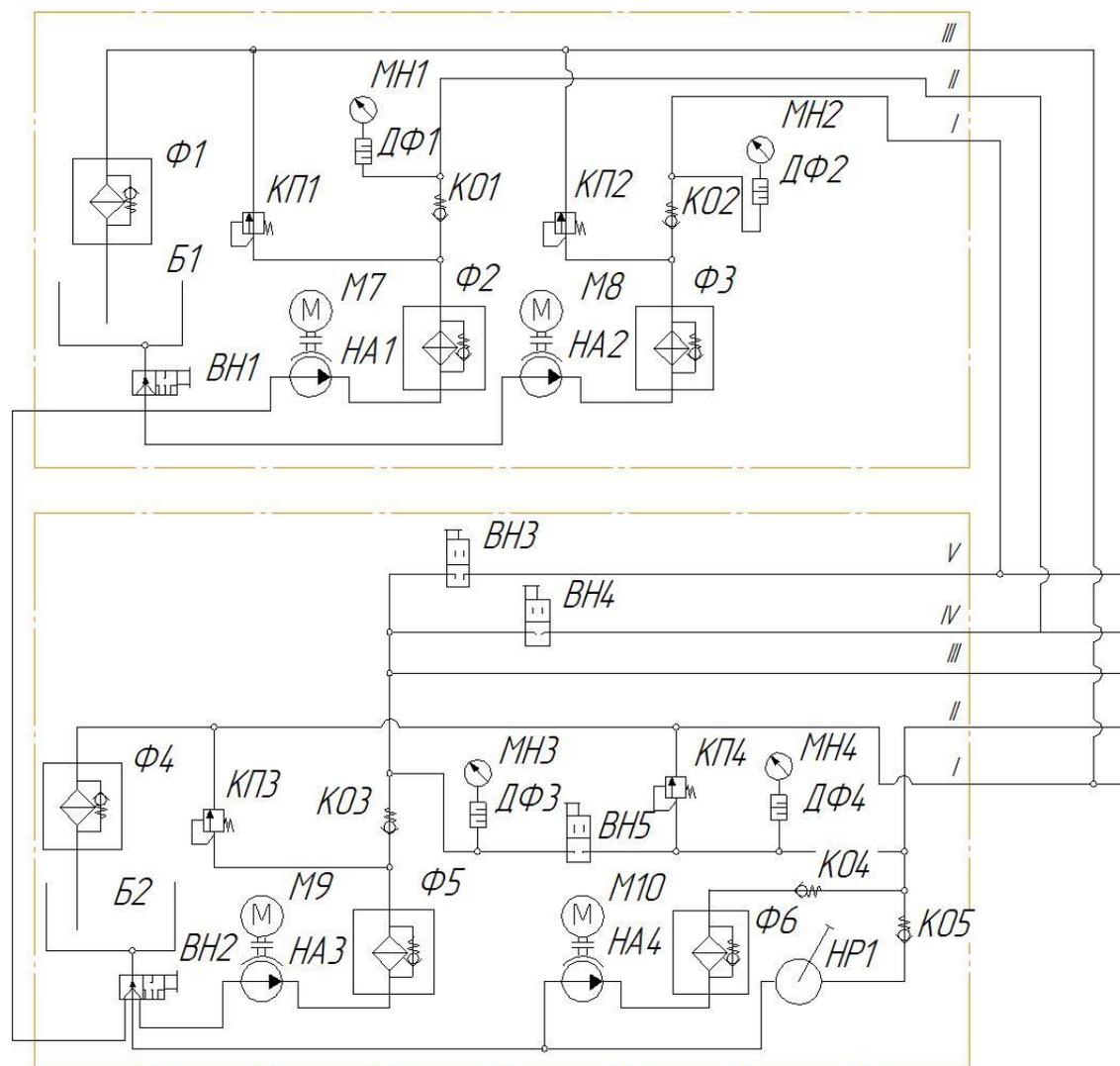


Рисунок 3 – Устройство насосных станций

Насосы, крепятся к кронштейнам болтами, кронштейны в свою очередь крепятся к раме болтами, гайками и шайбами.

Каждый из насосов соединен муфтой с соответствующим двигателем. Двигатели закреплены на раме болтами, гайками и шайбами.

Муфты закрываются ограждениями, которые крепятся к раме болтами, гайками и шайбами.

Насосы и двигатели выставлены соосно при помощи наборов прокладок и зафиксированы в этом положении штифтами.

Штуцеры насосов соединены трубопроводами с гидроаппаратурой насосной станции, места соединений уплотняются прокладками, кольцами.

Предохранительные клапаны крепятся к кронштейнам рамы болтами, гайками и шайбами. Присоединение предохранительных клапанов к трубопроводам осуществляется штуцерами. Места соединений уплотняются резиновыми кольцами. Обратные клапаны установлены в линиях трубопроводов.

Вся аппаратура соединяется между собой трубопроводами, имеющими в отдельных местах крепление пластиками и прижимами.

Присоединение насосной станции к трубопроводам ТУЛА осуществляется проходниками, гайками.

Насосная станция закрыта кожухом. Кожух имеет пять дверей с двумя замками на каждую дверь, сверху кожух имеет колпак закрывающий горловину гидробака.

Кожух в левой, боковой двери имеет окно для наблюдения за показаниями манометров, закрывающееся снаружи крышкой. С внутренней стороны двери крепится указатель с принципиальной гидравлической схемой и таблицей включения электроаппаратов гидропривода.

2.5 Блок гидроаппаратуры

Блок гидроаппаратуры 2 (рисунок А.48а) смонтирован на сварной раме кожуха.

В блоке гидроаппаратуры размещены: блок распределителей, гидрозамки, вентили, односторонний дроссель, обратные клапаны, подпорный клапан, манометры, трехпозиционные краны, демпферы, регуляторы расхода, дроссельные шайбы.

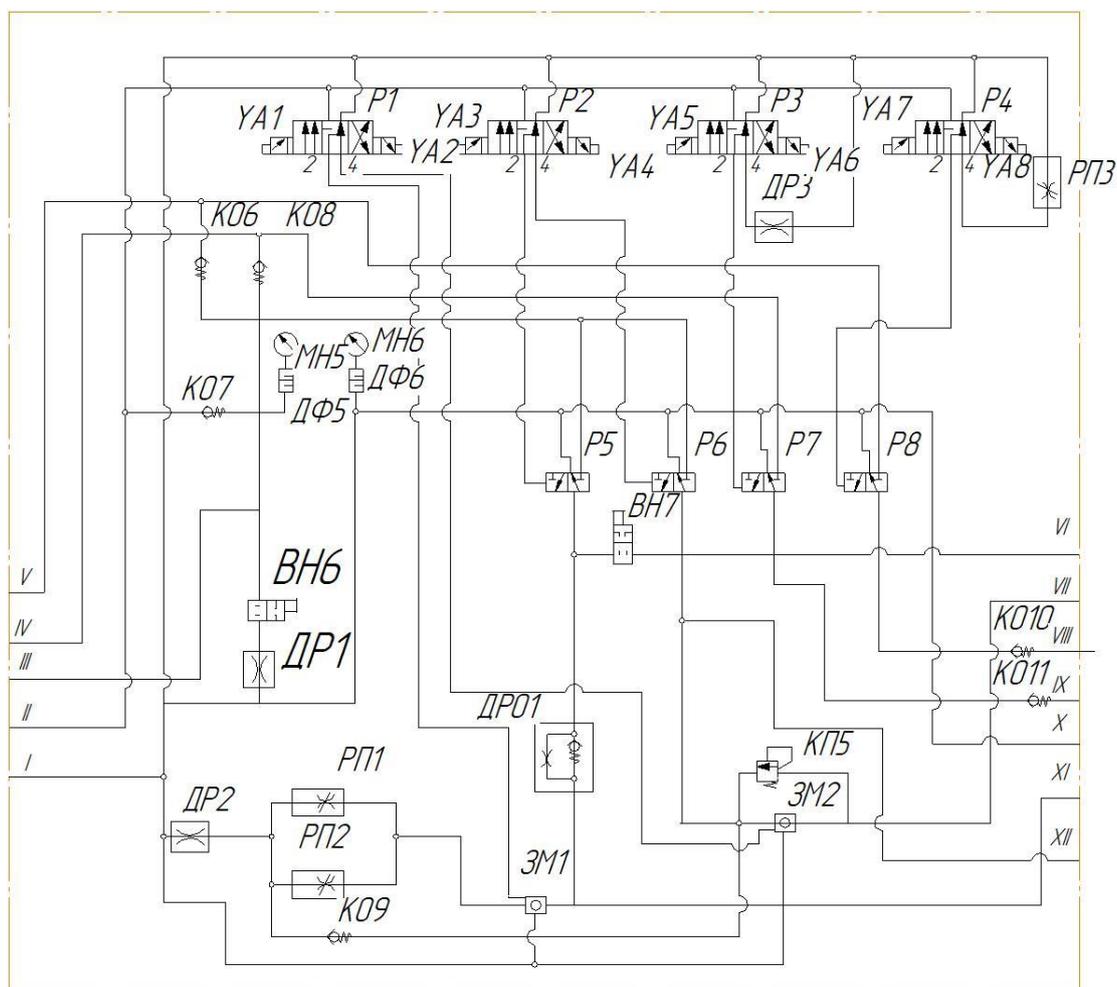


Рисунок 4 – Устройство блока гидроаппаратуры

Гидрозамок крепится к платику рамы блока гидроаппаратуры шпильками, гайками, шайбами.

Присоединение гидрозамков к трубопроводам осуществляется штуцерами, угольниками, гайками. Места соединений уплотняются резиновыми кольцами, и фторопластовыми шайбами.

Вентили, крепятся к кронштейнам рамы болтами, гайками, шайбами.

Односторонний дроссель, обратные клапаны, установлены в линиях трубопроводов.

Подпорный клапан установлен в линии трубопроводов. Присоединение подпорного клапана осуществляется штуцерами. Места соединений уплотняются резиновыми кольцами.

Трехпозиционные краны, крепятся к уголку рамы болтами, гайками и шайбами. Присоединение трехпозиционных кранов к трубопроводам осуществляется угольниками с гайками и штуцерами. Места соединений уплотняются резиновыми кольцами, и фторопластовыми шайбами.

Манометры, с демпферами, крепятся в кронштейнах рамы болтами, гайками и шайбами. В месте соединения манометра с демпфером устанавливается медная прокладка.

Регуляторы расхода, установлены в линиях трубопроводов, которые крепятся к раме блока прижимами, болтами, шайбами. Присоединение регуляторов расхода к трубопроводам осуществляется угольниками, тройником и гайками. Места соединений уплотняются резиновыми кольцами, и фторопластовыми шайбами.

Присоединение блока гидроаппаратуры к трубопроводам ТУА осуществляется проходниками, гайками, шайбами.

Уплотнение проходников в кожухе блока гидроаппаратуры осуществляется уплотнительными кольцами.

Вся аппаратура соединяется между собой трубопроводами, имеющими в дельных местах крепление платиками и прижимами.

Кожух имеет две двери, которые закрываются каждая четырьмя замками. Снизу и сзади кожух закрыт крышками. Уплотнение дверей и крышек осуществляется резиновыми прокладками. Кожух в левой двери имеет окно для наблюдения за показаниями манометров, закрывающееся снаружи крышкой. С внутренней стороны левой двери крепится указатель с принципиальной гидравлической схемой и таблицей включения электроаппаратов гидропривода.

2.6 Элементы питания

2.6.1 Аксиально – поршневой насос НПА 32/32

Аксиально-поршневой насос типа НПА предназначен для нагнетания в гидропривод рабочей жидкости при постоянной подаче и постоянном направлении потока.

Насос состоит из корпуса, крышек, в которых расположены подшипники приводного вала. На приводном валу расположены наклонные диски, на которые через гидростатически разгруженные подпятники опираются поршни. Поршень с подпятником представляет собой неразъемное сферическое шарнирное соединение. Постоянный контакт подпятников с наклонными дисками обеспечивается прижимными дисками, опирающимися через стакан на пружину.

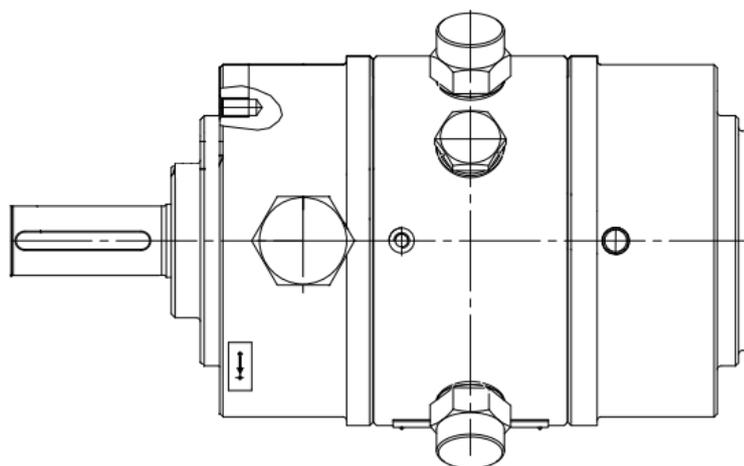


Рисунок 5 – Аксиально – поршневой насос

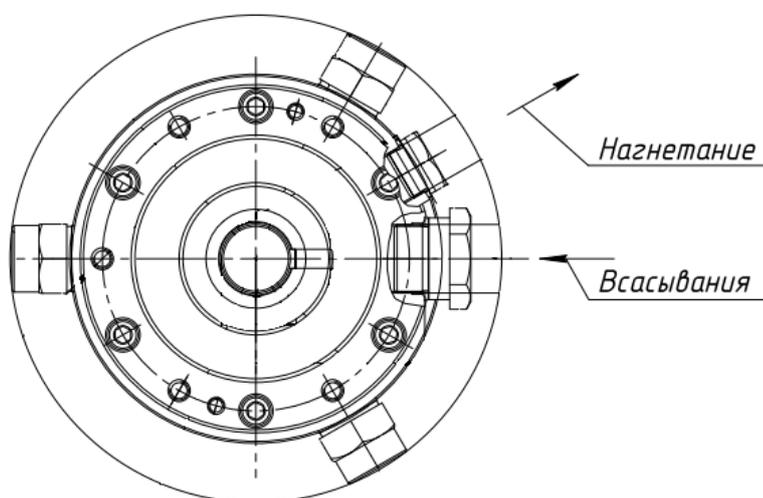


Рисунок 6 – Устройство аксиально – поршневого насоса

Аксиально – поршневой насос представляет собой ТУА с аксиально расположенными поршнями, в котором всасывание и нагнетание рабочей

жидкости происходит за счет возвратно – поступательного перемещения поршней.

Всасывание рабочей жидкости происходит через отверстие, картер насоса и сквозные прорезы, которые выполнены на рабочих поверхностях наклонных дисков в виде полумесяца и расположены таким образом, что их ось симметрии совпадает приблизительно с полуокружностью, на которой лежат оси поршней, находящихся в цикле всасывания.

Вытеснение рабочей жидкости производится поршнями через клапаны, расположенные в корпусе насоса (по одному на каждую пару поршней) и состоящие из седла, шарика, пружины, корпуса клапана и колпачка. Пробка служит для выпуска воздуха из насоса.

Вращательное движение приводного вала насоса преобразуется дисками в возвратно – поступательное движение поршней. При ходе всасывания, осуществляемом поршнями под действием прижимных дисков, происходит всасывание рабочей жидкости из картера насоса через сквозные прорезы в наклонных дисках и отверстия в подпятниках и поршнях в подпоршневые камеры насоса.

При ходе нагнетания подпятники поршней находятся вне зоны контакта со сквозными прорезями наклонных дисков и рабочая жидкость вытесняется через клапаны в коллектор корпуса насоса, а из него через отверстие в линию нагнетания.

2.6.2 Ручной насос НРО1М

Ручной насос предназначен для подачи рабочей жидкости под давлением в гидропривод при проведении регулировки и наладки гидропривода, а также производства работ по техническому обслуживанию.

Ручной насос представляет собой двухступенчатый насос поршневого типа с золотниковым распределением. Наличие двух ступеней ограничивает возрастание усилия на рукоятке свыше максимально допустимого.

Насос состоит из двух цилиндров с поршнями и золотника, размещенных в общем корпусе. Корпус сверху герметично закрыт крышкой, в канавке которой установлено уплотнительное кольцо. Крышка крепится к корпусу болтами.

