

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«ЮЖНО–УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(национальный исследовательский университет)

Политехнический институт: факультет «Автотракторный»
Кафедра «Колесные и гусеничные машины»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
_____ / В.Н. Бондарь/
_____ 2017 г.

Устройство для защиты гидравлического привода фронтального погрузчика ПК30

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–23.03.02.881.ПЗ ВКР

Руководитель работы
А.В. Разношинская

_____ 2017 г.

Автор работы
студент группы П-404
Р.О. Жигжанов

_____ 2017 г.

Нормоконтролер
В.И. Дуюн

_____ 2017 г.

АННОТАЦИЯ

Жигжанов Р.О. «Устройство для защиты гидравлического привода фронтального погрузчика ПК30» – Челябинск: ЮУрГУ. Кафедра «КГМ» 2017 г. Пояснительная записка –68 стр., рисунков –26 , библиографический список – 25, чертежей, плакатов и схем формата А1 –4, приложение –1.

Целью данной выпускной квалификационной работы является усовершенствование рабочего оборудования фронтального погрузчика ПК30, путём внесения в конструкцию и гидравлическую схему защитного устройства, включающего в себя один дополнительный уравнивающий цилиндр, гидро- пневмоаккумулятор и логический клапан «ИЛИ». Разработанное техническое решение может улучшить функциональность в различных режимах работы, таких как подъем и опускание рабочего оборудования, и при движении колес по неровной поверхности.

В выпускной квалификационной работе произведены следующие расчеты: расчет геометрических размеров уравнивающего цилиндра, выбор газового баллона необходимого объема, выбор клапана «ИЛИ» подходящего для номинального давления в гидросистеме привода, составление принципиальной схемы с **НОВЫМ** оборудованием

					<i>23.03.02.2017.881.00 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Жигжанов Р.О.</i>			<i>Устройство для защиты гидравлического привода фронтального погрузчика ПК30</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Разношинская А.В.</i>					6	68
<i>Реценз.</i>						<i>ЮУрГУ Каф. КГМ</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Дцюн В.И.</i>						
<i>Утверд.</i>		<i>Бондарь В.Н.</i>						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	9
1 КОНСТРУКЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРИВОДА С УСТАНОВЛЕННЫМ УСТРОЙСТВОМ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРИВОДА ФРОНТАЛЬНОГО ПОГРУЗЧИКА	10
1.1 История развития гидравлики и пневматики.....	10
1.2 Гидравлический привод	11
1.3 Рабочее оборудование погрузчика ПК30	17
1.4 Устройство для защиты гидравлического привода погрузчика	22
1.4.1 Логический клапан «ИЛИ»	23
1.4.2 Принцип работы устройства.....	24
2 ПРОЕКТИРОВОЧНЫЙ РАСЧЕТ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	30
2.1 Исходные данные для расчета рабочего оборудования.....	30
2.2 Расчет размерных параметров рабочего оборудования.....	32
2.3 Определение сопротивлений при черпании материала ковшом.	38
2.4 Выбор цилиндров поворота ковша и подъема стрелы.....	42
2.5 Расчет уравновешивающего цилиндра	44
2.6 Логический клапан «ИЛИ»	47
2.7 Производительность погрузчика с установленным устройством для защиты гидравлического привода.....	48
3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	51
3.1 Рассматриваемый элемент	51
3.2 Определение припусков, допусков и размеров заготовки.....	52
3.3 Определение припусков, допусков и размеров заготовки.....	52
3.4 Штамповка на кривошипном горячештамповочном прессе	53
3.8 Штамповка на горяче – ковочной машине.....	54
3.9 Технологическая операция	56
3.10 Расчет припусков на механическую обработку.....	58
3.11 Режим обработки, силы резания.....	59

										Лист
										7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.03.02.2017.881.00 ПЗ					

3.12 Качество поверхности	62
3.13 Технологический маршрут	63
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	65
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	66

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А. КАРТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ
СХЕМА ПОГРУЗЧИКА С УСТАНОВЛЕННЫМ УСТРОЙСТВОМ ДЛЯ
ЗАЩИТЫ

ПРИЛОЖЕНИЕ В. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ЦИЛИНДР 100x56x625
СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ

					<i>23.03.02.2017.881.00 ПЗ</i>	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ВВЕДЕНИЕ

Гидравлический привод в наше время применяется на различных машинах, от промышленных тракторов до сельскохозяйственной техники различного технологического назначения. Основные преимущества гидропривода это его плавность и равномерность работы, возможность получения больших передаточных отношений и бесступенчатого регулирования скоростей в широком диапазоне. Еще к преимуществам можно отнести простоту преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное и возвратно-поворотное, малый момент инерции, обеспечивающий быстрое реверсирование, легкость стандартизации и унификации основных элементов, а также небольшой вес и малые габариты гидрооборудования; высокий КПД, мгновенность передачи командных импульсов, простота предохранительных устройств и их высокая надежность; легкость управления и регулирования, самосмазываемость оборудования.

Устройство для защиты гидравлического привода фронтального погрузчика ПК30 (ЧТЗ-Уралтрак), позволяет улучшить систему гидравлического привода, а точнее повысить функциональность погрузчика на различных режимах работы, таких как подъем ковша наполненного грузом, избегая лишние нагрузки в гидроцилиндрах, что позволит увеличить их срок службы. А так же, в режиме транспортировки груза в ковше. Теоретически устройство позволит не снижать скорость во время переезда через препятствия, а так же, избежать излишнего давления в гидроцилиндрах при маневре поворота.

Тема ВКР основана на патенте на изобретение «Заявка 2007115773/03 25.04.2007» Автор и патентообладатель Бояркина Ирина Владимировна, «Устройство для защиты гидропривода фронтального погрузчика»

Было принято решение, спроектировать устройство на основе технических характеристик погрузчика.

					23.03.02.2017.881.00 ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 КОНСТРУКЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРИВОДА С УСТАНОВЛЕННЫМ УСТРОЙСТВОМ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРИВОДА ФРОНТАЛЬНОГО ПОГРУЗЧИКА

1.1 История развития гидравлики и пневматики

История развития гидравлических систем уходит далеко в прошлое. Системы водоснабжения и ирригации были известны человеку еще до нашей эры. В Китае, Древнем Египте уже умели строить плотины и водяные мельницы. В Риме за шесть столетий до нашей эры даже существовал водопровод.

Вспомним прообраз современных гидравлических насосов, которым являлся «архимедов винт», изобретенный Архимедом еще в третьем веке до н.э.. Хотя даже тот факт, что человек очень давно научился использовать силу ветра, но первые пневматические системы появились гораздо позднее, чем гидравлические. Только в XVIII в.н.э. в Германии была создана машина для «движения воздуха и газа».

В настоящее время гидравлические и пневматические системы используют в водоснабжении и мелиорации, машиностроении и металлургии, на всех видах транспорта и в строительстве [1].

Важную роль в развитии современной техники играют гидравлические и пневматические приводы, выступающие в качестве основного средства механизации и автоматизации технологических процессов и процессов управления различными объектами. В качестве исполнительных устройств такие приводы применяют в системах управления автомобилем и т.п [2].

Примерно в это время развивается интерес к практическому применению гидравлики и пневматики. Формируется раздел гидромеханики, в котором рассматриваются законы равновесия и движения жидкостей в открытых и закрытых руслах, а так же способы применения этих знаний для решения технических задач. Этот раздел гидромеханики получил название «гидравлика» [3].

					23.03.02.2017.881.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

«Пневматика», как раздел физики, изучает равновесие и движение газов, а так же это раздел посвященный изучению механизмов и устройств, которые используют разность давления газов, в своей работе. Технически пневматика близка к гидравлике. Различие, этих направлений, в состоянии рабочих тел в процессе работы [3].

1.2 Гидравлический привод

Привод – это устройство для приведения в действие исполнительных органов, какой либо машины. Привод состоит из источника энергии (электродвигателя или ДВС) и механизма для передачи энергии (движения) к исполнительным органам. [4]

Гидравлическим приводом называется устройство, в котором энергия передается с помощью жидкости. Различают два вида таких приводов, это объемный и динамический гидропривод [1].

В гидродинамическом приводе жидкость обеспечивает жидкость обеспечивает силовые связи, а в объемном кинематические связи. Т.е. объемный привод передает энергию от источника, коим является насос, к исполнительному органу, т.е. гидродвигателю за счет перемещению внутри системы объемов жидкости.

В состав объемного гидропривода (рисунок 1.1.)входят следующие устройства:

- Один или несколько насосов;
- Один или несколько гидродвигателей (гидроцилиндров, гидромоторов, поворотных гидродвигателей);
- Гидроаппаратура (клапаны, дроссели, распределители и т.д.);
- Кондиционеры рабочей жидкости (Фильтры, теплообменники и т.д.);
- Гидроемкости (гидробаки, гидроаккумуляторы);
- Гидролинии;

					<i>23.03.02.2017.881.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		11

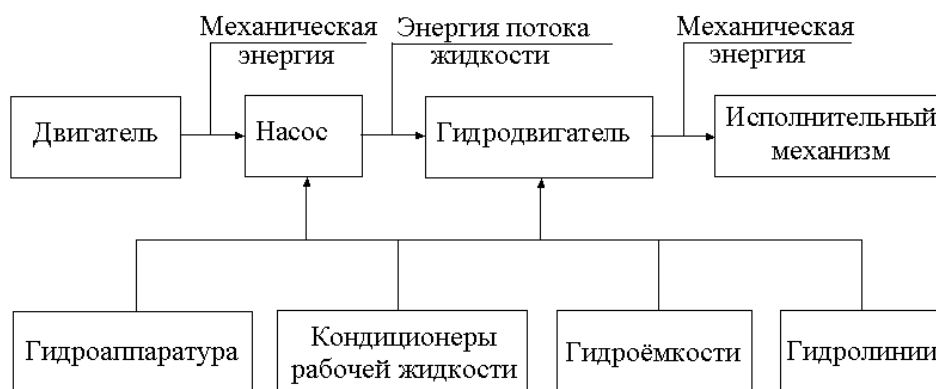


Рисунок 1.1 – Функциональная схема объемного гидропривода

В простейшем виде гидрообъемный привод (рисунок 1.2.) выглядит так, два гидроцилиндра, соединенные между собой трубопроводом, наполнены жидкостью. В них установлены поршни разного диаметра, и оба поршня представляют собой стенки сосуда. При воздействии на поршень ручкой в указанном направлении, показанном стрелкой, жидкость вытесняется в трубопровод, воздействуя на поршень и приводя его в движение [1][2][3][5].

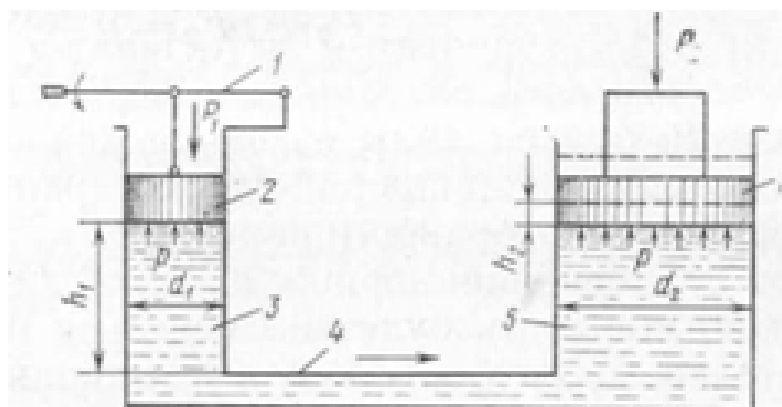


Рисунок 1.2 – Схема действия простейшего объемного гидропривода

1 – ручка ; 2,6 – поршни; 3,5 – гидроцилиндры; 4 – трубопровод;

В рассмотренной выше схеме (на рисунок 1.2.) гидроцилиндр 3, к поршню которого приложено движущее усилие, является насосом, а гидроцилиндр 5 — гидродвигателем. Поскольку движущее усилие можно приложить к любому из поршней, система является обратимой. Свойство обратимости весьма важно, так как оно позволяет использовать насос в качестве гидродвигателя и наоборот. Это упрощает эксплуатацию и уменьшает затраты на производство гидроаппаратуры [1] [2].

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.03.02.2017.881.00 ПЗ

Лист

12

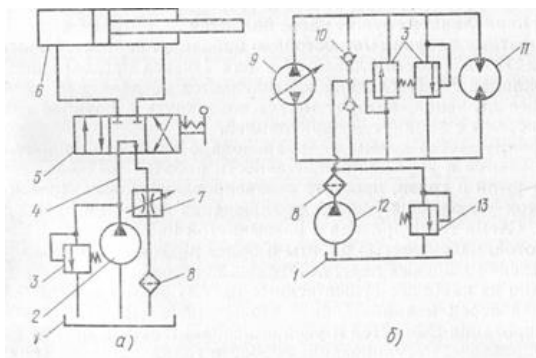


Рисунок 1.3 – Принципиальная схема объемного гидропривода

а — с разомкнутой циркуляцией; б — с замкнутой циркуляцией; 1 — бак; 2 — нерегулируемый насос; 3, 13 — предохранительные клапаны; 4 — гидролиния; 5 — гидрораспределитель; 6 — гидроцилиндр; 7 — дроссель; 8 — фильтр; 9 — регулируемый реверсивный насос; 10 — обратный клапан; И — гидромотор; 12 — насос подпитки;

В объемном гидроприводе с разомкнутой с разомкнутой циркуляцией (рисунок 1.3., а) нерегулируемый насос засасывает рабочую жидкость из бака и подает ее по гидролинии к гидрораспределителю, а затем в одну из полостей гидроцилиндра 6. Жидкость из противоположной полости гидроцилиндра вытесняется через гидрораспределитель и фильтр в бак, находящийся под атмосферным давлением. При нейтральном положении золотника гидрораспределителя (как показано на рисунке) рабочая жидкость из него через гидролинию сливается в бак. При перегрузке напорной линии рабочая жидкость через предохранительный клапан поступает в бак.

На рисунке 1.3., б показана схема объемного гидропривода с замкнутой циркуляцией. В этой схеме жидкость от реверсивного регулируемого насоса поступает в гидромотор, и после совершения работы по сливной гидролинии возвращается в насос. В данной системе отсутствует соединение с атмосферой. Для предохранения ее от перегрузок служат клапаны. Они установлены так, что защищают систему, как при прямом направлении движения, так и во время реверсирования, когда сливная гидролиния становится напорной [1].

Гидропривод с замкнутой циркуляцией должен быть постоянно заполнен рабочей жидкостью, иначе в системе возникнет разрыв струи, который выведет си-

стему из строя. Так как в работающем гидроприводе неизбежны утечки через неплотности сопряженных сборочных единиц насоса, гидромотора и других элементов гидропривода, в нем должен быть предусмотрен постоянный источник пополнения утечек. Таким источником в гидроприводе с замкнутой циркуляцией служит насос подпитки, который через фильтр и обратные клапаны постоянно пополняет систему. Избыточное количество жидкости сливается в бак через предохранительный гидроклапан. Этот предохранительный гидроклапан настраивается на давление, несколько большее давления, которое может возникнуть в сливной гидролинии системы с замкнутой циркуляцией.

Преимущества схемы гидропривода с замкнутой циркуляцией заключаются в хорошей защищенности рабочей жидкости от попадания пыли и грязи, простоте реверсирования, компактности, но недостаток этой схемы состоит в худших условиях охлаждения и очистки рабочей жидкости. Схема гидропривода с разомкнутой циркуляцией отличается простотой, надежностью работы и более низкой стоимостью за счет применения дешевых нерегулируемых насосов.

Одним из существенных преимуществ объемного гидропривода перед механическим является возможность бесступенчатого регулирования скоростей и усилий исполнительного органа в более широком диапазоне. Регулирование скорости гидродвигателя (движения поршня гидроцилиндра или вращения вала гидромотора) при постоянной мощности на входе можно осуществлять дросселированием или изменением подачи насоса.

Дросселем называют регулирующий аппарат, который служит для поддержания заданной величины расходуемой в зависимости от величины перепада давлений в подводимом и отводимом потоках, рабочей жидкости. Регулирование скорости дросселированием широко распространено на машинах малой мощности с простой трансмиссией благодаря простоте и низкой стоимости изготовления агрегатов. При этом способе используется нерегулируемый насос, а количество жидкости, подаваемое в гидродвигатель, изменяется за счет перепуска части жидкости через предохранительный клапан обратно в бак.

