

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль: Технический сервис в АПК

Кафедра: Технический сервис

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Проектирование технологического процесса восстановления выпускного клапана двигателя Д-240 с разработкой гидравлического пресса.

Шифр ВКР 35.03.06.233.17.ПГ.00.00.00.ПЗ

Студент _____
_____ подпись Миннуллин А.В.
Ф.И.О.

Руководитель ст. преподаватель _____
_____ подпись Вагизов Т.Н.
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол №__ от _____2017 г.)

Зав. кафедрой __ профессор_____
_____ ученое звание подпись Адигамов Н.Р.
Ф.И.О.

Казань – 2017 г.

АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Миннуллина А.В. на тему «Проектирование технологического процесса восстановления выпускного клапана двигателя Д-240 с разработкой гидравлического пресса».

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 1 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 18 наименований.

В первом разделе даны описание устройства, анализ работы и характеристика причин потерь работоспособности газораспределительного механизма двигателя Д - 240.

Во втором разделе определены закономерность износа и процент восстанавливаемых деталей.

В третьем разделе разработан технологический процесс восстановления выпускного клапана двигателя Д-240, подобрано необходимое оборудование и инструмент, предложена технология восстановления клапана.

В четвертом разделе разработан гидравлический пресс.

В пятом разделе подсчитано экономическое обоснование конструкции.

В шестом разделе спроектированы мероприятия по безопасности труда.

В конце приведены общие выводы по выпускной работе.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	
1 АНАЛИЗ РАБОТЫ СОПРЯЖЕНИЯ.....	
1.1 Описание устройства, анализ работы и характеристика причин потерь работоспособности газораспределительного механизма двигателя Д - 240.....	240
2 ИЗУЧЕНИЕ ИЗНОСА ДЕТАЛЕЙ.....	
2.1 Задачи микрометража.....	
2.2 Обработка результатов микрометража выпускного клапана двигателя Д - 240 трактора МТЗ-82.....	
2.3 Построение таблицы статистического ряда и статистических графиков.....	
2.4 Подбор теоретического закона распределения и построение теоретических графиков.....	
2.5 Анализ кривых и определение процента клапана подлежащих восстановлению.....	
3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВЫПУСКНОГО КЛАПАНА ДВИГАТЕЛЯ Д - 240	
3.1 Разработка карты технологического процесса дефектации и выбор контрольно-измерительных средств	
3.2 Выбор рационального способа восстановления дефектов клапана.....	
3.3 Разработка ремонтного чертежа выпускного клапана.....	
3.4 Разработка маршрутных и операционных карт восстановления выпускного клапана	
3.5 Расчёт и выбор параметров и режимов нанесения покрытия	
3.6 Определение норм времени выполнения операции	
3.7 Техника безопасности при никелировании	
4 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ	
4.1 Обоснование выбранной конструкции	
4.2 Устройство конструкции.....	

4.3	Принцип работы пресса.....	
4.4	Расчет основных параметров.....	
4.5	Прочностные расчеты.....	
5	БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	
5.1	Опасные зоны машин и механизмов.....	
5.2	Инструкция по безопасности труда для слесаря при работе с гидравлическим прессом.....	
6	ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	
6.1	Экономическое обоснование гидравлического пресса.....	
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	
	СПЕЦИФИКАЦИИ.....	

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время основную долю парка техники в сельском хозяйстве составляют отремонтированные машины и лишь незначительную часть — новые. Важным звеном обеспечения качественного ремонта техники является соблюдение технологии его проведения. На сегодняшний день во многих предприятиях ремонт производится с нарушениями технологического процесса мойки, дефектации деталей и обкатки. Все это приводит к снижению срока эксплуатации отремонтированной техники, и как следствие, повышению затрат производителей сельскохозяйственной продукции. Также, поскольку ремонт агрегатов сводится главным образом к замене их неисправных деталей на годные, наибольшие затраты (до 60% и более) в себестоимости ремонта составляет стоимость израсходованных запасных частей.

На производительность труда значительное влияние оказывают: объём производства, расширение номенклатуры, концентрация ремонта в наиболее оснащённых цехах, применение новой техники и прогрессивных методов ремонта, внедрение новейших методов планирования и управления, научная организации труда, материальное и моральное стимулирование работников, совмещение профессий, повышение специальной и общеобразовательной подготовки кадров.

Для рациональной организации труда существует техническое нормирование. Технически обоснованные нормы способствуют росту производительности труда, вызывают стремление к более высоким результатам.

В ВКР освещены мероприятия по обеспечению безопасности проекта, а также определены технико-экономические показатели.

1 АНАЛИЗ РАБОТЫ СОПРЯЖЕНИЯ

1.1 Описание устройства, анализ работы и характеристика причин потерь работоспособности газораспределительного механизма двигателя Д - 240

Двигатель Д-240 представляет собой четырехтактный силовой агрегат на четыре цилиндра, который используется на тракторах, например, модели МТЗ - 82 и разнообразных его трансформациях.

Механизм функционирования данного двигателя полностью соответствует общепринятым стандартам в этой области, благодаря чему он является довольно надежным механизмом. Но из-за не самой правильной эксплуатации или же перегрузок, рано или поздно могут возникать некоторые проблемы. В механизм двигателя этой модели входят цилиндро-поршневая, газораспределительная и кривошипно-шатунная группы. Каждая из них обладает своими специфическими особенностями. Если мотор выходит из строя, то потребуется ремонт двигателя Д 240. Очень желательно, чтобы его выполняли профессионалы в своем деле, которые обладают соответствующим опытом и знаниями. Также не лишним будет и использование специализированного оборудования для достижения достойных результатов.