Верхняя часть корпуса образует всасывающую полость, в нижней части корпуса проходит канал, соединяющий расточки под цилиндры с выходным отверстием.

В верхней части корпуса на двух игольчатых подшипниках установлен вал. В средней части вала на шлицах насажено коромысло. Выходной конец вала уплотняется двумя манжетами, вмонтированными в стакан. Осевое перемещение вала в сторону рукоятки ограничено втулкой. На концах коромысла штифтами закреплены штоки.

На выходной конец вала посажена на шлицах рукоятка. Положение рукоятки на валу зафиксировано болтом, цилиндрическая часть которого входит в кольцевую вытачку вала.

В корпус насоса симметрично ввинчены два цилиндра с обратными клапанами и поршнями.

В верхнюю часть поршня ввинчен наконечник со свободно ориентирующимся штоком. Внутри поршня размещены два всасывающих шариковых клапана. Поршни в цилиндрах уплотнены текстолитовыми кольцами. Четыре отверстия в наконечнике служат для прохода жидкости из полости всасывания к всасывающему шариковому клапану. Клапан перепускает рабочую жидкость из всасывающей полости в цилиндр первой ступени. Клапан перепускает рабочую жидкость из цилиндра первой ступени в цилиндр второй ступени.

В центральной части корпуса расположен золотник. Золотник служит для автоматического переключения ступеней насоса.

Пружина верхним концом упирается через стакан в дно расточки корпуса, а нижним концом через стакан и втулку прижимает золотник к торцу заглушки.

При повышении давления от 4,5 до 5,5 МПа (от 45 до 55) кгс/см золотник,

преодолевая сопротивление пружины, перемещается вверх. При понижении давления под действием пружины золотник движется вниз. Верхняя полость над золотником соединена со всасывающей полостью, полость под золотником соединена с выходным отверстием.

На первой ступени работы насоса при движении рукоятки вправо левый поршень движется вверх, при этом оба шариковых клапана под действием разрежения открываются, и пространство под поршнем заполняется жидкостью (процесс всасывания).

Правый поршень в это время движется вниз (процесс нагнетания). Клапан закрыт под действием пружины, а под действием жидкости, вытесняемой большей площадью поршня, откроются клапаны. Рабочая жидкость из полостей поступает в канал и давит на золотник, но так как ее давление не превышает давление переключения золотника, золотник под действием пружины удерживается в нижнем положении. В момент остановки левого поршня в верхнем крайнем положении шариковые клапаны под действием пружины закрывают входные отверстия.

При движении рукоятки влево в правом цилиндре происходит всасывание, в левом – нагнетание рабочей жидкости. По мере повышения давления в магистрали усилие на рукоятке насоса возрастает. При повышении давления в канале от 4,5 до 5,5 МПа (от 45 до 55) кгс/см², когда усилие на рукоятке достигает максимального значения, золотник преодолевает усилие пружины и перемещается в крайнее верхнее положение - насос начинает работать на второй ступени. При этом полости через отверстия в золотнике сообщаются с полостью всасывания, и нагнетание рабочей жидкости производится только малыми поршнями, что требует меньшего усилия на рукоятку.

2.6.3 Гидробак

Гидробак является резервуаром для рабочей жидкости. Полная ёмкость гидробака – 1000 л.

Ёмкость гидробака по средней риске указателя – 470 л.

Рабочая жидкость в гидробак заливается через фильтр, представляющий собой каркас с ребрами, в который вставлена фильтрующая сетка в форме стакана. Фильтр установлен в фланце крышки. Внутренняя полость гидробака через фильтр, сапун с отверстиями и воздушный фильтр, закрытые крышкой, сообщается с атмосферой.

Для контроля уровня рабочей жидкости в гидробаке служит указатель, вставленный во фланец. С внутренней стороны за указателем находится стекло, уплотненное кольцом, с наружной стороны указатель прижат к стеклу крышкой с прокладкой. Крышка крепится к фланцу винтами.

Слив рабочей жидкости из гидроопор, и гидроцилиндра производится по изогнутому трубопроводу, выходной, конец которой расположен ниже уровня рабочей жидкости для предотвращения вспенивания. Штуцер служит для слива рабочей жидкости из гидробака.

Рабочая жидкость из гидробака поступает в насосы самотеком через фланец.

2.6.4 Фильтр

Фильтр предназначен для тонкой очистки рабочей жидкости от механических примесей. Тонкость фильтрации от 12 до 16 мкм.

Гидравлический фильтр состоит из крышки, на наружной поверхности которой имеется стрелка, указывающая направление потока рабочей жидкости, стакана, фильтроэлемента, системы перекрывающего устройства и уплотнительных колец.

Фильтроэлемент состоит из гофрированного цилиндра, внутрь которого для жесткости устанавливается стальной каркас.

Перекрывающее устройство, предназначенное для перекрытия потока рабочей жидкости, состоит из стопорного кольца, седла с уплотнительным кольцом, клапанов, и пружин.

При засорении фильтроэлемента клапан выполняет функции перепускного клапана. При снятии стакана с фильтроэлемента, клапаны выполняют функции отсечных клапанов.

2.7 Аппаратура управления и регулирования

2.7.1 Трехпозиционный кран

Трехпозиционный кран предназначен для дистанционного управления подачей рабочей жидкости в полости исполнительных механизмов.

Трехпозиционный кран с электромагнитным управлением состоит из распределительного золотника и двух электромагнитных датчиков, расположенных в корпусе. Распределительный золотник состоит из собственно золотника и двух симметрично расположенных гильз с поршнями. Поршень служит упором для поршня при его перемещении в сторону золотника. Для прохода рабочей жидкости в золотнике выполнены центральный канал и две фигурные проточки. Ход золотника ограничен упором поршня в пробку.

Каждый электромагнитный датчик состоит из электромагнита с сердечником, толкателя с возвратной пружиной, втулок и, которые служат седлами шарика, пружины, шайбы с пазами и фильтра для очистки рабочей жидкости, поступающей к шарикю. Втулка и шайба прижаты к торцу корпуса электромагнита пружиной.

Пружина обеспечивает плотное прилегание золотника к переходнику и втулке.

Переходник удерживается в корпусе крышкой, закрепленной на корпусе болтами.

Для ручного включения крана необходимо снять колпачок и нажатием на левую или правую кнопку переместить толкатель. При этом работа крана будет аналогична работе при включении соответствующего электромагнита.

2.7.2 Предохранительный клапан

Предохранительный клапан предназначен для перепуска рабочей жидкости в гидробак при повышении давления в линии нагнетания выше допустимого.

Регулировка давления срабатывания предохранительного клапана производится регулировочным валиком, при этом вращательное движение регулировочного валика преобразуется в поступательное движение винта.



Рисунок 7 – Клапан предохранительный

Пока сила давления рабочей жидкости не превышает усилие пружины, шарик плотно прижат к седлу. Давление по обе стороны поршня равно рабочему давлению в гидроприводе. Поршень разгружен от действия гидравлических сил и клапан прижат усилием пружины к седлу гильзы.

Вследствие этого рабочая жидкость в канал не поступает. Если давление в системе выше номинального (давление регулировки клапана), то шарик, преодолевая усилие пружины, отходит от седла, перепуская небольшое количество рабочей жидкости из полости через отверстие, полости, каналы на слив в гидробак.

При дальнейшем увеличении давления в полости А увеличивается расход рабочей жидкости через шариковый канал, а, следовательно, и потери давления в дроссельном отверстии, вследствие чего давление в полости будет выше, чем в полости. Когда усилие, вызываемое этой разностью давлений, превысит усилие пружины, клапан отойдет от седла гильзы и перепустит рабочую жидкость из полости через канал на слив. Давление в линии нагнетания понизится до давления настройки предохранительного клапана.

Со снижением давления уменьшается расход рабочей жидкости через дроссельное отверстие клапана. При этом уменьшается разность давлений, действующая на поршень, и пружина плавно возвращает клапан влево, закрывая коническое отверстие. При дальнейшем снижении давления в гидроприводе шарик под действием пружины перемещается влево, закрывая отверстие в седле. Перепуск рабочей жидкости в сливную магистраль прекращается.

2.7.3 Регулятор расхода

Регулятор расхода предназначен для поддержания пропускаемого через него постоянного расхода рабочей жидкости при изменении перепада давления на регуляторе расхода от 4 до 32 МПа (от 40 до 320 кгс/см²).

Регулятор расхода состоит из корпуса, гильзы, стакана, золотника, пружины, шайб, гаек, колец.

Регулятор расхода работает по принципу дроссельного регулятора с постоянным перепадом давления.

Настройка регулятора на требуемую величину поддерживаемого расхода осуществляется заданием дроссельного отверстия (ввинчиванием гильзы в корпус).

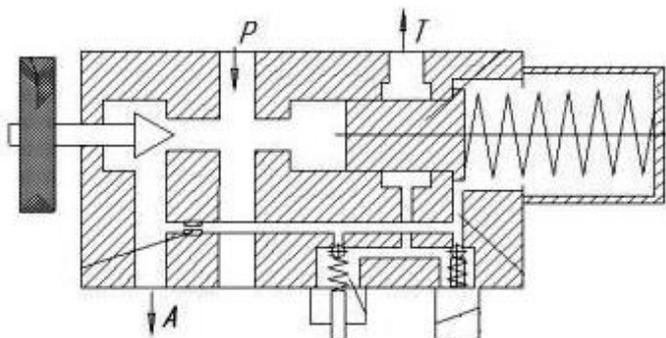


Рисунок 8 – Регулятор расхода

2.7.4 Подпорный клапан

Подпорный клапан предназначен для поддержания заданного давления в линии.

Подпорный клапан состоит из корпуса, седла, упора, направляющей, клапана, пружин, штуцера, крышки.

При повышении давления в трубопроводе перед подпорным клапаном выше давления открытия клапана, рабочая жидкость, поступая в направлении стрелки на корпусе и преодолевая усилие пружины, отжимает седло от клапана, и через каналы в клапане, отверстия в упоре, и в направляющей проходит в трубопровод.

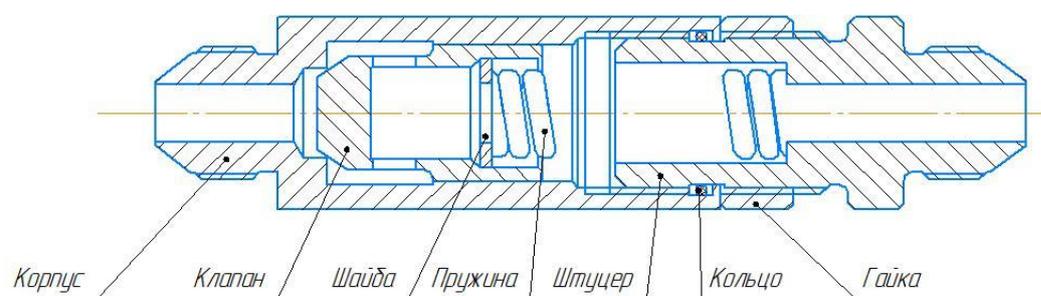


Рисунок 9 – Клапан подпорный

2.7.5 Гидрозамок

Гидрозамок предназначен для предохранения повышения давления выше допустимого в штоковой полости гидроцилиндра при увеличении температуры рабочей жидкости.

Гидрозамок состоит из корпуса, крышки, клапана, пружин, гильзы, опоры, толкателя, направляющей, поршня, гайки. Клапан прижат к седлу гильзы пружиной. Посадочным местом для пружины является опора. Пружина прижимает поршень к крышке. Крышка установлена в расточку корпуса и крепится в корпусе гайкой, которая стопорится винтами.

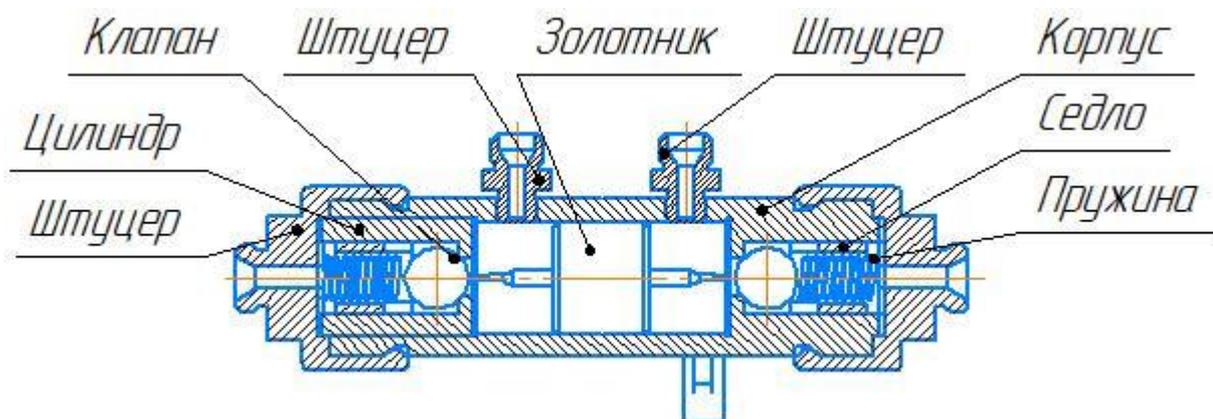


Рисунок 10 – Гидрозамок

2.7.6 Обратный клапан

Обратный клапан предназначен для пропуска рабочей жидкости в одном направлении (по стрелке на корпусе).

Обратный клапан состоит из корпуса, клапана, пружины и штуцера.

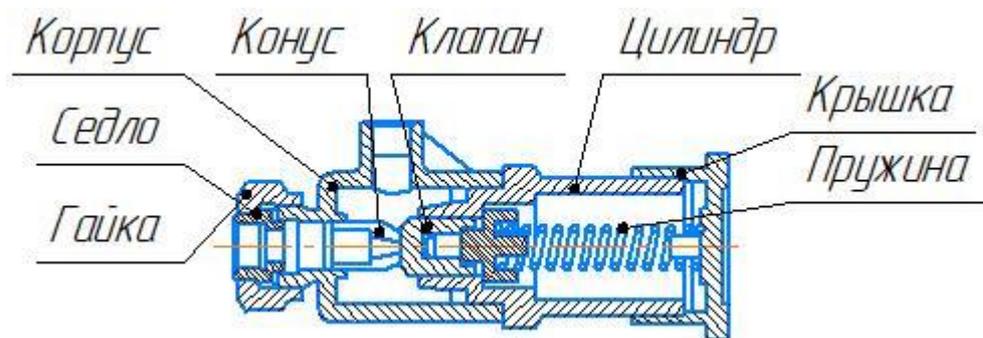


Рисунок 11 – Обратный клапан

Рабочая жидкость поступает под давлением в направлении стрелки на корпусе, отжимает клапан от седла штуцера и через отверстия в клапане проходит в трубопровод.

При обратном потоке рабочей жидкости клапан, пружиной и давлением рабочей жидкости прижимается к седлу штуцера, прекращается поток через обратный клапан.

2.7.7 Односторонний дроссель

Односторонний дроссель предназначен для свободного пропускания рабочей жидкости в одном направлении и дросселирования ее в обратном направлении.

Односторонний дроссель (ДРО) выполняет функцию обеспечения заданной скорости движения штока гидроцилиндра. При выдвигении штока односторонний дроссель работает как обратный клапан.

Односторонний дроссель состоит из корпуса пружины, клапана, штуцера.

2.8 Исполнительные механизмы

2.8.1 Гидроцилиндр

Гидроцилиндр предназначен для подъема и опускания стрелы с РКН и без РКН.

Гидроцилиндр состоит из корпуса, цилиндра, штока, крышки, хомута, проушины и пяты.