										Лист
										14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.03.02.2017.881.00 ПЗ					

Существуют два способа дроссельного регулирования скорости: с дросселем на напорной линии и с дросселем на сливной линии. При установке дросселя на напорной линии регулирование скорости гидродвигателя возможно только в том случае, если направление действия нагрузки на выходное звено (шток гидроцилиндра или вал гидромотора) не совпадает с направлением его движения. Это объясняется тем, что если нагрузка на шток гидроцилиндра направлена в ту же сторону, что и его движение, то при уменьшении подачи жидкости через дроссель поршень может перемещаться быстрее, чем будет заполняться полость гидроцилиндра, и произойдет разрыв потока жидкости в линии перед поршнем. Кроме того, система с дросселем на напорной линии может быть использована, когда нагрузка постоянна или когда не требуется постоянная скорость перемещения поршня гидроцилиндра.

На схеме, приведенной на рисунке 1.3., а, дроссель 7 установлен на сливной линии. В этом случае скорость перемещения поршня регулируется количеством жидкости, вытесняемой из штоковой полости гидроцилиндра 6 и проходящей через дроссель. При любом направлении нагрузки на штоке поршня разрыва потока жидкости произойти не может. Сопротивление дросселя регулируют открытием проходного отверстия. При полном перекрытии трубопровода дросселем вся жидкость от насоса отводится через предохранительный клапан 3 в бак 1, в результате чего скорость поршня гидроцилиндра равна нулю.

Недостаток дроссельного способа регулирования это его чрезвычайно низкий коэффициент полезного действия (КПД), особенно на малых оборотах, когда большое количество жидкости перепускается в бак.

При использовании регулируемого гидронасоса (рисунок 1.3.,б) обеспечивается большая точность регулирования, независимость от нагрузок на выходном звене и более высокий КПД. Этот способ регулирования скорости обычно применяют в системах гидропривода с замкнутой циркуляцией.

На рисунке 1.4. показаны основные элементы объемного гидропривода с замкнутой циркуляцией, который используется для привода рабочих органов безрельсовых бетоноукладочных машин. От дизельного двигателя через раздаточный

					<i>23.03.02.2017.881.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		15

редуктор вращение передается на один из регулируемых насосов, в верхней части которого расположен рычаг изменения потока рабочей жидкости с предохранительным клапаном. Рабочая жидкость из бака засасывается через фильтр тонкой очистки подпиточным насосом, установленным на противоположной от ведущего вала стенке регулируемого насоса, который подает потоки жидкости по трубопроводам или к гидромотору. Шлицевый вал гидромотора связан с планетарным редуктором и передает вращение на один из рабочих органов машины.

В зависимости от направления вращения регулируемого насоса и направления перемещения рычага управления меняется направление движения жидкости в трубопроводах, а следовательно, и направление вращения гидромотора.

Величина максимального давления жидкости в трубопроводах ограничивается предохранительными клапанами, расположенными в специальной коробке 6 на задней торцовой стенке гидромотора.

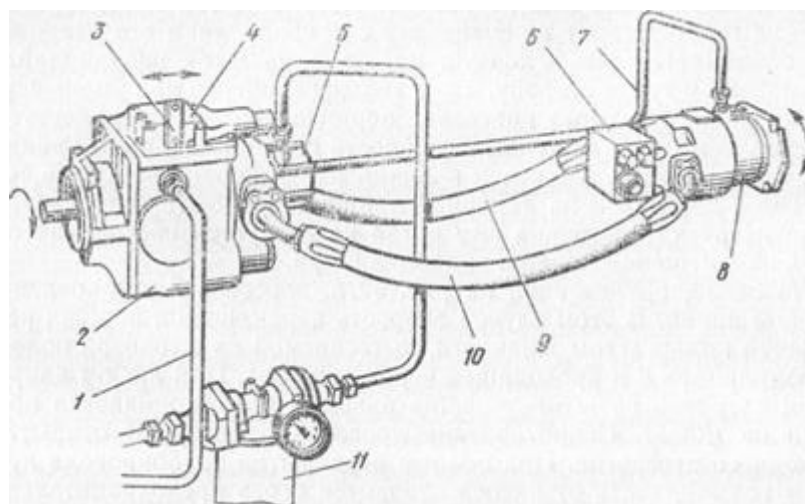


Рисунок 1.4 – Основные элементы объемного гидропривода с замкнутой циркуляцией

1, 7, 9, 10 — трубопроводы; 2,5 — насосы; 3 — рычаг управления; 4 — предохранительный клапан; 6 — коробка; 8 — гидромотор; 11 — фильтр тонкой очистки;

Излишки рабочей жидкости, которые подаются насосом подпитки, должны сбрасываться через переливной клапан, который находится в корпусе регулируемого насоса или через сливной клапан в корпус гидромотора. Из корпуса гидронасоса этот излишек сразу поступает в бак по дренажному трубопроводу, а из

корпуса гидромотора по трубопроводу через теплообменник, где рабочая жидкость охлаждается [3].

1.3 Рабочее оборудование погрузчика ПК30

Рабочее оборудование погрузчика производства ЧТЗ-Уралтрак, ПК30 (рисунок 1.5) состоит из ковша(1) и рычажной системы, в которую входят стрела(2), коромысло(3), рычаг тяги(4) и соединенные между собой оси(5,6,7,8).

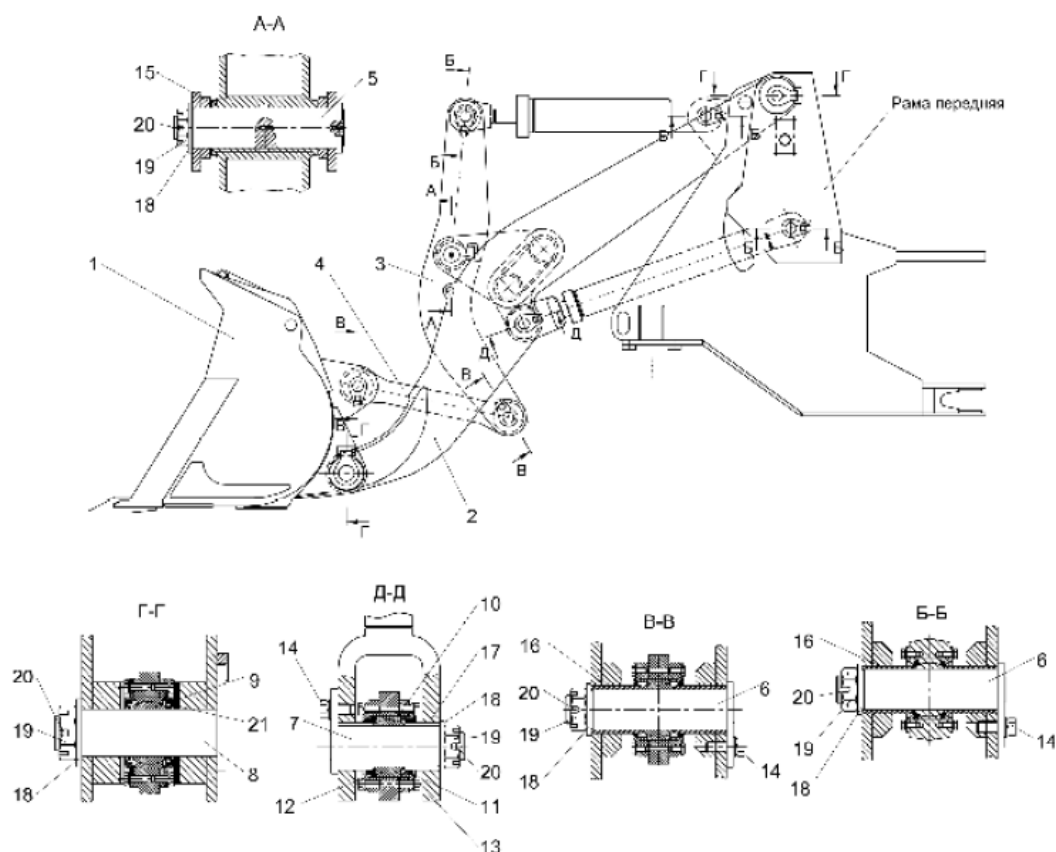


Рисунок 1.5 – Рабочее оборудование

1 - ковш; 2 - стрела; 3 - коромысло; 4 - тяга; 5, 6, 7, 8 - оси; 9 - подшипник ШСЛ70; 10 - подшипник ШСЛ60; 11 - кольцо защитное; 12 - крышка; 13,14 - болт; 12 - гайка; 13, 15 – втулка каленая; 16,17 - втулки дистанционные; 18 - шайба; 19 - гайка прорезная; 20 - шплинт; 21-кольцо дистанционное;

Данная система служит для обеспечения поворота ковша относительно стрелы и вертикального перемещения ковша при подъеме или опускании стрелы.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.03.02.2017.881.00 ПЗ

Лист

17

Подъем стрелы обеспечивается двумя гидроцилиндрами, который соединяет раму тягача(погрузчика) со стрелой. Для опрокидывания и подъема ковша используется один гидроцилиндр, соединяющий переднюю часть рамы с коромыслом, которое в свою очередь воздействием на нее движения цилиндра, передает, методом «рычага» силу на рычаг тяги, приводящий в движение ковш. Ковш служит рабочим органом.

Как уже было упомянуто выше, приводящим в движение все вышеупомянутые составляющие части, а то есть полностью рабочее оборудование, являются гидроцилиндры, а точнее гидравлический привод. Так же гидросистема данного погрузчика отвечает за рулевое управление, т.е. помимо вышеуказанных, трех, гидроцилиндров есть еще два, отвечающие за поворот рамы погрузчика.

Масло в погрузчике хранится в масляном баке, который конструктивно включен в состав рулевого управления.

Давление в данном приводе задается двумя шестеренчатыми насосами, НШ-32М-4(Л) и НШ-50М-4(4) (рисунок 1.6.).

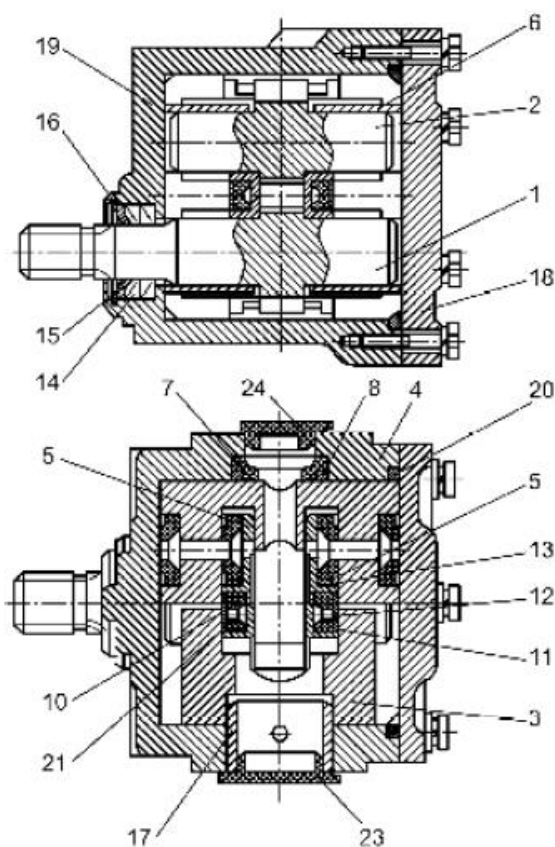


Рисунок 1.6 – Шестеренчатый насос

Где 1 – ведущая шестерня; 2 – ведомая шестерня; 3 – подшипниковая обойма; 4 – поджимная обойма; 5 – плитки; 6 – антифрикционные вкладыши; 7 – манжеты; 8 – опорная пластина; 9,10 – торцевые манжеты, 11- пластины, 12,13 – кольца, 21,22 – предохранительные прокладки, 14 – манжеты, 15 – опорное кольцо, 16 – пружинное кольцо, 17 – втулка, 18 – крышка, 19 – корпус насоса, 20 – резиновое уплотнительное кольцо, 23, 24 – пробки(при транспортировании закупоривается насос).

Далее рабочая жидкость поступает в напорную секцию гидрораспределителя (рисунок 1.7.). Гидрораспределитель – это устройство обеспечивающее изменение направление потока жидкости в двух или более гидролиниях при наличии управляющего устройства. По типу управления гидрораспределители бывают с ручным, механическим, электрическим, и гидравлическим управлением. По конструкции запорно-регулирующего элемента делятся на золотниковые, крановые и клапанные. Также разделяются по числу характерных позиций запорно - регулирующего элемента [11].

В гидросистеме погрузчика ПК30 установлен гидрораспределитель НС-20/2, четырехсекционный с двумя рабочими секциями [6].

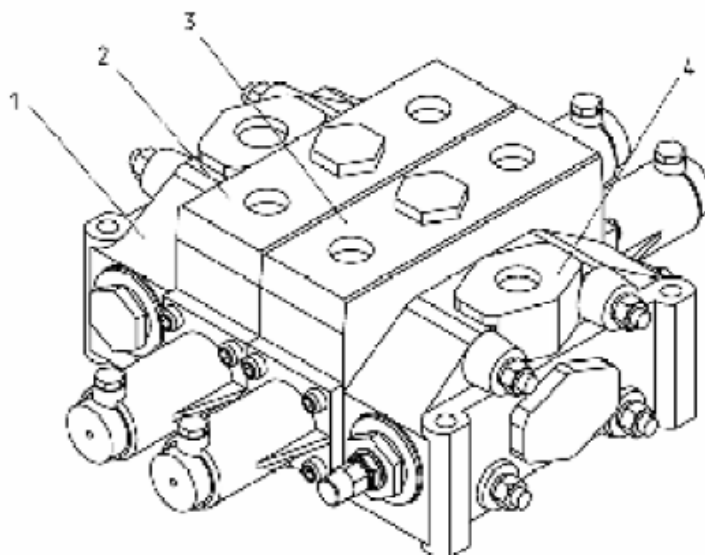


Рисунок 1.7 – Гидрораспределитель

1 – сливная секция; 2,3 – рабочие секции; 4 – напорная секция;

При воздействии на распределитель, и приведении в рабочее положение хотя бы один из золотников, перекрывается переливной канал, и рабочая жидкость по-

					Лист
					19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.03.02.2017.881.00 ПЗ

ступает в один из двух рабочих отводов, а из другого рабочего отвода, жидкость поступает в соответствующий сливной канал.

Воздействие на золотники производится дистанционно, при помощи блока гидравлического управления, а давление в гидролинии управления золотниками создается при помощи блока питания (рисунок 1.8.), соединенного с рукавом насоса НШ-50М-4(Л).

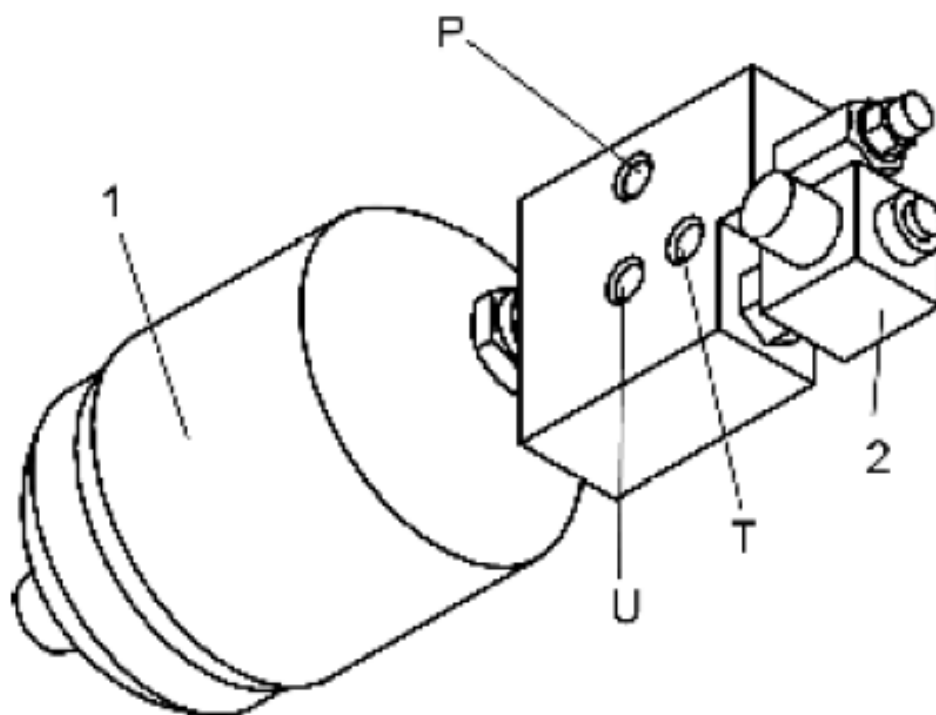


Рисунок 1.8 – Блок питания

1 – пневмогидравлический аккумулятор; 2 – электроклапан блокировки системы; Подводы Р(соединен с подводной гидролинией); U(соединен с напорной линией блока гидравлического управления); Т(соединен со сливной гидролинией);

Следующим действием, при переключении распределителя, происходит повышение давление в соответствующих рабочих полостях, соответствующих гидроцилиндров. Т.е. гидроцилиндр в погрузчике исполняет роль исполнительного механизма.

