

АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе Бадретдинова Радика Равиловича на тему «Разработка технологического процесса восстановления штока гидроцилиндра с разработкой установки для сборки-сварки гидроцилиндров».

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на листах машинописного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Записка состоит из введения, шести разделов, заключения и включает __ рисунков и таблиц. Список использованной литературы содержит __ наименований.

В первом разделе даны описание устройства, анализ работы и характеристика причин потери работоспособности гидроцилиндров.

Во втором разделе разработан участок по восстановлению гидроцилиндров.

В третьем разделе разработан технологический процесс восстановления штока гидроцилиндра, подобрано необходимое оборудование и инструмент, предложена технология восстановления штока.

В четвертом разделе разработана установка для сборки-сварки гидроцилиндров.

В пятом разделе спроектированы мероприятия по безопасности труда.

В шестом разделе подсчитано экономическое обоснование разработанной конструкции.

В конце приведены общие выводы по выпускной работе.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	
1 АНАЛИЗ РАБОТЫ СОПРЯЖЕНИЯ.....	
1.1 Описание устройства, анализ работы и характеристика причин потери работоспособности гидроцилиндров	
2 СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГИДРОЦИЛИНДРОВ.....	
2.1 Обоснование годовой программы участка.....	
2.2 Выбор режима работы участка и расчет фондов времени	
2.3 Проектирование участка	
2.4 Расчет штата участка	
2.5 Подбор и расчет основного технологического оборудования	
2.6 Расчет площади участка	
2.7 Выбор подъемно-транспортного оборудования.....	
2.8 Составление линейного графика согласования работ.....	
3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ШТОКОВ ГИДРОЦИЛИНДРОВ.....	
3.1 Обоснование необходимости и восстановления штоков гидроцилиндров.....	
3.2 Разработка технологии восстановления штока гидроцилиндра	
3.2.1 Характеристика детали и ее дефектов	
3.2.2 Выбор рационального способа восстановления дефектов	
3.2.3 Разработка маршрутной карты восстановления штока	
3.2.4 Разработка операционной карты	
3.2.5 Расчет нормы времени на шлифовальную операцию	
4 РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ СБОРКИ-СВАРКИ ГИДРОЦИЛИНДРОВ.....	
4.1 Обоснование необходимости в разработке установки.....	
4.2 Обзор существующих конструкций.....	
4.3 Описание установки и принципа его работы.....	

4.4 Кинематический расчет привода установки	
4.5 Расчет клиноременных передач	
4.6 Расчет сварного шва стойки на прочность.....	
5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА	
5.1 Обеспечение условий и безопасность труда на производстве	
6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	
6.1 Техничко-экономическая оценка эффективности разработанной конструкции.....	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	
СПЕЦИФИКАЦИИ.....	

ВВЕДЕНИЕ

Одно из направлений повышения эффективности производства - его переоснащение современной техникой, внедрение передовых технологических процессов и достижений современной науки.

В промышленности и сельском хозяйстве таким направлением наряду с увеличением единичной мощности выпускаемой техники, повышением ее надежности и эффективности является массовый переход на гидрофицированную технику, позволяющую повысить производительность труда благодаря облегчению управления машинами, сокращению времени рабочего цикла, механизации вспомогательных операций. Широкое внедрение машин с гидроприводом поставило перед механизаторами промышленности и сельского хозяйства задачу обеспечения их качественного технического обслуживания и ремонта, а следовательно, и эффективного использования.

Основными преимуществами гидропривода являются: независимое расположение привода и возможность любого разветвления мощности, простота кинематических схем и создание больших передаточных чисел, легкость реверсирования исполнительного механизма, достаточная скорость выполнения технологических операций, возможность предохранения от перегрузок, стандартизация и унификация деталей и сборочных единиц.

В гидроприводе сельских машин широко применяются гидроцилиндры. Они отличаются сравнительно малыми габаритными размерами и массой на единицу передаваемой мощности, бесступенчатым регулированием скорости, удобством эксплуатации, высоким коэффициентом полезного действия и другими положительными факторами, которые способствуют их распространению. Поэтому выпуск гидроцилиндров приобретает особо важное значение. Однако их изготовление и ремонт при существующей технологии - очень трудоемкий и сложный процесс, требующий больших затрат труда и средств.

1 АНАЛИЗ РАБОТЫ СОПРЯЖЕНИЯ

1.1 Описание устройства, анализ работы и характеристика причин потери работоспособности гидроцилиндров

Технологию ремонта гидроцилиндров разработали сами производители для наилучшего результата и последующего увеличенного срока службы гидравлических цилиндров.



Рисунок 1.1 - Устройство гидроцилиндра.

Уплотнение поршня.

Если прокладка поршня деформирована, подверглась эрозии или полностью отсутствует, это обычно означает, что гидроцилиндр использовался под нагрузками, не соответствующими его назначению и техническим характеристикам. В этом случае, мы рекомендуем замену поршня или цилиндра целиком. Замена уплотнения поршня без замены цилиндра является ошибочной экономией, и в долгосрочной перспективе, может привести к дальнейшему повреждению в будущем.

Проверка уплотнителей штока поршня гидроцилиндра.

При осмотре, если уплотнение штока разрушено или имеет видимые повреждения, то обычно это означает, что либо чрезмерно изношена направляющая втулка или стержень согнут. В любом случае, это приводит к

нежелательному давлению стержня на уплотнители, что и вызывает в итоге его на провал. Замена уплотнения штока без выявления и исправления проблемы является всего лишь краткосрочным решением проблемы.

Ремонт штока поршня.

Проверяют стержень на наличие трещин во всех точках, для выявления изменений его поперечного сечения. Очень полезным инструментом в этом отношении является капиллярный краситель. Он прост в использовании и легко доступен для применения при ремонте промышленного оборудования.

Нужно тщательно проверить хром поверхности при ремонте штока гидроцилиндра. Если хром выглядит тускло с одной стороны и отполированным на противоположной стороне, то это означает, что шток согнут. Наличие прямолинейности всегда должно быть проверено при ремонте гидроцилиндра. Это делается путем размещения стержня на роликах и измерения биения с помощью стрелочного индикатора.

В большинстве случаев, изогнутые штоки могут быть выпрямлены в прессе. Иногда можно выправить без повреждения твердого хромирования стержней, однако, если хром поврежден, стержень должен быть либо повторно хромирован или заменён.

Если хромированная поверхность стержня имеет ямки или насечки, эффективность и срок службы уплотнений стержня будет снижена. Мелкие царапины на поверхности хрома можно отполировать с использованием полоски очень тонкой наждачной бумаги. Тем не менее, если мы определим хромированную часть в плохом состоянии, стержень должен быть либо повторно хромирован или заменён. Наиболее экономичным решением этой проблемы для штоков небольшого диаметра является установка нового хромированного штока, который в наличии в стандартных размерах у наших поставщиков.

Шток гидроцилиндра при ремонте может быть повторно хромирован в соответствие с допусками по толщине. Каждый раз, когда стержень обрабатывают, диаметр основного металла уменьшается, и, следовательно,

толщина слоя хрома требует увеличения, чтобы соответствовать спецификации детали.

Головка гидроцилиндра.

Обычно в цилиндрах, используемых в устройствах с небольшой нагрузкой, стержень выполняется непосредственно на головке из алюминиевого сплава или чугуна. Металлические или неметаллические направляющие втулки устанавливаются между стержнем и головкой, в местах, где существуют высокие нагрузки на штоке. Если цилиндр оснащен дополнительной частью между стержнем и головкой, он должен быть заменен в процессе обслуживания как часть обязательная ремонта.

Если стержень установлен непосредственно на головке, используют внутренний микрометр или скобой для измерения внутреннего диаметра головки. Измерения проводятся в двух положениях, разнесенных на 90 градусов, чтобы проверить на овальность. Внутренний диаметр головки не должно превышать номинальный диаметр стержня.

Незначительная разница диаметров канавки внутри головки не обязательно вредна для функции цилиндра, до тех пор, максимальный диаметр по основанию не превышает номинальный диаметр стержня. Если измеренная величина находится вне допуска, то срок службы уплотнения штока будет снижен. Поэтому рекомендуется произвести замену головки гидроцилиндра на новую, изготовленную из аналогичного материала.

Проверка втулки гидроцилиндра.

Проверяют втулку на наличие внутренних повреждений. Если втулка повреждена или плохо закреплена, то эффективность и срок службы уплотнения поршня будут уменьшены. Если так, рекомендуется, чтобы втулка была обработана, чтобы удалить повреждения или произвести полную её замену. Если на маленьких втулках есть точечная коррозия или выработка меньше чем 0.005 дюйма глубиной, то повреждения могут быть удалены, используя инструмент для хонингования или ему подобный. Втулка должна быть обработана равномерно по всей длине.

Производство новой втулки трубки обычно является самым экономичным решением для цилиндров малого диаметра. Блок гидроцилиндра большого диаметра может быть отремонтирован, обрабатывая или под 0,030-дюймовый или под 0,060-дюймовый увеличенный размер, соответствующий уплотнениям поршня увеличенного размера. Наш опыт ремонта гидроцилиндров стрелы (увеличенного размера) показывает, что иногда присутствует ограниченная доступность, и поэтому не всегда возможно спасти втулки подходящими изоляциями увеличенного размера.

Ремонт поршня гидроцилиндра.

Поршни цилиндров, используемых в маломощных устройствах, обычно изготовлены из алюминиевого сплава или чугуна и работают в прямом контакте с диаметром расточки цилиндра. Незначительный выигрыш на внешнем диаметре поршня не вреден для функции цилиндра, пока минимальный диаметр поршня не меньше, чем номинальный диаметр канала цилиндра минус 0,006 дюйма. Это может быть проверено, используя внешний дюймовый микрометр. Если поршневой диаметр имеет размеры вне принятых допусков, мы рекомендуем произвести замену новым поршнем, выполненным из аналогичного материала.

Неметаллические полосы износа установлены между поршнем и втулкой, в случаях, когда есть высокая нагрузка на стержень. Если цилиндр имеет полосы износа от поршня, он должен быть заменён в процессе ремонта.

Замена уплотнителей гидроцилиндра.

Для обеспечения правильного уплотнения в местах соединения измеряют все уплотнительные канавки с суппортом верньера.

Сборка гидроцилиндра после ремонта.

Нужно тщательно очистить всю деталь в растворителе (только произведенном из нефтепродуктов!) и удалить растворитель специальным феном, используя сжатый воздух. Покрытие очищается во время сборки. До

монтажа изоляции надо иметь гарантию, что углубления изоляции чисты и лишены зарубок и задиров. Особенную осторожность соблюдают, когда устанавливают изоляцию, поскольку неаккуратность может привести к повреждению изоляции. После того, как цилиндр был собран, включают его сервисные порты, чтобы предотвратить вход влаги или грязи. Вся вышеупомянутая работа выполняется в специальном «чистом месте» согласно самым жестким требованиям.

Неисправности гидроцилиндров, причины и методы устранения неисправностей выведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Неисправности гидроцилиндров, причины и методы устранения неисправностей гидроцилиндров.