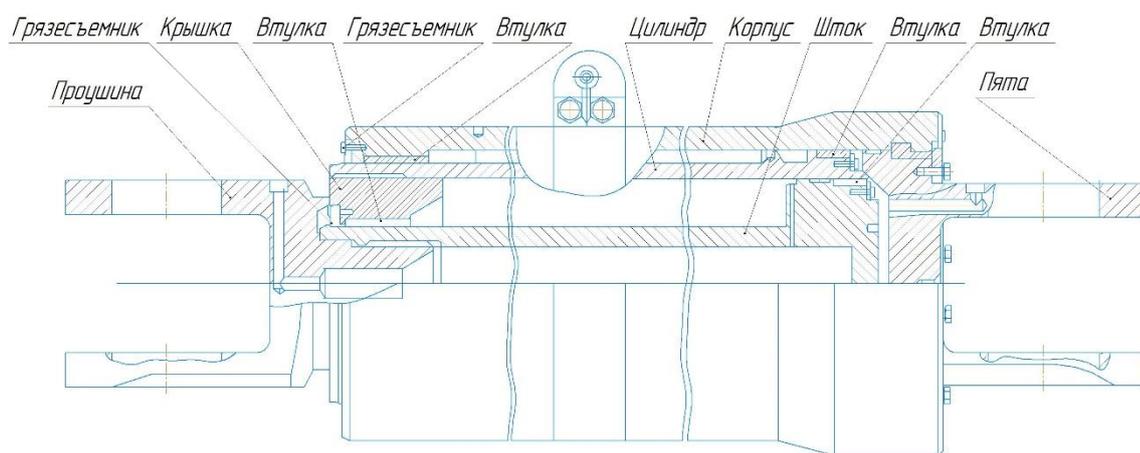


Рисунок 12 – Гидроцилиндр

При подаче рабочей жидкости от насосной станции через сверление в пяте в поршневую полость гидроцилиндра происходит выдвижение штока и цилиндра. Цилиндр выдвигается до упора его бурта в бурт корпуса.

После этого выдвигается шток до упора выступа в крышку.

Рабочая жидкость из штоковой полости выдавливается в это же время через канал в штоке в полость, далее через канал в проушине в сливную линию.

При подаче рабочей жидкости от насосной станции в штоковую полость по каналу И происходит в начале втягивание штока, а затем цилиндра.

2.8.2 Гидроопора левая и правая

Гидроопоры предназначены для обеспечения устойчивости ТУА при подъеме стрелы в вертикальное положение, а также для подъема, опускания и центрирования РКН относительно стартового сооружения при его установке и снятии.

Гидроопора включает в себя следующие основные части: опору, цилиндр, трубу, червячный редуктор и цилиндрический редуктор. Цилиндрический редуктор закреплен на фланце червячного редуктора болтами с шайбами. С противоположной стороны червячного редуктора на его фланце установлена крышка, которая закреплена болтами с шайбами. Эта крышка закрывает свободный конец червяка червячного редуктора, предназначенного для ручного привода гидроопоры.

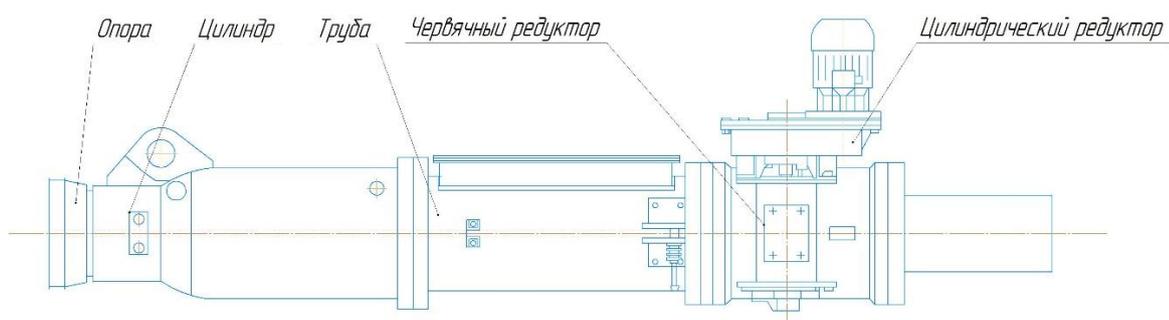


Рисунок 13 – Гидроопора

На трубе установлен кожух. Он закрывает датчики, контролирующие работу гидроопоры. Червячный редуктор болтами соединен с проушиной, в отверстие которой запрессована текстолитовая втулка. Эта проушина обеспечивает шарнирное соединение гидроопоры с ТУА.

Гидроопора снабжена проушиной, закрепленной на трубе болтами. В этой проушине установлен легкоъемный штырь, соединенный с ней цепью. При помощи проушины и легкоъемного штыря гидроопора закрепляется в транспортном положении.

Для задвижения штока гидроопоры и опускания ТУА в полость гидроопоры подается рабочая жидкость от насоса и, одновременно, включается на опускание двигатель гидроопоры.

2.9 Вспомогательная аппаратура

Вентили предназначены для перекрытия трубопроводов, по которым, рабочая жидкость поступает из гидробаков к насосам, а так же для перекрытия трубопровода, который объединяет гидробаки.

Вентиль состоит из клапана, гайки, поршня, корпуса, шести шариков, удерживаемых от выпадения заглушкой.

При вращении гайки против часовой стрелки (если смотреть сверху смонтированного в гидробаках вентиля), гайка по резьбе корпуса будет перемещаться вверх. Шарик, находящийся в прорезях корпуса, также будут перемещаться вверх, заставляя перемещаться вверх поршень. В поршне жестко закреплен клапан, который отойдет от седла в корпусе и даст возможность рабочей жидкости свободно вытекать из гидробака в гидропривод.

Демпферы предназначены для гашения колебаний давления рабочей жидкости, поступающей к манометрам из линий с высокой пульсацией давления, вызванной работой насосов.

Ввиду малого диаметра отверстий в специальных шайбах и смещения этих отверстий относительно друг друга, демпфер обладает высоким гидравлическим сопротивлением. Благодаря этому, рабочая жидкость поступает через демпфер к манометру с малым расходом, что обеспечивает плавность нарастания давления в полости манометра и устраняет вибрацию стрелки манометра от пульсаций давления рабочей жидкости в линиях гидропривода.

2.10 Арматура

2.10.1 Поворотный сальник

Поворотный сальник предназначен для передачи потока рабочей жидкости от закрепленного на раме ТУА трубопровода в каналы траверсы (и наоборот при обратном потоке рабочей жидкости).

Поворотный сальник состоит из оси, корпуса, четырех полуколец, стопорного кольца, кожуха и трех труб.

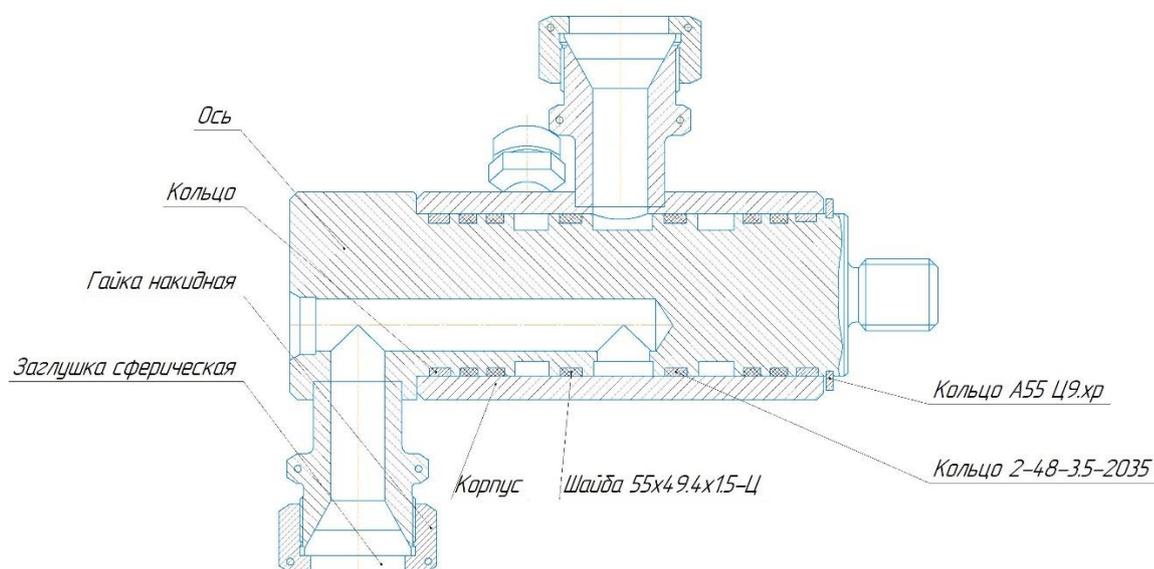


Рисунок 14 – Устройство поворотного сальника

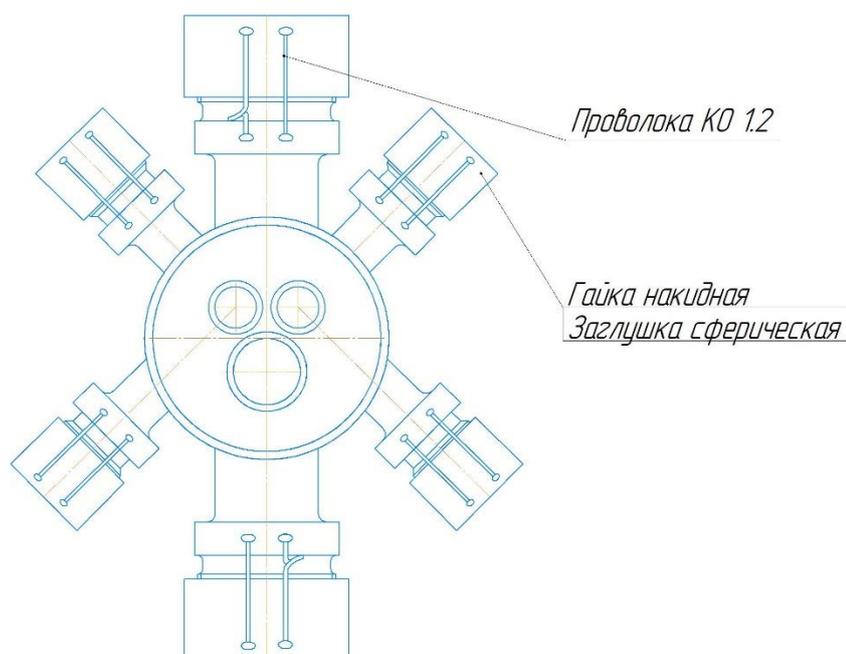


Рисунок 15 – Сальник поворотный

2.11 Работа гидропривода

2.11.1 Подготовка гидропривода к работе и управление гидроприводом.

Работа гидропривода рассматривается по принципиальной гидравлической схеме.

Исходное положение: штоки гидропор ГО1, ГО2 и гидроцилиндра Ц1 втянуты; двигатели М7 – М10 выключены; электромагниты трехпозиционных кранов Р1 – Р4 отключены; вентили ВН1, ВН2, ВН6, ВН7 открыты, вентили ВР3 – ВР5 закрыты; рабочая жидкость из гидробаков Б1 и Б2 самотеком поступает к насосам НА1 – НА4 и ручному насосу НР1; предохранительные клапаны КП1 – КП3 настроены на давление 28 МПа (280 кгс/см²); предохранительный клапан КП4 и подпорный клапан КП5 настроены на давление 22 МПа (220 кгс/см²); манометры МН1 – МН6 показывают нулевое давление в гидроприводе.

2.11.2 Работа гидропривода при подъеме ТУА на двух гидроопорах

Для подъема ТУА на двух гидроопорах одновременно включаются двигатели М7, М8, М10 и электромагниты YA5 и YA7 трехпозиционных кранов Р3 и Р4, а также двигатели М11, М12 включаются на подъем. Рабочая жидкость

под давлением от насосов НА1, НА2, НА4 поступает по трубопроводам через фильтры Ф2, Ф3, Фб, обратные клапаны КО1, КО2, КО4 к штуцерам II, IV и V блока гидроаппаратуры.

От штуцера II через трехпозиционные краны Р3 и Р4 рабочая жидкость поступает в полости управления распределителей Р7 и Р8, открывая их. От штуцеров IV и V блока гидроаппаратуры через распределители Р7 и Р8, обратные клапаны КО10 и КО11 рабочая жидкость поступает в полость гидроопор ГО1 и ГО2.

Избыток рабочей жидкости из полости гидроопор по трубопроводам через фильтры Ф1 и Ф4 сливается в гидробаки Б1 и Б2. Происходит выдвижение штока каждой из гидроопор до упора опоры в тарели опорных кльков, после чего ТУА поднимается на гидроопорах.

При достижении ТУА заданного положения (при достижении максимальной высоты подъема это происходит автоматически за счет срабатывания индуктивного датчика) одновременно выключаются все двигатели и электромагниты. Гидроопоры автоматически стопорятся.

2.11.3 Работа гидропривода при опускании ТУА на двух гидроопорах

Для опускания ТУА на двух гидроопорах включаются те же двигатели и электромагниты, что и при подъеме на двух гидроопорах. При этом двигатели М11 и М12, установленные на гидроопорах, включаются на опускание, то есть вращаются в противоположную сторону. Происходит втягивание штока каждой из гидроопор и, следовательно, опускание ТУА на двух гидроопорах.

После того как ТУА полностью опустится, шток продолжает двигаться до срабатывания индуктивного датчика, который выключает одновременно все двигатели и электромагниты.

При необходимости остановить опускание ТУА в любом промежуточном положении одновременно выключаются все двигатели и электромагниты.

Гидроопера автоматически стопорится.

2.11.4 Работа гидропривода при подъеме ТУА на одной гидроопоре

Подъем ТУА на одной гидроопоре возможен только после выставления ТУА одновременно на двух гидроопорах до отрыва задних колес железнодорожной тележки от головки рельсов не менее 3 мм (до срабатывания индуктивных датчиков, исключающих раздельную друг от друга работу гидроопор при выдвинутом штоке любой гидроопоры менее 100 мм).

Для подъема ТУА на одной из гидроопор включаются двигатели М8 (или М7), М10, электромагнит А7 (или А5) трехпозиционного крана Р4 (или Р3) и двигатель М11 (или М12) включается на подъем.

Работа гидропривода при подъеме ТУА на одной гидроопоре аналогична работе при подъеме ТУА на двух гидроопорах. Разница заключается в том, что рабочая жидкость от насосов поступает только к одной из гидроопор.

2.11.5 Работа гидропривода при опускании ТУА на одной гидроопоре

Опускание ТУА на одной гидроопоре возможно только до величины зазора между задними колесами передней железнодорожной тележки и головкой рельса не менее 3 мм (до срабатывания индуктивных датчиков, исключающих раздельную друг от друга работу гидроопор при выдвинутом штоке любой гидроопоры менее 100 мм).

Для опускания ТУА на одной из гидроопор одновременно включаются двигатели М8 (или М7), М10, электромагнит А7 (или А5) трехпозиционного крана Р4 (или Р3) и двигатель М11 (или М12) включается на опускание.

Работа гидропривода при опускании ТУА на одной гидроопоре аналогична работе при опускании ТУА на двух гидроопорах. Разница заключается в том, что рабочая жидкость от насосов поступает только к одной из гидроопор.

2.11.6 Работа гидропривода при подъеме стрелы ТУА на угол от 0 до 88°

Подъем стрелы ТУА от 0 до 88° происходит на основной скорости.

Для подъема стрелы ТУА от 0 до 88° одновременно включаются двигатели М7, М8, М9, М10 и электромагнита YA2 и YA3 трехпозиционных кранов Р1 и Р2.

Рабочая жидкость под давлением от насосов НА1, НА2, НА3, НА4 поступает по трубопроводам через фильтры Ф2, Ф3, Ф5, Ф6 и обратные клапаны КО1, КО2, КО3, КО4 к штуцерам II, III, IV и V блока гидроаппаратуры.

От штуцера II через трехпозиционные краны P1 и P2 рабочая жидкость поступает в полости управления распределителя P5 и гидрозамка ЗМ2, открывая их.

От штуцеров III, IV и V блока гидроаппаратуры рабочая жидкость поступает через обратные клапаны КО6, КО8, распределитель P5, односторонний дроссель ДРО 1, поворотный сальник и канал траверсы, поворотный сальник, в гидрозамок ЗМ4 и далее в полость прямого давления гидроцилиндра Ц1.

Одновременно с этим рабочая жидкость через вентиль ВН7, поворотный сальник, канал траверсы поступает в управляющую полость гидрозамка ЗМ3, открывая его. Происходит выдвижение одновременно цилиндра и штока до упора цилиндра в корпусе (что соответствует подъему стрелы на угол 40°).

После подъема стрелы на угол 40° автоматически по сигналу программного механизма отключается двигатель М9 и дальнейший подъем стрелы происходит при работающих двигателях М7, М8 и М10. При этом выдвигается только шток гидроцилиндра Ц1.

В начале подъема стрелы давление превышает 22 МПа (220 кгс/см²) в этом случае обратный клапан КО7 разобщает магистрали насоса НА4 и распределителей P5, P6. Рабочая жидкость от насоса НА4 через предохранительный клапан КП4 поступает на слив. Предохранительный клапан КП4 поддерживает давление в линии штуцера II равным 22 МПа (220 кгс/см²).