В гидросистеме выбранного погрузчика, применяются поршневые гидроцилиндры двухстороннего действия, с односторонним штоком (рисунок 1.9.)

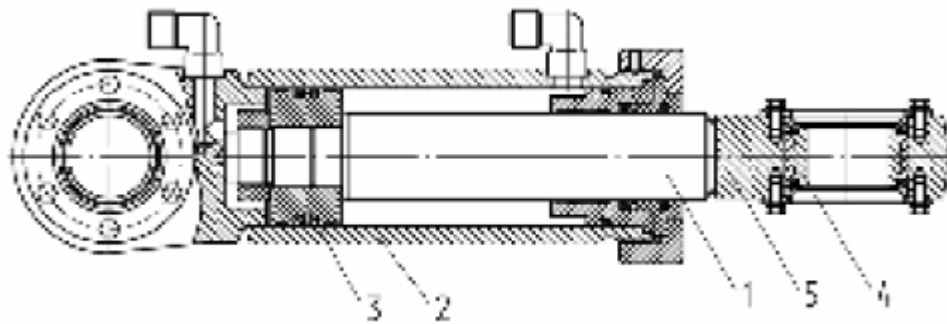


Рисунок 1.9 – Гидроцилиндр

1 – шток; 2 – гильза; 3 поршень; 4 – шарнирный подшипник; 5 – проушина;

В гидрелинии поршневых полостей гидроцилиндров рабочего оборудования установлен дроссель с обратным клапаном (рисунок 1.10.). Это устройство служит для ограничения потока рабочей жидкости в одном направлении, и свободном пропускании ее с другой стороны. Т.е. при направлении потока рабочей жидкости от «В» к «А», жидкость проходит через дроссель, а в обратном направлении через обратный клапан.

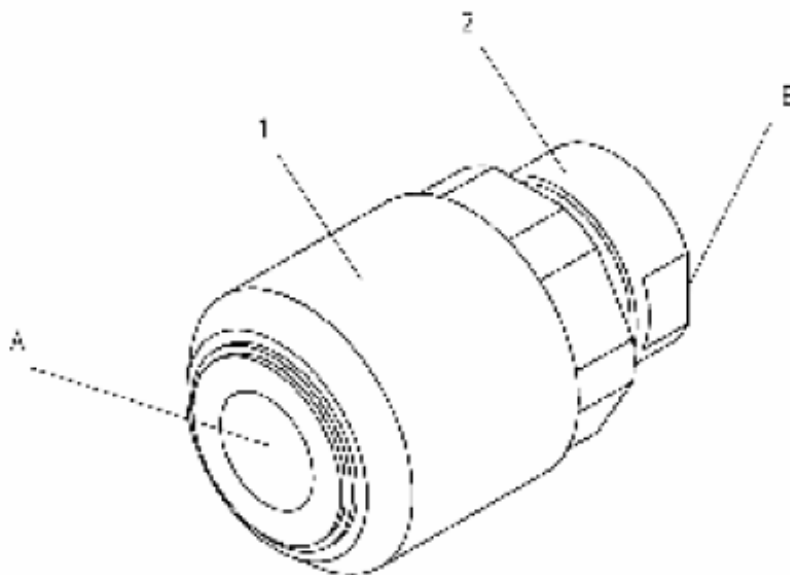


Рисунок 1.10 – Дроссель с обратным клапаном

1,2 – стенки корпусов дросселя; А,В – входное и выходное отверстия;

Принципиальная гидравлическая схема фронтального погрузчика ПК30 выглядит следующим образом (рисунок 1.11.):

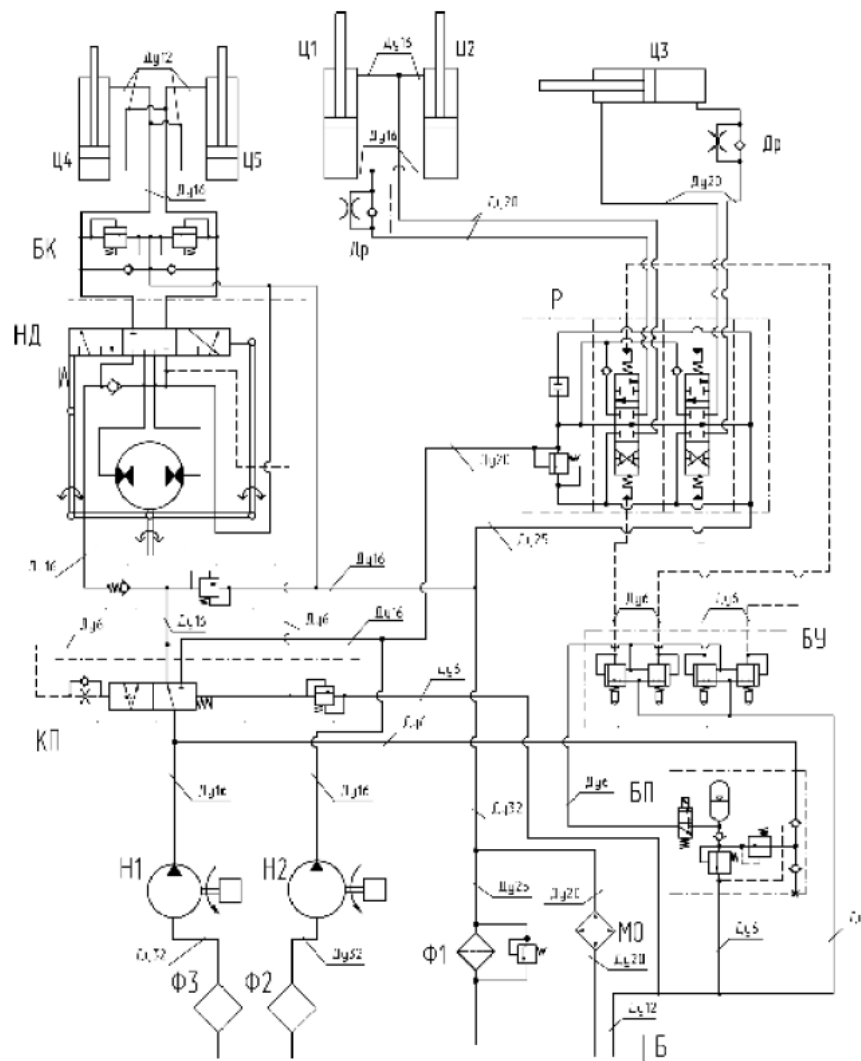


Рисунок 1.11 – Принципиальная гидравлическая схема погрузчика ПК30

Б - Бак масляный ПК-30.43.15.000;МО- Радиатор КМ 003-00-80.06.200-01;Р - Гидрораспределитель НС-D20/2;БУ- Блок управления 100 ВНМ;БП- Блок питания НС-SE2 с электроклапаном блокировки системы 24 В;Ф1- Фильтр ФВ250.10.0,4.30;Ф2,Ф3- Фильтр ПК30.43.15.200;

Гидроцилиндры:Ц1,Ц2 Гидроцилиндры подъема стрелы L= 1225 S=795 D=100 d=63;Ц3 Гидроцилиндр поворота ковша L=970 S=440 D=125 d=70;Ц4,Ц5 Гидроцилиндры складывания рамы L=695 S=350 D=80 d=56 [6];

1.4 Устройство для защиты гидравлического привода погрузчика

За основу предлагаемого усовершенствования гидравлического привода, выбранной машины взят патент на изобретение «Устройство для защиты гидравли-

ческого привода фронтального погрузчика». Автором является Бояркина Ирина Владимировна.

Устройство относится к гидроприводам подъемно-транспортных машин, а именно к фронтальным погрузчикам, осуществляющим перемещение грузов и строительных материалов в ковше в условиях строительных площадок и бездорожья. Требуемым техническим результатом этого изобретения является повышение функциональности погрузчика, заключается в защите гидравлического привода от воздействий при подъеме, опускании рабочего оборудования, и при движении колес по неровной поверхности.

В гидропривод рабочего оборудования добавляется один уравнивающий цилиндр, газовый баллон, обратный клапан, регулируемый дроссель, аккумулятор, и логический клапан «ИЛИ»

1.4.1 Логический клапан «ИЛИ»

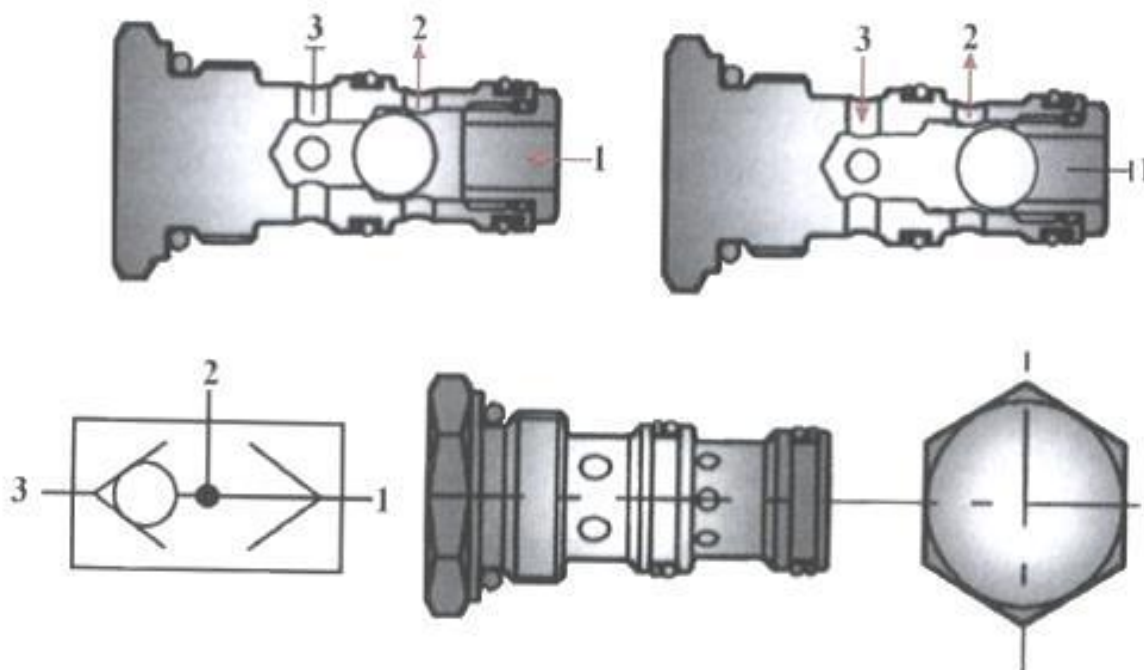


Рисунок 1.12 – Логический клапан «ИЛИ»

Принцип работы клапана «ИЛИ» (рисунок 1.12.) следующий: когда поток жидкости начинает двигаться из гидролинии 3 в гидролинию 2, автоматически в этот момент перекрывается канал 1. В таком типе клапана (катриджный тип клапана), подвижными частями являются шарики, либо конусные элементы. Так же

существуют золотниковые катриджные клапаны с открытым или закрытым центром [13].

1.4.2 Принцип работы устройства

Рассмотрим различные режимы работы:

Режим подъема и опускания стрелы

Работа устройства в режиме подъема рабочего оборудования после наполнения ковша материалом состоит в выполнении разгона рабочего оборудования из неподвижного состояния в режим подъема груза, при этом возникают большие силы инерции и повышается давление рабочей жидкости в поршневых полостях гидроцилиндров стрелы, в результате чего осуществляется сброс небольшого объема рабочей жидкости в аккумулятор. После разгона рабочего оборудования наступает установившийся режим поворота стрелы, исчезают силы инерции и уменьшается давление в поршневых полостях гидроцилиндров стрелы. В этот период происходит перелив небольшого объема рабочей жидкости из аккумулятора обратно в гидроцилиндр стрелы [12].

Конструкция поясняется рисунками 1.13, на котором показан фронтальный погрузчик, с максимально поднятым рабочим оборудованием, уже снабженный устройством для защиты и 1.14, на котором показан погрузчик с рабочим оборудованием на максимальном вылете стрелы, так же с уже установленным устройством для защиты (указаны заданные по изобретению примерные изображения погрузчика, никак не относящегося к выбранному для применения устройства погрузчику ПК30). На рисунке 1.15. представлена принципиальная схема гидропривода, в которой присутствует устройство для защиты, в виде одного дополнительного уравнивающего цилиндра 4, двух гидроцилиндров подъема стрелы 3, аккумулятора 6, обратного клапана 7, дросселя 8, газового баллона 5 [12]