Симптомы неисправностей гидроцилиндров	Возможные причины возникновения неисправностей гидроцилиндров	Методы устранения неисправностей гидроцилиндров
1	2	3
Поршневой шток забит	Загрязнение масла. Загрязнение металлических частей подшипника. Выход из строя металлических частей подшипников	Промывка всей гидравлической системы. Замена всех фильтров. Проверьте металлических частей подшипника
Диаметр цилиндра забит	Загрязнение масла. Выход из строя поршня подшипников	Промывка всей гидравлической системы. Замена всех фильтров. Проверить головку поршня подшипника.
Изогнутый стержень поршня	Возможная перегрузка Внешнее воздействие Использование поршневого штока вне параметров нагрузки	Проверить рабочие параметры. Использование по назначению. Увеличение стержня согласно спецификации.
Повреждение мест соединения	При ударных нагрузках. Некачественные сварные швы	Проверка рабочих параметров использования. Полная разборка и правильная сборка

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3
Повреждение кольца подшипника	Ударная нагрузка. Использование подшипника вне параметров нагрузки Перегрузка цилиндра	Проверка параметров операции. Увеличения размера направляющей согласно спецификации. Увеличить размер штока
Стержень изношен на одной стороне	Отсутствие опоры Слишком большие боковые нагрузки Стержень слишком мал	Увеличить площадь опоры. Операции по изменению. Увеличить размер тяги. Монтировать внешние направляющие
Вздутие металлического корпуса	Резкое увеличение внутреннего давления. Износ резьбы. Деформация цилиндрической трубки	Проверка гидравлического клапана. Проверить состояние резьбы. Проверить трубку и износ резьбы
Утечка масла через металлические части	Неплотное прилегание уплотнительного кольца. Трещины в металле	Проверка зазоров. Установка резервного уплотнительного кольца. Испытание металлических частей на прочность
Поршневой шток покрыт точками коррозии	Коррозия металла штока	Замена стержня согласно спецификации. Защита штока от попадания атмосферной влаги
Внутренняя коррозия	Вода в масле	Заменить масло. Защитить от попадания воды
Регулярные утечки через уплотнитель	Неверно установлены уплотнения. Коррозия канавок уплотнителя. Попадание воздуха в масло Неправильные зазоры металлоконструкций. Загрязнение масла Уплотнения установлены неправильно Уплотнители корпуса имеет неправильные размеры	Проверьте уплотнение совместимости с условиями. Проверить все уплотнения и выемки согласно маркировке на предмет коррозии. Убедитесь, что цилиндр правильно заполнен. Проверьте масло на наличие загрязнений. Проверить состояние всех рабочих поверхностей

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3
Перегрев цилиндра	Внутренние утечки	Тест для внутреннее давление в обход. Снимите цилиндр и осмотрите голову поршня и внутренний диаметр трубки. Удалить поршень и проверьте внутреннее уплотнение
Удар в конце хода стержня	Внутренний износ подшипника Неправильное выравнивание поршня	Снимите и осмотрите прокладки, головку поршня и подшипники. Проверьте центровку поршня
Поршневой шток не убирается	Внутренняя блокировка масляных каналов	Снимите и осмотрите головку поршня и трубки. Проверить каналы и трубопроводы на предмет закупорки. Проверка срабатывания клапана
Потеря мощности	Внутренние утечки Отказ гидравлического насоса. Неправильная настройка клапана	Снять и осмотреть головку поршня и трубки. Проверить насос и клапаны
Скольжение или дрожание стержня	Отсутствие смазки металлических частей подшипников и уплотнений	Удаление шероховатостей с поверхностей стержня или трубки. Отсутствие гидравлического давления. Вакуумирование или удаление пузырьков воздуха. Устранить слишком тугую посадку подшипников Исправить слишком тугое уплотнение

Ремонт штока гидроцилиндра.

Ремонт гидроцилиндра зачастую производится по причине повреждения штока гидроцилиндра. Повреждение штока гидроцилиндра (так называемый изогнутый стержень) может быть вызвана различными прямыми

и косвенными факторами. Они включают, но не ограничиваются, следующими причинами:

- недостаточный диаметр штока
- прочность материала
- неправильная установка цилиндра



Рисунок 1.2 - Повреждения штока гидроцилиндра

В некоторых случаях это может быть комбинация всех вышеперечисленных причин.

Как только шток продиагностирован и определен как «погнутый» или даже просто «слегка изогнутый», стоит обратить внимание на чрезмерные нагрузки на уплотнение штока, которое может привести к преждевременному выходу из строя. По крайней мере, устройство может быть недолговечно в будущем. А такое оборудование обязательно потребует ремонт штока гидроцилиндра.

Для проверки прямолинейности шток поршня он располагается на калиброванные ролики и измеряется его биение, используя цифровой манометр. Стержень устанавливается таким образом, чтобы его концы были на противоположных роликах, а измерение производится в средней точке между роликами ($L/2$).

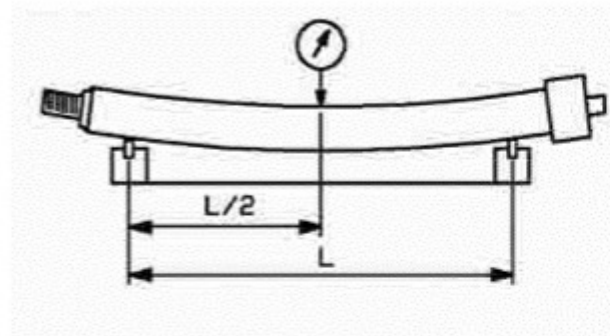


Рисунок 1.3 - Измерение изгиба штока цилиндра.

Шток должен быть как можно более прямо установлен. В практическом плане величина в 0,5 мм на погонный метр длины стержня, как правило, считается приемлемой. Рассчитать максимальное допустимую величину можно используя простую формулу, но мы не будем вдаваться в тонкости геометрии и физики.

Во многих случаях, изогнутые штоки могут быть выпрямлены с помощью прессы. Иногда можно разогнуть их без повреждения слоя хромирования, однако, если слой сильно поврежден, шток должен быть повторно хромирован или заменён.

Если шток гидроцилиндра диагностирован при измерении как «погнутый свыше допустимого предела», значит на него была оказана недопустимая нагрузка, либо шток гидроцилиндра был неверно смонтирован или неверными были расчёты прочности материала штока. Соответственно эта деталь нуждается в ремонте штока гидроцилиндра. По окончании проверки, в случае, если нагрузка на шток превышает допустимые нагрузки и восстановление невозможно или экономически нецелесообразно, мы рекомендуем произвести замену штока на новый из более высокопрочного материала. Мы также рекомендуем уделять внимание применению штока большего диаметра, чтобы предохранить шток поршня гидроцилиндра от повреждения.

2 СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГИДРОЦИЛИНДРОВ

2.1 Обоснование годовой программы участка

Для расчетов принимаем годовую программу 300 гидроцилиндров.

Годовая трудоемкость работ по участку составляет

$$T_{\text{год}} = N_{\text{год}} \cdot H = 300 \cdot 72,5 = 21750 \text{ чел.-ч.} \quad (2.1)$$

где H – трудоемкость изготовления одного гидроцилиндра, чел.-ч., (по данным предприятия);

$N_{\text{год}}$ – годовая программа участка, шт.

2.2 Выбор режима работы участка и расчет фондов времени

Режим работы участка по изготовлению гидроцилиндров выбираем следующий:

- рабочая неделя пятидневная;
- число смен $Z = 1$;
- продолжительность смены $T_{\text{см}} = 8$ ч.

Исходя из принятого режима работы участка годовые номинальные фонды времени работы оборудования $\Phi_{\text{н.о.}}$ и рабочего $\Phi_{\text{н.р.}}$ составят

$$\Phi_{\text{н.о.}} = T_{\text{см}} \cdot (D_K - D_{\text{п}} - D_{\text{в}}) \cdot Z = 8 \cdot (366 - 15 - 104) \cdot 1 = 1976 \text{ ч.} \quad (2.2)$$

$$\Phi_{\text{н.р.}} = T_{\text{см}} \cdot (D_K - D_{\text{п}} - D_{\text{в}}) = 8 \cdot (366 - 15 - 104) = 1976 \text{ ч.} \quad (2.3)$$

где $T_{\text{см}}$ – продолжительность смены, ч;

D_K – число календарных дней в году, дней;

$D_{\text{п}}$ – число праздничных дней в году, дней;

$D_{\text{в}}$ – число выходных дней в году, дней;

Z – число смен в день.

С учетом существующих коэффициентов использования, подсчитываем действительные фонды времени оборудования $\Phi_{\text{д.о.}}$ и рабочих $\Phi_{\text{др}}$

$$\Phi_{\text{д.о.}} = \Phi_{\text{н.о.}} \cdot \eta_o \quad (2.4)$$

$$\Phi_{д.р.} = \Phi_{н.р.} \cdot \eta_p \quad (2.5)$$

где η_o и η_p – коэффициенты использования соответственно оборудования и времени рабочего [1].

Для металлорежущих станков, стендов для разборочно-сборочных работ $\eta_o = 0,98$.

$$\Phi_{д.о.} = 1976 \cdot 0,98 = 1936 \text{ часов.}$$

Для термического, сварочного и моечного оборудования $\eta_o = 0,97$.

$$\Phi_{д.о.} = 1976 \cdot 0,97 = 1917 \text{ часов.}$$

Для электрогазосварщиков $\eta_p = 0,88$.

$$\Phi_{д.р.} = 1976 \cdot 0,88 = 1738 \text{ часов.}$$

Для мойщиков и испытателей $\eta_p = 0,89$.

$$\Phi_{д.р.} = 1976 \cdot 0,89 = 1759 \text{ часов.}$$

Для слесарей $\eta_p = 0,9$.

$$\Phi_{д.р.} = 1976 \cdot 0,9 = 1778 \text{ часов.}$$

2.3 Проектирование участка

Оборудование на участке располагаем таким образом, что бы обеспечить его полную загрузку. Так как программа производства небольшая, то процесс изготовления каждой детали нерационально организовывать по поточной технологии, поэтому допускается на линии изготовления детали на одном станке выполнять разные операции.

Таким образом, необходимо организовать семь технологических линий:

- 1 – линия изготовления штока;
- 2 – линия изготовления втулки;
- 3 – линия изготовления поршня;
- 4 – линия изготовления цилиндра;
- 5 – линия изготовления проушины;

6 – линия изготовления банки;

7 – линия сборки и испытания гидроцилиндра.

2.4 Расчет штата участка

Число основных производственных рабочих по отделениям рассчитывается по формулам

$$P_{уч.яв.} = \frac{T_{уч}}{\Phi_{н.р.} \cdot K} = \frac{21750}{1976 \cdot 1,05} = 10,5 \text{ чел.} \quad \text{Принимаем } P_{уч.яв.} = 11 \text{ чел.} \quad (2.6)$$

$$P_{уч.сп.} = \frac{T_{уч}}{\Phi_{д.р.} \cdot K} = \frac{21750}{1738 \cdot 1,05} = 11,9 \text{ чел.} \quad \text{Принимаем } P_{уч.сп.} = 12 \text{ чел.} \quad (2.7)$$

где $P_{уч.яв.}$ и $P_{уч.сп.}$ – соответственно явочное и списочное число рабочих, чел.;

$T_{уч}$ – трудоемкость работ по участку, чел.-ч;

$\Phi_{н.р.}$ и $\Phi_{д.р.}$ – соответственно номинальный и действительный фонды времени рабочего, ч;

K – планируемый коэффициент перевыполнения норм выработки (принимаем $K = 1,05$).

Число вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле

$$P_{вс} = 0,1 \cdot P_{сп} = 0,1 \cdot 12 = 1,2 \text{ чел.} \quad (\text{принимаем } P_{вс} = 1 \text{ чел.}) \quad (2.8)$$

Общее число производственных рабочих определим по формуле

$$P_{пп} = P_{сп} + P_{вс} = 12 + 1 = 13 \text{ чел.} \quad (2.9)$$

По разрядам рабочих распределяем согласно технологическому процессу и разряду выполняемых работ на рабочих местах следующим образом:

II разряд – 2 чел.;

III разряд – 4 чел.;

IV разряд – 5 чел.;

V разряд – 2 чел.