В процессе подъема стрелы давление снижается до величины 22 МПа (220 кгс/см²), что определяется нагрузкой на гидроцилиндр. От насоса НА4 рабочая жидкость также как и от насосов НА1, НА2, и НА3 поступает в гидроцилиндр Ц1.

Из штоковой полости гидроцилиндра Ц1 через гидрозамок ЗМ3, односторонний дроссель ДРО2, поворотный сальник, канал траверсы,

гидрозамок ЗМ2, распределитель Р6, фильтры Ф1 и Ф4 рабочая жидкость сливается в гидробаки Б1 и Б2.

Для остановки подъема стрелы ТУА в любом промежуточном положении в интервале от 0 до 88° одновременно выключаются все двигатели и электромагниты. Выдвижение штока гидроцилиндра и, следовательно, подъем стрелы ТУА прекращается. Стрела удерживается в остановленном положении гидрозамками ЗМ3 и ЗМ4.

2.11.7 Работа гидропривода при подъеме стрелы ТУА на угол от 88° до полного выдвижения штока гидроцилиндра

Подъем стрелы ТУА на угол от 88° до полного выдвижения штока гидроцилиндра происходит на микроскорости. Скорость выдвижения штока, а следовательно и скорость подъема стрелы, уменьшается за счет того, что часть рабочей жидкости, поступающей из насоса, сливается через регулятор расхода РПЗ при включенном электромагните УА8 трехпозиционного крана Р4.

Для подъема стрелы ТУА на угол от 88° до полного выдвижения штока гидроцилиндра одновременно включаются двигатель М10 и электромагниты УА3 и УА8 трехпозиционных кранов Р2 и Р4.

Рабочая жидкость под давлением от насоса НА4 поступает по трубопроводу через фильтр Ф6, обратный клапан КО4, трехпозиционный кран Р2 поступает в управляющую полость распределителя Р5, открывая его.

Одновременно рабочая жидкость поступает через обратный клапан КО7, распределитель Р5, односторонний дроссель ДРО1, поворотный сальник, канал траверсы, гидрозамок ЗМ4 в полость прямого давления гидроцилиндра Ц1.

Одновременно с этим рабочая жидкость через вентиль ВН7, поворотный сальник, канал траверсы и поворотный сальник поступает в управляющую полость гидрозамка ЗМ3 и открывает его.

Из штоковой полости, рабочая жидкость поступает в открытый гидрозамок ЗМ3 и далее по трубопроводу через односторонний дроссель ДРО2, подпорный клапан КП5, распределитель Р6, фильтры Ф1, Ф4 и сливается в гидробаки Б1, Б2.

Перепад давления на подпорном клапане КП5 создает усилие гидроцилиндра Ц1, воспринимающее растягивающую нагрузку на штоке этого гидроцилиндра.

Для остановки подъема стрелы ТУА в любом промежуточном положении в интервале от 88° до полного выдвижения штока гидроцилиндра Ц1 одновременно выключаются двигатель М10 и электромагниты А3 и А8 трехпозиционных кранов Р2 и Р4. Выдвижение штока гидроцилиндра и, следовательно, подъем стрелы ТУА прекращается, полости гидроцилиндра Ц1 запираются гидрозамками ЗМ3 и ЗМ4.

2.11.8 Работа гидропривода при опускании стрелы ТУА на угол от полностью выдвинутого штока гидроцилиндра до 88°

Опускание стрелы ТУА от полностью выдвинутого штока гидроцилиндра Ц1 до 88° происходит на микроскорости. Скорость втягивания штока, а следовательно и скорость опускания стрелы, уменьшается за счет того, что часть рабочей жидкости, поступающей из насоса, сливается через регулятор расхода РПЗ при включенном электромагните УА8 трехпозиционного крана Р4.

Для опускания стрелы ТУА от полностью выдвинутого штока гидроцилиндра до 88° одновременно включаются двигатель М10, электромагниты УА4 и УА8 трехпозиционных кранов Р2 и Р4.

Рабочая жидкость под давлением от насоса НА4 поступает по трубопроводу через фильтр Ф6, обратный клапан КО4, трехпозиционный кран Р2 в управляющую полость распределителя Р6, открывая его.

Одновременно рабочая жидкость поступает через обратный клапан КО7, распределитель Р6, гидрозамок ЗМ2, поворотный сальник, канал траверсы, односторонний дроссель ДРО2, гидрозамок ЗМ3 в штоковую полость гидроцилиндра Ц1.

Одновременно с этим рабочая жидкость через обратный клапан КО7, распределитель Р6, поворотный сальник поступает в управляющую полость гидрозамка ЗМ4 и открывает его. Из поршневой полости гидроцилиндра Ц1 рабочая жидкость через открытый гидрозамок ЗМ4, поворотный сальник, канал

траверсы, односторонний дроссель ДРО1, распределитель Р5, фильтры Ф1 и Ф4 сливается в гидробак Б1, Б2.

Для остановки опускания стрелы ТУА в любом промежуточном положении в интервале от полностью выдвинутого штока гидроцилиндра до 88° одновременно выключаются двигатель М10, электромагниты УА4 и УА8 трехпозиционных кранов Р2 и Р4. Втягивание штока гидроцилиндра Ц1 и, следовательно, опускание стрелы ТУА прекращается. Полости гидроцилиндра Ц1 заперты гидрозамками ЗМ3 и ЗМ4.

2.11.9 Работа гидропривода при опускании стрелы ТУА из вертикального положения

Опускание стрелы ТУА от вертикального положения до 88° и от 2 до 0° происходит на микроскорости, остальной путь стрела проходит на основной скорости.

Для опускания стрелы ТУА из вертикального положения одновременно включаются двигатели М10 и электромагниты УА4, УА8 трехпозиционных кранов Р2 и Р4. Привод работает так же, как описано в предыдущем параграфе.

При опускании стрелы ТУА из вертикального положения и достижении стрелы ТУА угла 88° автоматически по сигналу программного механизма электромагнит УА8 трехпозиционного крана Р4 выключается и в дополнение к включенным двигателю М10 и электромагниту УА4 трехпозиционного крана Р2 включается двигатель М9, и электромагнит УА1 трехпозиционного крана Р1. От насоса НАЗ через обратный клапан КОЗ, распределитель Р6 и гидрозамок ЗМ2 рабочая жидкость поступает в штоковую полость гидроцилиндра Ц1, увеличивая скорость его втягивания. От трехпозиционного крана Р1 рабочая жидкость подается в управляющую полость гидрозамка ЗМ1, открывая его.

Из гидроцилиндра Ц1 рабочая жидкость через гидрозамок ЗМ4, поворотный сальник, канал траверсы, гидрозамок ЗМ1, регуляторы расхода РП1 и РП2, дроссельную шайбу ДР2, а также частично через односторонний дроссель ДРО1, распределитель Р5, фильтры Ф1 и Ф4 сливается в гидробаки Б1, Б2. Регуляторы расхода РП1 и РП2 обеспечивают постоянный расход рабочей

жидкости и определенную скорость опускания стрелы ТУА. Часть рабочей жидкости через обратный клапан КО9 поступает в магистраль, соединенную с полостью управления гидрозамка ЗМ4, поддерживая в ней давление, необходимое для удержания гидрозамка в открытом положении.

При опускании стрелы до 40° втягивается только шток гидроцилиндра, после того как шток полностью втянулся в цилиндр, он втягивается вместе с цилиндром. С этого момента подача рабочей жидкости в штоковую полость прекращается, опускание цилиндра со штоком осуществляется под действием веса стрелы при открытом гидрозамке ЗМ4.

Поэтому при достижении стрелой угла 40° автоматически по сигналу программного механизма отключается двигатель М9 и в дополнение к включенным электромагнитам YA1 и YA4 трехпозиционных кранов Р1 и Р2 включается электромагнит YA6 трехпозиционного крана Р3, что открывает дополнительный путь для слива рабочей жидкости через дроссель ДР3. Дроссель ДР3 поддерживает давление, достаточное, чтобы держать открытыми гидрозамки ЗМ1 и ЗМ4.

При дальнейшем опускании стрела ТУА своим весом выдавливает рабочую жидкость из поршневой полости гидроцилиндра Ц1, которая сливается в гидробаки Б1, Б2 аналогично тому, как при опускании стрелы ТУА от 88° до 40° .

При достижении стрелой ТУА 2° автоматически по сигналу программного механизма выключается электромагнит YA1 трехпозиционного крана Р1. Гидрозамок ЗМ1 закрывается, перекрывая путь потоку из поршневой полости гидроцилиндра Ц1 через регуляторы расхода РП1 и РП2 в гидробак. Рабочая жидкость из поршневой полости гидроцилиндра Ц1 сливается в гидробак только через дроссель ДРО 1. Скорость опускания стрелы уменьшается до значения достаточного для безударной посадки стрелы на упоры.

В полностью опущенном положении стрелы по сигналу путевого выключателя выключаются все двигатели и электромагниты.

Для остановки стрелы в любом промежуточном положении по сигналу оператора выключаются все двигатели и электромагниты, при этом полости гидроцилиндра Ц1 запираются гидрозамками ЗМ3 и ЗМ4.

При выключенных двигателях М1 - М4 насосных станций и обесточенных электромагнита УА1 – УА8 трехпозиционных кранов Р1 – Р4 давление во всем гидроприводе, кроме рабочих полостей гидроцилиндра Ц1 сбрасывается через дроссель ДР1.

2.12 Прокачка и проверка герметичности гидроопор и их трубопроводов

Работа гидропривода при техническом обслуживании связана с выставлением платформы ТУА на гидроопорах или с подъемом и опусканием стрелы ТУА, аналогична работе гидропривода, описанной выше при выполнении тех же операций при штатных работах. Работы выполняются в соответствии с технологическими картами, приведенными в инструкции по техническому обслуживанию.

Для проведения прокачки и проверки герметичности правой ГО2 (или левой ГО 1) гидроопоры и ее трубопроводов пультом проверки гидропривода (ППГ) включаются двигатели М7 (или М8), М10 и электромагнит УА5 (или УА7) трехпозиционного крана Р3 (или Р4). При этом двигатель гидроопоры не включается. Работа гидропривода аналогична штатной работе.

В процессе прокачки гидроопоры ее шток остается неподвижным, рабочая жидкость прокачивается на слив через клапан гидроопоры. Выдвижение штока гидроопоры осуществляется вручную.

2.13 Проверка герметичности гидрозамка ЗМ4

Для проверки герметичности гидрозамка ЗМ4 стрелу поднимают на угол 10° и останавливают. В этом случае поршневая полость гидроцилиндра Ц1 заперт гидрозамком ЗМ 4, и поэтому стрела не должна опускаться. Движение стрелы свидетельствует о негерметичности гидрозамка ЗМ 4.

2.14 Проверка герметичности гидрозамка ЗМ3

Проверку герметичности гидрозамка ЗМЗ производят после наезда ТУА на стартовое сооружение и его установки на гидроопорах.

Для проверки герметичности гидрозамка СМЗ поднимают стрелу на угол 70° с пульта №1.

Вентиль ВН7 закрывается, при помощи ППГ включается двигатель М10 и электромагнит УА3 трехпозиционного крана Р2.

Рабочая жидкость под давлением поступает в поршневую полость гидроцилиндра Ц1, но так как при этом закрытый вентиль ВН7 не пропускает рабочую жидкость в управляющую полость гидрозамка ЗМЗ, последний закрыт. Поэтому стрела не поднимается. Движение стрелы свидетельствует о негерметичности гидрозамка ЗМЗ.

2.15 Проверка герметичности подпорного клапана КП5 и гидрозамка ЗМ2

Проверку герметичности клапана КП5 и гидрозамка ЗМ2 производят после наезда ТУА на стартовое сооружение и его установки на гидроопорах.

Для проверки герметичности клапана КП5 и гидрозамка ЗМ2 стрела должна быть поднята на угол 70° с пульта №1.

При помощи ППГ включаются двигатель М10, электромагнит УА3 трехпозиционного крана Р2. Одновременно вручную нажимают кнопку ручного управления электромагнитом УА6 трехпозиционного крана Р3. При этом вентиль ВН7 и гидрозамок ЗМ3 открытый, гидрозамок ЗМ2 закрыт. В этом случае стрела не должна подниматься, так как давления, создаваемого в штоковой полости гидроцилиндра Ц1, недостаточно для открывания подпорного клапана КП5.

Движение стрелы свидетельствует о неисправности гидрозамка ЗМ2 или клапана КП5.

2.16 Прокачка и проверка герметичности элементов гидропривода

При техническом обслуживании предусмотрена прокачка элементов гидропривода с целью удаления из него воздуха. Эта операция производится, как правило, после замены элементов гидропривода. Для выполнения прокачки при

помощи ППГ включаются указанные в технологических картах элементы, в прокачиваемую полость подается рабочая жидкость, которая вытесняет воздух через ослабленную накидную гайку в соединении трубопровода или через открытый вентиль, как это предусмотрено при прокачке полостей гидроцилиндра Ц1.

Проверка герметичности выполняется включением при помощи ПК элементов, указанных в технологических картах. При этом в проверяемую полость подается давление от насосной станции, величина которого определяется настройкой соответствующего предохранительного клапана, через который вся рабочая жидкость, подаваемая насосом, поступает на слив в гидробак.

3 МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Данная схема транспортно – установочного агрегата, который эксплуатируется на стартовом комплексе «Союз», космодрома «Восточный» состоит из семи основных элементов:

1. Насосная станция 0404.000;
2. Насосная станция 0405.000;
3. Блок гидроаппаратуры 0406.000;
4. Левая гидроопора 0402.000;
5. Правая гидроопора 0402.000-01;
6. Гидрозамок 0420.000;
7. Гидроцилиндр 0401.000.

Рабочие параметры гидроцилиндра приведены в таблице 2. Значения максимальных нагрузок на гидроцилиндр 373УН34.0400.000 при работе системы приведены в таблице 3.

Расчет характеристик гидропривода в рабочих режимах:

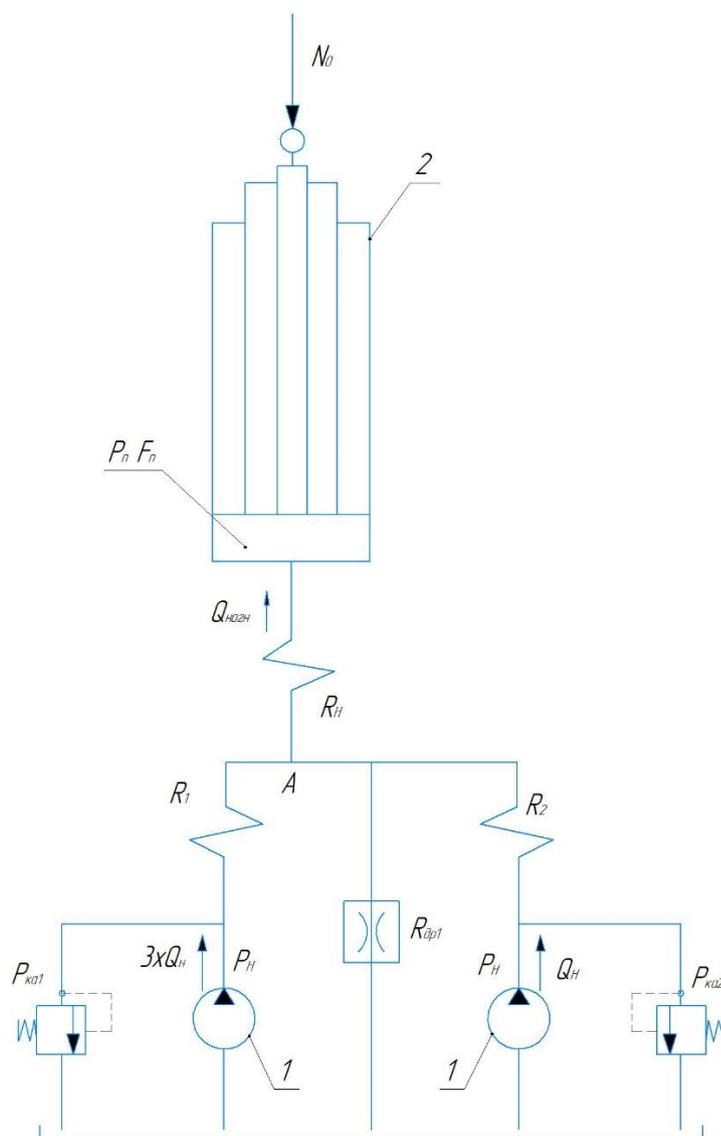


Рисунок 16 – Расчетная схема, соответствующая режиму подъема стрелы от 0° до 42°

Согласно расчетной схеме (рис. 16) уравнение равновесия имеет вид:

$$P_{\Pi} \cdot F_{\Pi} = N, \quad (1)$$

где F_{Π} – площадь поршневой полости гидроцилиндра подъема стрелы, см^2

N – максимальное усилие, действующее на цилиндр, кгс.