					<i>23.03.02.2017.881.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

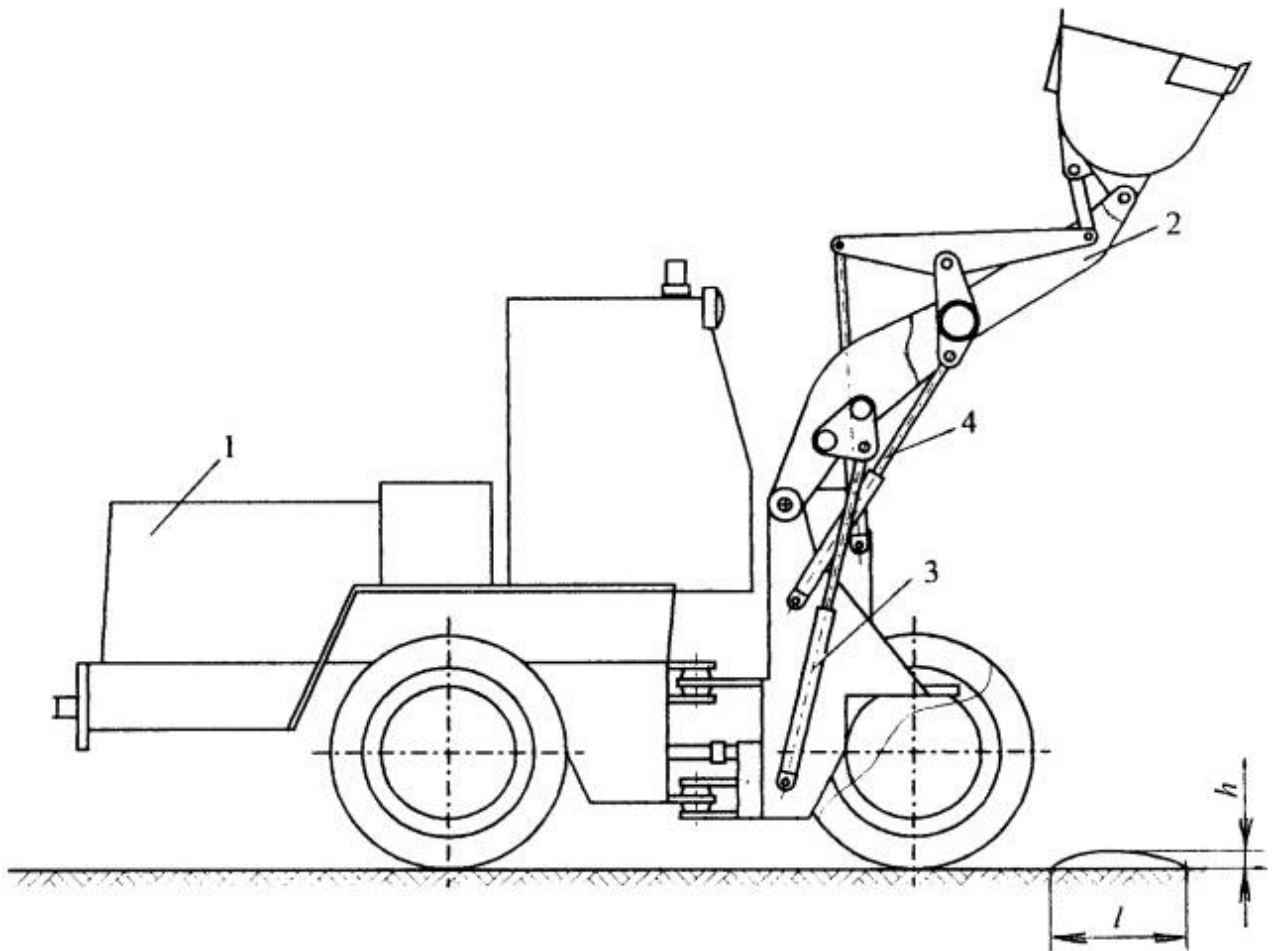


Рисунок 1.13 – Погрузчик с максимально поднятым рабочим оборудованием

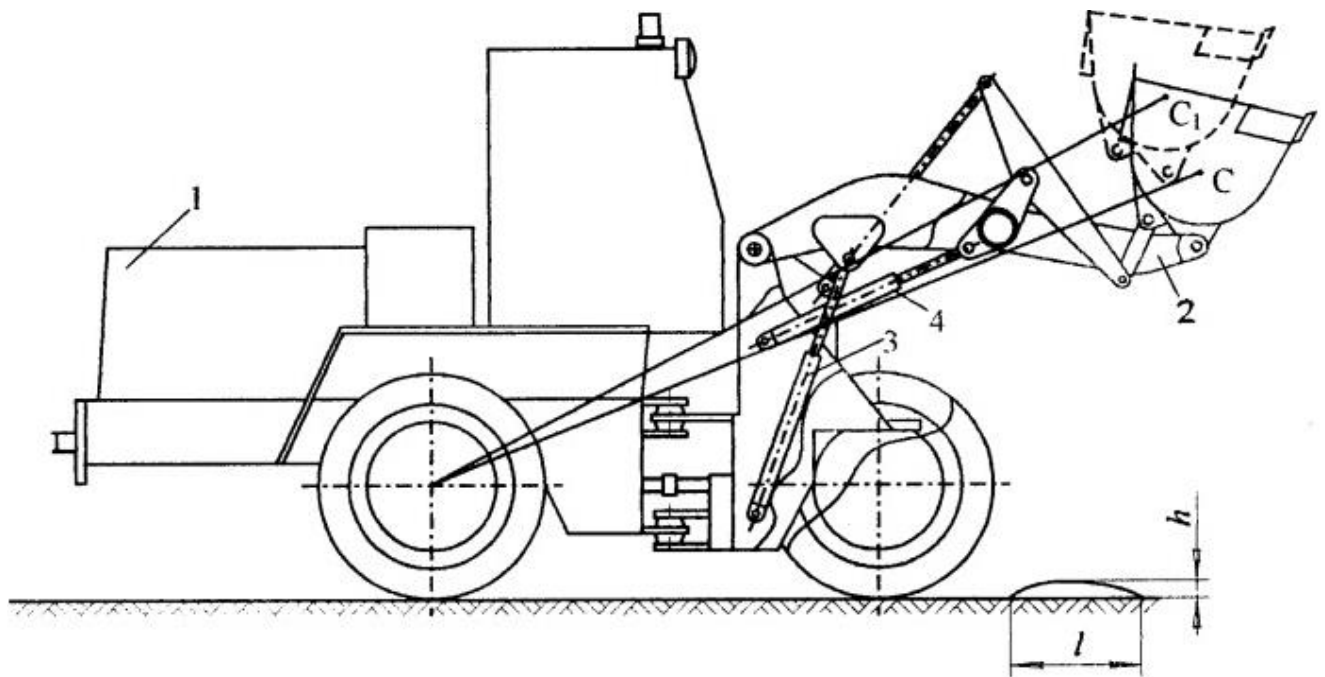


Рисунок 1.14 – Погрузчик с максимальным вылетом стрелы

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.03.02.2017.881.00 ПЗ

Лист

25

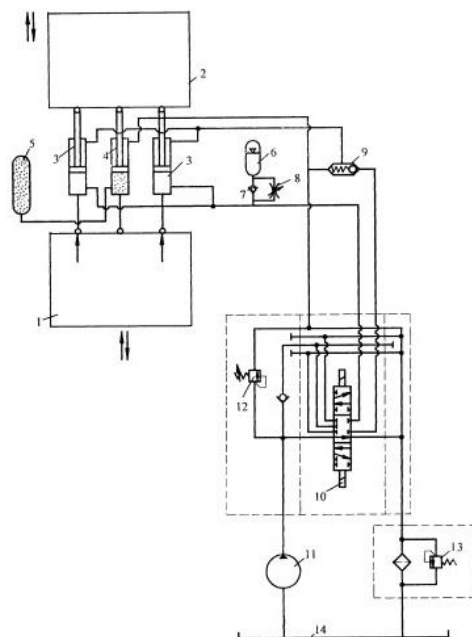


Рисунок 1.15 – Принципиальная гидравлическая схема работы устройства защиты

1 – тягач; 2 – рабочий орган (ковш); 3 – гидроцилиндры подъема стрелы; 4 – уравновешивающий цилиндр; 5 – газовый баллон; 6 – аккумулятор; 7 – обратный клапан; 8 – регулируемый дроссель; 9 – логический клапан «ИЛИ»; 10 - гидрорегулятор 11 – насос; 12, 13 – предохранительные клапаны; 14 – масляный бак;

Работа устройства защиты гидропривода рабочего оборудования в режиме разгона рабочего оборудования происходит следующим образом:

1) Для подъема ковша погрузчика, после заполнения его материалом, осуществляют включение золотника распределителя 10 вниз.

2) Рабочую жидкость от гидронасоса 11 подают в поршневые полости гидроцилиндров 3 стрелы.

3) Во время начала подъема рабочего оборудования сопровождается появлением значительных сил инерции рабочего оборудования и увеличением давления в полостях гидроцилиндров стрелы, в результате чего часть жидкости сбрасывается через обратный клапан 7 в аккумулятор 6.

4) После разгона рабочего оборудования и установления постоянной скорости поворота стрелы давление в рабочих полостях гидроцилиндров стрелы снижается и рабочая жидкость из аккумулятора 6 через регулируемый дроссель 8 возвращается в поршневые полости гидроцилиндров 3 стрелы.

5) Одновременно с этим, при некотором уменьшении объема поршневых полостей гидроцилиндров 3 стрелы происходит соответствующее увеличение объема штоковых полостей этих гидроцилиндров, что обеспечивается при помощи клапана «ИЛИ» 9, обеспечивающего подсос рабочей жидкости из гидробака 14 в штоковые полости гидроцилиндров стрелы.

б) При возврате рабочей жидкости из аккумулятора 6 в гидроцилиндры 3 объем поршневых полостей увеличивается, а объем штоковых полостей уменьшается за счет сообщения штоковых полостей гидроцилиндров 3 стрелы со сливом в гидробак через клапан «ИЛИ» 9 [12].

Работа устройства для защиты гидропривода в режиме подъема-опускания рабочего оборудования осуществляется следующим образом:

1) Для подъема рабочего оборудования золотник распределителя 10 включают вниз;

2) Рабочую жидкость от гидронасоса 11 подают в поршневые полости гидроцилиндров 3 стрелы. При этом из штоковых полостей гидроцилиндров 3 стрелы рабочая жидкость через клапан «ИЛИ» 10 сливается в гидробак 14;

3) Для выполнения операции опускания рабочего оборудования золотник распределителя 10 включают вверх;

4) Рабочую жидкость от гидронасоса 11 подают через клапан «ИЛИ» 9 в поршневые полости гидроцилиндров 3 стрелы, при этом из поршневых полостей этих гидроцилиндров рабочая жидкость сливается в гидробак 14 через распределитель 10.

Во время выполнения этой операции давление в уравновешивающем цилиндре практически не изменяется, этому способствует достаточный объем газового баллона [12].

1) Транспортный режим

Сущность транспортного режима работы устройства состоит в следующем. Движение фронтального погрузчика с грузом в ковше происходит со стрелой, поднятой в промежуточное положение, показанной на рисунке 1.14.. При подходе колес погрузчика к некоторой неровности, с длиной l и высотой h , оператор с

										Лист
										27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.03.02.2017.881.00 ПЗ					

гидросистемой рабочего оборудования, без рассматриваемого устройства для защиты выполняет маневр объезда неровности. В этом случае снижается производительность погрузчика, так тратится время. Предложенный способ позволяет переезжать неровности без снижения скорости движения машин. Т.е. работа устройства для защиты в транспортном режиме состоит в следующем. Наезд колес погрузчика на неровность происходит за время

$$t_1 = \frac{0,51}{V_0}, \text{с} \quad (1.1)$$

Где V_0 - скорость движения тягача с грузом в ковше

За время t_1 происходит поворот остова тягача относительно оси заднего моста вместе с рабочим оборудованием, в результате этого в поршневых полостях гидроцилиндров стрелы повышается давление рабочей жидкости. При некоторой величине давления происходит сброс рабочей жидкости из поршневых полостей гидроцилиндров стрелы в аккумулятор 6 (рисунок 1.15.) При съезда колес тягача с неровности происходит дросселирование рабочей жидкости, в следствие чего рабочая жидкость возвращается в рабочие полости гидроцилиндров стрелы. В результате этого процесса ограничивается величина давления в гидроцилиндрах стрелы, следствием чего является гашение последующих колебаний. Это позволяет двигаться погрузчику с грузом в ковше не изменяя скорости, что обеспечивает высокую производительность [12].

Работа устройства в транспортном режиме происходит следующим образом:

1) При наезде колес на неровность опорной поверхности происходит поворот остова погрузчика относительно оси заднего моста и возникает сила инерции рабочего оборудования, и увеличивается давление в поршневых полостях гидроцилиндров 3 стрелы. В результате этого часть объема рабочей жидкости сбрасывается из поршневых полостей гидроцилиндров 3 стрелы в аккумулятор 6.

2) После переезда неровности рабочая жидкость из аккумулятора 6 возвращается через управляемый гидродроссель 8 в поршневые полости гидроцилиндров 3 стрелы. При этом на первой фазе работы устройства рабочая жидкость через клапан «ИЛИ» 9 подсасывается в штоковые полости гидроцилиндров 3 стрелы из

										Лист
										28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.03.02.2017.881.00 ПЗ					

гидробака, а на второй фазе процесса рабочая жидкость вытесняется из штоковых полостей гидроцилиндров 3 стрелы в гидробак через клапан «ИЛИ» 9.

Применение амортизатора является средством повышения производительности погрузчика за счет увеличения транспортных скоростей движения

Вывод по первому разделу

Одноковшовые фронтальные погрузчики начали интенсивно развиваться в середине прошлого столетия в связи с необходимостью транспортирования и погрузки громадных объемов сыпучих материалов в строительстве, горной промышленности и других смежных отраслях. За истекший период возникли фронтальные погрузчики самых разнообразных конструкций и грузоподъемностей.

При работе погрузчика в транспортном режиме, т.е. когда в ковше находится груз, во время выполнения маневров, таких как поворот, или пересечение препятствий, было необходимо снижать скорость во избежание повышения нагрузок в гидроцилиндрах, что в свою очередь обозначено в эксплуатационных требованиях. Для повышения функциональности погрузчика в этом режиме работы, а так же в режиме подъема и опускания стрелы, было предложено мной использовать устройство для защиты. Метод использования состоит во внедрении в конструкцию дополнительного цилиндра который теоретически должен располагаться так, штоковая часть соединяться с рычагом соединяющим тягу и коромысло, а так же гидроамортизатор, составляющими частями которыми являются аккумулятор жидкости и дроссель с обратным клапаном, и в добавок ко всему вышеперечисленному логический клапан «или».

Устройство, по моему мнению, является перспективным, несмотря на повышение сложности конструкции.

					<i>23.03.02.2017.881.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		29

2 ПРОЕКТИРОВОЧНЫЙ РАСЧЕТ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

2.1 Исходные данные для расчета рабочего оборудования

Технические характеристики машины:

1) Фронтальный одноковшовый колесный погрузчик ПК-30, производитель «ЧТЗ-Уралтрак»

2) $V_{max} = 40$ км/ч; $V_{min} = 11$ км/ч(рабочая)

3) Масса погрузчика: (не более)

– Конструктивная – 10000 кг

– Эксплуатационная – 10700 кг

4) Двигатель – дизельный Д-245.2С2, номинальная мощность 90 кВт; производитель Минский моторный завод; ТУ РБ 101326441.140-2004;

– число цилиндров – 4, рядный;

– рабочий объем 4,75 л;

– крутящий момент (max), при 1600 об/мин – 501 Н*м;

– обороты коленчатого вала (номинальные) – 2200 об/мин

5) Трансмиссия

– Тип - гидромеханическая, с приводом на оба моста ZF 4WG-130 (производитель Германия);

– Редуктор привода насосов – трехпоточный с упругой соединительной муфтой;

– Стояночный тормоз – дисковый, постоянно разомкнутый;

– Промежуточные передачи от двигателя к гидротрансформатору и от коробки передач: к мостам – карданные;

– Мосты – ведущие, ZF MT-L 3065 (производитель Германия);

– Передаточное число мостов, общее – 20,365;

– Главная передача – одноступенчатый конический редуктор;

– Дифференциал – простой конический с четырьмя сателлитами;

– Полуоси - полностью разгруженные, соединение со ступицей; шлицевое;

										Лист
										30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.03.02.2017.881.00 ПЗ					

– Колесные тормоза – многодисковые, гидравлические, работающие в масляной ванне

б) Управление:

– Рулевое – следящего типа с гидроусилителем;

– ГМП – электрогидравлическое;

– Управление: Тормозами – гидравлические (колесные)(см.п5); механические (стояночный) (см.п5);

– Управление: рабочим оборудованием – пропорциональное сервогидравлическое;

7) Тип шасси – колесный; рама: шарнирно-сочлененная; максимальный угол складывания 37° ; подвеска переднего моста: жесткая, подвеска заднего моста: шарнирная; колеса R17,5 - 25

8) Геометрические характеристики:

– Ширина(по шинам) 2350

– Колесная база: 2750 мм

9) Рабочее оборудование:

– Вместимость ковша номинальная – общего назначения $1,6 \text{ м}^3$, скального $1,6 \text{ м}^3$

– Ширина ковша по режущей кромке, не менее 2450 мм

– Максимальная высота разгрузки по режущей кромке ковша при угле разгрузки 45° , не менее 2850 мм

– Вылет кромки ковша при угле разгрузки 45° , не менее 1040 мм

– Максимальный угол разгрузки ковша на максимальной высоте разгрузки, не менее 45°

– Максимальная глубина копания, не менее 90 мм

– Максимальное опускание режущей кромки ковша ниже опорной поверхности колес, не менее 750 мм

10) Давление в гидросистеме рабочего оборудования: 19,5-20 Мпа

– Насосы задающие давление в рабочем оборудовании НШ-32М-4, НШ-50М-

4

					<i>23.03.02.2017.881.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

11) Масло гидравлическое :

- отечественное «А» (SAE 15W) ТУ 38.101.1282-89
- Зарубежные смазочные материалы: “Shell Tellus oil T15” (SAE 15W), “Mobil DTE 15” (SAE 15W), “Mobil DTE 25” (SAE 20W/20), “Shell Tellus.Oil46”(SAE20W/20), “Mobil DTE 24” (SAE 10W)

2.2 Расчет размерных параметров рабочего оборудования

Основным параметром, определяющим размеры рабочего оборудования фронтального погрузчика, является его грузоподъемность.

Высоту разгрузки ковша выбирают в зависимости от транспортных средств, для работы с которыми он предназначен. Рациональным считается соотношение грузоподъемности фронтального погрузчика и транспортного средства от 1:3 до 1:4. По данному соотношению определяется грузоподъемность транспортного средства и, соответственно, его марка.

Высоту разгрузки рекомендуется определять соотношением:

$$H_p = H_T + \Delta h_p \quad (2.1)$$

Где: H_T - наибольшая высота бортов транспортного средства, м;

По Δh_p - зазор между бортом транспортного средства и режущей кромкой ковша погрузчика, Δh_p от 0,3 до 0,5 м.

Высоту разгрузки выбирается из технологической характеристики погрузчика, следовательно она равна 2,8 м.

Вылет кромки ковша при наибольшей высоте разгрузки определяется по выражению:

$$L = \frac{B_T}{2} + \Delta b, м \quad (2.2)$$

Где: B_T - ширина кузова наиболее тяжёлого транспортного средства, с которым будет работать погрузчик, м;

					<i>23.03.02.2017.881.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

По Δb - безопасное расстояние между погрузчиком и транспортным средством при разгрузке, Δb не менее 0,2 м [14].

Вылет кромки ковша выбирается, так же как и высота разгрузки из технологической характеристики, 1,04 м.