Двигатель данной модели оснащен разнообразными специальными системами, среди которых охлаждения, смазки, пусковая, а также топливная. Каждая из них обладает своими конструкционными особенностями, которые в обязательном порядке необходимо учитывать во время проведения ремонтных работ. Это важно, если нужен действительно качественный ремонт двигателя Д - 240.

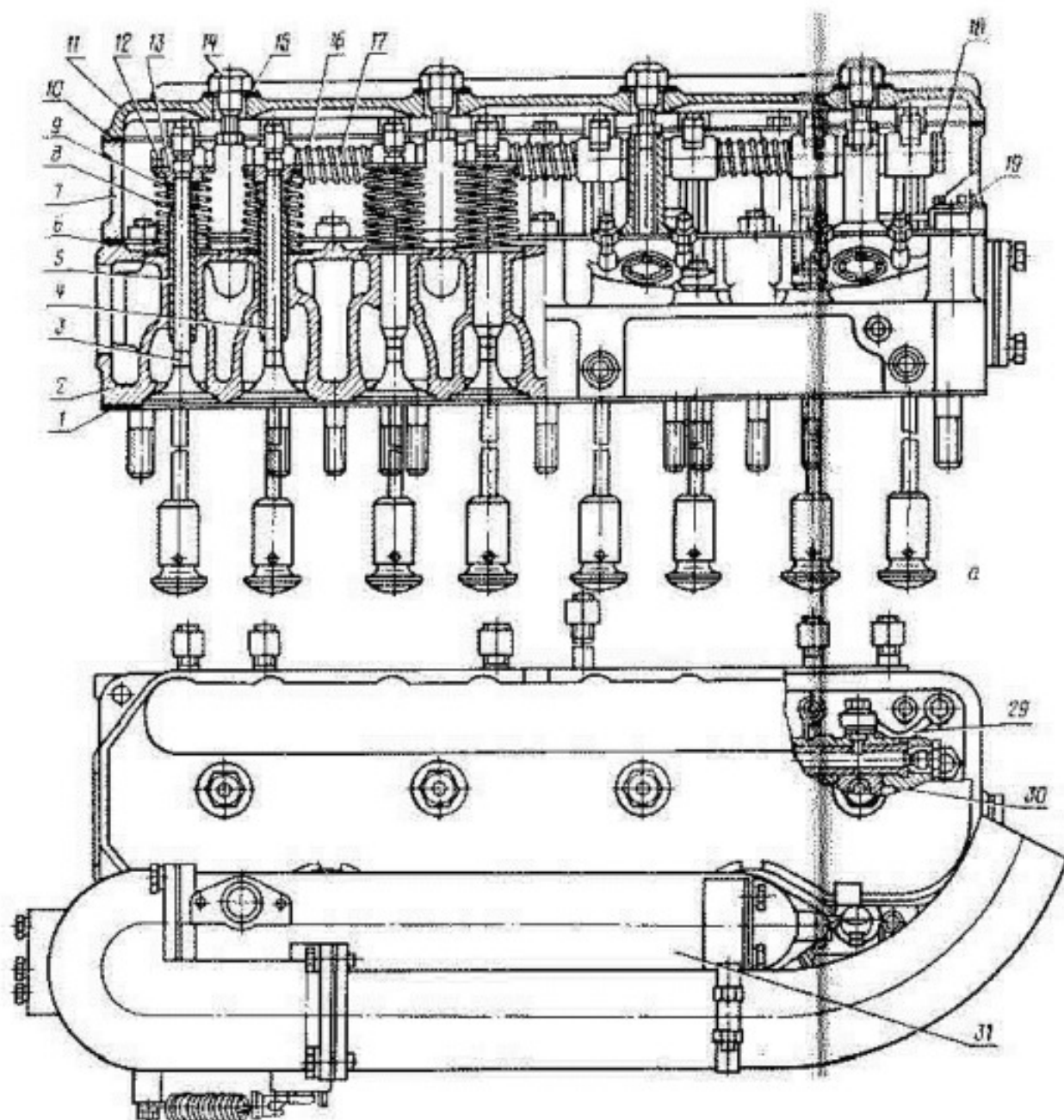
Механизм газораспределения (ГРМ) двигателя Д-240 состоит из шестерен, распредвала, впускных и выпускных клапанов, соединительных и передающих движение деталей.

Вращательное движение от коленвала передается шестерням привода распредвала и топливного насоса. Профильные кулачки распределительного

вала размещены соответственно порядку работы двигателя. Во время поворота распредвала кулачок своим выступом приподнимает толкатель и штангу, упирающаяся нижним концом в дно толкателя, а верхним в регулировочный винт коромысла. Коромысло, смонтированное на валике, поворачивается и опускает клапан вниз, после чего открывается отверстие в головке цилиндров, а пружины, предварительно сжатые для удержания клапана в закрытом положении, дополнительно сжимаются. Стержень клапана совершает движение в направляющей втулке.