Средний разряд рабочих определим по формуле

$$a_{CP} = \frac{2 \cdot P_2 + 3 \cdot P_3 + 4 \cdot P_4 + 5 \cdot P_5}{P_{PP}} = \frac{2 \cdot 2 + 3 \cdot 4 + 4 \cdot 5 + 5 \cdot 2}{13} = 3,5 \quad (2.10)$$

где $P_2, P_3 \dots P_5$ – число рабочих соответствующего разряда, чел;
 P_{PP} – производственное число рабочих.

Число инженерно-технических работников (ИТР), служащих (СЛ) и младшего обслуживающего персонала (МОП) находим по формулам

$$P_{ИТР} = 0,1 \cdot P_{PP} = 0,1 \cdot 13 = 1,3 \text{ чел,} \quad (\text{принимаем } P_{ИТР} = 1), \quad (2.11)$$

$$P_{СЛ} = 0,03 \cdot P_{PP} = 0,03 \cdot 13 = 0,39 \text{ чел,} \quad (\text{принимаем } P_{СЛ} = 0), \quad (2.12)$$

$$P_{МОП} = 0,04 \cdot P_{PP} = 0,04 \cdot 13 = 0,52 \text{ чел,} \quad (\text{принимаем } P_{МОП} = 1). \quad (2.13)$$

Следовательно, число работающих на участке составит

$$P = P_{СП} + P_{ИТР} + P_{СЛ} + P_{МОП} = 13 + 1 + 0 + 1 = 15 \text{ чел.} \quad (2.14)$$

2.5 Подбор и расчет основного технологического оборудования

По данным предприятия и по маршрутным картам видим, что станочные работы при изготовлении деталей составляют 60% от общей трудоемкости.

Число металлорежущих станков определяем по формуле

$$S_{СТ} = \frac{T_{СТ} \cdot K_H}{\Phi_{д.о.} \cdot \eta_o} = \frac{13050 \cdot 1,3}{1936 \cdot 0,88} = 9,95 \text{ шт.} \quad (\text{принимаем } S_{СТ} = 10 \text{ шт.}) \quad (2.15)$$

где $T_{СТ}$ – годовая трудоемкость станочных работ, чел.-ч.;

$K_H = 1,3$ – коэффициент неравномерности загрузки, [];

$\Phi_{д.о.}$ – действительный фонд времени оборудования, ч;

По видам металлорежущие станки распределяем согласно технологическим процессам изготовления и потребности в них.

Таким образом, принимаем: фрезерных станков – 4 шт.

Токарных станков – 5 шт.

Сверлильных станков – 1 шт.

Без расчета принимаем один шлифовальный и один полировальный станок. Остальное оборудование выбираем по каталогам. При этом многие установки

разработаны на заводе. Перечень основного технологического оборудования представлен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Перечень основного технологического оборудования участка.

№	Наименование оборудования	Тип, марка	Кол., шт.	Габариты, мм.	$F_{об}, м^2$
1	Станок фрезерно-отрезной	8Г662	1	1800×1600	2,88
2	Станок фрезерно-центровальный	MP75M	1	1830×1495	2,73
3	Станок вертикально-фрезерный	6P12	2	1650×1400	4,62
4	Станок токарно-винторезный	1M63	2	2750×1230	6,77
5	Станок токарный с ЧПУ	16K20	2	3236×1135	7,35
6	Станок токарный специальный	PT60190	1	3600×1600	5,76
7	Станок радиально-сверлильный	2M55	1	3100×1400	4,34
8	Станок круглошлифовальный	3M174	1	3100×1600	4,96
9	Станок полировальный	138.0916 132	1	1600×1200	1,92
10	Ванна гальваническая		1	1600×1350	2,16
11	Электрошкаф для закалки		2	2000×1120	4,48
12	Ванна для мойки	M-112	1	1800×600	1,08
13	Верстак комплектовочный	728.030. 000	1	2100×800	1,68
14	Стенд для сборки	132.129. 0796	1	3100×600	1,86
15	Пресс пневматический	132.122. 9013A	1	800×600	0,48
16	Стенд для испытания гидроцилиндра	132.129. 0795	1	9100×1600	14,6
17	Верстак контрольный	BC-2	6	2100×700	8,82
Итого			26		76,49

2.6 Расчет площади участка

Площадь участка определим расчетным методом по формуле

$$F_{уч} = F_{об} \cdot \sigma = 76,49 \cdot 6 = 458,94 \text{ м}^2 \quad (2.16)$$

где F_{OB} – площадь, занимаемая оборудованием, м^2 ;

σ – коэффициент, учитывающий рабочие зоны и проходы [].

Так как, здание завода выполнено с пролетами 12 м, то ширину участка принимаем $B = 12$ м.

Тогда длина участка составит

$$L = \frac{F_{\text{уч}}}{B} = \frac{458,94}{12} = 38,2 \text{ м} \quad (2.17)$$

Принимаем длину участка $L = 39$ м.

2.7 Выбор подъемно-транспортного оборудования

Подъемно-транспортирующие машины выбираем согласно технологическому процессу. Перечень и техническая характеристика подъемно-транспортных машин приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Перечень подъемно-транспортных механизмов и их характеристика.

Наименование ПТМ	Кол-во, шт.	Техническая характеристика ПТМ
Кран-балка	1	Грузоподъемность, т – 2; длина рельса, м – 40; ширина пролета – 12 м; мощность электродвигателя, кВт – 1,6.
Автопогрузчик	1	Габариты, мм – 2200×1550; грузоподъемность, кг – 800.

2.8 Составление линейного графика согласования работ

Общий такт производства определим по формуле

$$\tau = \frac{\Phi_{\Pi}}{N_{\text{год}}} = \frac{1976}{1200} = 1,65 \text{ ч.} \quad (2.18)$$

где $N_{\text{год}}$ – годовая программа участка;

Φ_{Π} – фонд времени участка.

Расчетное число рабочих по каждому рабочему месту определим по формуле

$$P_p = \frac{T_p}{\tau} \quad (2.19)$$

где T_p – трудоемкость работ на определенном рабочем месте, чел.-ч.

Трудоемкость работ по видам определяем по примерному процентному распределению общей трудоемкости изготовления.

Загрузку рабочего на каждом посту определим по формуле

$$З_p = \frac{P_p}{P_{\text{пп}}} \cdot 100 \% \quad (2.20)$$

Количество рабочих мест на участке определим по формуле

$$M = \frac{T_p}{\tau \cdot P_o \cdot Z} \quad (2.21)$$

где P_o – число исполнителей на одном рабочем месте, чел. (1...4 чел)

Трудоемкость работ по каждому рабочему месту определим по формуле

$$T_{p.m} = \frac{T_p \cdot P_o}{P_{\text{пп}}} \quad (2.22)$$

где T_p – общая трудоемкость работ данного вида, чел.-ч.

Продолжительность выполнения операции по каждому рабочему месту

$$t_i = \frac{T_{p.m}}{P_{\text{пп}}} \quad (2.23)$$

Общая продолжительность цикла определяется по формуле

$$t = 1,1 \cdot t_{\text{тех}} = 1,1 \cdot 10 = 11 \text{ ч} \quad (2.24)$$

Фронт ремонта определим по формуле:

$$f = \frac{t}{\tau} = \frac{11}{1,65} = 6,7 \text{ шт.} \quad (2.25)$$

Расчет данных для построения линейного графика сведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Расчет данных для построения линейного графика согласования работ.

№ Операции	Содержание работы	Доля от H , %	Трудоемкость работы, T_p , чел.-ч.	Число рабочих		Коэффициент загрузки, K_3 , %	Число исполнителей, P_o , чел	Число рабочих мест, M	Номер рабочего места, №	Продолжительность операции, t , ч.
				Расчетное P_p , чел.	Принятое $P_{пр}$, чел.					
1	Нарезание заготовок обечайки	6	0,8	0,45	1	106,1	1	1	1	0,8
2	Вырезание заготовок днища	8	1,0	0,61				1	2	1,0
3	Стыковка заготовок	13	1,6	0,98	1	98,5	1	1	3	1,6
4	Вальцовка	8	1,0	0,61	1	113,6	1	1	4	1,0
5	Калибровка	7	0,9	0,53				1	5	0,9
6	Сварка замыкающего шва	13	1,6	0,98	1	98,5	1	1	6	1,6
7	Раскатывание днища	12	1,5	0,91	1	90,9	1	1	7	1,5
8	Сборка емкости	12	1,5	0,91	1	90,9	1	1	8	1,5
9	Утепление емкости	12	1,5	0,91	1	90,9	1	1	9	1,5
10	Испытание емкости	9	1,1	0,68	1	68,2	1	1	10	1,1
Всего		98	12,5	7,58	8	94,7				

3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ШТОКОВ ГИДРОЦИЛИНДРОВ

3.1 Обоснование необходимости и восстановления штоков гидроцилиндров

Гидросистема являются одними из самых ответственных механизмов машин, поскольку они являются грузоподъемными механизмами. Ввиду сложности и высокой точности изготовления деталей, узлов и агрегатов гидросистемы, а так же с учетом повышенных требований к герметичности их ремонтировать в условиях хозяйств практически невозможно. Поэтому возникла необходимость в организации восстановления наиболее изнашиваемой и требующей высокой точности детали гидросистемы машин – это шток гидроцилиндра.

- культиватор для междурядной обработки сельскохозяйственных культур;
- сеялка-культиватор СКС-6Л;
- автобетононасосы 581520;
- бетанонасос стационарный СБ-207А с автономным дизельным двигателем;
- бетонораздатчик круговой БРК-10;
- пожарные пеноподъемники ППП-21, ППП-21-1, ППП-32.

Во всех этих агрегатах и машинах используются силовые гидроцилиндры, которые необходимо либо восстанавливать у себя, либо закупать на стороне. Как показала практика, все детали машин экономически выгоднее восстанавливать у себя.

3.2 Разработка технологии восстановления штока гидроцилиндра

3.2.1 Характеристика детали и ее дефектов

Шток гидроцилиндров изготавливается из конструкционной стали 45 ГОСТ 1050-88. Твердость поверхности штока HRC35...45, поверхность хромирована на глубину не менее 0,02 мм, поверхность полируется до шероховатости $Ra = 0,2$ мкм. Заданная твердость достигается закалкой ТВЧ на глубину 3...5 мм.

Основным дефектом штока, который невозможно восстановить в условиях хозяйства, является износ наружной поверхности и прогиб. Износ наружной поверхности штока часто односторонний, величина износа 0,1 мм. Так же у штока изнашиваются отверстия вилки.

3.2.2 Выбор рационального способа восстановления дефектов

Известно более 100 способов устранения дефектов деталей при их восстановлении. Однако качество и стоимость работ по восстановлению деталей разными способами неодинаковы. Для обеспечения возможности целенаправленного выбора оптимального способа восстановления разработан ряд критериев. В частности, В. А. Шадричевым рекомендованы три следующих критерия:

- 1) Технологический;
- 2) Технический;
- 3) Техничко-экономический.

Рациональный способ восстановления выбирается на основании анализа каждого способа по критериям: технологическому (применяемость), техническому (износостойкость или долговечность) и технико-экономическому (себестоимость).

Критерий технологической применимости, который учитывает реальность выполнения техпроцесса восстановления данным способом.

При помощи этого критерия отбирают все способы, которые могут быть применены, но без ответа на вопрос о том, какой из них наилучший;

Критерий долговечности КД, который позволяет оценить способ восстановления с точки зрения относительной величины ресурса детали после ее восстановления.