(Ширина кузова наиболее тяжелого транспортного средства, не более 1790 мм)

Номинальная вместимость основного ковша, предназначенного для работы с материалами плотностью от 1,5 до 1,8 т/м³, определяется по номинальной грузоподъемности:

$$V_H = \frac{Q_H}{\gamma \cdot k_H}, \text{ м}^3 \quad (2.3)$$

Где Q_H - номинальная грузоподъемность, т;

k_H - коэффициент наполнения ковша, $k_H = 1,25$;

γ - средняя плотность материала, $\gamma = 1,5 \text{ т/м}^3$

$$V_H = \frac{3}{1,6 \cdot 1,25} = 1,6 \text{ м}^3$$

(вместимость не менее, скального и общего)

Внутреннюю ширину ковша принимают больше габаритной ширины его ходовой части или по аналогу:

$$B_0 = B_1 + (0.05 \dots 0.1), \text{ м}, \quad (2.4)$$

Где B_1 - ширина следа базового шасси (габаритная ширина ходового оборудования), м.

$$B_0 = 2350 + 50 = 2,4, \text{ м} \quad (2.5)$$

Одним из основных параметров ковша является расстояние между осью шарнира ковша на стреле и режущей кромкой, называемого радиусом поворота (или вырывным плечом[12]) (рисунок 2.1):

$$R_0 = \sqrt{\frac{V_H}{B_0 \cdot \left\{ 0,5 \lambda_0 (\lambda_3 - \lambda_K \cdot \cos \gamma_1) \sin \gamma_0 - \lambda_P^2 \left(\operatorname{ctg} \frac{\gamma_0}{2} - 0,5 \pi \left(1 - \frac{\gamma_0}{180^\circ} \right) \right) \right\}}}, \text{ м} \quad (2.6)$$

Где: $\lambda_{\text{д}}$ - относительная длина днища ковша $\lambda_{\text{д}}$ от 1,4 до 1,6;

$\lambda_{\text{з}}$ - относительная длина задней стенки ковша, $\lambda_{\text{з}}$ от 1,1 до 1,2;

$\lambda_{\text{к}}$ - относительная высота козырька ковша, $\lambda_{\text{к}}$ от 0,12 до 0,14;

$\lambda_{\text{р}}$ - относительный радиус сопряжения днища и задней стенки ковша, $\lambda_{\text{р}}$ от 0,35 до 0,40;

γ_1 - угол между плоскостью козырька и продолжением плоскости задней стенки ковша, γ_1 от 5 до 10°;

$$R_0 = 1,16, \text{ м}$$

По расчетному радиусу поворота ковша определяются основные размеры ковша:

По Длинна днища;

$$l_{\text{д}} = \lambda_{\text{д}} \cdot R_0 = (1,4 \dots 1,5) R_0, \text{ м} \quad (2.7)$$

Длинна задней стенки;

$$l_{\text{з}} = (1,1 \dots 1,2) R_0, \text{ м} \quad (2.8)$$

Высота козырька;

$$l_{\text{к}} = (0,12 \dots 0,14) R_0, \text{ м} \quad (2.9)$$

Радиус сопряжения;

$$r_0 = (0,35 \dots 0,4) R_0, \text{ м} \quad (2.10)$$

Высота шарнира крепления к стреле;

$$h_{\text{ш}} = (0,06 \dots 0,12) R_0, \text{ м} \quad (2.11)$$

Ширина зева ковша;

$$B_{\text{з}} = l_{\text{з}} \cdot \text{tg} \gamma_0, \text{ м} \quad (2.12)$$

$$l_{\text{д}} = 1,6 \cdot 1,16 = 1,85 \text{ м}$$

$$l_{\text{з}} = 1,2 \cdot 1,16 = 1,4 \text{ м}$$

$$l_{\text{к}} = 0,14 \cdot 1,16 = 0,16 \text{ м}$$

$$r_0 = 0,4 \cdot 1,16 = 0,464 \text{ м}$$

$$h_{\text{ш}} = 0,12 \cdot 1,16 = 0,14 \text{ м}$$

										Лист
										34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.03.02.2017.881.00 ПЗ					

$$B_3 = 1,16 \cdot 1,19 = 1,38 \text{ м}$$

Размеры профиля основного ковша указаны на рисунке 2.1.

Общий вид погрузчика указан на рисунке 2.2.

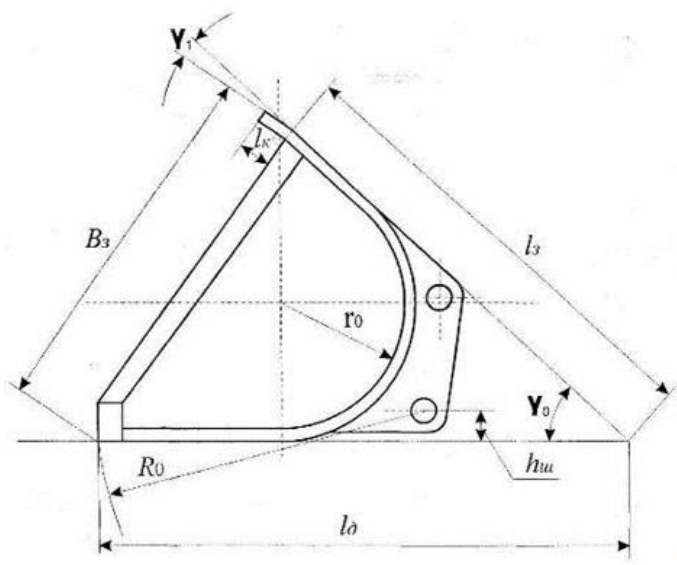


Рисунок 2.1 – Размеры профиля основного ковша

Высота шарнира подвески стрелы от опорной поверхности (рисунок 2.13) ориентировочно определяется по формуле:

$$H_C = \lambda_C \cdot R_0, \text{ м} \quad (2.13)$$

Где λ_C - относительная высота шарнира подвески стрелы, λ_C от 1,5 до 2,0;

$$H_C = 1,5 \cdot 1,16 = 1,74, \text{ м}$$

Длина стрелы определяются по зависимости:

$$L_C = \sqrt{(L - R_0 \cdot \cos E + l_B)^2 + (H_P + R_0 \cdot \sin E - H_C)^2}, \text{ м} \quad (2.14)$$

Где l_B - расстояние от оси шарнира подвески стрелы до наиболее выступающей части базовой машины, м;

$$l_B = (0,7 \dots 0,8)L, \text{ м} \quad (2.15)$$

H_P - высота разгрузки ковша, м;

L - фронтальный вылет режущей кромки ковша в положении разгрузки;

E - угол наклона радиуса поворота режущей кромки ковша в положении разгрузки:

$$E = E_p + \arcsin \frac{h_u}{R_0}, \text{ град}, \quad (2.15)$$

Где E_p - угол наклона днища ковша к горизонту, E_p от 50 до 55°;

h_u - высота шарнира крепления ковша к стреле, м.

$$h_u = (0,06 \dots 0,12) R_0, \text{ м} \quad (2.10)$$

$$l_B = 0,8 \cdot 1,04 = 0,832, \text{ м}$$

$$h_u = 0,12 \cdot 1,16 = 0,14, \text{ м}$$

$$E = 50 + 6,89 = 56,89^\circ$$

Е принимаем = 55° тогда:

$$L_C = \sqrt{(1,04 - 1,16 \cdot 0,65 + 0,832)^2 + (2,85 + 1,16 \cdot 0,76 - 1,74)^2} \approx 2,3, \text{ м}$$

Угол запрокидывания ковша E_s составляет от 40 до 48°.

Угол поворота стрелы при подъеме рабочего оборудования φ_c обычно составляет от 80 до 90°.

γ_0 - угол между задней стенкой и днищем ковша, γ_0 от 48 до 52°

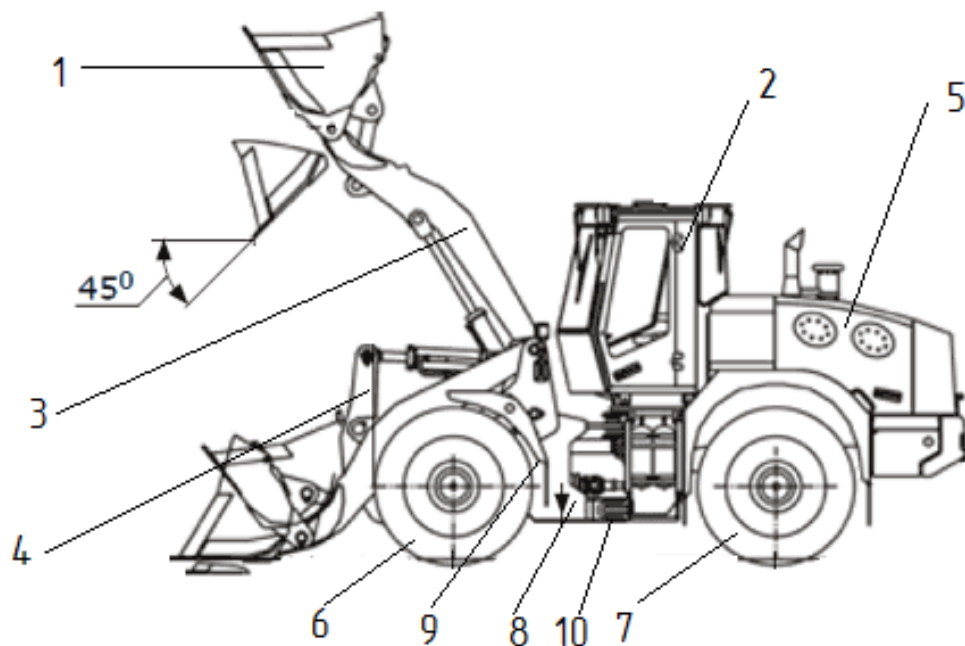


Рисунок 2.2 – Общий вид одноковшового погрузчика.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.03.02.2017.881.00 ПЗ

Лист

36

1-ковш; 2-кабина; 3-стрела; 4-коромысло; 5 – силовой агрегат; 6,7- пневмошины; 8-рама; 7-карданные валы; 9-передняя полурама; 10-карданные валы;

После расчёта длины стрелы рассчитываются размеры рычажной системы механизма поворота ковша:

$$l_u = (0,48...0,50)L_C, м \quad (2.15)$$

$$b = (0,22...0,24)L_C, м \quad (2.16)$$

$$p = (0,13...0,14)L_C, м \quad (2.17)$$

$$a = (0,11...0,12)L_C, м \quad (2.18)$$

$$c = (0,27...0,29)L_C, м \quad (2.19)$$

$$\Delta = (0,125...0,135)L_C, м \quad (2.20)$$

$$l_u = 1,15 м$$

$$b = 0,552 м$$

$$p = 0,332 м$$

$$a = 0,276 м$$

$$c = 0,667 м$$

$$\Delta = 0,31 м$$

Значения геометрических параметров указаны на рисунке 2.3.

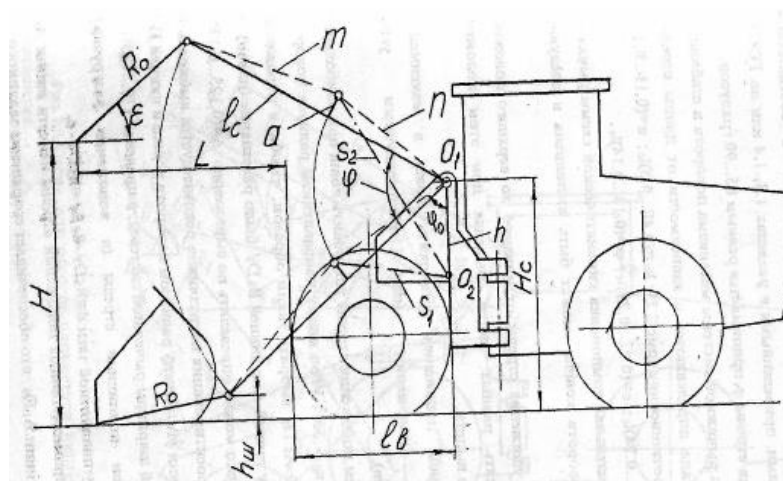


Рисунок 2.3 – Схема обозначений длины стрелы

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.03.02.2017.881.00 ПЗ

Лист

37

2.3 Определение сопротивлений при черпании материала ковшом.

Процесс заполнения ковша материалом начинается с внедрения ковша в штабель материала при поступательном движении погрузчика вперед (рисунок 2.4).

После внедрения ковша в штабель материала его заполнение осуществляется путем поворота относительно шарнира 0 (рисунок 2.4), сопротивление которому определяется с учётом сдвига и подъёма призмы материала и преодоление силы тяжести ковша при самых тяжёлых условиях работы (при зачерпывании тяжелого среднекускового щебня и наибольшей высоте штабеля).

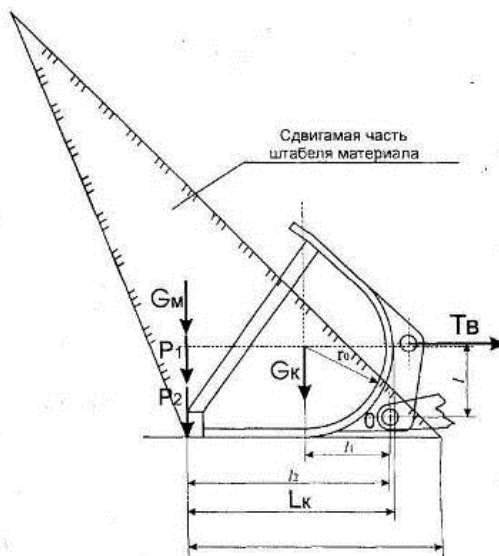


Рисунок 2.4 – Схема сил, действующих на ковш погрузчика при внедрении в штабель материала с последующим поворотом

Усилие T_B в начале поворота (при допущении, что силы сопротивления сдвигу материала по лобовой P_1 , и боковой P_2 поверхностям и сила веса сдвигаемого материала G_M приложены к режущей кромке ковша), на которое должны быть рассчитаны гидроцилиндры механизма поворота ковша, определяется по формуле (рисунок 2.4):

$$T_B = \frac{(P_2 + G_M + P_1) \cdot l_2 + G_K \cdot l_1}{l}, Н \quad (2.17)$$

Где G_M - веса ковша, Н.

l_i - плечи действия сил, м.

Вес основного ковша G_K составляет от 0,3 до 0,35 от номинальной грузоподъемности погрузчика.

$$T_B = \frac{(1428,5 + 40960 + 4493) \cdot 1,15 + 9750 \cdot 0,464}{0,332} = 176017, \text{ Н}$$

$$G_K = (0,3 \div 0,35) \cdot Q_H$$

$$G_K = (0,3 \div 0,35) \cdot Q_H = 9750, \text{ Н}$$

Плечи действия сил с небольшими погрешностями можно принять:

$$l_1 \approx r_0, \text{ м} \quad (2.21)$$

$$l_2 = \sqrt{R_0^2 - h_{III}^2}, \text{ м} \quad (2.22)$$

$$l_1 = 0,464, \text{ м}$$

$$l_2 = 1,15, \text{ м}$$

Плечо l действия силы T_B определяется следующим образом:

$$l \approx p, \text{ м} \quad (2.23)$$

$$l = 0,332, \text{ м}$$

Сила P_1 определяется по формуле:

$$P_1 = c \cdot F_1 \cdot k, \text{ Н} \quad (2.24)$$

$$P_1 = 400 \cdot 6,04 \cdot 1,86 = 4493,8 \text{ Н}$$

Где c - величина напряжения при сцеплении сыпучих материалов с от 40 до 1000 Па. Для среднекускового щебня при кратковременном слеживании можно принять c от 200 до 400 Па;

k - коэффициент, зависящий от угла внутреннего трения (для большинства строительных сыпучих материалов можно принять $k = 1,86$);

F_1 - площадь лобового сдвига, м^2 .

$$F_1 = 1,43 \cdot L_B (L_B + 1,3B_0), \text{ м}^2. \quad (2.25)$$

$$F_1 = 1,43 \cdot 1,02 \cdot (1,02 + 1,3 \cdot 2,4) = 6,04, \text{ м}^2$$

					<i>23.03.02.2017.881.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

Где L_B - глубина внедрения режущей кромки ковша в штабель материала (рисунки 3.1), м;

$$L_B = 1,15L_K = 1,02 \text{ м} \quad (2.26)$$

Глубина ковша определяется по формуле:

$$L_K = 1,08 \sqrt{\frac{V_H}{B_0}}, \text{ м} \quad (2.27)$$

$$L_K = 1,08 \sqrt{\frac{1,6}{2,4}} = 0,88, \text{ м.}$$

Суммарная сила сопротивления сдвигу материала по боковым поверхностям P_2 определяется по формуле:

$$P_2 = 2 \cdot k \cdot c \cdot F_2, \text{ Н} \quad (2.28)$$

$$P_2 = 2 \cdot 1,86 \cdot 400 \cdot 0,96 = 1428,5 \text{ Н}$$

Где F_2 - площадь боковых площадок, м².

Боковая площадь сдвига определяется по формуле:

$$F_2 = 0,93L_B^2, \text{ м}^2 \quad (2.29)$$

$$F_2 = 0,96 \text{ м}^2$$

Вес материала в призме сдвига G_M :

$$G_M = V_M \cdot \gamma, \text{ Н} \quad (2.30)$$

$$G_M = 2,56 \cdot 1,6 = 4,096$$

$$T = 40960 \text{ Н}$$

Где V_M - объём призмы сдвигаемого материала, м³;

γ - плотность материала, в среднем $\gamma = 16 \text{ кН/м}^3$.