Значение подачи в нагнетательной линии:

$$Q_{\text{нагн.}} = 3Q_n + Q_n - Q_{\text{оп1}}, \quad (2)$$

где $Q_{др1}$ – расход на который настроен дроссель, $см^3/с$;

Q_H – подача насосной станции, $см^3/с$;

Давление в точке А рассчитывается по формуле:

$$P_A = P_{пр.кл.2} - Q_{нагн.}^2 \cdot R_2, \quad (3)$$

где R_2 – гидравлическое сопротивление линии от насоса до точки А, $кгс^3/см^8$;

$P_{пр.кл.2}$ – давление настройки предохранительного клапана четвертого насоса, $кгс/см^2$.

Значение гидравлического сопротивления линии нагнетания:

$$R_H = R_{распр.} + R_{ок} + R_{зм}, \quad (4)$$

где $R_{распр.}$ – Гидравлическое сопротивление линии от насоса до точки А, $кгс^3/см^8$;

$R_{ок}$ – сопротивление линии, $кгс^3/см^8$;

$R_{зм}$ – сопротивление управляющих устройств, $кгс^3/см^8$;

$$R_2 = R_{зм} + R_{фг} + 2 \cdot R_{ок}, \quad (5)$$

где $R_{фг}$ – Гидравлическое сопротивление в области поршня, $кгс^3/см^8$;

Давление в поршневой полости гидроцилиндра:

$$P_{П4} = P_A - Q_{нагн.}^2 \cdot R_H, \quad (6)$$

где R_H – гидравлическое сопротивление линии нагнетания, $кгс/см^8$;

Результаты расчета при различных режимах работы гидропривода приведены в таблице 3 и таблице 4.

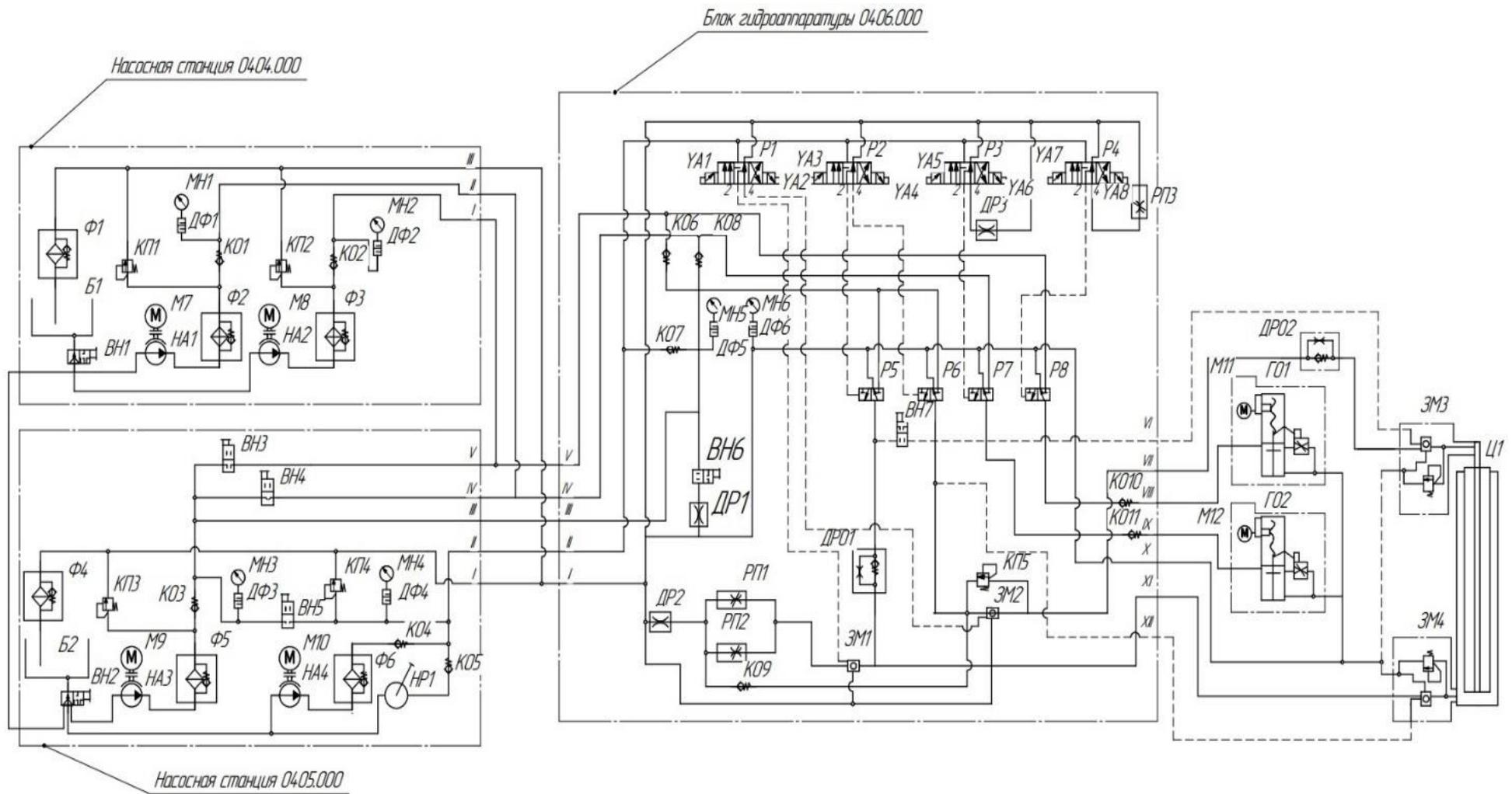


Рисунок 17 – Принципиальная гидравлическая схема

Таблица 2 – Рабочие параметры гидроцилиндра 373УН34.0401.000

Наименование параметра	Размерность	Поршневая полость				Штоковая полость	
		Цилиндр		Шток			
		Обозначение параметра					
Рабочий диаметр поршня	мм	$d_{\text{п}}$	500	d_1	440,0	-	-
Рабочий диаметр штока	мм	-	-	-	-	$d_{\text{ш}}$	240
Рабочая площадь	см ²	$F_{\text{п}}$	1963,5	F_1	1520,0	$F_{\text{ш}}$	1068,0
Ход штока	мм	$\Delta l_{\text{п}}$	2648,0	Δl_1	2672,0	-	-
Минимальная длина гидроцилиндра	мм	$L_{\text{мин.}}$	3780,0				
Максимальная длина гидроцилиндра	мм	$L_{\text{макс.}}$	9100				
Рабочий объем	л	$W_{\text{п}}$	520	W_1	405,0	$W_{\text{ш}}$	290

Таблица 3 – Максимальные нагрузки на гидроцилиндр при работе системы

Наименование параметра	Размерность	Обозначение	Значение
Максимальное усилие, действующее на цилиндр при угле наклона стрелы 0°.	кН (кгс)	N_0	4126,37 (412637)

Максимальное усилие, действующее на цилиндр при угле наклона стрелы 2°.	кН (кгс)	N_2	3678,64 (367864)
Максимальное усилие, действующее на цилиндр при угле наклона стрелы 42°.	кН (кгс)	N_{42}	1821,80 (182180)
Максимальное усилие, действующее на цилиндр при угле наклона стрелы 88°.	кН (кгс)	N_{88}	-847,11 (-84711)
Максимальное усилие, действующее на цилиндр при угле наклона стрелы 91°40'.	кН (кгс)	N_{91}	-952,82 (-95282)

Таблица 4 – Результаты расчета работы системы в различных режимах работы

Наименование операции	Давление в поршневой полости, кгс/см ²	Давление в штоковой полости, кгс/см ²	Расход в нагнетательной линии, см ³ /с	Расход в сливной линии, см ³ /с	Скорость движения штока, см/с	Время движения штока, с
Подъем стрелы на угол от 0° до 20°	210,2	-	1973,0	-	1,00	115,0
Подъем стрелы на угол от 20° до 42°	210,2	-	2639,7	-	1,34	111,8
Подъем стрелы на угол от 42° до 65°	192,6	103,5	1823,4	1281,2	1,20	109,1
Подъем стрелы на угол от 65° до 78°	169,3	120,3	1973,0	1386,3	1,30	47,4

Подъем стрелы на угол от 78° до 88°	28,8	120,3	1973,0	1386,3	1,30	57,2
Подъем стрелы на угол от 88° до 91,5°	92,3	220,6	166,7	117,1	0,11	141,0
Опускание стрелы на угол от 91,5° до 88°	48,9	158,8	166,7	237,2	0,16	
Опускание стрелы на угол от 88° до 42°	197,1	109,9	1842,4	2622,2	1,50	
Опускание стрелы на угол от 42° до 2°	187,4	-	-	2628,0	1,34	
Опускание стрелы на угол от 2° до 0°	210,2	-	-	512,9	0,26	38,9

3.1 Модель гидравлической системы ТУА в Simulink

На рисунке 17 показана схема модели гидравлической системы транспортно-установочного агрегата. Исполнительным механизмом системы является цилиндр со штоком, имеющим максимальный ход штока 2700 мм, и время полного хода порядка 18 с. Цилиндр моделируется апериодическим звеном второго порядка и элементом «насыщение», учитывающим максимальный вход штока (рис. 19). Фактически, модель цилиндра преобразует расход жидкости (рис. 20) в сигнал хода штока. Если система работает в режиме подъема, то сигнал выхода насосных станций 0404 и 0405 поступает на вход модели цилиндра. Этот аспект модели достигается применением блока перемножения, на второй вход которого передается команда подъема.

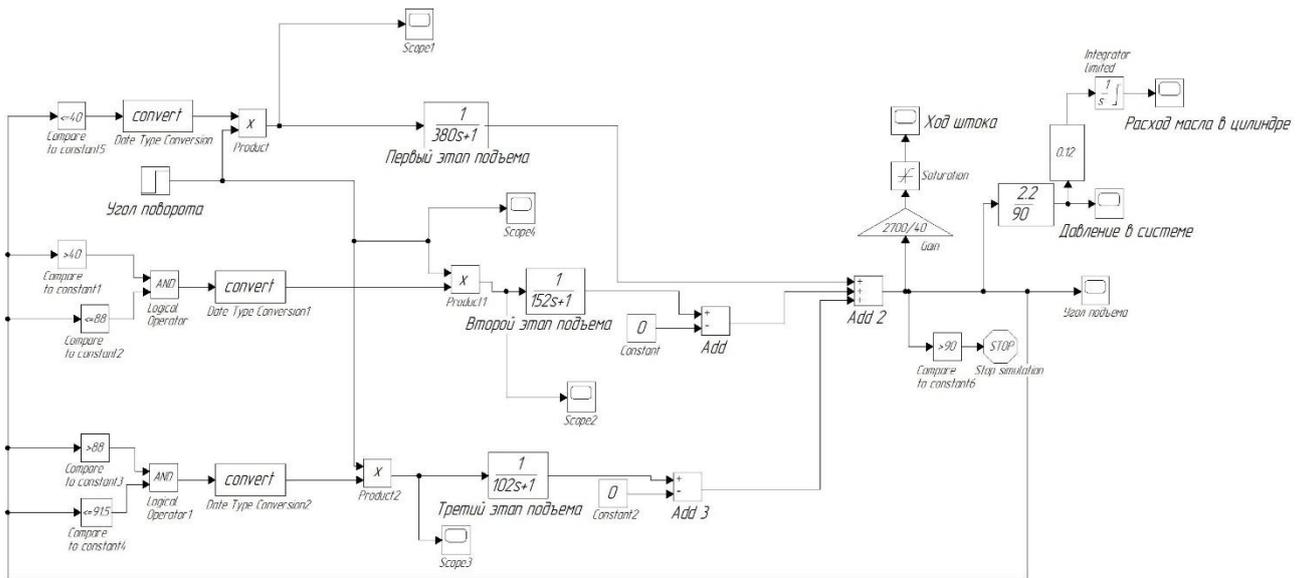


Рисунок 18 – Модель гидравлической системы

На первом этапе подъема (угол подъема менее 40°), на выходе блока (≤ 40) единица, и сигнал задания поступает на модель двигателей насосной станции – апериодическое звено с постоянной времени 380 с (данное значение обеспечивает время подъема 226-227 секунд). Когда угол подъема достигает 40° , на выходе (≤ 40) нуль и данный этап отключается. При этом на выходе первого блока AND появляется единица и в работу вступает вторая ветвь – три из четырех двигателей насосной станции и гидроцилиндр. После достижения 88° в работу включается модель третьего этапа. Таким образом, общий угол подъема представляет собой сумму трех сигналов, и переходный процесс состоит из трех участков:

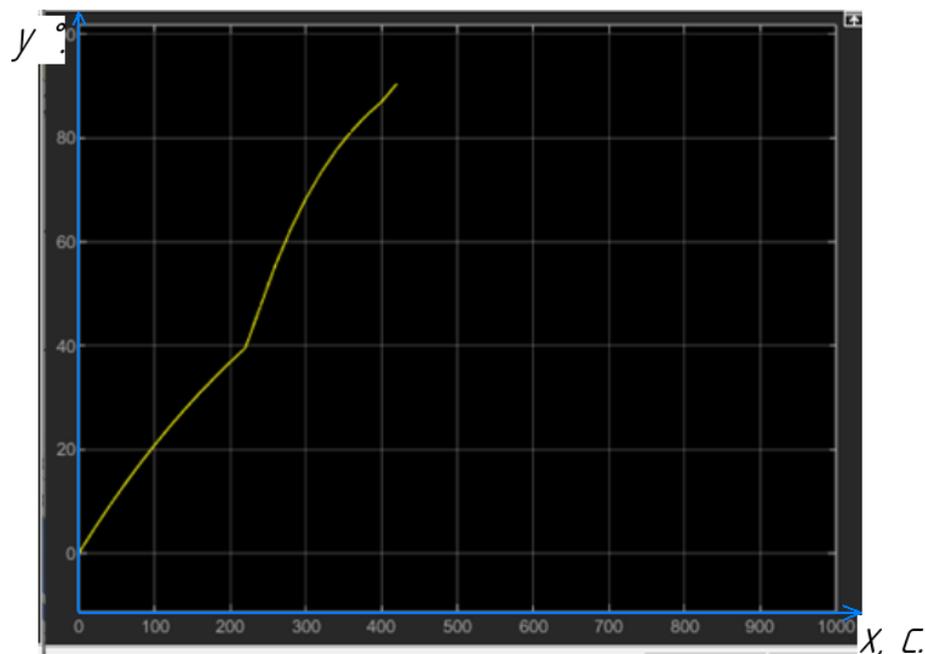


Рисунок 19 – Угол подъема стрелы ГУА

По графику (рис. 19) определяется угол подъема стрелы в заданный момент времени, по оси абсцисс показано время в секундах, по оси ординат угол стрелы ГУА в градусах.

Модели насосных станций сформированы идентично – фактически, их задача – преобразования давления на входе в выходное давление (рис. 22).

Гидравлическая система получает жидкость от системы с фиксированным давлением 1,2 атм. Для подачи жидкости в цилиндр и ее откачки используется насосная станция с двумя насосами. Передаточная функция таких двигателей:

$$W(s) = \frac{K}{Ts + 1}, \quad (7)$$

K – это коэффициент повышения давления. Так как рабочее давление в системе составляет 2,52 атмосферы, то нужно ввести коэффициент $K = 2.52 / 1.2 = 2.1$

T – постоянная времени. Из классической теории автоматического управления знаем, что время пуска (переходного процесса) для двигателя МКТН составляет до 4 секунд, то есть около $3T$, то есть выбираем $T=4/3=1.3$ с. Поскольку выходное давление насоса ограничено, то на выходах блоков устанавливаем блоки Saturation, ограничивающие выходное давление до уровня 2,1 атм. Для отображения выходного давления насосной станции подключаем блок Scope, на который подаем разность давлений через блок Add.

Далее, нам необходимо сформировать команды управления – чтобы насосы включались только при подаче соответствующих сигналов (Блок Pusk и Pusk) и дополнительно подаем разность этих сигналов (блок Add2).