Технико-экономический критерий, который определяется по величине относительных затрат на восстановление детали.

К рекомендованным В.А. Шадричевым критериям можно добавить еще один – критерий экологичности процесса восстановления, который может оцениваться по суммарному показателю – объему вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу или сливаемых в водный бассейн в результате восстановления данной детали.

Например, стоимость восстановления детали хромированием в большинстве случаев выше стоимости новой, в то же время долговечность хромированной детали в 2–3 раза больше, чем у новой. Казалось бы, целесообразно широко применять процесс хромирования. Однако здесь начинают диктовать свои требования условия экологичности технологического процесса. Действительно, хромирование, травление и другие процессы, применяемые при гальваническом осаждении покрытий на восстанавливаемые детали, сопровождаются выбросами в атмосферу кислотных паров, отравляющих окружающую среду, и поэтому являются нежелательными.

Исходя из приведенных критериев, наиболее целесообразно восстановление деталей партиями на специализированных ремонтных заводах, где техпроцесс является отлаженным, типовым.

В настоящее время на зарубежных заводах до начала выпуска автомобилей новой марки оценивается номенклатура восстанавливаемых деталей, т.е. заблаговременно подготавливается обеспечение процесса повторного

использования автомобилей. Этот процесс предусматривает полную утилизацию устаревших или поврежденных автомобилей и создание условий для восстановления всех деталей, кроме практически не восстанавливаемых.

В наших условиях, поверхность штока шлифуется до удаления следов износа, полируется, хромируют и полируют до номинального размера.

3.2.3 Разработка маршрутной карты восстановления штока

На этом этапе проектирования обосновывается последовательность операций устранения дефектов, составляющих маршрут. Для этого сначала составляют план операций устранения на каждый дефект. Затем производят объединение поддефектных технологий в единый технологический процесс, руководствуясь при этом принципами концентрации и дифференциации. В условиях единичного производства, используют универсальные станки, операции стремятся сделать максимально концентрированными. Весь разработанный маршрутно-технологический процесс описывается в маршрутной карте, включая контроль и перемещение детали по всем операциям в технологической последовательности с указанием данных об оборудовании, оснастке трудовых нормативов в соответствии с установленными формами.

Технологический процесс восстановления детали будет состоять из следующих операций.

Операция 005 – моечная.

Очистить деталь от загрязнений.

Операция 010 – дефектовочная.

Дефектовать шток согласно карты дефектов.

Операция 015 – прессовая.

Править изгиб.

Операция 020 – шлифовальная.

Шлифовать поверхность штока до устранения следов износа.

Операция 025 – гальваническая.

Хромировать поверхность штока.

Операция 030 – шлифовальная.

Шлифовать поверхность штока до номинального размера.

Операция 035 – полировальная.

Полировать поверхность штока до придания требуемой шероховатости.

Операция 040 – контрольная.

Проконтролировать восстановленные дефекты.

3.2.4 Разработка операционной карты

Для гальванической операции разрабатывается карта типового технологического процесса.

Площадь покрываемой поверхности:

$$F_K = \pi \cdot d \cdot L \cdot 10^{-4} = 3,14 \cdot 50 \cdot 300 \cdot 10^{-4} = 4,71 \text{ дм}^2. \quad (3.1)$$

где $d = 50 \text{ мм}$ – диаметр детали;

$L = 300 \text{ мм}$ – длина восстанавливаемой поверхности.

Сила тока:

$$I = D_K \cdot F_K = (50 \dots 75) \cdot 4,71 = 235,5 \dots 353,3 \text{ А}. \quad (3.2)$$

где $D_K = 50 \dots 75 \text{ А/дм}^2$ – плотность тока [].

Принимаем $I = 300 \text{ А}$

Толщина наращиваемого слоя:

$$h = I/2 + t_1 + Z = 0,2/2 + 0,1 + 0,1 = 0,3 \text{ мм} \quad (3.3)$$

где t_1 – глубина обработки перед хромированием, мм

Z – общий припуск на обработку после хромирования, мм.

Время выдержки деталей в ванне:

$$T_o = \frac{1000 \cdot h \cdot \gamma}{C \cdot D_k \cdot \eta_b} = \frac{1000 \cdot 0,3 \cdot 6,9}{0,323 \cdot 64 \cdot 15} = 6,7 \text{ ч.} \quad (3.4)$$

где $C = 0,323$ – электрохимический эквивалент [].

$\gamma = 6,9 \text{ г/см}^3$ – плотность осажденного металла

$\eta_b = 15\%$ - выход металла по току.

Вспомогательное время на загрузку и выгрузку деталей принимаем $T_{bc} = 0,15 \text{ ч.}$ []

Норма времени хромирования:

$$T_n = \frac{(T_o + T_{bc}) \cdot K_{пз}}{n \cdot \eta_{и}} = \frac{(6,7 + 0,15) \cdot 1,15}{4 \cdot 0,9} = 2,2 \text{ ч.} \quad (3.5)$$

где $K_{пз}$ – коэффициент, учитывающий подготовительно-заключительное и дополнительное время;

$n = 4$ – число одновременно наращиваемых деталей;

$\eta_{и}$ – коэффициент использования ванны.

3.2.5 Расчет нормы времени на шлифовальную операцию

Глубина резания при чистовом шлифовании $t = 0,01 \text{ мм}$ [].

Число проходов определим по формуле:

$$i = \frac{Z}{t} = \frac{0,1}{0,01} = 10 \quad (3.6)$$

где $Z = 0,1$ мм – толщина срезаемого слоя.

Продольная подача шлифовального круга:

$$S = S_d \cdot B_k = 0,4 \cdot 50 = 20 \text{ мм/об.} \quad (3.7)$$

где $S_d = 0,3 \dots 0,5$ – продольная подача в долях ширины круга, [];

$B_k = 50$ мм – ширина шлифовального круга.

Принимаем частоту вращения детали $n_d = 360 \text{ мин}^{-1}$.

Тогда окружная скорость детали составит:

$$V_d = \frac{\pi \cdot d \cdot n_d}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 360}{60 \cdot 1000} = 0,94 \text{ м/с.} \quad (3.8)$$

Рекомендуемые режимы шлифования: окружная скорость детали – $V_d = 0,33 \dots 1,33 \text{ м/с.}$ [].

Основное время шлифования определим по формуле:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n_d \cdot S} \cdot K = \frac{320 \cdot 10}{360 \cdot 20} \cdot 1,4 = 0,6 \text{ мин.} \quad (3.9)$$

где L – длина продольного хода стола;

$K = 1,4$ – коэффициент точности, []..

Длина продольного хода стола определяется по формуле:

$$L = l + 0,4 \cdot B_k = 300 + 0,4 \cdot 50 = 320 \text{ мм.} \quad (3.10)$$

Скорость продольного перемещения стола определяется по формуле:

$$V_{ст} = \frac{S \cdot n_d}{1000} = \frac{20 \cdot 360}{1000} = 7,2 \text{ м/мин.} \quad (3.11)$$

Вспомогательное время шлифования принимаем $T_{BC} = 0,43$ мин. [].

Дополнительное время принимаем в размере 7% от оперативного времени

Оперативное время шлифования шейки:

$$T_{OP} = T_O + T_{BC} = 0,6 + 0,43 = 1,03 \text{ мин.} \quad (3.11)$$

Тогда дополнительное время шлифования шейки составит:

$$T_{доп} = T_{OP} \cdot 0,07 = 1,03 \cdot 0,07 = 0,07 \text{ мин.} \quad (3.12)$$

Штучное время точения:

$$T_{шт} = T_{OP} + T_{доп} = 1,03 + 0,07 = 1,1 \text{ мин.} \quad (3.13)$$

Подготовительно-заключительное время шлифования принимаем $T_{ПЗ} = 16$ мин.

4 РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ СБОРКИ-СВАРКИ ГИДРОЦИЛИНДРОВ

4.1 Обоснование необходимости в разработке установки

Гильзу гидроцилиндра и нижнюю крышку гидроцилиндра соединяют сплошным непрерывным сварным швом по замкнутому контуру. К этому сварному шву предъявляются повышенные требования – сварной шов должен выдержать давление в 20 МПа. Поэтому технология сварки очень сложная. Сварной шов накладывается в три слоя. Причем свариваемые детали нагревают до 600°C, затем снижают температуру до 200°C и накладывают первый шов. Перед наложением второго и третьего швов процесс снижения температуры свариваемых деталей повторяют. Это необходимо для снятия остаточных напряжений после сварки. В настоящее время сварку производят ручным полуавтоматом в среде защитных газов (углекислый газ + аргон), причем в процессе участвуют два работника. Один работник нагревает деталь горелкой и вращает деталь, второй – работает со сварочным полуавтоматом. Для обеспечения более качественного шва и повышения производительности труда процесс сварки необходимо механизировать, при этом возможно два направления: перемещение сварочного полуавтомата вдоль шва при неподвижной детали или перемещение детали при неподвижной сварочной головке. Так как сварку необходимо производить по замкнутому кругу, то целесообразнее вращать деталь, а сварочную головку установить неподвижно.

Так как свариваемые детали имеют диаметр от 70 до 245 мм и имеет форму правильного цилиндра, то вращать деталь можно в центрах, подведя привод к детали через поводковое устройство.

					ВКР 35.03.06.234.17.УССГ.00.00.00.ПЗ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Установки для сборки-сварки гидроцилиндров	Лит.	Лист	Листов	
Разраб.		Бадретдинов Р.Р.							
Проб.		Вагизов Т.Н.							
Н. контр.		Марданов Р.Х.							
Утв.		Абдигамов Н.Р.				Казанский ГАУ каф. ТС			

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата

На стойке 9 установлен вращающийся центр 2, а на стойке 7 установлена резьбовая втулка с винтом 6. На конце винта установлен вращающийся центр 5 с колесом 8.