Для сыпучего материала объём призмы сдвигаемого материала при повороте ковша определяется по формуле:

					<i>23.03.02.2017.881.00 ПЗ</i>	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$V_M = 0,93L_B^2 \cdot \cos 22,5^0 (B_0 + 1,24L_B \cdot \sin 22,5^0), \text{ м}^3 \quad (2.31)$$

$$V_M = 0,93 \cdot 1,0404 \cdot 0,92(2,4 + 1,24 \cdot 1,02 \cdot 0,38) = 2,56 \text{ м}^3$$

Объем и вес сдвигаемого материала могут быть меньше объема ковша и номинальной грузоподъемности погрузчика.

Усилие в гидроцилиндрах опрокидывания ковша определяются по формуле:

$$T_{ш} = \left(G_{к+г} + G_c \frac{r_c}{L_c} \right) \cdot \frac{i_{p.o.}}{\eta_M}, \text{ Н} \quad (2.32)$$

$$T_{ш} = 0,47H$$

Где $G_{к+г}$ - вес ковша с грузом; G_c - вес стрелы с элементами рычажной системы, Н; r_c - расстояние от центра тяжести стрелы с элементами рычажной системы до оси шарнира поворота стрелы, около $0,5 L_c$, м; L_c - длина стрелы, м; $i_{p.o.}$ - передаточное отношение механизма подъема рабочего оборудования; η_M - К.П.Д. механизма.

Вес стрелы G_c с элементами рычажной системы (вес оборудования), ориентировочно может быть определен из следующих зависимостей:

$$G_c = k \cdot G_T, \text{ Н} \quad (2.33)$$

$$q = \frac{Q_H}{G_T + G_c}, \text{ Н} \quad (2.34)$$

Где G_T - вес базового шасси, Н;

k - безразмерный коэффициент, для колесных погрузчиков от 0,35 до 0,45

q - удельная грузоподъемность, для колесных погрузчиков 0,25 до 0,35

Q_H - номинальная грузоподъемность (3,0 т)

Из данной зависимости составим систему и найдем вес трактора и вес оборудования:

										Лист
										41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.03.02.2017.881.00 ПЗ					

$$\begin{cases} G_c = 0,4 \cdot G_T \\ q = \frac{3}{G_T + G_c} \end{cases} \quad (2.35)$$

$$G_T = 7,14 \text{ Н};$$

$$G_c = 2,86 \text{ Н};$$

Передаточное отношение механизма подъема рабочего оборудования погрузчика:

$$i_{p.o.} = \frac{2L_c \cdot D_2(S_0 + S_{ш})}{\sqrt{1 - [D_1 - D_2(S_0 + S_{ш})]^2}} \cdot \cos\{\arccos[D_1 - D_2(S_0 + S_{ш})] - \Delta - 90^\circ\} \quad (2.36)$$

$$i_{p.o.} = 3,03$$

Где S_0 - начальная длина гидроцилиндра, 440 мм;

$S_{ш}$ - ход штока гидроцилиндра, 1045 мм;

По D_1, D_2, Δ - постоянные величины для конкретного механизма.

$$D_1 = \frac{r^2 + l^2}{2rl} = \frac{1,14 + 1,08}{2 \cdot 1,07 \cdot 1,04} = 1 \text{ м.}$$

$$D_2 = \frac{1}{2rl} = \frac{1}{2 \cdot 1,07 \cdot 1,04} = 0,45 \text{ м.}$$

Где r, l -длина звеньев механизма, м.

$$r = 1,07 \text{ м. } l = 1,04 \text{ м.}$$

2.1 Выбор цилиндров поворота ковша и подъема стрелы

Выбор гидроцилиндров проводится в зависимости от усилия приведенного к штоку поршня гидроцилиндра.

Так как в механизме подъема стрелы и поворота ковша участвуют по два гидроцилиндра соответственно, то разделив $T_{ш}/2$ и $T_B/2$ получим усилие, приходящееся на один гидроцилиндр.

По исходным данным рабочее давление в гидросистеме 19,5 МПа. Таким образом для выбора гидроцилиндров необходимо знать их диаметры.

									Лист
									42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.03.02.2017.881.00 ПЗ				

Известно, что рабочее давление в гидросистеме и усилие необходимое для подъема стрелы находятся в следующей зависимости:

$$\frac{T_{ш}}{2} = P \cdot S_{ш} \quad (2.37)$$

Где P – рабочее давление в гидросистеме

$S_{ш}$ -площадь гидроцилиндра (подъема стрелы)

Площадь гидроцилиндра определяется по формуле:

$$S_{ш} = \frac{\pi \cdot D_{ш}^2}{4}, \text{м} \quad (2.38)$$

$$S_{ш} = 0,024 \text{м}^2 = 12265 \text{мм}^2$$

Следует из формулы выше, что $\frac{T_{ш}}{2} = P \cdot \frac{\pi \cdot D_{ш}^2}{4}$

Далее находим D гидроцилиндра

$$D_{ш} = \sqrt{\frac{T_{ш} \cdot 2}{\pi \cdot P}}, \text{мм} \quad (2.39)$$

$$D_{ш} = \sqrt{\frac{0,47 \cdot 2}{3,14 \cdot 19,5}} = 0,122 \text{м} = 122 \text{мм}$$

На выбранном погрузчике диаметр цилиндра равен 125мм, а из этого следует что расчет произведен верно

По полученным значениям $D_{ш}$ подбираем стандартный гидроцилиндр для подъема ковша.

Стандартный гидроцилиндр

$$D_{ш} = 125 \text{ мм} \quad d_{ш} = 70 \text{ мм}$$

$$F_{ш} = 12265 \text{мм}^2$$

Выбор гидроцилиндра подъема стрелы аналогично расчетам гидроцилиндра подъема стрелы.

$$D_B = \sqrt{\frac{T_B \cdot 2}{\pi \cdot P}} = \sqrt{\frac{67833 \cdot 2}{3.14 \cdot 10000000}} = 0,0758 \text{ м} = 75,8 \text{ мм}.$$

Стандартный гидроцилиндр

$$D_B = 100 \text{ мм} \quad d_B = 63 \text{ мм}$$

					<i>23.03.02.2017.881.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

$$F_{\pi} = 7850 \text{ мм}^2$$

По причине применения устройства для защиты гидравлического привода, появляется необходимость выбора уравновешивающего цилиндра.

2.5 Расчет уравновешивающего цилиндра

На основе патента на изобретения, которое относится к области машиностроения, а точнее к устройствам уравновешивания сил тяжести рабочего оборудования стреловых машин типа экскаватора и погрузчика [18].

Принцип работы уравновешивающего цилиндра состоит в следующем,

1) Выполняют операцию приведения сил тяжести рабочего оборудования к штоку уравновешивающего цилиндра;

2) Производят уравновешивание приведенной силы на штоке давлением газа в поршневой полости, и операцию стабилизации давления сжатого газа;

3) Дополнительно выполняют процесс герметизации в поршневой полости сжатым газом от атмосферы посредством соединения переменного объема штоковой полости, заполненной смазывающей жидкостью, с корпусом деформируемой пневмокамеры низкого давления. Операция стабилизации давления в газовой полости достигается за счет увеличения объема газовой полости высокого давления.

Способ и само устройство описываются рисунком 2.5.

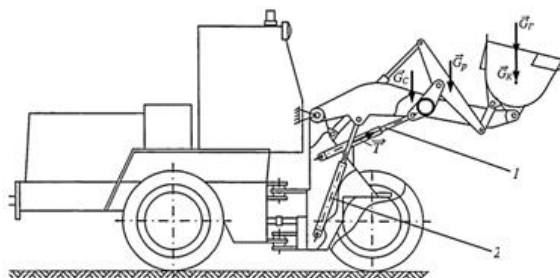


Рисунок 2.5 – Вид погрузчика с уравновешивающим устройством

1 – уравновешивающий цилиндр, 2 – цилиндр подъема стрелы,

									Лист
									44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.03.02.2017.881.00 ПЗ				

T - сила в уравновешивающем цилиндре; G_c , G_p , G_k , G_r - силы тяжести соответственно стрелы, рукояти, ковша, груза в ковше; 1 – уравновешивающий цилиндр; 2 – гидроцилиндр подъема стрелы;

На рисунках 2.6 и 2.7 изображены два вида уравновешивающего устройства, в сложенном состоянии при опущенной стреле, и с выдвинутым штоком, при поднятой стреле, соответственно [18].

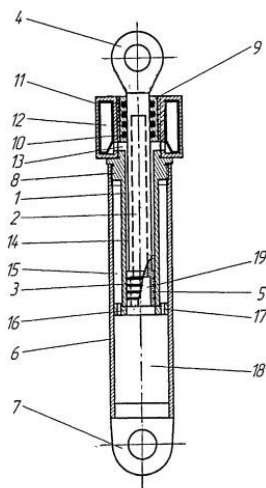


Рисунок 2.6 – Уравновешивающий цилиндр в сложенном состоянии

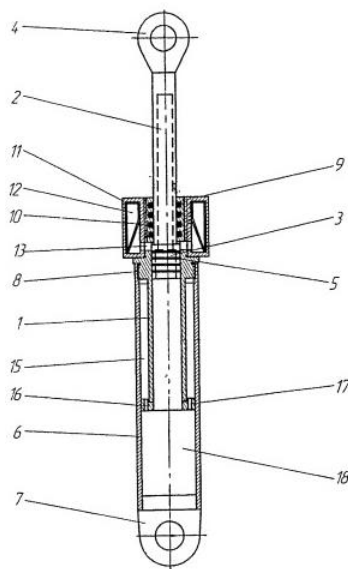


Рисунок 2.7 – Уравновешивающий цилиндр с выдвинутым штоком

1 - корпус уравновешивающего цилиндра; 2 - шток; 3 - поршень уравновешивающего цилиндра; 4 - проушина штока; 5 - уплотнения поршня; 6 - корпус газового баллона; 7 - проушина газового баллона; 8 - буска корпуса уравновешивающего цилиндра с соединительной резьбой; 9 - буска корпуса уравновешивающего

					23.03.02.2017.881.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

цилиндра с уплотнениями штока и резьбой для корпуса пневмокамеры; 10 - уплотнения штока; 11 - корпус пневмокамеры низкого давления; 12 - пневмокамера; 13 - канал; 14 - штоковая полость; 15 - полость между корпусами; 16 - опора корпуса уравновешивающего цилиндра; 17 - отверстия в опоре корпуса; 18 - поршневая газовая полость высокого давления, заполненная сжатым воздухом;

Однако в нашей гидросистеме мы будем использовать обычный гидроцилиндр, по соображениям того, что для работы устройства есть необходимость чтобы штоковая полость гидроцилиндра заполнялась рабочей жидкостью.

Нам известна площадь сечения цилиндра опрокидывания ковша $S_{ш} = 12265 \text{ мм}^2$, диаметр цилиндра опрокидывания ковша $D_{ш} = 125 \text{ мм}$, и номинальное давление в гидросистеме $P_{ном} = 19,5 \text{ МПа}$, отсюда мы можем определить нагрузку на цилиндр:

$$G_{цил} = P_{ном} \cdot S_{ш} \cdot H \quad (2.40)$$

$$G_{цил} = 19,5 \cdot 10^6 \cdot 0,024 = 468 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

Зубья ковша являются мгновенным центром сил, поэтому мы можем найти нагрузку на рукояти:

$$R_{рук} = R_{цил} \cdot \frac{l_{ш}}{L_C}, \text{ Н} \quad (2.41)$$

$$G_{рук} = 468 \cdot 10^3 \cdot \frac{1,15}{2,3} = 234 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

Приведение сил тяжести элементов рабочего оборудования к штоку уравновешивающего цилиндра осуществляются по уравнению:

$$T = \frac{\sum G_i h_i}{l_g}, \text{ Н} \quad (2.42)$$

Где, $\sum G_i h_i$ - сумма произведения сил тяжести на плечи шарниров поворота стрелы на портале; l_g – плечо уравновешивающего цилиндра;

$$T_y = \frac{G_C \cdot L_C + G_P \cdot l_{ш} + G_{К+Г} \cdot L_K}{l_g} = \frac{2860 \cdot 2,3 + 234000 \cdot 1,15 + 50710 \cdot 0,88}{1,15} = 278,524 \text{ кН}$$

Определим диаметр поршня уравновешивающего цилиндра

$$D_{yc} = \sqrt{\frac{T_y \cdot 2}{\pi \cdot P}}, \text{ мм} \quad (2.43)$$

										Лист
										46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.03.02.2017.881.00 ПЗ					

$$D_{yc} = \sqrt{\frac{278524 \cdot 2}{3,14 \cdot 19,5 \cdot 10^6}} = 94,86 \text{ мм}$$

Выбираем размеры цилиндра $D_{yc} = 100 \text{ мм}$, $d_{yc} = 56 \text{ мм}$; $S = 625 \text{ мм}$;

Объем стрелы экскаватора, погрузчика сопровождается некоторым увеличением объема газовой полости: при опускании стрелы объем газовой полости уменьшается на величину объема уравновешивающего цилиндра:

$$V_u = \frac{\pi \cdot D_{yc}^3}{4} S, \text{ м}^3 \quad (2.44)$$

$$V_u = \frac{3,14 \cdot 0,1^3}{4} \cdot 1,25 = 0,098 \text{ м}^3$$

Для стабилизации давления сжатого воздуха в газовой полости его объем принимается по условию

$$V_r \geq 5V_u \quad (2.45)$$

Где V_r - объем газовой полости; V_u - рабочий объем уравновешивающего цилиндра;

$$V_u \geq 0,48 \text{ м}^3$$

2.6 Логический клапан «ИЛИ»

Помимо дополнительного цилиндра в конструкцию так же вносится логический клапан «ИЛИ». Подобный клапан мы выбираем из существующих подходящих для нашей гидросистемы.

Принято решение выбрать гидравлический клапан «ИЛИ» фирмы «Parker», это фирма работающая во многих направлениях, на коммерческих, мобильных, аэрокосмических рынках и д.р.. Клапан подходит нам по рабочему давлению.

Диапазон давления, которое поддерживает клапан доходит до максимального значения(для клапан) 420 бар, при конвертировании в МПа, получаем 42МПа. Номинальное давление в гидросистеме погрузчика ПК30 равняется 19,5-20МПа. Производительность погрузчика, установленным устройством для защиты гидропривода

									Лист
									47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.03.02.2017.881.00 ПЗ				

Выбранный нами клапан, с размерами указан на рисунке 2.8.

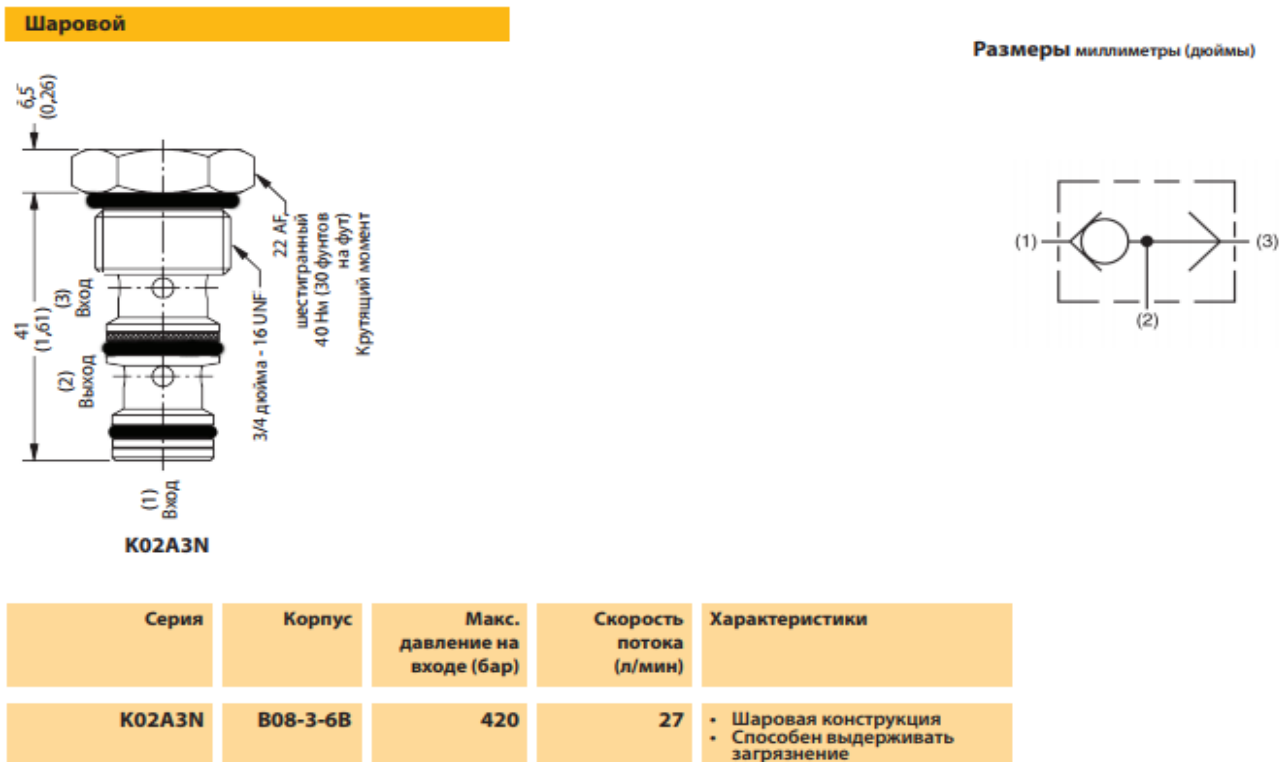


Рисунок 2.8 – Логический клапан «ИЛИ»

2.7 Производительность погрузчика с установленным устройством для защиты гидравлического привода

Устройство для защиты гидравлического привода повышает функциональность работы, в том числе при работе в режиме транспортировки.