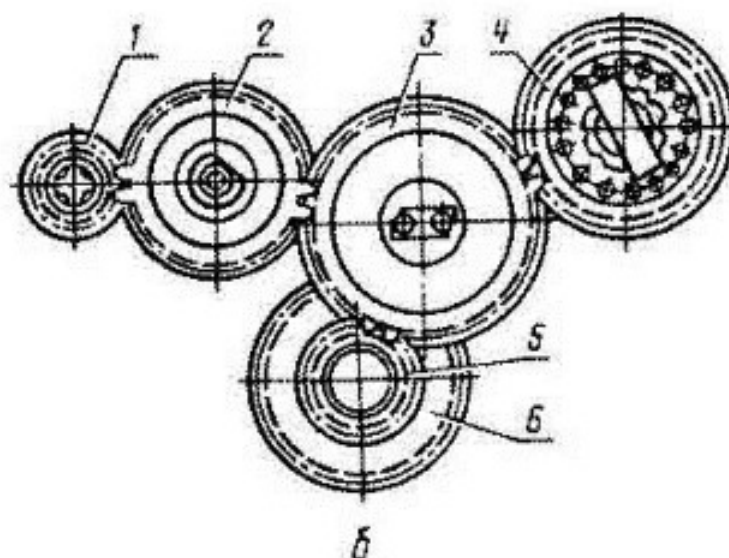
Открытие клапана осуществляется полностью, когда толкатель находится у вершины кулачка. При последующем повороте распределительного вала толкатель опускается, а клапан под влиянием пружин возвращается в верхнюю позицию. При выходе выступа кулачка из-под толкателя, прекращается давление на клапан и он под влиянием пружин наглухо закрывает отверстие клапана в ГБЦ. Штанга, коромысло и толкатель возвращаются в исходное положение.

Для того, чтобы цилиндр как можно быстрее наполнялся и хорошо очищался, необходимо правильно установить моменты времени, в которые клапана закрываются и открываются. Открытие впускного клапана происходит с некоторым опережением, т. е. до возвращения поршня в верхнюю мертвую точку, а закрытие — с запаздыванием, после того, как поршень проходит нижнюю мертвую точку.



1 — прокладка головки; 2 — головка; 3 — выпускной клапан; 4 — впускной клапан; 5 — втулка клапана; 6 — прокладка; 7 — крышка головки; 8 — наружная пружина клапана; 9 — внутренняя пружина клапана; 10 — прокладка колпачка; 11 — колпачок крышки; 12 — тарелка клапана; 13 — сухарики; 14 — гайка колпачка; 15 — шайба; 16 — пружина; 17 — ось коромысел; 18 — гребка оси; 19 — болт крепления крышки головки; 20 — толкатель; 21 — штанга; 22 — регулировочный винт; 23 — гайка регулировочного винта; 24 — коромысло; 25 — шпилька крепления впускного коллектора; 26 — болт крепления форсунки; 27 — гайка стакана форсунки; 28 — стакан форсунки; 29 — трубка маслопровода; 30 — стойка оси; 31 — впускной коллектор.

Рисунок 1.1 - Схема ГРМ двигателя Д-240.



1 — шестерня привода насоса рулевого управления; 2 — шестерня распределительного вала; 3 — промежуточная шестерня; 4 — шестерня привода топливного насоса; 5 — шестерня коленчатого вала, 6 — шестерня привода масляного насоса.

Рисунок 1.2 - Схема установки шестерен газораспределения.

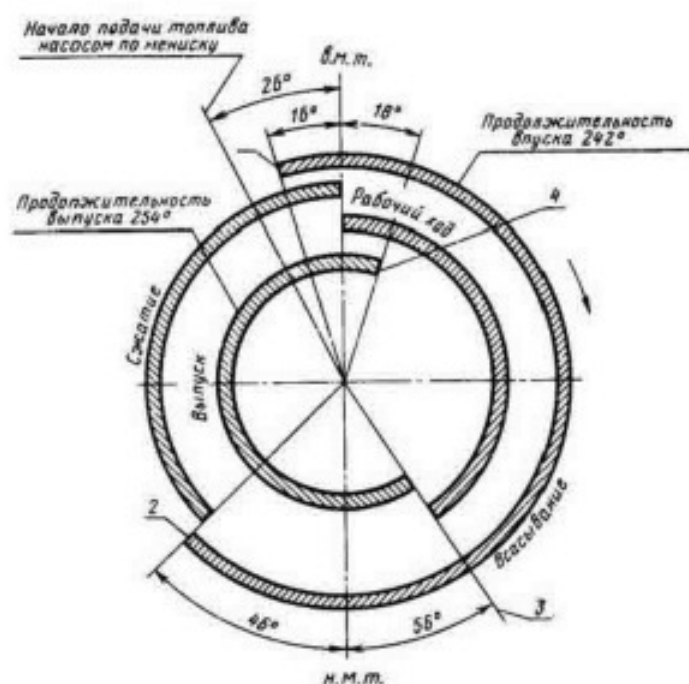
Установка фаз ГРМ

Для того, чтобы правильно установить фазы газораспределения двигателя во время сборки, необходимо совместить метки ГРМ Д - 240 на шестернях распределения. На промежуточной шестерне имеются две метки-впадины, отмеченные буквами Т и К, и один зуб оснащен меткой с буквой Р. Впадину с буквой К размещают напротив помеченного зуба шестерни коленвала; впадину с буквой Т — напротив меченого зуба шестерни привода топливного насоса; зуб с буквой Р — напротив отмеченной впадины шестерни распредвала.

Косозубые шестерни распределения изготавливаются из легированной стали и закалываются до высокой твердости. Ведущая шестерня насажена на передний конец коленвала, зафиксирована шпонкой и постоянно зацеплена с промежуточной шестерней, вращающаяся на пальце, запрессованном в переднюю стенку блоку цилиндров.

Промежуточная шестерня вращает шестерни распределительного вала и привода топливного насоса. Специальная шайба, присоединенная к торцу

пальца двумя болтами, удерживает шестерню от осевых перемещений (допустимо 0,1-0,78 мм). Шестерня распредвала напрессована на передний конец, передает ему вращение при помощи шпонки и зафиксирована болтом и шайбой, вкрученный в передний торец вала. В головке болта имеется прорезь для поводка привода редуктора тахомотосчетчика.



1 — начало открытия впускного клапана; 2 — начало закрывания впускного клапана; 3 — начала открытия выпускного клапана; 4 — конец закрывания выпускного клапана.

Рисунок 1.3 - Диаграмма фаз газораспределения.