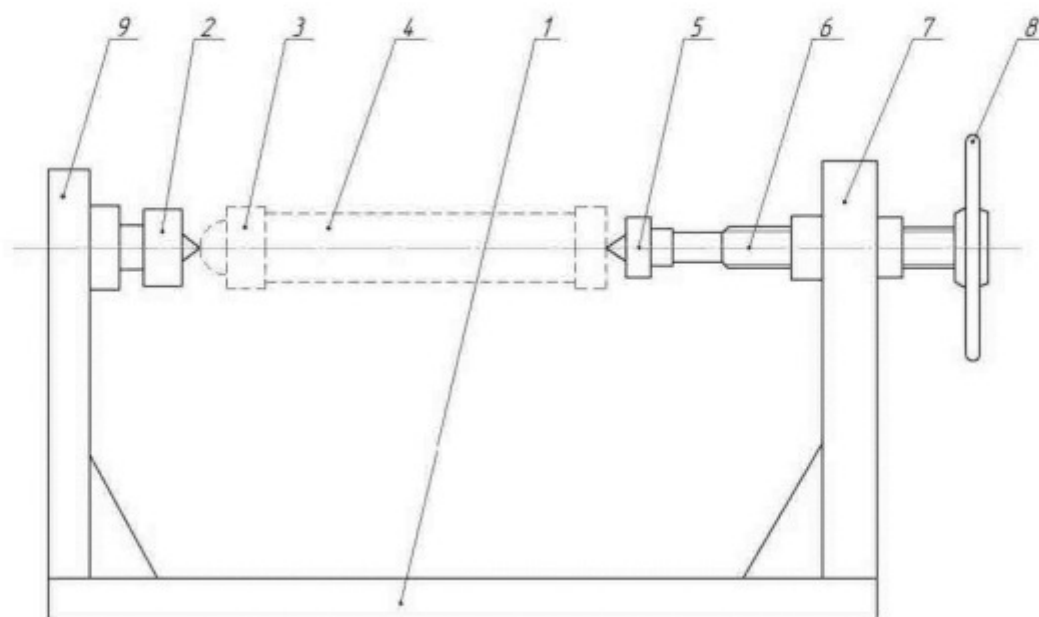
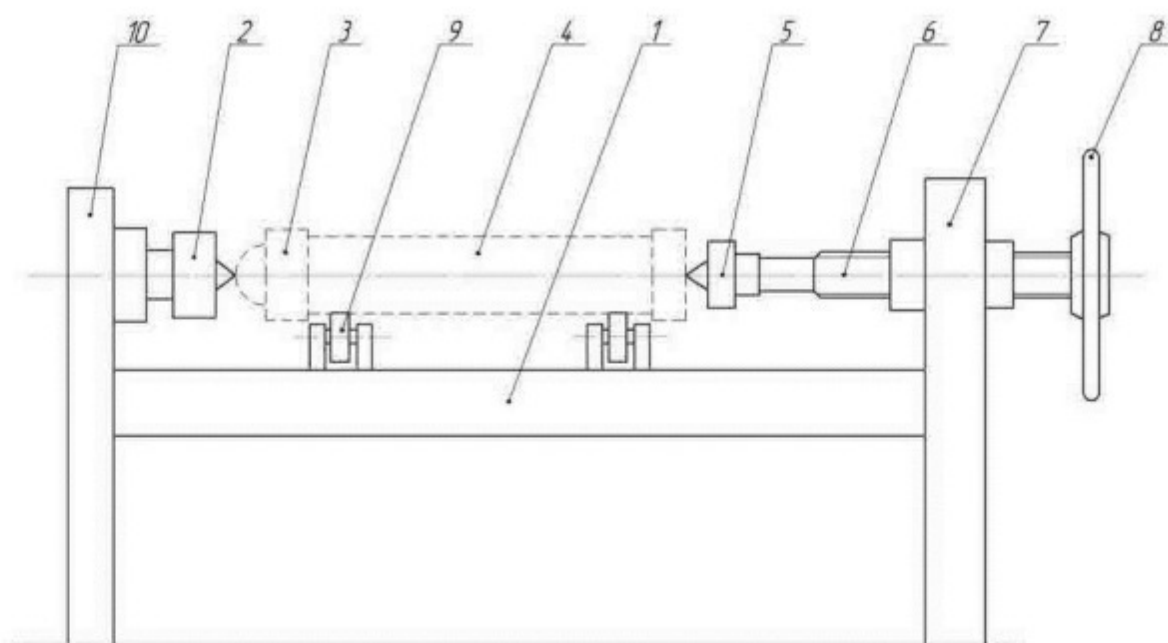


Рисунок 4.1 - Стенд для сборки-сварки гидроцилиндров по А.с. №1773956.

Устройство работает следующим образом. На гильзу гидроцилиндра с одной стороны устанавливают привариваемую крышку, с другой специальную пробку и зажимают конструкцию в центрах. Затем производят приварку крышки к гильзе. Сварку производят ручным полуавтоматом, а деталь вращают вручную.

Существует стенд для сборки-сварки гидроцилиндров разработанный на заводе АВВ (рисунок 4.2) состоящий из основания 1, на которой установлены стойки 7 и 10. На стойке 10 установлен вращающийся центр 2, а на стойке 7 установлена резьбовая втулка с винтом 6. На конце винта установлен вращающийся центр 5 с колесом 8. На основании 1 установлены поддерживающие ролики 9, с возможностью перемещения, так же стойки 7 и 10 имеют возможность перемещения вверх-вниз. Это для удобства сваривания громоздких гидроцилиндров.

Устройство работает следующим образом. Сначала устанавливают ролики на необходимом расстоянии, стойки регулируют по высоте. Затем на гильзу гидроцилиндра с одной стороны устанавливают привариваемую крышку, с другой специальную пробку и зажимают конструкцию в центрах. Затем производят приварку крышки к гильзе. Сварку производят ручным полуавтоматом, а деталь вращают вручную.



1 - основание; 2, 5 - центры вращающиеся; 3 - крышка; 4 - гильза; 6 - винт; 7, 10 - стойки; 8 - колесо; 9 - ролики поддерживающие.

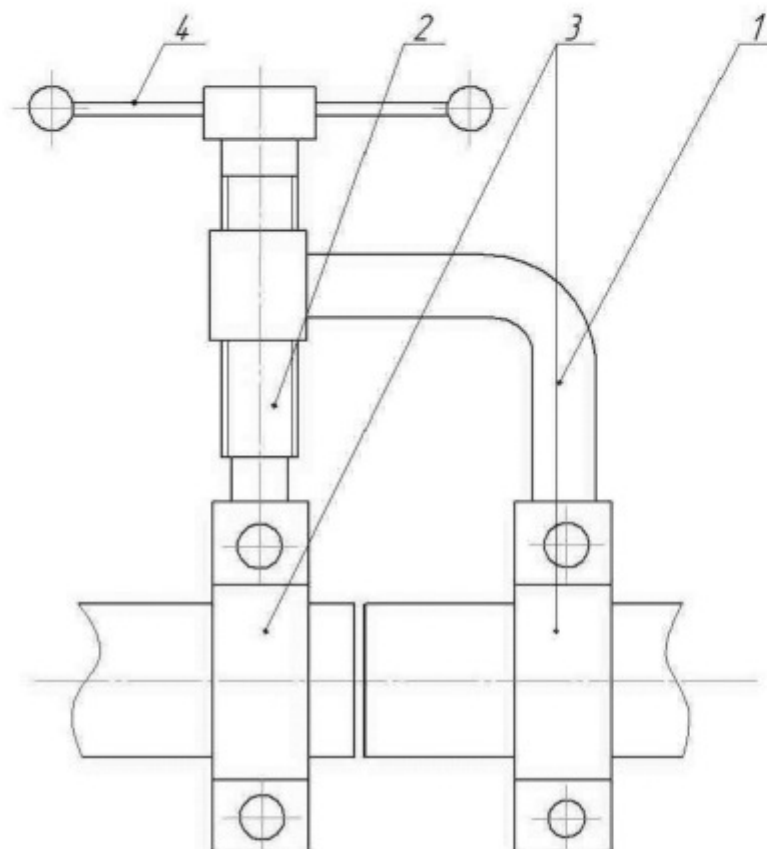
Рисунок 4.2 - Приспособление для сборки-сварки гидроцилиндров П2-805.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата										
<table border="1"> <tr> <td>Изм</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подпись</td> <td>Дата</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>					Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата										

ВКР 35.03.06.234.17.УССГ.00.00.00.ПЗ

Лист

Существует приспособление для сборки труб по А.с. №1773652 (рисунок 4.3) состоящий из стойки 1, на которой установлен захват 3. На стойке 1 установлен на резьбовой втулке винтом 2 с колесом 4. На конце винта установлен захват 3.



1 - стойка; 2 - силовой винт; 3 - захват; 4 - колесо.

Рисунок 4.3 - Приспособление для сборки труб по А.с. №1773652.

Устройство работает следующим образом. Свариваемые трубы устанавливают в захваты 3 и с помощью винта 2 и колеса 3 устанавливают трубы соосно. Затем их сваривают ручной дуговой сваркой.

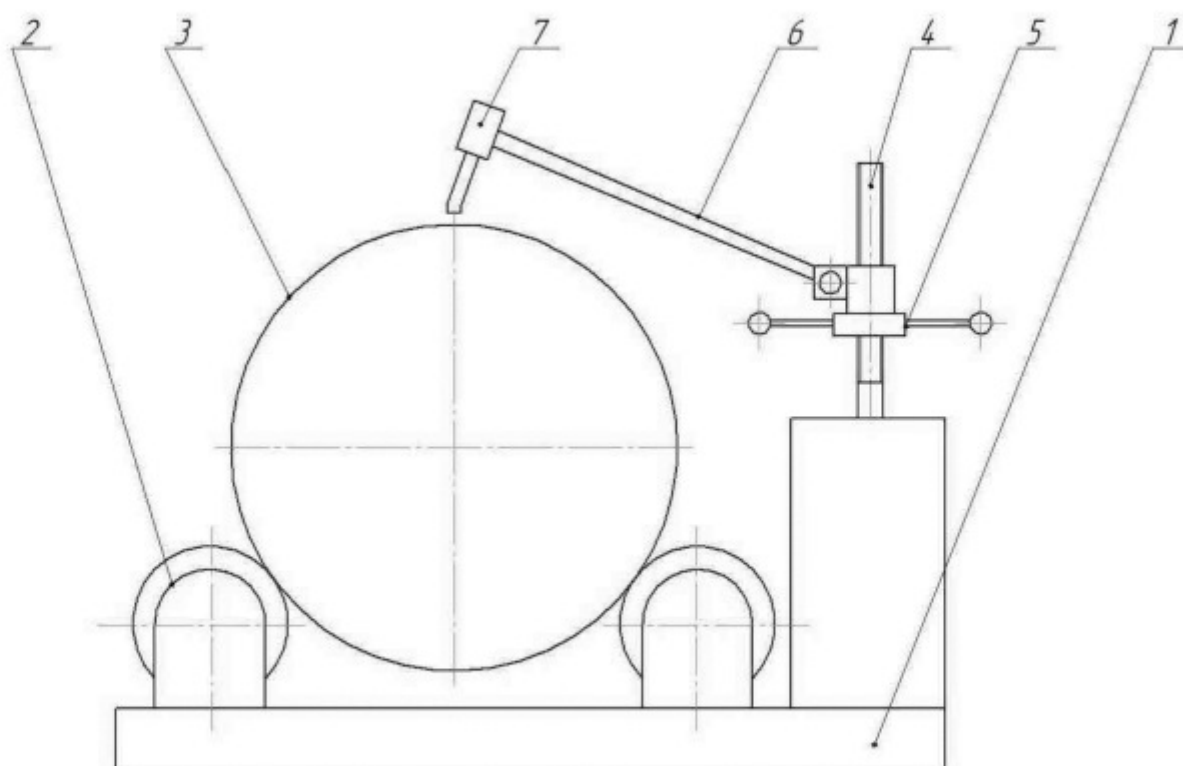
Существует стенд для сварки цилиндрических емкостей различных диаметров разработанный на заводе АБВ (рисунок 4.4) состоящий из станины 1, на которой установлены ролики 2, с возможностью изменения расстояния между ними. На станине 1 установлена стойка 4 с механизмом перемещения держатель 6, а на конце держателя установлен сварочный полуавтомат.

Инв. № подл.	Подпись и дата	
	Взам. инв. № дубл.	
	Взам. инв. № подл.	
	Взам. инв. № дубл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР 35.03.06.234.17.УССГ.00.00.00.ПЗ

Лист



1 - станина; 2 - поддерживающие ролики; 3 - емкость; 4 - стойка; 5 - колесо;
6 - держатель; 7 - сварочный полуавтомат.

Рисунок 4.4 - Стенд для сварки цилиндрических емкостей (завод АБВ).

Устройство работает следующим образом. Свариваемую деталь устанавливают на ролики, а сварочную головку подводят к месту сварки с помощью механизма перемещения держателя. Свариваемая деталь вращается от приводного ролика, благодаря чему, сварка становится автоматической.