А поскольку цилиндр имеет ограничение хода штока – то на выходе передаточной функции ставим блок ограничения – Saturation, со значением 2630 мм. Выход этого блока также подаем на Scope, чтобы получить график хода штока в функции времени.

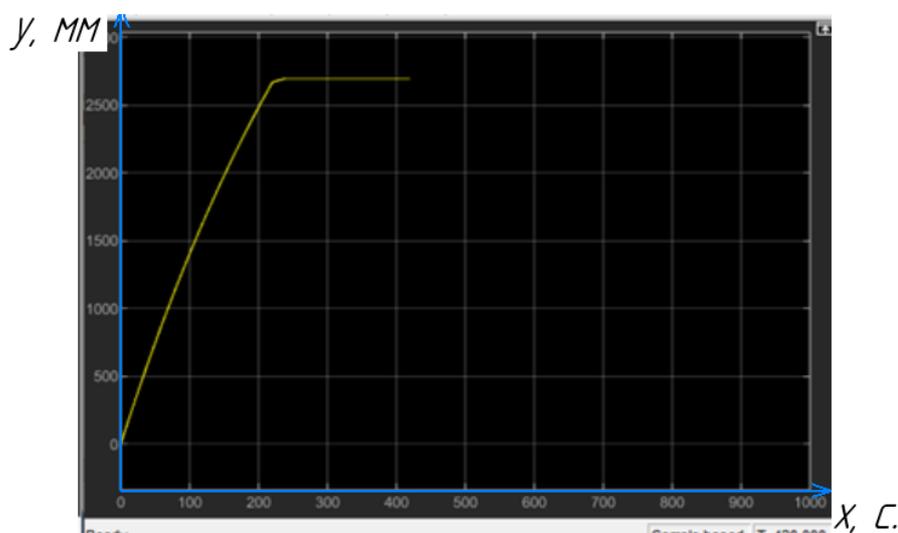


Рисунок 20 – Ход гидроцилиндра

По графику (рис. 20) определяется положение штока в заданный момент времени, по оси абсцисс показано время в секундах, по оси ординат выдвижение гидроцилиндра в миллиметрах.

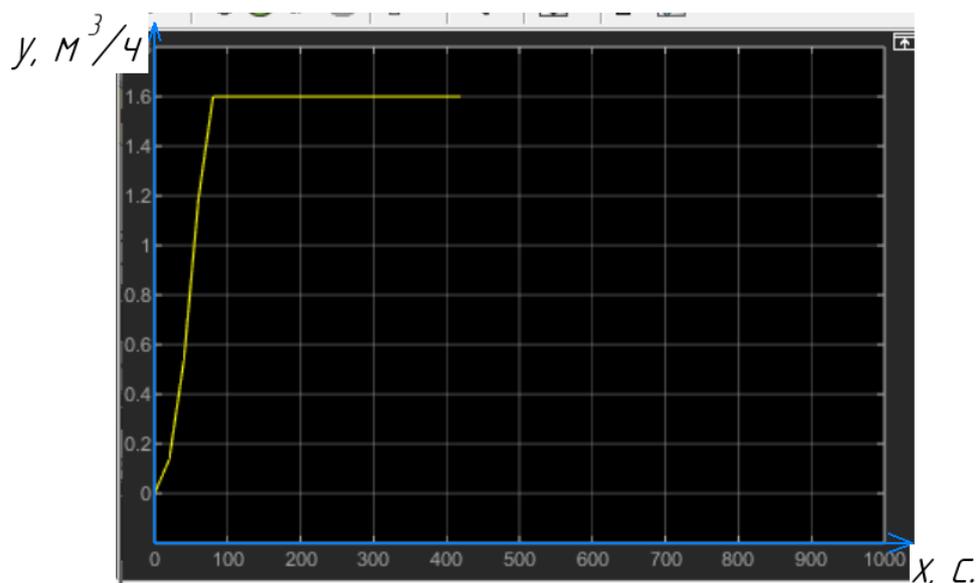


Рисунок 21 – Расход жидкости в цилиндр

По графику (рис. 21) определяется количество жидкости проходящее в единицу времени через гидроцилиндр. По оси абсцисс показано время в секундах, по оси ординат – расход жидкости, кубический метр в час ($\text{м}^3/\text{ч}$).

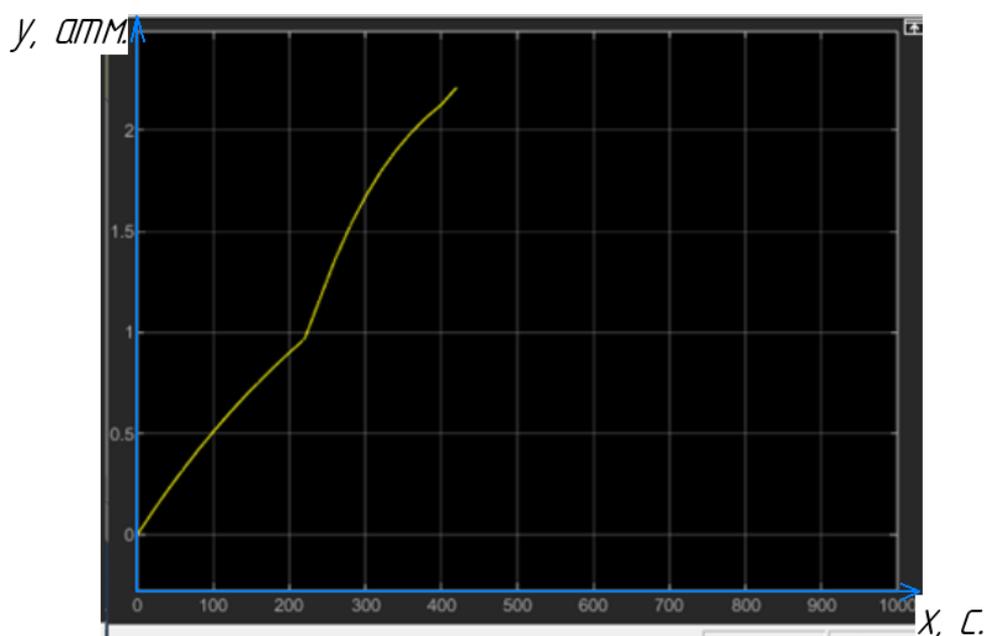


Рисунок 22 – Давление в системе

На графике (рис. 22) определяется давление в системе в заданный момент времени. По оси абсцисс показано время в секундах, по оси ординат – давление, атмосферы.

Так же в программу добавлены блоки: Score1, Score2, Score3 и Score4. На эти блоки выводятся сигналы срабатывания отдельных условий – введены для диагностики – чтобы видеть, когда и какой привод работает, и с большей точностью определить время работы каждого привода.

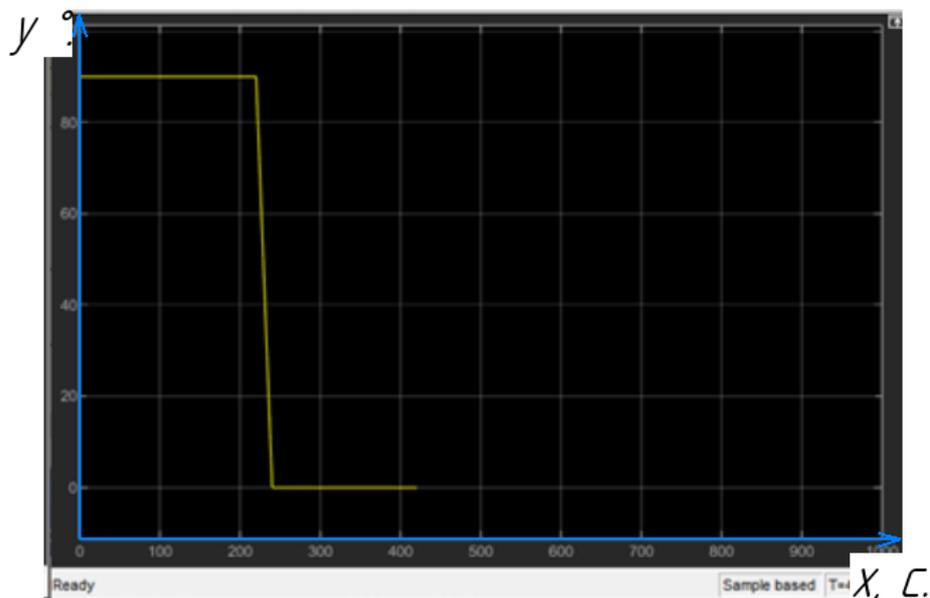


Рисунок 23 – Показания блока Score1

По графику (рис. 23) определяется угол подъема стрелы в заданный момент времени, по оси абсцисс показано время в секундах, по оси ординат угол стрелы ТУА в градусах.

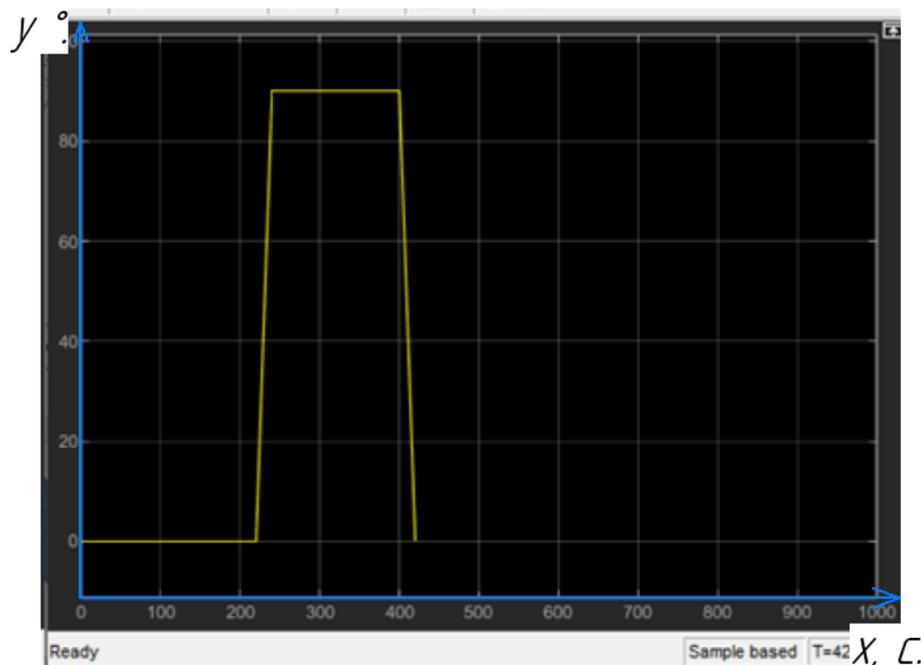


Рисунок 24 – Показания блока Score2

По графику (рис. 24) определяется угол подъема стрелы в заданный момент времени, по оси абсцисс показано время в секундах, по оси ординат угол стрелы ТУА в градусах.

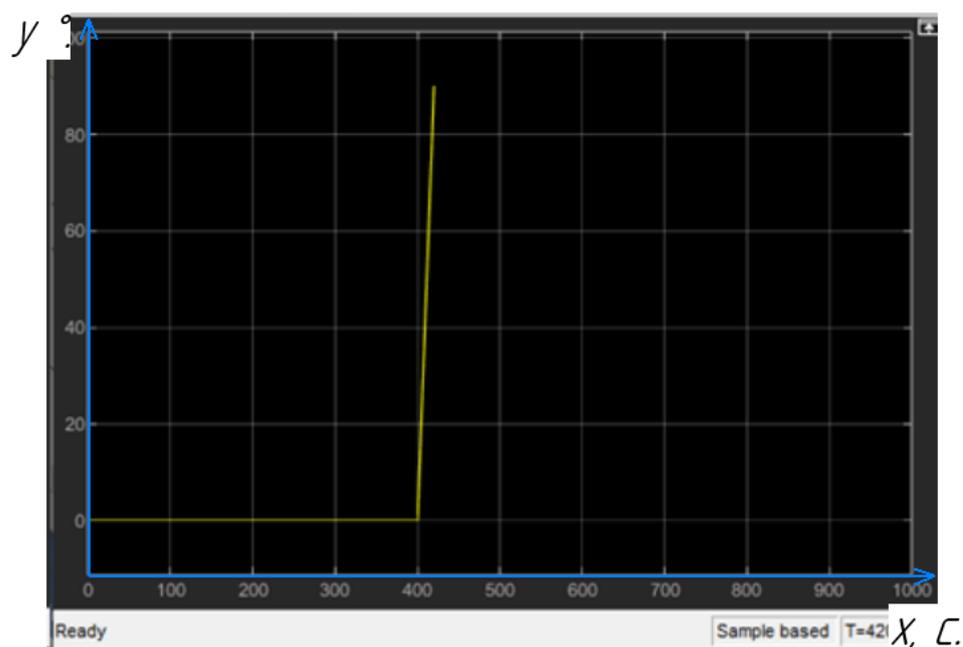


Рисунок 25 – Показания блока Score3

По графику (рис. 25) определяется угол подъема стрелы в заданный момент времени, по оси абсцисс показано время в секундах, по оси ординат угол стрелы ТУА в градусах.

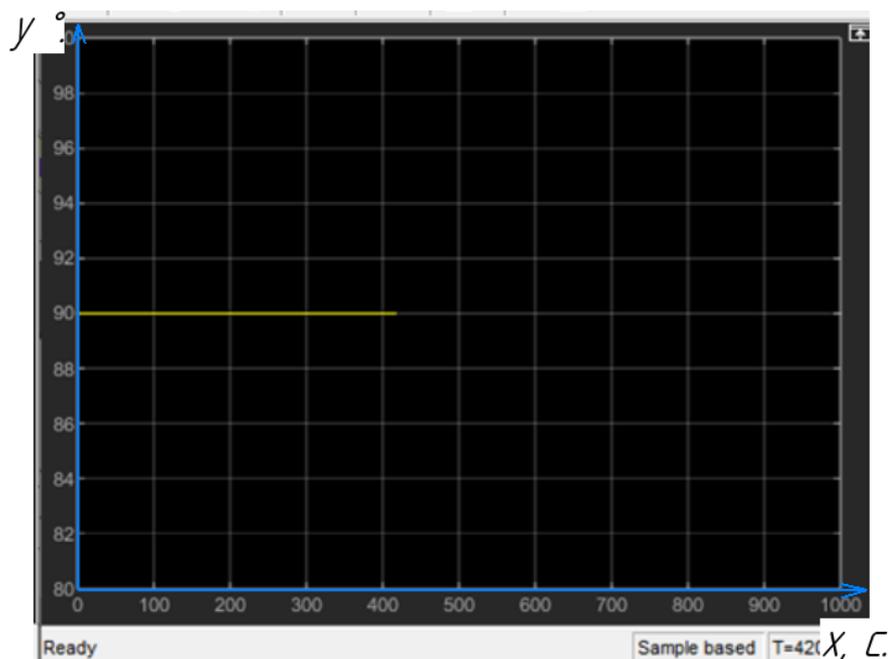


Рисунок 26 – Показания блока Score4

По графику (рис. 26) определяется угол подъема стрелы в заданный момент времени, по оси абсцисс показано время в секундах, по оси ординат угол стрелы ТУА в градусах.

3.2 Настройка насосной станции

1. Пластики поз. 170, 172 174 и прижимы поз. 176, 177, 178 установить по месту, обеспечив жесткое крепление трубопроводов.

Сварные швы по ГОСТ 14771-76 . Проволока Св-08Г2С ГОСТ 2246-70.

2. Прокладки поз. 86 приклеить клеем 88НП ТУ 38 105540-85. На поверхности прокладок допускается наличие следов клея.

3. Допуск параллельности осей валов насосов и валов двигателей 0,1 мм на длине 100 мм, допуск соосности 0,1 мм.

4. Набор прокладок поз. 114 и поз. 115 устанавливать по мере необходимости при установке двигателей и насосов. Допускается подшлифовка прокладок. Перед установкой прокладки промыть нефрасом – С 50/170 ГОСТ 8505-80. Привалочную поверхность рамы и лапы двигателей очистить от ржавчины.

5. Отверстия под штифты выполнить после установки и выверки двигателей и насосов. Допускается отклонение осей отверстий под штифты поз. 161 8 лапах двигателей на угол не более 15° от вертикали.

6. Рукоятку ручного насоса поз. 189 вставить в лиры кожуха поз. 4.