Распределительный вал

Распредвал дизеля Д-240 изготавливается из стали, а рабочие поверхности кулачков и опорные шейки закаливаются токами высокой частоты. Вал совершает вращение в трех втулках, установленные в блок цилиндров. Передняя втулка выполнена из бронзы, а две остальные из антифрикционного чугуна.

Вдоль вала расположены восемь кулачков в следующей последовательности:

1. выпускной первого цилиндра;
2. впускной первого цилиндра;

3. впускной второго цилиндра;
4. выпускной второго цилиндра;
5. выпускной третьего цилиндра;
6. впускной третьего цилиндра;
7. впускной четвертого цилиндра;
8. выпускной четвертого цилиндра.

Данное расположение кулачков (следовательно и клапанов) соединяет в головке цилиндров каналы от двух выпускных и впускных клапанов третьего и второго цилиндров в один единый.

Задняя шейка распределительного вала имеет наклонный просверленный канал, по которому к механизму клапанов подается смазка. Упорное кольцо удерживает распределительный вал от продольного перемещения (допустимо 0,3-1,04 мм).

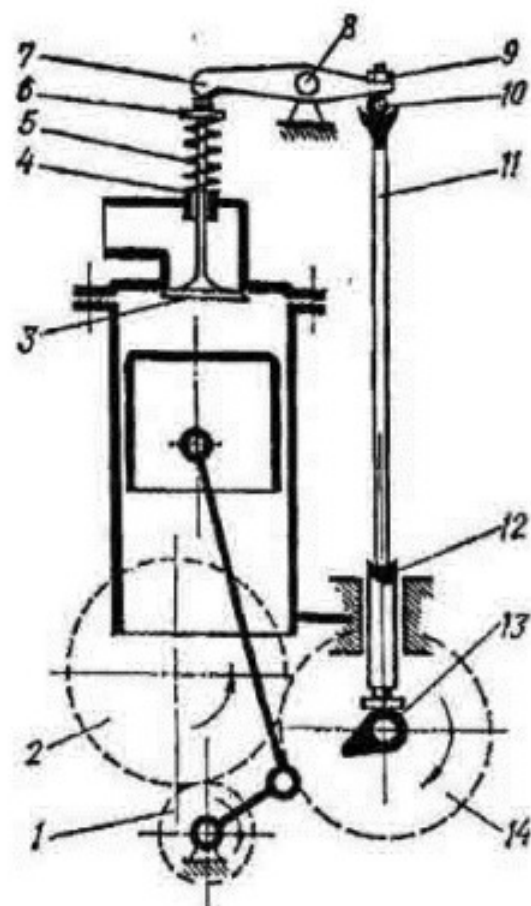
Стальной толкатель имеет грибовидную форму со сферической нижней опорной поверхностью. В нижней части толкателя просверлен канал для отвода масла из механизма клапанов в картер. Штанга толкателя выполнена из стального прутка, концы которого имеют сферическую форму. Верхний конец штанги упирается в регулировочный винт коромысла клапана, а нижний — в углубление доньшка толкателя.

Газораспределительный механизм Д-240

Во время работы двигателя Д-240 коленчатый вал через шестерни 1, 2 и 14 (рис.1) вращает распределительный вал, имеющий кулачки 13. В нужный момент кулачок подходит к толкателю 12, поднимает его, штангу 11 и короткое плечо коромысла 7.

При этом коромысло поворачивается вокруг оси 8 и длинным плечом нажимает на стержень клапана 3, дополнительно сжимая пружину 5 и открывает клапан. Закрывается клапан под действием этой же пружины.

Каждый цилиндр имеет два клапана -впускной и выпускной. Плавный подъем и опускание клапана, и длительность его открытия обеспечивается определенным профилем кулачка.



1 - шестерня коленчатого вала; 2- промежуточная шестерня, 3 - клапан; 4 - направляющая втулка; 5 -пружина; 6 - упорная тарелка; 7 коромысло, 8 - ось коромысла; 9 -контргайка; 10- регулировочный винт; 11 штанга-; 12 - головка гель; 13 - кулачок распределительного вала; 14 -шестерня распределительного вала.

Рисунок 1.4 - Схема клапанного механизма газораспределения Д-240.

Необходимая последовательность открывания клапана достигается соответствующим размещением кулачков на валу.

Так как рабочий цикл четырехтактного двигателя происходит за два оборота коленчатого вала, а впускной и выпускной клапаны за это время должны открываться только по одному разу, распределительный вал вращается вдвое медленнее коленчатого. Достигается это установкой на распределительном валу приводной шестерни 14, имеющей вдвое больше зубьев, чем шестерня коленчатого вала.

Клапан должен открываться при определенном положении поршня в цилиндре. Согласованность действия газораспределительного и кривошипно-

шатунного механизмов Д-240 обеспечивается соединением распределительных шестерен по специально нанесенным меткам.

Во время работы двигателя Д-240 детали механизма нагреваются и расширяются. Чтобы при этом не нарушалась плотная посадка клапана в седле, между клапаном и бойком коромысла регулировочным винтом 10 устанавливают тепловой зазор (для разных двигателей он находится в пределах 0,3-0,5 мм).

Малый зазор, а, следовательно, и неплотная посадка клапана в седле, приводит к прорыву горячих газов через щели и перегреву клапана (возможно коробление тарелки клапана и обгорание ее фаски).

В случае увеличения зазора возникают звонкие стуки, которые хорошо прослушиваются при работающем двигателе. Кроме того, сокращается время и уменьшается величина открытия клапанов, вследствие чего ухудшается очистка цилиндров от продуктов сгорания и уменьшается наполнение их свежим зарядом.