В качестве прототипа для проектируемой установки выбираем конструкцию, разработанную на заводе АБВ (рисунок 4.2), отличающаяся тем, что для автоматизации процесса сварки на один из вращающихся центров подведем привод.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата										
<table border="1"> <tr> <td>Изм.</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подпись</td> <td>Дата</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>					Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата										
ВКР 35.03.06.234.17.УССГ.00.00.00.ПЗ				Лист										

4.3 Описание установки и принципа его работы

Установка состоит из рамы 12, на которой установлены электродвигатель 7 с редуктором 5. Электродвигатель с редуктором связан второй ременной передачей 6. На раме так же установлены стойки 2. На задней стойке установлена подшипниковая опора 3, в которой вращается вал 4 с центром. На валу установлен ведомый шкив первой ременной передачи 1. Вал центра 4 связан с крышкой гидроцилиндра поводком 13. На передней стойке установлена резьбовая втулка 10, в которой установлен шток 9 с маховиком 11. На штоке 9 установлен вращающийся центр 8.

Установка работает следующим образом.

На гильзу гидроцилиндра с одной стороны надевают заднюю крышку, а с другой специальную пробку с центровочным отверстием. Таким образом, собранную конструкцию зажимают в центрах. Затем устанавливают поводок и включают привод. Производят сварку ручным полуавтоматом.

4.4 Кинематический расчет привода установки

Согласно технологическим требованиям скорость сварки должна составлять 0,37 м/мин (0,00617 м/с).

Тогда частота вращения детали составляет:

$$n_d = \frac{60 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{60 \cdot 0,00617}{3,14 \cdot 0,15} = 0,8 \text{ мин}^{-1} \quad (4.1)$$

где V – линейная скорость емкости (скорость сварки), м/с;

d – диаметр детали, м.

Угловая скорость детали составляет:

$$\omega_d = \frac{\pi \cdot n_d}{30} = \frac{3,14 \cdot 0,8}{30} = 0,084 \text{ с}^{-1} \quad (4.2)$$

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата						
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 35.03.06.234.17.УССГ.00.00.00.ПЗ					Лист

Для привода выбираем электродвигатель закрытый обдуваемый марки 4АС71В8У3, технические характеристики которого:

Частота вращения вала двигателя – 670 мин⁻¹;

Номинальная мощность – 0,3 кВт.

Общее передаточное число привода составляет:

$$U_{\text{пр}} = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\text{д}}} = \frac{670}{0,8} = 834 \quad (4.3)$$

Выбираем редуктор червячный Ч-50 с передаточным числом $U_{\text{ред}} = 80$.

Принимаем передаточное число первой ременной передачи $U_{\text{рем.1}} = 3$.

Передаточное число ременной передачи составит:

$$U_{\text{рем.2}} = \frac{U_{\text{пр}}}{U_{\text{ред}} \cdot U_{\text{рем.1}}} = \frac{834}{80 \cdot 3} = 3,5 \quad (4.4)$$

Причем шкивы второй ременной передачи представляют собой вариаторы, что дает возможность регулирования передаточного числа передачи с 3 до 4. Это позволяет сваривать детали разного диаметра с постоянной скоростью сварки.

4.5 Расчет клиноременных передач

Первая ременная передача.

Выбираем сечение ремня A [].

Минимальный диаметр ведущего шкива для ремня сечения A принимаем $d_1 = 90$ мм [].

Тогда диаметр ведомого шкива составит:

$$d_2 = d_1 \cdot U_{\text{рем.1}} = 90 \cdot 3 = 270 \text{ мм.} \quad (4.5)$$

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата						
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 35.03.06.234.17.УССГ.00.00.00.ПЗ					Лист

Вторая ременная передача.

Выбираем сечение ремня A [].

Минимальный диаметр ведущего шкива для ремня сечения A принимаем $d_1 = 90$ мм. []

Тогда диаметр ведомого шкива составит:

$$d_2 = d_1 \cdot U_{PEM} = 90 \cdot 3,5 = 315 \text{ мм.} \quad (4.6)$$

4.6 Расчет сварного шва стойки на прочность

Сварочное соединение стойки с рамой силой F .

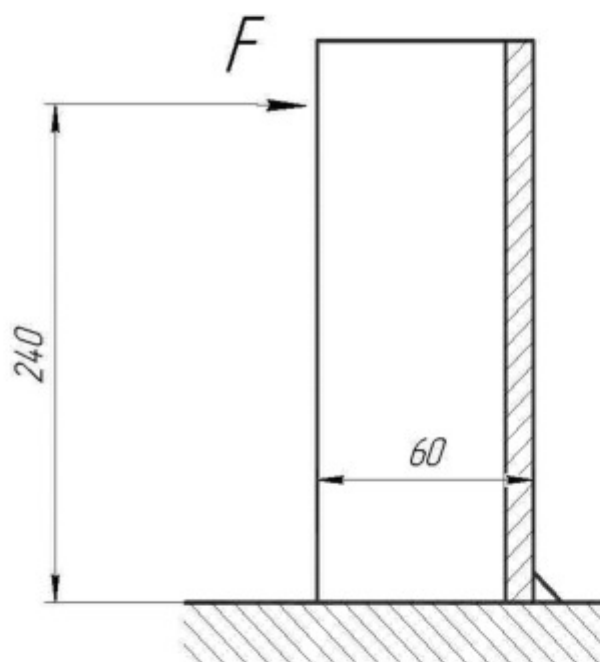


Рисунок 4.5 - Схема нагружения сварного шва.

Условие прочности для сварочного соединения запишется так:

$$\tau_M = \frac{6 \cdot M}{0,7 \cdot k \cdot 2 \cdot l^2} \leq [\tau_M] \quad (4.7)$$

где M – изгибающий момент, Н·мм;

0,7 – коэффициент, переводящий длину катета в длину биссектрисы;

Инв. № подл.	Подпись и дата			
	Взам. инв. № дубл.			
	Взам. инв. № подл.			
	Взам. инв. № дубл.			
ВКР 35.03.06.234.17.УССГ.00.00.00.ПЗ Лист				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Сварочное соединение стойки с рамой силой F .

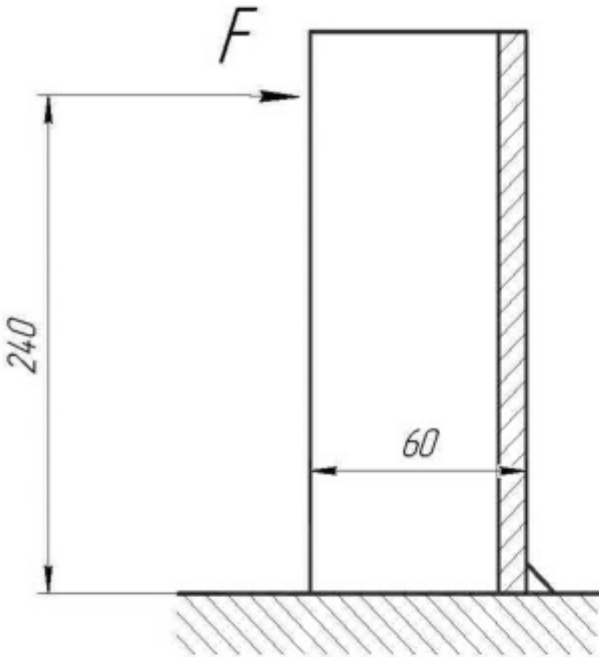


Рисунок 4.5 - Схема нагружения сварного шва.

Условие прочности для сварочного соединения запишется так:

$$\tau_M = \frac{6 \cdot M}{0,7 \cdot k \cdot 2 \cdot l^2} \leq [\tau_M] \tag{4.7}$$

где M – изгибающий момент, Н·мм;
0,7 – коэффициент, переводящий длину катета в длину биссектрисы;

$k = 4$ мм – длина катета сварного шва;

$l = 60$ мм – длина сварного шва;

$[\tau_M] = 80$ МПа – допустимые напряжения в сварном шве.

Изгибающий момент, действующий на сварной шов, определим по формуле:

$$M = F \cdot L = 500 \cdot 240 = 120000 \text{ Н} \cdot \text{мм}. \quad (4.8)$$

где $F = 500$ Н – усилие сжатия гидроцилиндра;

$L = 240$ мм – плечо приложения силы.

Тогда напряжения в шве от изгибающего момента составят:

$$\tau_M = \frac{6 \cdot 120000}{0,7 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 60^2} = 35,7 \text{ МПа} < 80 \text{ МПа}.$$

Прочность сварного шва обеспечена.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата						
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 35.03.06.234.17.УССГ.00.00.00.ПЗ					Лист

5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

5.1 Обеспечение условий и безопасность труда на производстве

В соответствии с Положением об организации работы по охране труда на предприятиях и в организациях агропромышленного комплекса ответственность за организацию работ по охране труда возлагается на директора. Ответственных за состояние охраны труда в цехах и на производственных участках ежегодно назначает директор приказом по предприятию. Также должна иметься штатная должность специалиста по охране труда, который координирует деятельность всех структурных подразделений предприятия по вопросам охраны труда, организует контроль за работой по созданию здоровых и безопасных условий труда рабочих и организует обучение по охране труда.

Обучение рабочих безопасности труда должна производиться в кабинете охраны труда, который оснащен необходимыми наглядными пособиями и материалами. Обучение должна проводиться в соответствии с Положением о профессиональной подготовке в области охраны труда в Республике Татарстан. В цехах и на производственных участках должны быть уголки по технике безопасности. На предприятиях необходимо проводить следующие виды инструктажей по охране труда: вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой. Вводный инструктаж проводится специалистом по охране труда при приеме на работу и регистрируется в «Журнале регистрации вводного инструктажа» с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего. Первичный инструктаж на рабочем месте, повторный и внеплановый инструктажи проводятся на рабочем месте руководителями подразделений и регистрируются в «Журнале регистрации инструктажа на рабочем месте» с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего. Целевой инструктаж проводится перед началом работ повышенной опасности, на которые оформляется наряд-допуск.

В разделе 4 ВКР разработана установка для сборки-сварки крышки и гильзы гидроцилиндров. Установка содержит раму, на которой установлены прижимы, электродвигатель, ременная передача, червячный редуктор.

Привод содержит электродвигатель, который в целях электробезопасности необходимо заземлить.

Принцип действия защитного заземления заключается в превращении замыкания на корпус в однофазное короткое замыкание с целью создания большого тока, способного обеспечить срабатывание защиты, отключающей электродвигатель от питающей сети. Такой защитой может служить предохранитель, ток плавкой вставки которого необходимо рассчитать.

Пусковой ток I_{Π} электродвигателя в амперах рассчитываем по формуле:

$$I_{\Pi} = \frac{1000 \cdot K_{\Pi} \cdot P}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{л}} \cdot \cos \varphi \cdot \eta_{\text{д}}} \quad (5.1)$$

где K_{Π} – кратность пускового тока электродвигателя;

P – мощность электродвигателя, кВт;

$U_{\text{л}}$ – линейное напряжение электросети, В;

$\cos \varphi$ и $\eta_{\text{д}}$ – коэффициент мощности и кпд электродвигателя;

По паспортным данным для электродвигателя 4AC71B8Y3:

$P = 0,3$ кВт; $\cos \varphi = 0,61$; $\eta_{\text{д}} = 0,5$; $K_{\Pi} = 6$.

Тогда

$$I_{\Pi} = \frac{1000 \cdot 6 \cdot 0,3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,61 \cdot 0,5} = 9 \text{ А.}$$

Ток плавкой вставки вычислим по формуле [1]:

$$I_{\text{ПР}} = 0,4 \cdot I_{\Pi} = 0,4 \cdot 9 = 3,6 \text{ А.} \quad (5.2)$$

Выбираем предохранитель типа ПРС-6 с током плавкой вставки 4А [1].