7. Вентиль поз. 1 завинтить в гидробак поз. 3 до упора. При разводке трубопроводов по месту допускается вывинчивание вентиля на один оборот

8. При монтаже сборочных единиц насосной станции снять с них заглушки с резиновыми кольцами. На их место установить соответствующие штуцеры с новыми резиновыми кольцами, угольники с фторопластовыми шайбами, как показано на чертеже.

9. Окончательное взаимное расположение трубопроводов уточнить при сборке насосной станции. При разводке трубопроводов обеспечить возможность работы ключами в местах соединений.

10. Измерить переходное сопротивление контакта между корпусом каждого двигателя и рамой, которое должно быть не более 0,002 Ом. Проверить величину электрического сопротивления изоляции мегаомметром на 500 В между жилами и корпусом каждого двигателя. Величина сопротивления изоляции должна быть не менее 1 МОм.

11. Рабочая жидкость – масло АМГ-10 ГОСТ 6794-75.

12. Залить рабочую жидкость в гидробак до уровня между верхней и нижней риской указателя 0416.005.

13. Заполнить насосную станцию рабочей жидкостью, для чего:

- открыть вентиль ВН2;
- подсоединить к выводам II-V запорные вентили типа 8E32.0339. 000 – 01;
- снять ограждения поз. 82 с муфт поз. 74, соединяющих валы насосов и двигателей;
- отвинтить поочередно на 2-3 оборота пробку для выпуска воздуха на корпусе каждого насоса, провернуть вручную муфту по направлению стрелки, указанной на корпусе насоса, после появления рабочей жидкости без пузырьков воздуха, пробку завинтить;
- проверить правильность подключения двигателей, кратковременно включая их. Муфты должны вращаться в направлении стрелки, указанной на корпусах насосов;
- установить ограждения;
- вентили ВН3 и ВН4 открыть, вентиль ВН5 закрыть;
- открыть вентили на выводах III, IV, V;
- Включить двигатель М9; после появления из вентилях рабочей жидкости без пузырьков воздуха двигатель выключить, вентили на выводах III, IV, V закрыть;
- открыть вентиль на выводе II;

– включить двигатель М10; после появления из вентиля рабочей жидкости без пузырьков воздуха двигатель выключить, вентиль на выводе II закрыть;

– открыть вентиль на выводе II;

– Оставить рукоятку ручного насоса НР1, работать рукояткой до появления из вентиля рабочей жидкости без пузырьков воздуха, вентиль на выводе II закрыть;

14. Провести настройку клапанов предохранительных, для чего:

– Включить двигатель М9 и выполнить настройку предохранительного клапана КПЗ на давление;

$$P = (22 \pm 1) \text{ МПа } [(220 \pm 10) \text{ кгс/см}^2]$$

Давление контролировать по манометру МН. После выключения двигателя сбросить давление открыв вентиль на выводе III.

– Включить двигатель М10 и выполнить настройку предохранительного клапана КП4 на давление.

$$P = (22 \pm 1) \text{ МПа } [(220 \pm 10) \text{ кгс/см}^2]$$

Давление контролировать по манометру МН 4. После выключения двигателя сбросить давление открыв вентиль на выводе II.

15. Проверить на герметичность соединения трубопроводов, для чего:

– Включить двигатель М9;

– выдержать под давлением $P = (22 \pm 1) \text{ МПа } [(220 \pm 10) \text{ кгс/см}^2]$ течение 5 мин, выключить двигатель;

– Включить двигатель М10;

– выдержать под давлением $P = (22 \pm 1) \text{ МПа } [(220 \pm 10) \text{ кгс/см}^2]$. В течение 5 мин, выключить двигатель. При появлении утечек рабочей жидкости выключить двигатель, устранить неисправности и повторить испытания. После испытаний сбросить давление.

16. Снять с выводов II-V запорные вентили. На их место установить накидные гайки поз. 92, 93 заглушками поз. 90, 149. Снять рукоятку ручного насоса и вставить ее в лиры.

17. Промыть фильтры Ф4, Ф5 и Ф6 поз. 70, для чего:

– снять пломбу с фильтра;

– вывинтить стакан из крышки;

– Вынуть из стакана фильтроэлемент;

– тщательно промыть стакан и фильтроэлемент нефрасом С 50/170 ГОСТ 8505-80. После промывки на поверхности фильтроэлемента и стакана не должно быть частиц, видимых невооруженным глазом;

– собрать фильтр, предварительно заполнив стакан чистой рабочей жидкостью.

18. Проверить уровень рабочей жидкости в гидробаке. Уровень рабочей жидкости должен быть между верхней и нижней риской указателя.

19. После установки насосной станции на агрегат залить рабочую жидкость в гнездо 0416.003 до уровня от 3 до 5 мм ниже уровня отверстия (см сечение Ц-Ц).

20. Стыки трубопроводов законтрить проволокой поз. 193.

21. Накладные гайки на выводах I-V, крышку гидробака, стаканы фильтров Ф4, Ф5 и Ф6, колпачки клапанов предохранительных пломбировать пломбой поз. 119 способом ГОСТ 92-8918-77.

22. Покрытие неокрашенных поверхностей и мест с поврежденным покрытием №1, серый 7040, 0000.000 ТУ кроме заводских знаков насосов и двигателей.

23. Маркировать сборочные единицы и номера выводов эмалью ХВ-16, белая, ТУ6-10-1301-83 согласно схеме 04.00.000 ГЗ в местах удобных для наблюдения.

4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

4.1 Введение

В данном дипломном проекте рассматривается транспортно – установочный агрегата, стартового комплекса «Союз», космодрома Восточный.

В эксплуатационной части проектируется гидравлическая схема подъема стрелы транспортно – установочного агрегата.

В данном разделе анализируется помещение площадью 15 м². В помещении: 3 рабочих места (компьютерный стол – “Атмосфера СК – 03” – 90 × 75 × 45 см., офисный стул – “Aceline АССТ”), одно окно ПВХ – 1330 × 1410 мм., дверь деревянная – 900 × 2100 мм., радиатор – 1120 × 415 мм. В помещении одновременно работают 3 человека.

Цель раздела: Обеспечение защиты человека от опасных и вредных факторов, соблюдение законодательства в области охраны труда.

4.2 Анализ условия труда

Оценка условий труда производится согласно Приказа Минтруда и социальной защиты РФ от 24.01.2014 №33н. В данном помещении выявлены следующие факторы, действующие на работников бункера управления стендом:

1. Микроклимат: темп., влажность, скор.дв.возд;
2. Виброакустические факторы: шум, вибрация;
3. Световая среда: освещенность рабочей поверхности;
4. Электромагнитные и ионизирующие излучения;
5. Тяжесть труд.процесса: рабочая поза и стереотипные рабочие движения и др.;
6. Напряженность трудового процесса: длительность сосредоточенного наблюдения, плотность сигналов в единицу времени и др.

4.2.1 Микроклимат

Согласно ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны», составляющими микроклимата являются:

- 1) температура воздуха;
- 2) относительная влажность воздуха;
- 3) скорость движения воздуха;
- 4) интенсивность теплового излучения.

Для обеспечения ощущения теплового комфорта работников в течении раб. дня необходимо соблюдать предписанные нормы характеристик воздушной среды в помещении.

Исходя из ГОСТ 12.1.005-88 данный вид работы относится к классу работ – легкие физические работы (категория I). ЛФР разделяются на I_а – энергозатраты до 120 ккал/ч (139 Вт). Это работы производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением (ряд профессий на предприятиях точного приборо- и машиностроения, на часовом, швейном производствах, в сфере управления и т.п.); и I_б – энергозатраты до 121 – 150 ккал/ч (140 – 174 Вт).

Работа, производимая оператором ПЭВМ, относится к категории I_а. Оптимальные показатели микроклимата указаны в табл. 1.

Темпер. Воздуха в помещении в холодный и теплый период не должна выходить за пределы допустимых величин температуры воздуха, установленных в таблице 1.

Перепад температуры допускается в течении смены и по горизонтали к раб. поверхности до 4 град. С – при легких работах.

Относительная влажность воздуха в помещении составляет 52%, что соответствует.

Таблица 5– Показатели микроклимата СанПиН 1.2.3685-21

Период года	Темп. воздуха				Отн. Влажн.		Скор дв. Возд.		
	оптимальная	Допустимая				оптимальная	Допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных, не более	оптимальная	Допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных, не более
Верхняя граница		Нижняя граница							
На рабочих местах									
	постоянных	непостоянных	постоянных	непостоянных					
Хол.	22 – 24	25	26	21	18	40 – 60	75	0,1	Не более 0,1
Тепл.	23 – 25	28	30	22	20	40 – 60	55 (при 28 град. С)	0,1	0,1 – 0,2

По данному фактору класс условий труда – 1 (оптимальный), так как значения параметров соответствует значениям норм СанПиН 1.2.3685 -21.

Если учесть жаркий период времени, то температура отклонится от нормы, что бы это исправить достаточно установить кондиционер.

Расчет по площади:

Самый простой способ расчета - это использовать соотношение 1 кВт мощности на 10 м² площади.

В данном случае: $15 \text{ м}^2 / 10 \text{ м}^2/\text{кВт} = 1,5 \text{ кВт}$.

Это означает, что для помещения 15 м² потребуется кондиционер мощностью не менее 1,5 кВт.

Популярные модели кондиционеров для офиса мощностью 1,5 кВт:

- Ballu BLG-15HN1;
- Mitsubishi Electric MS-GE15;
- Haier HSU-07HPL.

На моем рабочем месте все вышеперечисленные составляющие микроклимата не превышают нормы.

4.2.2 Шум

Основным источником шума в помещении является компьютер, телефон (стационарный), принтер.

Характеристикой постоянного шума на РМ являются уровни звукового давления в дБ, которые определяются по формулам:

$$L = 20 \cdot \lg \cdot (p/p_0), \quad (8)$$

$$L_j = 10 \cdot \lg \cdot (J/J_0), \quad (9)$$

$$L_p = 20 \cdot \lg \cdot (P/P_0), \quad (10)$$

где L , L_p , L_j – уровни звукового давления, интенсивности, звуковой мощности, дБ;

p – звуковое давление, Па;

J – интенсивность звука, Вт/м²;

P – звуковая мощность, Вт.

p_0 , J_0 , P_0 – соответствующие пороговые значения звукового давления $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па; интенсивности $J_0 = 10^{-12}$ Вт/м² и звуковой мощности $P_0 = 10^{-12}$ Вт.

Таблица 6 – Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука в дБА.

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	Легкая физическая нагрузка	Средняя физическая нагрузка	Тяжелый труд 1 степени	Тяжелый труд 2 степени	Тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	-	-	-
Напряженный труд 2 степени	50	50	-	-	-

Фактический уровень шума в помещении составляет 52 дБА. Согласно приложению №11 Приказ Минтруда №33н, класс условий труда определяется как допустимый.

Таблица 7 – Отнесение условий труда по классу / подклассу условий труда при воздействии виброакустических факторов. (Ссылка на табл.)

Наименование показателя, единица измерения	Класс (подкласс) условий труда					
	допустимый	вредный				опасный
		2	3,1	3,2	3,3	
Шум, эквивалентный уровень звука, дБА	≤ 80	>80 – 85	>85 – 95	>95 – 105	>105 – 115	>115

Вибрация локальная, эквивалентный корректированный уровень виброускорения, дБ	≤ 126	>126 – 129	>129 – 132	>132 – 135	>135 – 138	>138
Вибрация общая, эквивалентный корректированный уровень виброускорения, дБ, Z	≤ 115	> 115 – 121	> 121 – 127	> 127 – 133	> 133 – 139	>139
Вибрация общая, эквивалентный корректированный уровень виброускорения, дБ, X, Y	≤ 112	> 112 – 118	> 118 – 124	> 124 – 130	> 130 – 136	>136
Инфразвук, общий уровень звукового давления, дБ	≤ 110	> 110 – 115	> 115 – 120	> 120 – 125	> 125 – 130	>130
Ультразвук воздушный, уровни звукового давления в 1/3 октавных полосах частот, дБ	превышение ПДУ до ... дБ					
	\leq ПДУ	10	20	30	40	> 40

На моем рабочем месте шум может достигать 90 – 95 дБ., что является вредным фактором. Имеется несколько способов, для снижения шума:

- Пассивная звукоизоляция. Можно использовать панели для стен и напольные покрытия из звукопоглощающих материалов;
- беруши. Это бюджетный вариант пассивной защиты;
- Наушники с активным шумоподавлением. В них встроены микрофоны, которые улавливают окружающие звуки. Затем устройство создаёт «контршум» и транслирует его.

4.2.3 Освещенность рабочей поверхности

В помещении используются два вида освещения: естественный и искусственный;

- Разряд зрительной работы – Б;
- Характеристика зрительной работы – высокой точности;
- Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм – от 0,30 до 0,50;
- Освещенность на рабочей поверхности от системы общего освещения, лк – от 200 до 300.

В соответствии с СП 52.13330.2016.

При использовании люминесцентных ламп:

- Лампы Т8 36 Вт: 4-5 штук;
- Лампы Т5 28 Вт: 5-6 штук;
- В среднем, в ясный день на рабочее место, расположенное у окна, может попадать от 500 до 3000 люкс;
- В пасмурный день освещенность будет значительно ниже, от 100 до 500 люкс.

Для работы с компьютером рекомендуется поддерживать освещение от 300 до 500 лк

Исходя из Приложения №16 Минтруда №33н, и класса условий труда, можно отметить, что работа выполняется в допустимых условиях освещенности.

Что касается меня, то моя работа проходит в освещении до 200 лк., это относится к разряду вредных факторов. Чтобы это исправить достаточно:

- Используйте светоотражающие поверхности;
- Убедитесь, что ваши лампочки имеют правильную мощность;
- Добавьте искусственное освещение;
- Увеличьте количество естественного света.

4.2.4 Тяжесть трудового процесса

Воспользуемся следующими факторами тяжести трудового процесса на РМ:

- Рабочее положение тела работника: Периодическое, до 50% времени смены, нахождение в неудобном и (или) фиксированном положении; периодическое, до 25% времени рабочего дня (смены), пребывание в вынужденном положении. Нахождение в положении "стоя" до 80% времени рабочего дня (смены). Нахождение в положении "сидя" без перерывов от 60 до 80% времени рабочего дня (смены);

- Стереотипные рабочие движения: Количество стереотипных рабочих движений работника при локальной нагрузке (с участием мышц кистей и пальцев рук): до 20000. Количество стереотипных рабочих движений работника при региональной нагрузке (при работе с преимущественным участием мышц рук и плечевого пояса): до 10000.

Определение этих факторов определяется по Приложению №20 Приказа Минтруда №33н.

Для определения класса условий труда по фактору положения тела работника, воспользуемся Положением № 20 Приказа №33н. Так как большую часть времени работник находится в положении «сидя» без возможности сделать перерыв, то класс условий труда – 3.1, «вредный».

Совокупный класс тяжести определяется как «вредный».

4.2.5 Напряженность трудового процесса

Таблица 8 – Условие труда по напряженности трудового процесса.

Показатели напряженности трудового процесса	Класс (подкласс) условий труда			
	оптимальный	допустимый	вредный	
	1	2	3.1	3.2
Сенсорные нагрузки				
Плотность сигналов (световых и звуковых) и сообщений в среднем за 1 час работы, ед.	До 75	76 – 175	176 – 300	Более 300
Число производственных объектов одновременного наблюдения, ед.	До 5	6 – 10	11 – 25	Более 25
Работа с оптическими приборами (% времени смены)	До 25	25 – 50	51 – 75	Более 75
Нагрузка на голосовой аппарат (суммарное количество часов, наговариваемое в неделю), час	До 16	До 20	До 25	Более 25
Монотонность нагрузок				
Число элементов (приемов), необходимых для реализации простого задания или многократно повторяющихся операций, ед.	Более 10	9 – 6	5 – 3	Менее 3
Монотонность производственной обстановки (время пассивного наблюдения за ходом технологического процесса в % от времени смены), час.	Менее 75	76 – 80	81 – 90	Более 90

Так как некоторые показатели напряженности трудового процесса относятся к вредным, а именно: плотность сигналов (световых и звуковых) и сообщений в среднем за 1 час работы, число элементов (приемов), необходимых для реализации простого задания или многократно повторяющихся операций, работа с оптическими приборами. Можно сделать вывод о том, что напряженность трудового процесса относится к вредному классу.

По эти же факторам напряженность моего трудового процесса, так же относится в вредным факторам.

4.2.6 Итоговый класс условий труда

Таблица 9 – Условия труда на рабочем месте по степени вредности и опасности.