Чтобы продлить время открытия клапанов и улучшить наполнение, очистку цилиндра, клапаны открываются с некоторым опережением (до того, как поршень придет н.м.т.), а закрываются с запаздыванием (после того, как поршень пройдет м.т.), то есть продолжительность открытия клапана составляет более 180° поворота коленчатого вала.

Основными неисправностями газораспределительного механизма (ГРМ) являются:

- нарушение тепловых зазоров клапанов (на двигателях с регулируемым зазором);
- износ подшипников, кулачков распределительного вала;
- неисправности гидрокомпенсаторов (на двигателях с автоматической регулировкой зазоров);
- снижение упругости и поломка пружин клапанов;
- зависание клапанов;
- износ и удлинение цепи (ремня) привода распределительного вала;

- износ зубчатого шкива привода распределительного вала;
- износ маслоотражающих колпачков, стержней клапанов, направляющих втулок;
- нагар на клапанах.

Основные показатели и регулировочные данные деталей газораспределительного механизма

Выступание стержня клапана, мм (нормальное / допустимое) : 56,0 - 57,2

Перемещение клапана, мм (нормальное / допустимое) : 10,2 - 9,0

Коробление плоскости разъема головки цилиндров, мм 0,15

Утопание тарелки клапана, мм (нормальное / допустимое) : 0.4...0.7

Допустимый внутренний диаметр втулки клапана, мм 11,10

Допустимое сжатие наружных клапанных пружин до рабочей высоты, Н 148

Рабочая высота пружины, мм 54,0

Сжатие внутренних клапанных пружин до рабочей высоты, Н 74

Рабочая высота, мм 48,5

Допустимый диаметр стержня клапана, мм 10,85

Внутренний диаметр втулки коромысел, мм 19,02...19,05

Диаметр оси коромысел, мм 18,98.-19,00

Наиболее часто встречающимися дефектами клапанов являются: износ и обгорание рабочей фаски, деформации тарелки (головки), износ и изгиб стержня. Клапаны с небольшим износом рабочей фаски восстанавливают притиркой к седлу. При значительных износах или наличии глубоких раковин и рисок осуществляют шлифование и притирку. После шлифования фаски высота цилиндрической части головки клапана должна быть не менее величины, установленной техническими условиями.

2 ИЗУЧЕНИЕ ИЗНОСА ДЕТАЛЕЙ

Дефектация – это операция технологического процесса по установлению уровня пригодности деталей имевшихся в эксплуатации. В процессе дефектации рассматривается степень изнашивания, усталостное изменение, степень окислительных воздействий, изменение физико-механических свойств поверхностных деталей и т.д.

Сам процесс дефектации выполняется в строгом соответствии с технологическими картами (карта технологического процесса дефектации). В этой карте указывается наименование всех дефектов, допустимые и номинальные значения размеров изнашиваемых поверхности. Указываются нормы времени выявления того или иного дефекта, а также обосновано выбранное средство измерения либо контроля по каждому дефекту.

Номинальный размер – это размер, соответствующий рабочим чертежам и установленный заводом-изготовителем.

Допустимым размером называется размер изношенной детали, который позволяет использование этой детали без каких-либо дополнительных обработок.

Предельный размер – это размер, при котором дальнейшее эксплуатация этой детали невозможна без определённых восстановительных работ.

Ремонтный размер – это изменение номинального размера в сторону увеличения или уменьшения размера на- определенную величину, заданную стандартом.

В процессе дефектации дефектовщик определяя степень годности той или иной детали, как правило, помечает их красками разных цветов:

Годные детали помечаются зеленой краской.

Годные детали, которые должны сопрягаться с новыми деталями, помечают желтой краской.

Детали негодные, но которые могут быть восстановлены на своем предприятии – белой краской.

Детали предельно изношенные, но которые могут быть восстановлены по кооперации – синей краской.

Негодные или выбракованные – красной краской.

Для выявления и определения скрытых дефектов, которые нельзя выявить методами наружных измерений используют методы дефектоскопии. В практике ремонтного производства в рамках технического сервиса используются следующие методы дефектоскопии:

Электромагнитный метод основан на искажении магнитных линий при наличии скрытого дефекта. Для этого на исследуемую поверхность наносится порошковая суспензия (машинное масло и металлическая стружка) и деталь помещается в электромагнитное поле.

Ультразвуковой метод – этот метод используют, чтоб найти дефекты материала и контроля- качества проведения работ при сварке, пайке, склейке и т.д.

Люминесцентный метод – этот метод используется для выявления наружных микротрещин и используется капиллярные свойства исследования поверхности и эффект люминесценции в специальных составах. В этой части выпускной работы дается изношенная деталь и с помощью мерительных инструментов надо выявить величину и характер ее износа. Кроме этого выдаются результаты микрометража партии деталей, проведенного на ремонтном предприятии. Путем обработки этих данных нужно найти закон распределения износа этих деталей.

Износ – процесс потери объектом основных средств своих характеристик и физических качеств, что приводит к снижению его стоимости. Износ может быть физическим (при этом изнашиваются и требуют замены детали, отдельные узлы или весь объект полностью) и моральным (устаревание оборудования вследствие появления современных технологий и материалов).

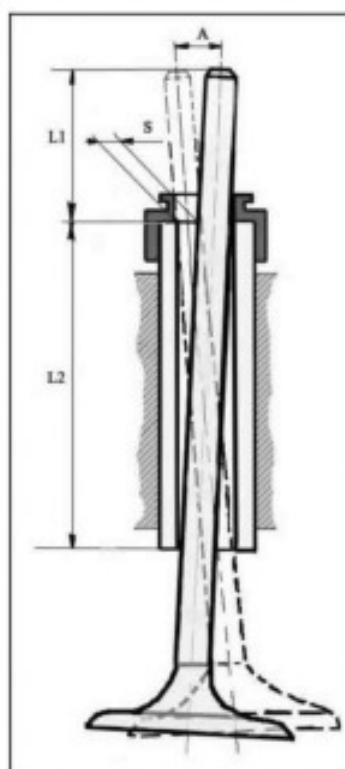


Рисунок 2.1 - Зазор между клапаном в направляющей.