При выполнении электросварочных работ дополнительно возникает опасность поражения людей электрическим током. Вероятность наступления такого события увеличивается при нарушении правил эксплуатации применяемого оборудования, его неисправности, а также при плохой изоляции трансформаторов, поврежденной изоляции питающих кабелей. При

выполнении перечисленных далее правил безопасности можно предупредить возможные ситуации, влекущие за собой травмирование работающих.

Электросварочные агрегаты подключают к сети и отключают от нее, а также наблюдают за их исправным состоянием в процессе эксплуатации аттестованные электромонтеры. Со стороны питающей сети сварочные установки должны быть защищены предохранителями или автоматическими выключателями. Длина проводов между питающей сетью и передвижным сварочным агрегатом не должна превышать 10 м. Запрещается применять электрические кабели с поврежденной изоляцией, а также заменять их проводами другой марки. В передвижных сварочных агрегатах обратный провод изолируют так же, как и провод, присоединяемый к электрододержателю. Это требование не распространяется на те случаи, когда свариваемое изделие служит обратным проводом. Присоединение провода к электрододержателю и обратного провода к свариваемому изделию должно быть надежным, и его выполняют с помощью механических зажимов. Место присоединения провода к электрододержателю изолируют. Соединяют сварочные провода способом горячей пайки, сварки или посредством соединительных муфт с изолирующей оболочкой. Места паяных или сварных соединений проводов тщательно изолируют.

Запрещается:

Работать без защитных щитков и очков со специальными стеклами (необходимо использовать стекла-светофильтры марки Э-3 при сварочном токе 200...400А;

Выполнять сварочные работы на расстоянии менее 10 м от легковоспламеняющихся и огнеопасных материалов;

Хранить в сварочном помещении и на расстоянии менее 10 м от места сварки легковоспламеняющиеся материалы;

Выполнять электросварку без заземления сварочных агрегатов, сварочных плит, столов и изолированных свариваемых деталей; использовать для заземления голые алюминиевые провода;

Вести электросварку при плохой изоляции проводов, идущих от сварочных машин к щитам и от щитов к местам сварки;

Прикасаться голой рукой к электрододержателю (заменять электроды можно только в брезентовых рукавицах);

Оставлять включенной электросварочную установку по окончании работы или при временном уходе.

В ходе производства заготовки, а так же готовые изделия перемещают по цеху с одного рабочего места на другое кран-балками, поэтому требованиям безопасности при строповочных работах на участке уделяется много внимания.

К строповочным работам допускают лиц, не моложе 18 лет, прошедших медицинское освидетельствование и признанных годными к данному виду работ, специально обученных и имеющих соответствующее удостоверение. Повторную проверку знаний у этих лиц проводят не реже одного раза в год.

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

6.1 Экономическое обоснование установки для сборки-сварки гидроцилиндров

Затраты на изготовление и модернизацию установки для сборки-сварки гидроцилиндров определяют по формуле:

$$C_{ц.констр.} = C_k + C_{о.д.} + C_{п.д.} \cdot K_{нац} + C_{сб.п.} + C_{оп} + C_{накл.}, \quad (6.1)$$

где C_k – стоимость изготовления корпусных деталей, руб.;

$C_{о.д.}$ – затраты на изготовление оригинальных деталей, руб.;

$C_{п.д.}$ – цена покупных деталей, изделий, агрегатов по прейскуранту;

$C_{сб.п.}$ – заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке установки для сборки-сварки гидроцилиндров, руб.;

$C_{оп}$ – общепроизводственные накладные расходы на изготовление установки для сборки-сварки гидроцилиндров, руб.;

$C_{накл.}$ – накладные расходы, руб.;

$K_{нац}$ – коэффициент, учитывающий разницу между прейскурантной ценой и балансовой стоимостью установки для сборки-сварки гидроцилиндров ($K_{нац}=1,4 \dots 1,5$).

Стоимость изготовления корпусных деталей установки для сборки-сварки гидроцилиндров определяют по формуле:

$$C_k = Q_{п.} \cdot Ц_{к.д.}, \quad (6.2)$$

где $Q_{п.}$ – масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей установки для сборки-сварки гидроцилиндров, кг.;

$Ц_{к.д.}$ – средняя стоимость 1 кг готовых деталей, руб.

$$C_k = 25 \times 80 = 2000 \text{ руб.}$$

Затраты на изготовление оригинальных деталей установки для сборки-сварки гидроцилиндров определяют по формуле:

$$C_{о.д.} = C_{зп} + C_{м.}, \quad (6.3)$$

где $C_{зп}$ – заработная плата производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей, руб.;

C_M – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, руб.

Заработную плату производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей установки для сборки-сварки гидроцилиндров определяют по формуле:

$$C_{\text{зп}} = C_{\text{пр}} + C_{\text{доп}} + C_{\text{соц}}, \quad (6.4)$$

где $C_{\text{пр}}$ – основная заработная плата, руб.;

$C_{\text{д}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$C_{\text{соц}}$ – начисления по социальному страхованию, руб.

Основную заработную плату определяют по формуле:

$$C_{\text{пр}} = Z_{\text{ч}} \cdot T_{\text{ср}} \cdot K_t, \quad (6.5)$$

где $T_{\text{ср}}$ – средняя трудоемкость на изготовление оригинальных деталей, чел.·час;

$Z_{\text{ч}}$ – часовая ставка рабочих, руб.;

K_t – коэффициент учитывающий доплаты к основной зарплате, ($K_t=1,025 \dots 1,03$).

$$C_{\text{пр}} = 110 \times 18 \times 1,03 = 2039 \text{ руб.}$$

Дополнительную заработную плату определяют по формуле:

$$C_{\text{доп}} = \frac{(5 \dots 12) \cdot C_{\text{пр}}}{100}. \quad (6.6)$$

$$C_{\text{доп}} = \frac{10 \times 2039}{100} = 204 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию определяют по формуле:

$$C_{\text{соц}} = \frac{4,4 \cdot (C_{\text{пр}} + C_{\text{д}})}{100}. \quad (6.7)$$

$$C_{\text{соц}} = \frac{4,4 \times (2039 + 204)}{100} = 98 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{зп}} = 2039 + 204 + 98 = 2341 \text{ руб.}$$

Стоимость материала заготовок определяют по формуле:

$$C_M = \Pi \cdot Q_3, \quad (6.8)$$

где Ц – цена 1 кг материала заготовок, руб.;

Q_3 – масса заготовки, кг.

Массу заготовки определяют из выражения:

$$Q_3 = \frac{Q_d}{K_3}, \quad (6.9)$$

где Q_d – масса детали, кг;

$$Q_{\text{заг}} = \frac{1,4}{0,7} = 2 \text{ кг.}$$

$$C_M = 25 \times 2 = 50 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{од}} = 2341 + 50 = 2391 \text{ руб.}$$

K_3 – коэффициент использования массы заготовки ($K_3 = 0,29 \dots 0,99$).

Зарботную плату производственных рабочих, занятых на сборке установки для сборки-сварки гидроцилиндров определяют по формуле:

$$C_{\text{зн.сб.п}} = C_{\text{сб}} + C_{\text{д.сб}} + C_{\text{соц.сб}}, \quad (6.10)$$

где $C_{\text{сб}}$, $C_{\text{д.сб}}$, $C_{\text{соц.сб}}$ – соответственно, основная и дополнительная зарплата, начисления по социальному страхованию, руб.

Основную зарботную плату рабочих, занятых на сборке установки для сборки-сварки гидроцилиндров определяют по формуле:

$$C_{\text{сб}} = T_{\text{сб}} \cdot C_{\eta} \cdot K_t, \quad (6.11)$$

где $T_{\text{сб}}$ – трудоемкость на сборку установки для сборки-сварки гидроцилиндров, чел.·час.

$$C_{\text{сб}} = 4 \times 110 \times 1,03 = 453 \text{ руб.}$$

Дополнительную зарботную плату определяют по формуле:

$$C_{\text{д.сб}} = \frac{(5 \dots 12) C_{\text{сб}}}{100}, \quad (6.12)$$

$$C_{\text{д.сб}} = \frac{10 \times 453}{100} = 45 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию определяют по формуле:

$$C_{\text{соц.сб}} = \frac{4,4(C_{\text{сб}} + C_{\text{д.сб}})}{100}. \quad (6.13)$$

$$C_{\text{соц.сб}} = \frac{4,4 \times (453 + 45)}{100} = 22 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{зп.сб.л}} = 453 + 45 + 22 = 520 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные накладные расходы на изготовление установки для сборки-сварки гидроцилиндров определяют по формуле:

$$C_{\text{оп}} = \frac{C_{\text{пр}}^1 \cdot \Pi_{\text{оп}}}{100}, \quad (6.14)$$

где $C_{\text{пр}}^1$ – основная заработная плата рабочих, участвующих в изготовлении установки для сборки-сварки гидроцилиндров, руб.;

$\Pi_{\text{оп}}$ – процент общепроизводственных расходов, ($\Pi_{\text{оп}} = 69,5$).

$$C_{\text{оп}} = \frac{2039 \times 69,5}{100} = 1417 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{констр}} = 2000 + 2391 + 2000 + 520 + 1417 = 8328 \text{ руб.}$$

Таблица 6.1 - Исходные данные для расчета технико-экономических показателей установки для сборки-сварки гидроцилиндров.

№ п/п	Наименование	Ед.измерения	Знач. показателя	
			исходный	проектир.
1	Масса установки для сборки-сварки гидроцилиндров	кг	40	45
2	Балансовая стоимость	руб.	6400	8328
3	Количество обслуживающего персонала	Чел.	1	1
4	Разряд работы	разряд	4	4
5	Тарифная ставка	руб./чел.ч	110	110
6	Норма амортизации	%	13	13
7	Норма затрат на ремонт и техническое обслуживание	%	8	8
8	Годовая загрузка установки для сборки-сварки гидроцилиндров	ч	200	200
9	Время 1 цикла	ч	0,9	0,6

При расчетах показатели базового (существующего) варианта обозначаются как X_0 , а проектируемого как X_1 .

Расчет технико-экономических показателей по обоим вариантам проводится в такой последовательности:

на стационарных работах периодического действия:

$$W_{\text{ц}} = \frac{60 \cdot q \cdot \gamma \cdot \tau}{T_{\text{ц}}}, \quad (6.15)$$

где $T_{\text{ц}}$ – время одного рабочего цикла, мин.