Фактор	Класс/подкласс
Микроклимат	Оптимальный/1
Шум	Допустимый/2
Освещенность	Допустимый/2
Тяжесть	Вредный/3.1
Напряженность	Вредный/3.1

Общий класс условий труда составляет допустимый.

Ряд рекомендаций по улучшению условий труда:

- Эргономичная мебель: Обеспечьте сотрудников удобными стульями, столами и другой мебелью, соответствующей их росту и типу работы;
- Оптимальное освещение: Используйте достаточное освещение, как естественное, так и искусственное, чтобы не напрягать зрение сотрудников;
- Микроклимат: Поддерживайте комфортную температуру, влажность и уровень вентиляции в помещении;
- Снижение шума: Используйте звукоизоляционные материалы и другие средства для снижения уровня шума;

- Смена деятельности: Обеспечьте сотрудников возможностью менять вид деятельности в течение рабочего дня, чтобы снизить монотонность труда;
- Психологическая разгрузка: Организуйте зоны отдыха, где сотрудники могут расслабиться и снять стресс.

4.3 Эргономика рабочего места

Основными элементами РМ оператора являются: рабочий стол, дисплей, клавиатура и т.д. Основное положение рабочее – положение сидя. РМ оператора должно обеспечивать ему возможность выполнения работ в положении сидя и не создавать перегрузки костно-мышечной системы. Место оператора следует расположить так, чтобы избежать прямых солнечных лучей, сквозняков, источников шума и вибрации.

Основные элементы рабочего стола работника: дисплей, клавиатура, мышь, телефон.

Требования к рабочему столу:

- Высота: Стол должен быть регулируемым по высоте, чтобы оператор мог установить его в положение, при котором его предплечья будут находиться под углом 90° к столу, а запястья – прямыми;
- Ширина: Стол должен быть достаточно широким, чтобы на нем можно было разместить все необходимые устройства, такие как дисплей, клавиатура, мышь, телефон и т.д.;
- Глубина: Стол должен быть достаточно глубоким, чтобы оператор мог свободно двигать руками и не биться локтями о край стола;
- Поверхность: Поверхность стола должна быть ровной, гладкой и не скользкой.

Требования к рабочему креслу:

- Высота: Кресло должно быть регулируемым по высоте, чтобы оператор мог установить его в положение, при котором его ступни будут стоять на полу полностью, а бедра будут параллельны полу;

- Опора спины: Кресло должно иметь регулируемую опору спины, чтобы оператор мог поддерживать естественный изгиб позвоночника;
- Подлокотники: Кресло должно иметь подлокотники, которые можно регулировать по высоте и углу наклона.

Требования к подставке для ног:

- Высота: Подставка для ног должна быть регулируемой по высоте, чтобы оператор мог установить ее в положение, при котором его колени будут согнуты под углом 90° ;
- Поверхность: Поверхность подставки для ног должна быть нескользящей.

Требования к дисплею:

- Высота: Дисплей должен быть расположен на высоте глаз оператора, чтобы он не наклонял голову вверх или вниз;
- Расстояние: Дисплей должен быть расположен на расстоянии 50-70 см от глаз оператора;
- Угол наклона: Дисплей должен быть наклонен под углом $10-20^\circ$ к вертикали;
- Размер: Размер дисплея должен быть достаточным, чтобы оператор мог комфортно читать текст и изображения.

Требования к клавиатуре:

- Высота: Клавиатура должна быть расположена на такой высоте, чтобы запястья оператора были прямыми;
- Расстояние: Клавиатура должна быть расположена на расстоянии 10-20 см от края стола;
- Угол наклона: Клавиатура должна быть наклонена под углом $5-15^\circ$ к горизонтали.

Оценка монитора

- Проектное расстояние наблюдения: Согласно ГОСТ Р ИСО 9241-3-2003, проектное расстояние наблюдения должно быть равно 50-70 см.;

- Угол наблюдения: Согласно ГОСТ Р ИСО 9241-3-2003, угол наблюдения должен быть не менее 30° по горизонтали и 20° по вертикали;
- Яркость экрана: Согласно ГОСТ Р ИСО 9241-3-2003, яркость экрана должна быть в пределах 80-160 кд/м²;
- Контрастность экрана: Согласно ГОСТ Р ИСО 9241-3-2003, контрастность экрана должна быть не менее 300:1.

Режим работы:

- Регулярно делать перерывы в работе;
- Выполнять упражнения для разминки;
- Следить за осанкой;
- Использовать эргономичные аксессуары, такие как подставка для запястий, мышь с вертикальным хватом и т.д.

Что касается моего рабочего места, то у меня отсутствует подставка для ног и проектное расстояние наблюдение меньше нормы.

4.4 Электроопасность

Правила устройства электроустановок (ПУЭ-7) классифицируют помещения по степени электроопасности на пять классов:

1. Помещения с повышенной опасностью:

- Помещения с сырой или мокрой средой, а также помещения, в которых возможно скопление пыли, токопроводящих паров или газов в количествах, достаточных для создания опасности;
- Помещения, в которых проводятся работы с мокрыми руками;
- Помещения, в которых находятся металлические конструкции, связанные с землей непосредственно или через аппаратуру;
- Помещения, в которых установлены ванны с электроприборами.

2. Помещения с особо повышенной опасностью:

- Помещения, в которых, помимо условий, указанных для помещений с повышенной опасностью, имеются открытые токопроводящие части электроустановок;

- Помещения с мокрыми полами, в которых из-за стесненности рабочего места или по другим причинам невозможно применить защитное заземление;

- Помещения, в которых применяются процессы, связанные с использованием воды, электролитов или других электропроводящих жидкостей;

3. Помещения с электроопасностью:

- Помещения, в которых нет условий, относящихся к помещениям с повышенной или особо повышенной опасностью, но в которых существует возможность прикосновения людей к открытым токопроводящим частям электроустановок.

4. Помещения без электроопасности:

- Помещения, в которых отсутствуют условия, относящиеся к помещениям с электроопасностью.

5. Наружные установки:

- Электроустановки, расположенные на открытом воздухе, под навесами, в киосках, а также на плавучих сооружениях.

На моем рабочем месте сухое помещение и нет условий относящихся к электроопасности.

Сухое офисное помещение без заземленных металлических конструкций, с электроприборами без открытых токопроводящих частей, с электропроводкой, проложенной в изолированных трубах или кабелях, и с относительной влажностью воздуха не более 60% относится к классу 1 – помещения без электроопасности.

4.5 Пожароопасность

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 – В4, Г и Д, а здания – на категории А, Б, В, Г и Д.

Таблица 10 – Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А взрывопожароопасная	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Б взрывопожароопасная	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
В1 – В4 пожароопасные	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б

Г	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени; горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

На моем рабочем месте бумага, пластик, деревянные изделия и отсутствуют средства тушения пожара, следовательно класс пожароопасности – Г. Для такого помещения необходимо установить порошковый огнетушитель.

Для обеспечения пожарной безопасности в офисном помещении необходимо:

1. Провести инструктаж сотрудников:

- Ознакомить сотрудников с планом эвакуации и правилами поведения при пожаре;
- Объяснить порядок использования первичных средств пожаротушения;
- Провести практические тренировки по эвакуации.

2. Содержать в исправном состоянии:

- Системы автоматической пожарной сигнализации и пожаротушения;
- Эвакуационные выходы и пути;
- Огнетушители;
- Электропроводку и электроприборы.

3. Соблюдать:

- Противопожарный режим;
- Правила хранения горючих и легковоспламеняющихся веществ;
- Требования к курению.

4. Обеспечить:

- Доступ к первичным средствам пожаротушения;
- Наличие планов эвакуации;
- Обустройство эвакуационных выходов и путей знаками безопасности.

5. Регулярно:

- Проводить инструктажи по пожарной безопасности;
- Проверять работоспособность систем автоматической пожарной сигнализации и пожаротушения;
- Осуществлять техническое обслуживание огнетушителей.

4.6 Расчетная часть

Расчет тока зануления:

Определим суммарную мощность подключаемого оборудования:

- Компьютер: 300 Вт/шт·3 шт = 900 Вт;
- Холодильник: 200 Вт;
- Чайник: 2000 Вт;
- Кондиционер: 2000 Вт.

Итого: 5100 Вт

Согласно ПУЭ (Правила устройства электроустановок), ток зануления (I_3) должен быть не менее $1/50$ от суммарного тока нагрузки (I_H):

$$I_3 = I_H / 50 = 5100 \text{ Вт} / 50 = 102 \text{ А} \quad (11)$$

2. Выбор сечения заземляющего проводника:

Сечение заземляющего проводника (S) подбирается по таблице 1.3.4 ПУЭ в зависимости от тока зануления (I_3) и материала проводника:

- Для медного проводника: $S = 16 \text{ мм}^2$;
- Для алюминиевого проводника: $S = 25 \text{ мм}^2$.

В данном случае рекомендуется использовать медный проводник сечением 16 мм^2 .

3. Выбор автоматического выключателя:

Автоматический выключатель (АВ) подбирается по току нагрузки (I_H):

$$I_H = 5100 \text{ Вт} / 220 \text{ В} = 23,2 \text{ А} \quad (12)$$

Следует выбрать АВ с номинальным током, ближайшим к расчетному, но не менее:

$$I_{\text{ном}} = 25 \text{ А}$$

Тип защиты АВ должен быть "А" (с характеристикой срабатывания по току).

Рекомендуется использовать АВ:

- Тип: АЗ-25-1;
- Номинальный ток: 25 А;
- Тип защиты: А;
- Напряжение: 220 В.

4.7 Выводы

В разделе «Охрана труда и окружающей среды» был проведен анализ условий труда по следующим факторам: микроклимат, шум, освещенность, тяжесть и напряженность трудового процесса.

Была проведена классификация помещений по электро и пожароопасности. Установлено, что помещение относится к помещению без электроопасности и классу пожароопасности – Г.

Было произведен расчет зануления. В результате расчета было выбрано тип защиты, номинальный ток, напряжение.

4.8 Список литературы

1. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».
2. Приказа Минтруда и социальной защиты РФ от 24.01.2014 №33н.
3. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

4. СП 52.13330.2016.

5. Правила устройства электроустановок (ПУЭ).

5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В данной главе будет проведена экономическая составляющая выпускной квалификационной работы, а именно расчет себестоимости спроектированной гидравлической схемы ТУА и проведение ее испытаний.

Производственная себестоимость изделия определяется по статье калькуляции, точным методом на основе нормативов использованных материальных и трудовых затрат, связанных с процессом производства продукции. В общем виде, расчет производственной себестоимости производится по следующей формуле:

$$C = П + L_0 + L_д + L_{CH}, \quad (14)$$

где П – затраты на ПО;

L_0 – основная заработная плата;

$L_д$ – дополнительная заработная плата;

L_{CH} – отчисления на социальные нужды.

5.1 Покупка программного обеспечения (ПО)

Пакет включает MATLAB, Simulink и 10 наиболее широко используемых дополнительных продуктов, а также встроенную поддержку для создания прототипов, тестирования и запуска моделей на недорогом целевом оборудовании.

Набор для студентов MATLAB и Simulink включает в себя:

- MATLAB;
- Simulink;
- Control System Toolbox;
- Curve Fitting Toolbox;
- DSP System Toolbox;
- Image Processing Toolbox;

- Instrument Control Toolbox;
- Optimization Toolbox;
- Parallel Computing Toolbox;
- Signal Processing Toolbox;
- Statistics and Machine Learning Toolbox;
- Symbolic Math Toolbox.

Таким образом, затраты на ПО составили $\Pi=5\,050,31$ у.е.

5.2 Основная заработная плата

Основная заработная плата будет рассчитываться для специалиста второго разряда. Трудоемкость проектирования составляет 132 часа, которые понадобятся сотруднику, чтобы спроектировать схему и подготовить ее испытаниям. Специалист второго разряда имеет часовую тарифную ставку 400 у.е. Отталкиваясь от этого, произведем расчет заработной платы:

$$L_0 = 1,25 \cdot t_{\text{изд}} \cdot e, \quad (15)$$

где 1,25 – коэффициент, учитывающий премии;

$t_{\text{изд}}$ – трудоемкость проектирования схемы;

e – тарифная ставка за час работы.

Отсюда следует, что заработная плата специалиста второго разряда составляет: $L_0 = 1,25 \cdot 132 \cdot 400 = 66000$ у.е.

Также необходимо учитывать дополнительную заработную плату рабочим, которая составляет 12% от основной заработной платы. В данном случае дополнительная заработная плата специалиста второго разряда составляет:

$$L_{\text{д}} = 0,12 \cdot L_0 = 7920 \text{ у.е.}, \quad (16)$$

5.3 Страховые взносы

Любой работодатель каждый месяц платит различные страховые взносы с выплат своим сотрудникам. Если они работают по трудовому договору, то это взносы: на обязательное пенсионное страхование; на обязательное медицинское страхование; на социальное страхование от болезней и травм или по материнству; на страхование от несчастных случаев и профессиональных заболеваний.

На 2024 год по основному тарифу на обязательное пенсионное страхование идет 22% от зарплаты, на медицинское страхование – 5,1%, в ФСС – 2,9%. В сумме – 30%. Тогда отчисления на социальные службы специалисту второго разряда составляют:

$$L_{CH} = (L_D + L_0) \cdot 0,3 = 22176 \text{ у.е.}, \quad (17)$$

Рассчитав все величины, входящие в формулу 7, определим себестоимость проделанной работы:

$$C = 5050,31 + 66000 + 7920 + 22176 = 101146,31 \text{ у.е.},$$

В данной главе был произведен экономический расчет себестоимости проектирования гидравлической схемы ТУА. Сумма получена с учетом оплаты трудовых затрат составила 101146,31 у.е.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной дипломной работе была разработана гидравлическая система подъема стрелы транспортно-установочного агрегата.

В ходе работы были выполнены следующие задачи:

- Изучен процесс подъема стрелы транспортно-установочного агрегата;
- Определены требования к гидравлической системе подъема стрелы;
- Разработана схема гидравлической системы;

В результате работы была получена гидравлическая система подъема стрелы, которая соответствует всем предъявляемым к ней требованиям.

Система обладает следующими преимуществами:

- Высокая надежность и долговечность;
- Простота конструкции и обслуживания;
- Высокая точность и плавность работы;
- Низкая стоимость изготовления.

Гидравлическая система может быть использована в различных транспортно-установочных агрегатах.

Выводы:

- Проведено моделирование гидравлической системы ТУА в среде Simulink;
- При выполнении работы рассмотрены и рассчитаны параметры гидроцилиндра:
 - Максимальная нагрузка на гидроцилиндр при работе системы составила 4126,37 кН;
 - Минимальная нагрузка на гидроцилиндр при работе системы составила - 952,82 кН.
- Полученные результаты расчетов совпадают с результатами моделирования, а именно:

- Максимальное давление на первом участке составило – 0,9 атм., на втором участке – 2,1 атм., на третьем участке – 2,25 атм.;
- Ход штока составил 2648 мм.;
- Максимальный расход рабочей жидкости составил 1,6 м³/ч;
- Время подъема первого участка составило 226 с., второго участка 213 с., третьего участка 141 с.
- При выполнении расчета в части безопасность жизнедеятельности, для площади помещения 15м² были выбраны люминесцентные лампы типа ЛБ40-1 в количестве 8 шт.;
- В экономической части расчет проектирования гидравлической схемы ТУА составил 101146,31 у.е.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Башта Т.М. Гидропривод и гидропневмоавтоматика. М., Машиностроение, 1972. – С. 320.
2. Расчет на прочность 373УН34.0000.000Р14.
3. Издельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. М., Машиностроение, 1992. – С. 672.
4. Абрамов Е.И., Колесниченко К.А., Маслов В.Т. Элементы гидропривода. Ограничительный перечень комплектующих изделий., 1977. – 104 с.
5. Андреев М.А. Математическое моделирование гидропривода: Учебное пособие. – на правах рукописи, 2017. – С. 61.
6. ГОСТ 12.4.011-89. ССБТ. Средства защиты работающих. – М.: Изд-во стандартов. С. 2-6.
7. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. С. 68.
8. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. – М.: Минздрав России, 2003. – 56 с.
9. Моделирование одного гидравлического цилиндра [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ch.mathworks.com/help/simulink/slref/single-hydraulic-cylinder-simulation.html> (Дата обращения 13.03.2024)
10. Шорников, Ю.В., Компьютерное моделирование гидравлических систем,– Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2017. – С. 156. – URL: <https://moluch.ru/archive/156/43975/> (Дата обращения 08.03.2024)