Величина зазора S вычисляется по формуле:

$$S = (A \times L_2) / (L_1 + L_2) \quad (2.1)$$

где A - измеренный люфт штока клапана, мм;

L_1 - высота точки измерения покачивания штока клапана, мм;

L_2 - длина направляющей втулки клапана, мм.

2.1 Задачи микрометража

Микрометраж является наиболее принятым способом. Его недостатки:

а) если изнашиваются обе стороны, между которыми проводится измерение (например, вал или отверстие цилиндра), то в результате микрометража определяется изменение диаметра, а величину линейного износа от начальной поверхности установить невозможно;

б) повторные измерения не могут быть сделаны точно по одному и тому же направлению.

Микрометраж состоит в определении величины износов по разности между первоначальными (до испытания) и конечными (после испытания) размерами сопряженных деталей. Недостатками этого метода является

невозможность проведения промежуточных измерений, поскольку после каждой разборки узлы трения некоторое время изнашиваются по законам приработки, а также возможное искажение результатов замера в случае деформации микрометрируемой детали. Чтобы избежать разборочно-сборочных работ при определении износа методом микрометрирования, при исследовании некоторых сопряжений применим метод прямого наблюдения

Микрометраж партии клапанов, поступивших на ремонт, проводится с целью получения первичной информации для дальнейшей статистической обработки.

Начальному и конечному микрометражу подвергаются следующие детали двигателей: гильзы цилиндров, поршни, поршневые кольца, поршневые пальцы, втулки верхней головки шатуна, шейки коленчатого вала, вкладыши шатунных и коренных подшипников.

2.2 Обработка результатов микрометража выпускного клапана двигателя Д - 240 трактора МТЗ-82



Рисунок 2.2 - Измерение диаметра стержней клапанов двигателя Д - 240.

В результате измерения партии клапанов двигателя Д - 240 в сечении наибольшего износа получены следующие значения износа в мм, которые расположены в порядке возрастания: 0,01; 0,03; 0,05; 0,06; 0,07; 0,08; 0,085; 0,093; 0,098; 0,100; 0,110; 0,115; 0,123; 0,132; 0,138; 0,145; 0,150; 0,156; 0,160; 0,165; 0,170; 0,185; 0,190; 0,193; 0,200; 0,212; 0,220; 0,225; 0,230;

0,245; 0,250; 0,260; 0,270; 0,280; 0,290; 0,310; 0,330; 0,350 Всего 38 замеров.

Определяем зону рассеивания []:

$$S = h_{\max} - h_{\min}, \quad (2.2)$$

где h_{\max} - максимальный износ, мм;

h_{\min} - минимальный износ, мм;

Определяем число разрядов по формуле:

$$K = \sqrt{38} = 6,1 \text{ Принимаем } K=6.$$

Определяем длину разряда по формуле:

$$l = \frac{0,34}{6} = 0,057 \text{ мм}$$

Определяем величину сдвига по формуле.

Мы принимаем $c=0$ мм. Начало первого разряда принимаем равным величине сдвига, т.е. $a_1=c=0$. В соответствии с формулой принимаем $b_k=0,36$ мм.

Тогда длина разряда в соответствии с формулой будет равна []:

$$l = \frac{b-a}{K}, \quad (2.3)$$

$$l = \frac{0,36 - 0}{6} = 0,06 \text{ мм.}$$

2.3 Построение таблицы статистического ряда и статистических графиков

Строим статистический ряд в виде таблицы 2.1.

Таблица 2.1 - Статистический ряд износа клапана.

i	Разряды		h_i	ℓ_i	m_i	$q_i = \frac{m_i}{n}$	\bar{f}	\bar{F}
	a_i	b_i						
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	0,06	0,03	0,06	4	0,105	1,75	0,105
2	0,06	0,12	0,09	0,06	8	0,280	3,5	0,315
3	0,14	0,18	0,15	0,06	9	0,239	3,98	0,554
4	0,18	0,24	0,21	0,06	8	0,210	3,5	0,764
5	0,24	0,30	0,27	0,06	6	0,158	2,63	0,922
6	0,30	0,36	0,33	0,06	3	0,080	1,33	1,0

Здесь a_i – начало i-го разряда;

b_i – конец i -го разряда, мм;

h_i – середина i -го разряда, мм;

ℓ_i – длина i -го разряда, мм;

m_i – частота или количество событий в i -ом разряде, мм;

$q_i = \frac{m_i}{n}$ – частость или статистическая вероятность попадания в i -й

разряд;

$f_i = \frac{q_i}{\ell_i}$ – статистическая плотность распределения износа в i -ом разряде,

мм⁻¹;

F_i – накопленная частота или статистическая функция распределения износа i -ом разряде.