τ – коэффициент использования рабочего времени смены ($\tau = 0,60 \dots 0,95$).

$$W_{\text{ц}0} = \frac{60 \times 0,9}{54} = 1 \text{ шт/час.}$$

$$W_{\text{ц}1} = \frac{60 \times 0,9}{36} = 1,5 \text{ шт/час.}$$

Металлоемкость процесса определяют по формуле:

$$M_{\text{е}} = \frac{G}{W_{\text{з}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}}, \quad (6.16)$$

где G – масса установки для сборки-сварки гидроцилиндров, кг;

$T_{\text{год}}$ – годовая загрузка установки для сборки-сварки гидроцилиндров, час;

$T_{\text{сл}}$ – срок службы установки для сборки-сварки гидроцилиндров, лет.

$$M_{\text{е}0} = \frac{40}{1 \times 200 \times 5} = 0,04 \text{ кг/шт.}$$

$$M_{\text{е}1} = \frac{45}{1,5 \times 200 \times 5} = 0,03 \text{ кг/шт.}$$

Фондоемкость процесса определяют по формуле:

$$F_{\text{е}} = \frac{C_{\text{б}}}{W_{\text{з}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (6.17)$$

где $C_{\text{б}}$ – балансовая стоимость установки для сборки-сварки гидроцилиндров, руб.

$$F_{\text{е}0} = \frac{5400}{1 \times 200} = 32 \text{ руб./шт.}$$

$$F_{e1} = \frac{8328}{1,5 \cdot 200} = 28 \text{ руб./шт.}$$

Трудоемкость процесса находят из выражения:

$$T_e = \frac{n_p}{W_z}, \quad (6.18)$$

где n_p – количество рабочих, чел.

$$T_{e0} = \frac{1}{1} = \text{чел. ч/шт.}$$

$$T_{e1} = \frac{1}{1,5} = 0,66 \text{ чел. ч/шт.}$$

Энергоемкость процесса находят из выражения:

$$\mathcal{E}_e = \frac{N_e}{W_q}, \quad (6.19)$$

где N_e – мощность потребляемая установкой.

$$\mathcal{E}_{e0} = - \text{кВт/ед.}$$

$$\mathcal{E}_{e1} = \frac{0,3}{1,5} = 0,2 \text{ кВт/ед.}$$

Себестоимость работы определяют по формуле:

$$S = C_{\text{зп}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рто}} + A \quad (6.20)$$

Затраты на заработную плату определяют по формуле:

$$C_{\text{зп}} = Z \cdot T_e, \quad (6.21)$$

$$C_{\text{зп}0} = 110 \times 1 = 110 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{\text{зп}1} = 110 \times 0,66 = 72,6 \text{ руб./шт.}$$

Затраты на электроэнергию определяют по формуле:

$$C_{\text{э}} = \Pi_{\text{э}} \cdot \mathcal{E}_e, \quad (6.22)$$

где $\Pi_{\text{э}}$ – комплексная цена электроэнергии, руб./кВт.

$$C_{\text{эл}1} = - \text{руб.}$$

$$C_{\text{эл}2} = 2,88 \times 0,2 = 0,6 \text{ руб.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяют по формуле:

$$C_{\text{рто}} = \frac{C_0 \cdot H_{\text{рто}}}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (6.23)$$

где $H_{\text{рто}}$ – суммарная норма затрат на ремонт и техобслуживание, %.

$$C_{\text{рто0}} = \frac{6400 \times 8}{100 \times 1 \times 200} = 2,56 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{\text{рто1}} = \frac{8328 \times 8}{100 \times 1,5 \times 200} = 2,22 \text{ руб./шт.}$$

Амортизационные отчисления по конструкции определяют по формуле:

$$A = \frac{C_0 \cdot a}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (6.24)$$

где a – норма амортизации %.

$$A_0 = \frac{6400 \times 13}{100 \times 1 \times 200} = 4,16 \text{ руб./шт.}$$

$$A_1 = \frac{8328 \times 13}{100 \times 1,5 \times 200} = 3,61 \text{ руб./шт.}$$

$$S_0 = 110 + 2,56 + 4,16 = 116,72 \text{ руб./шт.}$$

$$S_1 = 72,6 + 2,22 + 3,61 + 0,6 = 79,03 \text{ руб./шт.}$$

Приведенные затраты определяют по формуле:

$$C_{\text{прив}} = S + E_{\text{н}} \cdot F_{\text{е}} = S + E_{\text{н}} \cdot k, \quad (6.25)$$

где $E_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, равный 0,15;

$F_{\text{е}}$ – фондоемкость процесса, руб./ед;

k – удельные капитальные вложения, руб./ед.

$$C_{\text{прив0}} = 116,72 + 0,15 \times 32 = 121,52 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{\text{прив1}} = 79,03 + 0,15 \times 28 = 83,23 \text{ руб./шт.}$$

Годовую экономию определяют по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}. \quad (6.26)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (116,72 - 79,03) \times 1,5 \times 200 = 11307 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяют по формуле:

$$E_{\text{год}} = (C_{\text{прив}}^0 - C_{\text{прив}}^1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}.$$

$$E_{\text{год}} = (121,52 - 83,23) \times 1,5 \times 200 = 11487 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяют по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{б1}}}{\mathcal{E}_{\text{год}}}, \quad (6.27)$$

где $C_{\text{б1}}$ – балансовая стоимость спроектированной установки для сборки-сварки гидроцилиндров, руб.

$$T_{\text{ок}} = \frac{8328}{11307} = 0,7 \text{ года}.$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{C_{\text{б}}}. \quad (6.28)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{11307}{8328} = 1,3.$$

Таблица 6.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности установки для сборки-сварки гидроцилиндров.

№ п/п	Наименование показателей	Базовый	Проект
1	Часовая производительность, ед./ч.	1	1,5
2	Фондоемкость процесса, руб./ед.	32	28
3	Энергоемкость процесса, кВт/ед.	-	0,2
4	Металлоемкость процесса, кг./ед.	0,04	0,03
5	Трудоемкость процесса, чел*ч./ед.	1	0,66
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.	116,72	79,03
7	Уровень приведенных затрат, руб./ед.	121,52	83,23
8	Годовая экономия, руб.	-	11307
9	Годовой экономический эффект, руб.	-	11487
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	-	0,7
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	1,3

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработанные мероприятия в выпускной работе по восстановлению позволяет значительно увеличить послеремонтный ресурс детали по сравнению с другими технологиями восстановления.

2. Разработанная установка для сборки-сварки гидроцилиндров на сегодняшний день обеспечивает безопасность работ, высокую производительность, качество и удобство выполнения операций.

3. Применение установки для сборки-сварки гидроцилиндров в условиях ремонтных предприятий позволяет получить годовую экономию 11307 рублей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адигамов Н.Р. Методическое пособие к курсовой работе по дисциплине «Ремонт машин» [Текст] / Н.Р. Адигамов, Т.Н. Вагизов, И.Х. Гималтдинов - Казань «Казанский ГАУ», 2013. – С 40.
2. Адигамов Н.Р. Методические указания по выполнению выпускной квалификационной работе бакалавров. [Текст] / Н.Р. Адигамов, Г.И. Кондратьев, Г.Р. Муртазин, Р.Р. Шайхутдинов., Т.Н. Вагизов., И.Х. Гималтдинов, Р.Р. Ахметзянов // метод. Указания – Казань «Казанский ГАУ», 2015.-60с.
3. Булгариев Г.Г., Методические указания по выполнению экономической части дипломного проекта для студентов-очников специальности 110304 – «Технология обслуживания и ремонта машин в АПК» [Текст] / Г.Г. Булгариев, Р.К. Абдрахманов, А.Р. Валиев // - Казань «Казанский ГАУ», 2006.
4. Кондратьев Г.И., Методические указания для практических и самостоятельных работ по дисциплине «Методы расчета надежности технических систем» [Текст] / Г.И. Кондратьев, Р.Р. Шайхутдинов // метод. Указания – Казань «Казанский ГАУ», 2015.-44с.
5. Киямов И.М., Расчет сварных и резьбовых соединений [Текст] / И.М. Киямов, Яхин С.М. // методические указания для выполнения домашнего задания по деталям машин и основам конструирования - Казань, КГСХА, 2004
6. Шамсутдинов Ф.А. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине “Детали машин и основы конструирования” [Текст] / Ф.А. Шамсутдинов, Г.В. Пикмуллин // - Казань: КГАУ, 2015. С 142
7. Мудров А.Г. Методические указания к разработке сборочного чертежа курсового проекта по Деталям машин и основам конструирования [Текст] / А.Г. Мудров // - Казань, КГАУ, 2010. С 80.

8. Мудров А.Г. Методические указания к выполнению рабочих чертежей по курсовому проектированию “Детали машин и основы конструирования” [Текст] / А.Г. Мудров // - Казань, КГАУ, 2011. С 68.
9. Гулиа Н.В. Детали машин [Текст] / Н.В.Гулиа, В.Г.Клоков, С.А.Юрьев // 2010 (ЭБС «Лань» ISBN-978-5-8114-1091-0), 2-е изд.-416 с.
10. Чернилевский Д.В. Детали машин и основы конструирования [Текст] / Чернилевский Д.В. // М.: Машиностроение, 2006. С 656.
11. Берлинов М.В. Расчет оснований и фундаментов [Текст] / М.В. Берлинов, Б.А.Ягупов. // (ЭБС «Лань», 2011, 1-е изд.-288 с.).
12. Маталин, А.А. Технология машиностроения [Текст] / А.А. Маталин // (ЭБС «Лань», 2010, 512 с).
13. Курмаз Л.В., Детали машин. Проектирование [Текст] / Л.В. Курмаз, А.Т. Скойбеда // Справочное учебно-методическое пособие. - М.: Высшая школа, 2005. С309.
14. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин [Текст] / Дунаев П.Ф. Леликов О.П. - М.: Высшая школа, 2005. С 447.
15. Шелофаст В.В. Основы проектирования машин. [Текст] / В.В. Шелофаст – М.: Изд-во АПИМ, 2005.-472 С.
16. Сигаев Е.А. Сопротивление материалов. [Текст] / Е.А. Сигаев - Кемерово: Кузбассвузиздат, 2002. С 227.
17. Леонов О. А. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] / О. А. Леонов, В. В. Карпузов, Н. Ж. Шкаруба // - М.: Колос, 2009. –С 568.
18. Богатырев А.В. Тракторы и автомобили [Текст] / А.В Богатырев, В.Р. Лехтер // Учебник - М. Колос, 2008. С392.
19. Пучин Е.А. Технология ремонта машин [Текст] / Е.А. Пучин, О.Н. Дидманидзе, В.С. Новиков // учебник для вузов – Москва УМЦ «ТРИАДА».- Т.1, 2006.- С 348.
20. Черноиванов В.И. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве. [Текст] / В.И. Черноиванов В.В. Бледных, А.Э. Северный

и др. // Челябинск: ГОСНИТИ, ЧГАУ – изд. 2-ое перераб. и доп. – М.:, 2003 г. – С 992.

21. Яговкин А.И. Организация производства технического обслуживания и ремонта машин [Текст] / А.И. Яговкин. // учебн. пособие для студ. высш. учебн. заведений 2-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. - С 400.

22. Варнаков В.В. Технический сервис машин сельскохозяйственного назначения. [Текст] / В.В. Варнаков, В.В. Стрельцов, В.Н. Попов, В.Ф. Карпенков. // М.: Колос, 2000. С 256.

23. Курчаткин В.В. Оборудование ремонтных предприятий. [Текст] / В.В. Курчаткин, К.А. Ачкасов, Н.Ф. Тельнов, и др.; Под редакцией В.В. Курчаткина // М.: Колос, 1999. С 232.

24. Алексеев, В.П. Основы научных исследований и патентование [Электронный ресурс]: учебник / В.П. Алексеев, Д.В. Озеркин. — Электрон. дан. — М.: ТУСУР (Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники), 2012. — 172 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4938.

25. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности [Текст] / С.В.Белов, В.А.Девисилов, А.В.Ильницкая и др. // Учебник для вузов. Под общей ред. С.В.Белова. -8-е издание – М.: Высшая школа, 2009. С 616.

26. Девисилов В.А. Охрана труда: учебник [Текст] / В.А. Девясилов - 4-е издание перераб. и доп.// – М.: Форум, 2009. С 496.

27. Курдюмов В.И. Проектирование и расчет средств обеспечения безопасности [Текст] / В.И. Курдюмов, Б.И. Зотов. // М. Колос, 2005. С 216.

28. Кукин П.П. Безопасность жизнедеятельности. [Текст] / П.П.Кукин, В.Л.Лапин, Н.Л.Пономарев. // Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда. Учебное пособие для вузов. М.: Высшая школа, 2007. – С 335.