Предложенная гидросистема на транспортном режиме. Работает следующим образом. Движение фронтального погрузчика с грузом в ковше происходит со стрелой, поднятой в транспортное положение. При подходе колес погрузчика к неровности, имеющей длину y_{\max} и высоту h_{\max} , оператор с существующей гидросистемой рабочего оборудования обычно снижает скорость движения или выполняет маневры с целью объезда неровности. В обоих рассмотренных случаях снижается производительность погрузчика. Предложенный способ позволяет переезжать неровности без снижения скорости движения погрузчика. Наезд колес погрузчика на неровность происходит за время:

$$t_1 = \frac{y_{\max}}{V_0}, c \quad (4.1)$$

Где V_0 – скорость движения погрузчика с грузом в ковше

За время t_1 водитель погрузчика с грузом в ковше, совершает маневр поворота, в результате чего в поршневых полостях гидроцилиндров стрелы повышается давление рабочей жидкости. При некотором давлении, на которое настроен гидроамортизатор, происходит сброс небольшого объема рабочей жидкости из поршневых полостей гидроцилиндров стрелы в амортизатор. После того как погрузчик въехал на неровность, жидкость из амортизатора (аккумулятора) возвращается через обратный клапан в поршневые полости гидроцилиндров стрелы. Т.е. в первой фазе работы устройства, через клапан «ИЛИ» жидкость подсасывается в штоковые области гидроцилиндров стрелы из гидробака, а на второй фазе рабочая жидкость вытесняется из штоковых полостей гидроцилиндров стрелы обратно в гидробак через клапан «ИЛИ» [17].

Для определения технической производительности используем формулу

$$P_T = n \cdot \frac{V \cdot K_H}{K_P} \cdot K_T \quad (4.2)$$

Где n – число циклов за 1 ч работы $n=3600/t^ц$

$t^ц$ - продолжительность рабочего цикла

K_H - коэффициент наполнения ковша материалом, $K_H = 1$

V – геометрическая вместимость ковша

K_P - коэффициент разрыхления материала, $K_P = 1$

K_T - коэффициент учета технологичности производства работ или условий работ, $K_T = 0,9$

Приблизительное время одного рабочего цикла равняется 100с., но с внедрением устройства по расчетной формуле, приходим к решению, что техническая производительность равняется:

$$P_T = 36 \cdot \frac{1,6 \cdot 1}{1} \cdot 0,9 = 51,84$$

										Лист
										49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.03.02.2017.881.00 ПЗ					

Вывод по разделу

Одним из важнейших эксплуатационно-технических параметров погрузчика является его производительность, которая зависит от конструктивных качеств машины, уровня организации производства, квалификации оператора и др. Техническая производительность погрузчика – это его максимально возможная производительность при непрерывной работе в определенных условиях, которые оказывают влияние на наполнение ковша материалом и продолжительность рабочего цикла. Введение устройства позволяет сэкономить эксплуатационное время, что увеличит срок «полезного» использования погрузчика.

С внедрением устройства улучшается названный выше параметр. Улучшается в том смысле, что уменьшается время которое затрачивается на маневры.

					<i>23.03.02.2017.881.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		50

3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Рассматриваемый элемент

Штуцер входит в состав гидросистемы гидравлического привода погрузчика.. Данный штуцер будет присоединяться на входные и выходные отверстия логического клапана «ИЛИ». Через данное изделие жидкость будет попадать в рабочую область клапана и обратно в гидролинию.

Штуцер представляет собой тело вращения цилиндрической формы. Деталь цельная простая.

Габаритные размеры детали: длина $l=29$ мм, диаметр $D=17$ мм.

На наружной цилиндрической поверхности детали длиной 15 мм от торца имеется резьба $M12 \times 1,5$. На расстоянии 15 мм от торца произведена выточка диаметром $D=10$ мм на длину $l=5$ мм. С одной стороны детали имеется шестигранная головка под гаечный ключ с размерами $14,5 \times 17$ мм. Сопряжения наружной цилиндрической поверхности и поверхности шестигранной головки с торцами выполнены фасками $1 \times 45^\circ$ и $1,5 \times 15^\circ$ соответственно.

Деталь имеет центральное глухое отверстие диаметром $D=3$ мм и глубиной $l=20$ мм, выполняемое по 11 квалитету точности. Перпендикулярно оси детали на расстоянии 17,5 мм произведено сквозное отверстие диаметром $D=2$ мм, выполняемое с допуском $H11$.

Все поверхности детали выполнены с шероховатостью $R_a=3,2$ мкм. Неуказанные предельные отклонения: $h14$, $H14$, $\pm IT 14/2$.

Исходя из конструкции и конфигурации детали и ее размеров, как метод производства можно предложить обработку металла давлением, также, учитывая конструкцию детали, следует, как вариант рассмотреть изготовление заготовок из шестигранного стального проката.

В пользу выбора варианта с использованием обработки металла давлением говорят технологические свойства металла детали: сталь 30 обладает относительно

					<i>23.03.02.2017.881.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

высокой пластичностью: относительное удлинение составляет 16%, ударная вязкость равна 49 кДж/см², относительное сужение поперечного сечения – 40%.

Предполагаемые точность и качество поверхности заготовки позволяют использовать способы обработки металлов давлением. Серийность производства позволяет предположить использование объемной штамповки.

В нашем случае основными рассматриваемыми методами будут: штамповка на кривошипном горячештамповочном прессе (КГШП), штамповка в горизонтально-ковочной машине (ГКМ) и производство заготовок из шестигранного стального проката. После расчетов как основной будет выбран тот способ, который наиболее выгоден с экономической точки зрения.

3.3 Определение припусков, допусков и размеров заготовки

Масса детали = 0,026 кг.

Расчетная масса поковки:

$$M_{п.р} = M_{д} \cdot K_{р}, кг \quad (3.1)$$

По ГОСТ 7505 - 89 принимаем $K_{р}=1,5$

$$M_{п.р}=0,026*1,5= 0,039 \text{ кг}$$

Средняя массовая доля углерода составляет 0,3%, суммарная массовая доля легирующих элементов около 0,92%. Следовательно, группа стали М1.

Степень сложности определяем по формуле $\frac{G_{п}}{G_{ф}}$, где $G_{п}$ - масса поковки, $G_{ф}$ - масса геометрической фигуры, в которую вписывается форма поковки.

В данном случае фигурой, описывающей форму поковки, является цилиндр. Размеры цилиндра определяются путем умножения соответствующих размеров детали на рекомендованный ГОСТ 7505-89 коэффициент 1,05.

$$G_{ф}=1,05*51,47=0,054 \text{ кг};$$

					<i>23.03.02.2017.881.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

$$\frac{G_{\text{п}}}{G_{\text{ф}}} = \frac{0,039}{0,054} = 0,722$$

3.4 Штамповка на кривошипном горячештамповочном прессе

Следовательно, степень сложности поковки С1. Конфигурация поверхности разъема штампов плоская.

Класс точности поковки принимаем Т3. Согласно ГОСТ 7505-89 исходный индекс 5 [25].

По специальным таблицам из ГОСТ 7505-89 (Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски),. находим необходимые параметры, представленные в таблице 1:

Таблица 3.1 – Параметры изделия

Деталь		Заготовка			
Номинальный размер A_{id} , мм	Шероховатость Ra , мкм	Допуск $T_{A_{i3}}$, мм	Допускаемые отклонения ES EI, мм	Величина припуска $\pm KZ$, мм	Номинальный размер A_{i3} , мм
$\emptyset 12$	6,3	0,7	+0,5 -0,2	2*0,8=1, 6	$\emptyset 13,6^{+0,5}_{-0,2}$
23	6,3	0,7	+0,5 -0,2	0,9	$\emptyset 23,8^{+0,5}_{-0,2}$

Штамповочные наружные уклоны принимаем величиной 3°. Радиусы закругления наружных углов равны 0,5 мм.

3.8 Штамповка на горяче – ковочной машине

Класс точности поковки принимаем Т4. Согласно ГОСТ 7505-89 исходный индекс 7.

Таблица 3.2 – Необходимые параметры изделия

Деталь		Заготовка			
Номинальный размер A_{id} , мм	Шероховатость Ra , мкм	Допуск $TA_{из}$, мм	Допускаемые отклонения ES EI, мм	Величина припуска $\pm KZ$, мм	Номинальный размер $A_{из}$, мм
$\emptyset 12$	6,3	0,9	+0,6 -0,3	2*1,0=2	$\emptyset 14^{+0,6}_{-0,3}$
23	6,3	0,9	+0,6 -0,3	1,1	$\emptyset 24,1^{+0,6}_{-0,3}$

По специальным таблицам ГОСТ 7505-89 (Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски), находим необходимые параметры, представленные в таблице 3.2 [25].

Штамповочные наружные уклоны принимаем величиной 3° . Радиусы закругления наружных углов равны 2 мм. Допускаемая высота торцового заусенца 1 мм.

4.8 Расчет массы заготовок

Расчет массы заготовки производился в КОМПАС -3D V16.

Масса заготовки, получаемой штамповкой на КГШП , $m_3=0,039$ кг.

Масса заготовки, получаемой штамповкой на ГКМ , $m_3=0,042$ кг.

Масса заготовки из шестигранного стального проката, $m_3=0,043$ кг.

3.8 Выбор способов обработки поверхностей и назначение технических баз

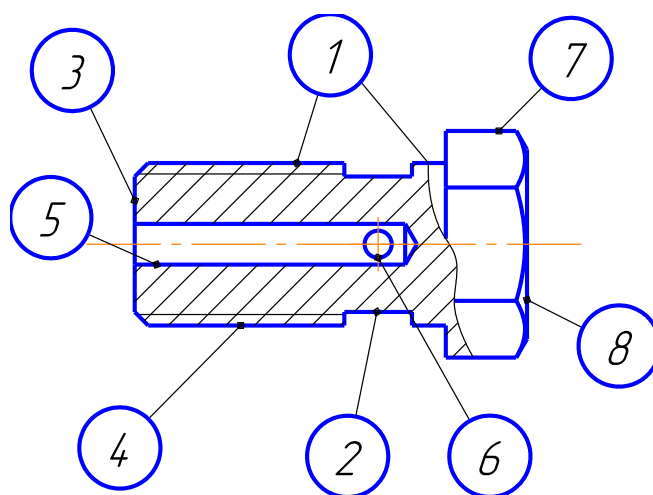


Рисунок 3.1. Назначение способов обработки штуцера

Назначение и способы указаны в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Назначение и способы обработки штуцера

Номер и наименование обрабатываемой поверхности	Вид механической обработки	Номер базовой поверхности	Примечание
1 – наружная цилиндрическая поверхность	Точение черновое	7 и 8	С лишением 5 степеней свободы
2 – выточка	Точение чистовое	7 и 8	С лишением 5 степеней свободы
3 – торец	Точение чистовое	7 и 8	С лишением 5 степеней свободы
4 – резьбовая поверхность	Нарезание резьбы плашкой	7 и 8	С лишением 6 степеней свободы
5 – отверстие осевое	Сверление	7 и 8	С лишением 6 степеней свободы
6 – отверстие радиальное	Сверление	4 и 8	С лишением 6 степеней свободы

3.9 Технологическая операция

Задача – спроектировать операцию 05 – подобрать производительный и эффективный вариант токарной обработки наружной цилиндрической поверхности и торца заготовки.

Обработку поверхностей целесообразно выполнить точением. При этом будут легко достигнуты точность размеров, соответствующая 12 качеству, и шероховатость поверхностей в пределах $R_a=10...6,3$.

С учетом серийности производства деталей, операцию можно выполнять на токарно-револьверном станке 1Г340П за один установ с последовательной обработкой каждой поверхности соответствующим резцом (рисунок 3.2).

Операция включает 7 переходов. На позиции I заготовка (шестигранный прут) устанавливается в патрон. Переход 1 – подрезка торца подрезным резцом осуществляется на позиции II.

Переход 2 – точение наружной цилиндрической поверхности проходным резцом производят на позиции III.

Далее на позиции IV широким резцом производят выточку – 3 переход.

Переход 4 – сверление осевого отверстия – позиция V.

На позиции VI плашкой нарезаются резьба M20x1,5 – 5 переход.

6 переход производится на VII позиции, на которой происходит снятие фасок.

На позиции VIII отрезным резцом производят отрезку заготовки – 7 переход.

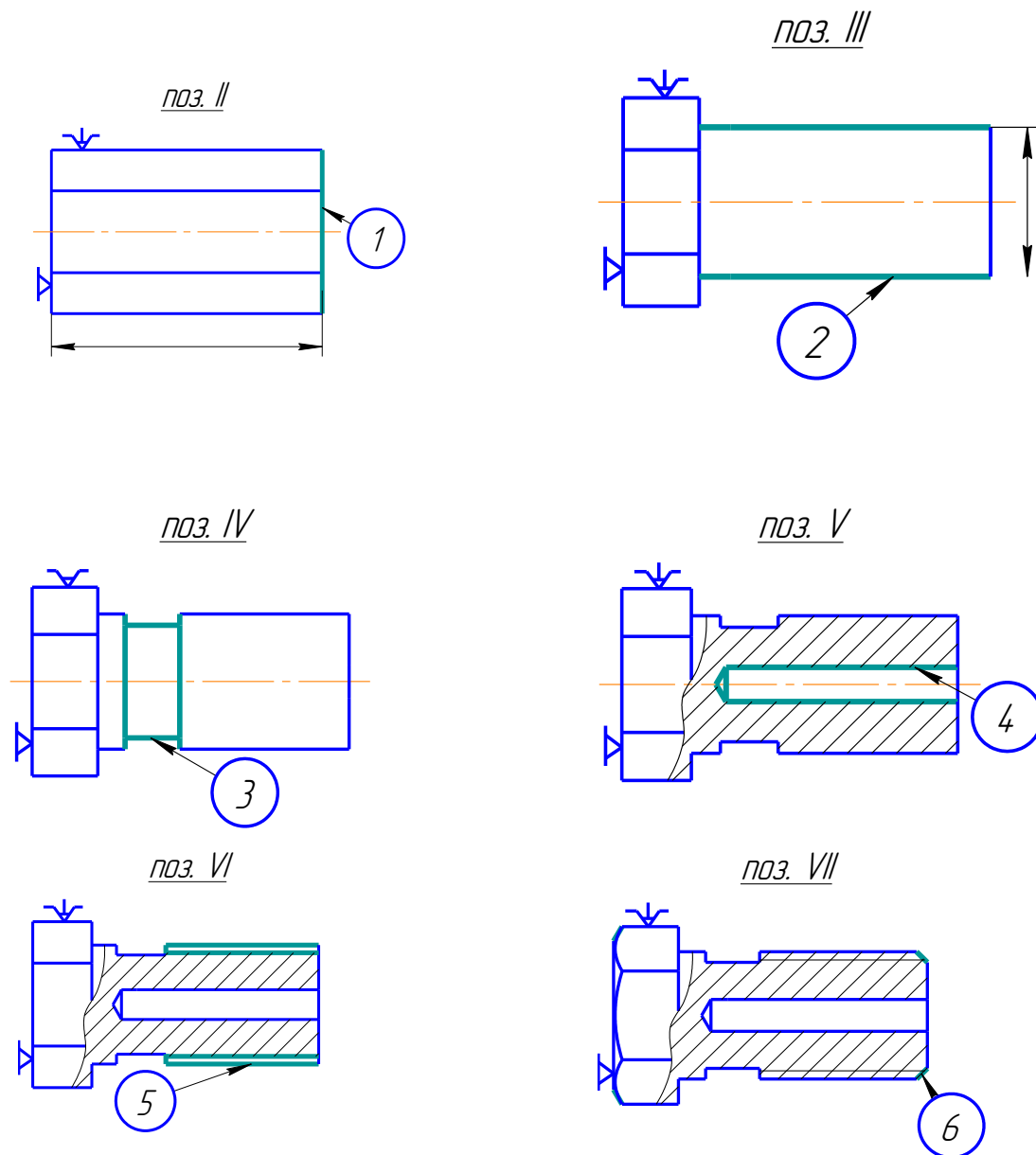


Рисунок 3.2 – Базирование и распределение переходов по позициям

3.10 Расчет припусков на механическую обработку

Так как деталь не является ответственной и к ней не предъявляются высокие требования по точности, то припуски на механическую обработку назначаем по справочным таблицам и приближенным формулам [22].