Статистическую оценку математического ожидания \bar{m} и среднеквадратического отклонения $\bar{\sigma}$ определяем по формулам []:

$$\bar{m} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k h_i m_i, \quad (2.4)$$

$$\bar{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^k (h_i - \bar{m})^2 m_i}, \quad (2.5)$$

Расчеты сведены в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 - К расчету \bar{m} и $\bar{\sigma}$.

i	h_i	m_i	$h_i m_i$	$(h_i - \bar{m})^2 \cdot m_i$
1	0,03	4	0,12	0,08
2	0,09	8	0,72	0,05
3	0,15	9	1,35	0,0036
4	0,21	8	1,68	0,013
5	0,27	6	1,62	0,06
6	0,33	3	0,99	0,24
			$\Sigma = 6,48$	$\Sigma = 0,447$

$$\bar{m} = \frac{6,48}{38} = 0,17 \text{ мм};$$

$$\bar{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{38 - 1} \cdot 0,447} = 0,11 \text{ мм.}$$

Определяем коэффициент вариации по формуле.

$$v = \frac{0,11}{0,17 - 0} = 0,65.$$

2.4 Подбор теоретического закона распределения и построение теоретических графиков

Критерии согласия опытных и теоретических распределений показателей надежности. Выбор теоретического закона распределения показателя надежности производится, как это было показано выше, в соответствии с областью применения и с учетом величины коэффициента вариации.

Совмещение в одном масштабе опытной и теоретической дифференциальных кривых (полигон распределения и кривая плотности вероятности) позволяет визуально судить о степени их совпадения или согласия.

Однако в некоторых случаях нужны более точные и объективные методы оценки совпадения опытных и теоретических данных по так называемым «критериям согласия». В частности, такая проверка необходима в тех случаях, когда величина коэффициента вариации близка к 0,33, вследствие чего рассеивание показателя надежности может быть подчинено как закону нормального распределения, так и закону распределения Вейбулла. В таких случаях предпочтение тому или иному закону распределения показателя надежности может быть сделано только на основе критерия согласия.

Выдвигаем гипотезу, что износ клапанов происходит по закону нормального распределения и расчеты нужны вести по формулам [1]:

$$f(h) = \frac{1}{0,087\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(h-0,15)^2}{2 \cdot 0,087^2}}; \quad (2.6)$$

$$F(h) = \Phi\left(\frac{h-m}{\sigma}\right) = \Phi(x), \quad (2.7)$$

где $m=0,17$ мм, $\sigma = 0,11$ мм – параметры ЗНР;

$\Phi\left(\frac{h-m}{\sigma}\right) = \Phi(x)$ – нормированная функция закона нормального распределения, значения которой приведены в таблице 4п, приложения [].

Расчеты сведены в таблицу 2.12.

Таблица 2.3 - К расчету $f(h)$ и $F(h)$ для ЗНР.

$h = a_i \sigma_i$	0	0,06	0,12	0,16	0,18	0,24	0,30	0,36
$\left(\frac{h-m}{\sigma}\right)$	-1,55	-1	-0,45	-0,09	0,09	0,64		1,73
$f(h)$	1,02	2,67	4,32	4,55	4,32	2,67	1,02	0,24
$F(h)$	0,061	0,159	0,326	0,46	0,536	0,739	0,881	0,958

Теперь остается проверить соответствует ли теоретический закон статистическим данным. Для этого определим меру расхождения χ^2 (таблица 2.4).

Таблица 2.4 - К расчету χ^2 .

i	m_i	q_i	$n \cdot q_i$	$\frac{(m_i - nq_i)^2}{nq_i}$
1	4	0,082	3,12	0,248
2	8	0,174	6,61	0,292
3	9	0,228	8,66	0,01
4	8	0,186	7,07	0,12
5	6	0,138	5,24	0,11
6	3	0,091	3,46	0,06

$$\Sigma=0,84$$

Значения q_i найдены по формуле, а значения $F(b_i)$ и $F(a_i)$ взяты из таблицы 10. Итак, $\chi^2=0,84$. В соответствии с формулой число степеней свободы $\nu=3$ [].

Зная χ^2 и ν находим, что $p=0,801$. Так как $p < 0,1$, можно сделать вывод о

том, что принятый закон нормального распределения не противоречит опытным данным об износе клапанов двигателя Д - 240.

2.5 Анализ кривых и определение процента клапана подлежащих восстановлению

Каждый закон распределения показателей надежности характеризуется двумя функциями: дифференциальной, или функцией плотности вероятностей, и интегральной, или функцией распределения. Сравнение кривых, позволяет убедиться в том, что дифференциальная кривая является заменителем полигона распределения, а интегральная - кривой накопленных опытных вероятностей.

По оси абсцисс дифференциальной функции откладываются значения показателя надежности, которые обычно в целях простоты табулирования нормируются по одному из параметров закона распределения. По оси ординат откладывают вероятность или количество случаев появления показателя надежности в заданном интервале его значений. Чем меньше величина интервала, тем меньше вероятность или количество показателей надежности отдельных машин будет находиться в этом интервале при прочих равных условиях. Вероятность того, что показатель надежности в результате опыта примет значение предварительно заданной постоянной величины.

Закон нормального распределения (закон Гаусса) широко используется во многих отраслях науки и техники. Применительно к показателям надежности тракторов, сельскохозяйственных машин и их элементов закон нормального распределения (ЗНР) используется в случаях:

- определения характеристик рассеивания полных, доремонтных и межремонтных ресурсов машин, их агрегатов и узлов;
- определения характеристик рассеивания (времени и стоимости восстановления работоспособности машины и ее элементов);
- определения характеристик рассеивания наработок на один

ресурсный отказ;

- определения характеристик рассеивания ошибок измерения и размеров деталей в пределах допуска;

- сложения нескольких одинаковых или разных законов распределения.

Приведенные случаи применения ЗНР не являются обязательными. Иногда рассеивание перечисленных показателей надежности подчинено другим законам распределения. Поэтому в каждом конкретном случае расчета необходимо производить проверку правильности выбора закона распределения.

Знание закона распределения износа деталей позволяет решать целый ряд задач:

- определять процент деталей, годных к дальнейшему употреблению;

- обоснованно подходить к выбору способа восстановления детали;

- определять процент деталей, подлежащих восстановлению;

- прогнозировать потребность в запасных частях.