Припуск на подрезку торца и отрезку назначаем по справочным таблицам [22]: на подрезку торца – 2 мм, на отрезку – 3 мм.

Припуск на точение наружной поверхности будет обусловлен видом заготовки – шестигранного проката. Исходя из этого, припуск будет равен разности наибольшего размера проката (диаметр описанной окружности) $d_{окр}$ и требуемого номинального размера $d_{дет}$:

$$2z = d_{окр} - d_{дет} = 17 - 12 = 5 \text{ мм}$$

При сверлении величина припуска равна половине диаметра сверла $d_{св}$. Для осевого отверстия:

$$z = d_{св} / 2 = 3 / 2 = 1,5 \text{ мм}$$

Для радиального отверстия:

$$z = d_{св} / 2 = 2 / 2 = 1 \text{ мм}$$

Результаты расчетов сведем в таблицу 4.4:

Таблица 3.4 – Результаты расчетов

Операция	Припуск, мм
Подрезка торца	2
Точение наружной поверхности	5
Токарная обработка выточки	2
Сверление осевого отверстия	1,5
Сверление радиального отверстия	1
Отрезка детали	3

3.11 Режим обработки, силы резания

Установим режимы обработки, силы резания и необходимую мощность станка для операции 05. Операция 05 – токарная. Выполняется на токарно-револьверном станке 1Г340П. На шести рабочих позициях подрезают торец, обрабатывают наружную поверхность штуцера, производят выточку, сверлят осевое отверстие, снимаются фаски и отрезают заготовку. На каждой позиции выполняют по одному переходу.

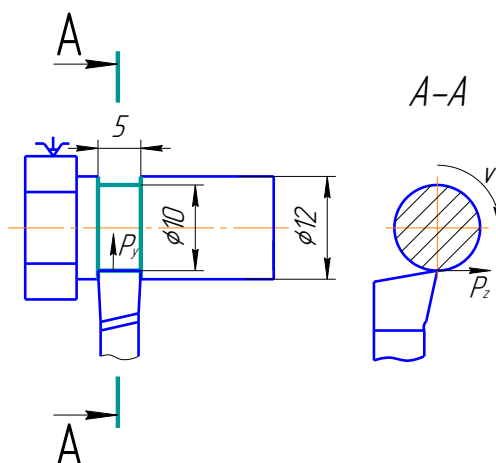


Рисунок 3.3 – Схема технологической накладки станка на позиции IV
Позиция IV, переход 3 – точить выточку (рисунок 3.3).

Глубина резания будет равна:

$$t = (B_{\text{зар}} - B_{\text{дет}}) / 2 = (12 - 10) / 2 = 1 \text{ мм.}$$

Подачу примем по $S = 0,09$ мм/об (соответствует одной из ступеней по паспортным данным станка) [22].

Скорость резания равна:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot S^{y_v}} \cdot K_v \quad (4.1)$$

где C_v – коэффициент скорости резания и x_v , y_v , m – показатели степеней принимают по [28]:

$$C_v = 47, y_v = 0,8; m = 0,2.$$

K_v – коэффициент, учитывающий конкретные условия резания:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv} \cdot K_{fv} \cdot K_{rv}$$

K_{Mv} – коэффициент, учитывающий свойства обрабатываемого материала:

$$K_{m_v} = K_z \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{600} \right)^1 = 1,25$$

K_{nv} – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки. $K_{nv}=0,9$.

K_{iv} – коэффициент, учитывающий влияние материала инструмента. $K_{iv}=1,0$.

K_{fv} , K_{rv} – коэффициенты, учитывающие параметры резца. $K_{fv}=1$; $K_{rv}=1$.

С учетом всех значений, величина:

$$K_v=1,25 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 = 1,125.$$

T_M – стойкость инструмента в многоинструментальной наладке.

$$T_M = T \cdot K_{TM},$$

где T – стойкость до затупления резца в одноинструментальной наладке, $T=60$ мин, а $K_{TM}=2$.

$$T_M = 60 \cdot 2 = 120 \text{ мин.}$$

Тогда скорость резания при обработке выточки:

$$v = \frac{47}{120^{0,2} \cdot 0,09^{0,8}} \cdot 1,125 = 135,3 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n' = \frac{1000v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 135,3}{3,14 \cdot 12} = 3000 \text{ мин}^{-1}$$

По паспорту станка принимаем $n=2000$ об/мин, тогда действительная скорость резания:

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 12 \cdot 2000}{1000} = 75,4 \text{ м/мин}$$

Найдем тангенциальную составляющую сил резания:

$$P_z = 10C_{pz} \cdot t^{x_p} \cdot S^{y_p} \cdot v^{n_p} \cdot K_p \quad (4.2)$$

где C_{pz} - коэффициент сил резания и показатели степени [22].

$$C_{pz} = 408; x=0,72; y=0,8; n=0; K_p=0,9.$$

$$P_z = 10 \cdot 408 \cdot 5^{0,72} \cdot 0,1^{0,8} \cdot 1 \cdot 0,9 = 1872 \text{ Н.}$$

По той же формуле, но с другими значениями коэффициентов и показателей рассчитаем радиальные составляющие силы резания:

					23.03.02.2017.881.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

$$P_y = 10 \cdot 173 \cdot 5^{0,73} \cdot 0,1^{0,67} \cdot 1 \cdot 0,9 = 1059 \text{ Н.}$$

Определим эффективную мощность при точении:

$$N_{ei} = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = 2,31 \text{ кВт.}$$

Назначим режимы резания и определим силы резания для остальных переходов операции 05 (табл. 3.5).

Таблица 3.5 – Режимы резания и силы резания на переходах операции 05

№ пер.	d, мм	L, мм	t, мм	S, мм/об	v, м/мин	n, мин ⁻¹	P _z , Н	N, кВт
1	17	2	2	0,12	80,1	150 0	93 5	1,3
2	17	23	2,5	0,35	106,8	200 0	83 2	1,8
3	12	5	1	0,09	75,4	200 0	18 72	2,3
4	3	20	1,5	0,18	19,8	105 0	55 3	0,8
5	12	15	-	-	75,4	200 0	12 13	1,2
6	17	1,5	1,5	1,4	80,1	150 0	27 01	1,3

Максимальная эффективная мощность резания:

$$N_e = 1,3 + 0,8 + 2,3 = 4,4 \text{ кВт.}$$

Мощность главного привода станка $N=6,3$ кВт. С учетом потерь:

$$N_{\phi}=6,3 \cdot 0,85=5,4 \text{ кВт.}$$

Мощность станка при обработке заготовок будет расходоваться практически полностью. Следовательно, с технической стороны токарно-револьверный станок модели 1Г340П соответствует требованиям рационального выполнения данной токарной многоинструментальной операции.

3.12 Качество поверхности

Согласно технологическому процессу, наружная поверхность под резьбу после токарной обработки должна иметь шероховатость поверхности не более $R_a=3,2$ мкм.

Величину шероховатости при продольном точении поверхности определяют по формуле:

$$R_a = k_0 \frac{S^{k_1(90+\gamma)^{k_2}}}{r^{k_3} \cdot v^{k_4}} \quad (3.3)$$

Где, γ – передний угол резца, $\gamma = 4^\circ$; r – радиус закругления режущей кромки резца, $r=0,5$ мм; S – принятая подача, $S=0,35$ мм/об;

$$R_a = 100 \frac{0,35^{0,65}(90 + 4)^{0,6}}{0,5^{0,5} \cdot 107^{1,9}} = 2,96 \text{ мкм.}$$

Таким образом, в процессе токарной обработки будет обеспечиваться заданная шероховатость наружной поверхности под резьбу.

Шероховатость поверхности — совокупность неровностей поверхности с относительно малыми шагами на базовой длине. Измеряется в микрометрах (мкм). Шероховатость относится к микрогеометрии твёрдого тела и определяет его важнейшие эксплуатационные свойства. Прежде всего износостойкость от истирания, прочность, плотность (герметичность) соединений, химическая стойкость, внешний вид. В зависимости от условий работы поверхности назначается пара-

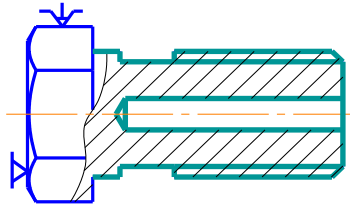
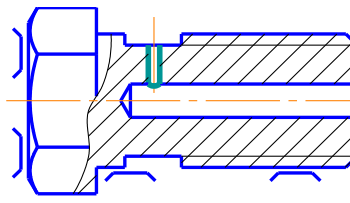
					<i>23.03.02.2017.881.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

метр шероховатости при проектировании деталей машин, также существует связь между предельным отклонением размера и шероховатостью. Исходная шероховатость является следствием технологической обработки поверхности материала, например, абразивами. В результате трения и изнашивания параметры исходной шероховатости, как правило, меняются.

3.13 Технологический маршрут

Технологический маршрут указан в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Технологический маршрут

Но мер опе- рации	Содержание операции	Эскиз, базирование, примечания	Обо- рудова- ние
05	Токарная обработка наружной цилиндрической поверхности под резьбу, подрезка торца, чистовая токарная обработка выточки, сверление осевого отверстия, нарезание резьбы плашкой		Токарно-револьверный станок 1Г340П
10	Сверление радиального отверстия		Вертикально-сверлильный станок МН25

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.03.02.2017.881.00 ПЗ

Лист

63

Вывод по разделу

В результате выполненной работы были проведены, необходимы расчёты, по разработке технологического процесса детали. В ходе работы были проведены все необходимые расчёты, операции, которые необходимы для изготовления данной детали.

Все эти этапы были проведены с учётом типа производства, материала заготовки и материала режущих частей инструментов. Для каждой операции проведён выбор металлорежущего оборудования, режущего инструмента. В результате выполненного проекта приобретены теоретические навыки по разработке технологического процесса.

Технология обработки деталей машиностроительного производства является сложной и постоянно развивающейся отраслью промышленности. Она требует постоянного исследования и развития новых возможностей.

					<i>23.03.02.2017.881.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		64

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Гидравлический привод применяется на строительно-дорожных, подъемно-транспортных, сельскохозяйственных, лесозаготовительных и лесохозяйственных, мелиоративных, транспортных и других самоходных машинах различного технологического назначения. Недостаток привода, по моему мнению в некоторой ограниченности его функций что не позволяло функционировать транспортному средству, он же погрузчик в более расширенном диапазоне. В работе изложено предложение по применению на практике известного устройства для защиты гидравлического привода. Перспектива данного устройства заключается в повышении эксплуатационных качеств погрузчика, и повышение его функциональности.

Устройство для защиты гидравлического привода фронтального погрузчика ПК30 (ЧТЗ-Уралтрак), позволяет улучшить систему гидравлического привода, а точнее повысить функциональность погрузчика на различных режимах работы, таких как подъем ковша наполненного грузом, избегая лишние нагрузки в гидроцилиндрах, что позволит увеличить их срок службы. А так же, в режиме транспортировки груза в ковше. Теоретически устройство позволит не снижать скорость во время переезда через препятствия, а так же, избежать излишнего давления в гидроцилиндрах при маневре поворота.

В работе произведен анализ данного устройства, в том числе и описан принцип работы. Выполнен расчет для выбора уравнивающего гидроцилиндра, заявленного как один из составляющих элементов рабочего оборудования и гидросистемы. Выбран существующий логический клапан «ИЛИ» подходящий по характеристикам для нашей гидросистемы, который так же заявлен как один из составляющих элементов нашего устройства. Схематично усовершенствовали гидросистему погрузчика ПК30, посредством внесения в гидросхему «новых» элементов.

					<i>23.03.02.2017.881.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		65

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Галдин, Н.С. Основы гидравлики и гидропривода: Учебное пособие / Н.С. Галдин, В.Г. Хомченко, Н.Г. Скабкин – Омск: Изд-во СибАДИ, 2006. – 145 с.: ил.
- 2 Галдин, Н.С. Гидравлические машины, объемный гидропривод: Учебное пособие – Омск: Изд-во СибАДИ, 2009. – 272 с.: ил.
- 3 Белозерцев, В.Н. Основы механики жидкости: Учебное пособие – Самара: Изд-во Самарский государственный аэрокосмический университет, 2006. – 324 с.: ил.
- 4 Понятие пневматики – <http://ru.wikipedia.org/wiki/Пневматика>
- 5 Васильченко, В.А. Беркович, Ф.М. Гидравлический привод строительных и дорожных машин – М.: Стоиздат, 1978. – 166 с.: ил.
- 6 Руководство по эксплуатации / ПОГРУЗЧИК ПК30 – Челябинск: Изд-во ООО Инженерный Центр, 2006 – 96 с: ил.
- 7 Александров, М. П. Подъемно-транспортные машины: Учебник для машиностроителей специализированных вузов – 6-е издание, переработанное – М.: Высшая школа – 1985. – 520 с.: ил.
- 8 Каверзин, С.В. Курсовое и дипломное проектирование по гидроприводу самоходных машин: Учебное Пособие – Красноярск: Изд-во ПИК Офсет, 1997. – 384 с., ил.
- 9 Лепешкин, А.В. Михайлин, А.А. Шейпак, А.А. Гидравлика и гидропневмопривод: Учебник / Лепешкин, А.В. Михайлин, А.А. Шейпак, А.А. ;под ред. А.А.Шейпака – 4-е издание, дополненное и переработанное М.: МГИУ – 2009. – 352 с.: ил.
- 10Каширин, Н.А. Батуев, В.А. Морозов,И.М. Оформление технологических карт в курсовых и дипломных проектах: Учебное пособие Компьютерная версия – 2 -е изд Челябинск: Изд-во ЮУрГУ – 2006. – 77 с.: ил.

					<i>23.03.02.2017.881.00 ПЗ</i>	Лист 66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- 11 Раздел о гидрораспределителях, типах, изображение распределителей на схеме - <http://remgidro.ru/gidrorapredeliteli-shema-ustrojstvo/.html>
- 12 Бояркина, И.В. Устройство защиты гидравлического привода фронтального погрузчика/патент на изобретение – Заявка:2007115773/03 25.04.2007 – Омск: Патентно-информационный отдел СибАДИ,2007. – 5 с.: ил.
- 13 Описание картриджных клапанов, разновидности и принцип действия - http://cdmteth.ru/klapani_katridzhnie_vvernie.html
- 14 Информация о колесных погрузчиках - <https://rg.ru/2014/12/30/pogruzki-dok.html>,
- 15 Гальперин, М.И. Домбровский, Н.Г. Строительные машины. М., Высш. школа – 1980с.: ил.
- 16 Тарасов, В.Н., Бояркина, И.В. Методика проектирования ковша фронтального погрузчика / Тарасов, В.Н. Бояркина, И.В. Озеров, С.В., Парицкая, Л.Ю. – Омск: Изд-во СибАДИ – 3 с.: ил.
- 17 Бояркина, И.В. Технологическая механика одноковшовых фронтальных погрузчиков: монография/ Бояркина, И.В.; под ред. В.Н. Тарасова. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2011.-336с.
- 18 Способ уравнивания сил тяжести рабочего оборудования, уравнивающий цилиндр – <http://www.findpatent.ru/patent/253/2531117.html>
- 19 Устройство уравнивания рабочего оборудования стреловой машины,- <http://www.ru-patent.info/21/90-95/2190062.html>
- 20 Абрамов, С.В. Фронтальные погрузчики: Учебное пособие. – Караганда : Изд-во КарГТУ, 1990 г. – 157с.: ил.
- 21 Информация о погрузчиках - <http://www.manytransport.ru/maors-701-1.html>
- 22 Дальский, А.М. Косилова, А.Г. Справочник технолога машиностроителя в 2-х томах/ А. М. Дальский, А. Г. Косилова, Р. К. Мещеряков, А. Г. Суслов; под редакцией А. М. Дальского, А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова, А. Г. Суслова – М: Машиностроение, 2001 – 912с.: ил.

					23.03.02.2017.881.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

23Анурьев, В.И., Справочник конструктора в 3-х томах. – М: Машиностроение, 2001

24Панов, А.А., Обработка металлов резанием: Справочник технолога/А.А. Панов, В.В. Аникин; под общ. ред. Панова А.А. – М.: Машиностроение, 2004 – 782с.

25ГОСТ 7505-89 Поковки стальные штампованные, Допуски, припуски и кузнечные напуски. Издательство стандартов, Москва 1990г. – 36с.

					<i>23.03.02.2017.881.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		68