Максимально допустимый износ клапана при этом составит []:

$$h = D_n - D_p, \text{ мм}, \quad (2.8)$$

где D_n - номинальный диаметр гильзы, мм.

D_p - ремонтный размер клапана, мм.

Вероятность того, что величина износа не превысит значение h_{max} , и есть не что иное как доля клапанов, подлежащих обработке под ремонтный размер:

$$P(h(h_{max})) = F(h_{max}) = 1 - e^{-\left(\frac{h_{max}-c}{a}\right)^b} \quad (2.9)$$

В нашем случае $D_n = 12$ мм; $D_p = 11,83$ мм.

Тогда $h_{max} = 12 - 11,83 = 0,17$ мм;

$$F(h_{max}) = \Phi\left(\frac{h_{max} - m}{\sigma}\right), \quad (2.10)$$

$$F(h_{max}) = \frac{0,17 - 0,17}{0,11} = 0.$$

Зная $x^2 = 0$, по таблице приложения находим, что нормированная функция нормального распределения, который равен 0,500.

Итак, 50% клапанов можно нарастить под ремонтный размер, так как их износ не превышает 0,17 мм, а 50% клапанов с износом более 0,17 мм можно восстановить металлизацией или хромированием.

Путём статистической обработки результатов микрометража были получены диаграммы распределения параметров технического состояния.

Полученный результат наглядно показан на графике функции распределения. Графики, наряду с таблицами, являются наиболее распространенной формой представления данных эксперимента. Основным достоинством графического способа является его наглядность. В этом случае весь экспериментальный материал легко обозрим, график позволяет понять основные черты наблюдаемой зависимости, обнаружить, какие экспериментальные точки выпадают из общей серии, как они согласуются с теоретическими данными и т. д. Кроме этого, графики строят для того, чтобы определить некоторые эмпирические величины.

3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВЫПУСКНОГО КЛАПАНА ДВИГАТЕЛЯ Д - 240

3.1 Разработка карты технологического процесса дефектации и выбор контрольно-измерительных средств

Приведем перечень дефектов рассматриваемой детали:

Износ стержня клапана;

Износ торцевой поверхности;

Износ пояса по высоте;

Износ фаски тарелки клапана;

Износ или выгорание на рабочей фаске;

Изгиб стержня.

В качестве оборудования для дефектации принимаем стол для дефектации ОРГ-14-68-01-090 А ГОСНИТИ.

Таблица 2.1 - Результаты выбора средств измерения.

Наименование, размер, его значение, поле допуска.	Величина допуска изделия, мм.	Допустимая погрешность измерения, мм.	Предельная погрешность измерительного средства, мм.	Наименование, обозначение измерительного средства, ГОСТ.
Стержень	0,07	0,09	$\pm 0,002$	МК – 25 – 1 ГОСТ 6507-78
Торцевая поверхность	0,3	6,3	$\pm 0,1$	ШЦ 1-125-0,05 ГОСТ 166-89
Поясок	0,012	0,029	$\pm 0,002$	МК – 25 – 1 ГОСТ 6507-78
Трещины, обломы				ЛП-4х ГОСТ 25706-83
Изгиб стержня				П-3-2 ГОСТ 5641-66 ИЧ- 10кл.
Выгорание рабочей фаски				ЛП-4х ГОСТ 25706-83

3.2 Выбор рационального способа восстановления дефектов клапана

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) Технико-экономический.

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 K_d , 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.

Примем для дефекта I в качестве возможных способов восстановления детали никелирование электролитическое и осталивание и рассчитаем для каждого из способов технический и технико-экономический критерии. Значения коэффициентов при расчете определяем из литературы [], значение коэффициента $KП$ примем равным 0,8.

1. Никелирование электролитическое

$$K_i = 1,67; K_B = 0,9; K_C = 1,82;$$

$$K_D = 1,67 * 0,9 * 1,82 * 0,8 = 2,19$$

2. Осталивание

$$K_i = 0,91; K_B = 0,82; K_C = 0,65;$$

$$K_D = 0,91 * 0,82 * 0,65 * 0,8 = 0,38$$

Исходя из условия $K_D \rightarrow \max$, наиболее эффективным способом является никелирование электролитическое.

Рассмотрим технико-экономические критерии способов восстановления, используя формулу. Значения CB также принимаем из таблицы [].

1. Никелирование электролитическое.

$$C_B = 1772 \text{ руб/м}^2.$$

$$K_T = \frac{1772}{2,19} = 809,8$$

2. Осталивание.

$$C_B = 604 \text{ руб/м}^2.$$

$$K_T = \frac{604}{0,38} = 1589,47$$

Исходя из условия $KT \rightarrow \min$, наиболее эффективным способом также является никелирование электролитическое.

Таким образом, на основе анализа технологического, технического и технико-экономического критериев, делаем вывод, что наиболее рациональным способом восстановления детали в месте дефекта 1 является никелирование электролитическое. Допустимым методом восстановления детали в случае дефекта 1 приемем осталивание.

3.3 Разработка ремонтного чертежа выпускного клапана

Ремонтный чертеж выполняется перед разработкой технического процесса восстановления детали. Задачей ремонтного чертежа является передача информации по дефектам, возникающим в процессе эксплуатации. Места дефектов на ремонтном чертеже нумеруются и указываются на выносных полочках. Изношенные поверхности и дефекты выделяются жирной линией толщиной в три раза больше основной.

Материал выпускного клапана – высоколегированная сталь ГОСТ 5632-72 [1].

Кроме того на ремонтном чертеже указывается маршрут движения детали при ее восстановлении [1].

Маршрут восстановления клапана электролитическим никелированием:

1. Очистка.
2. Дефектация.
3. Шлифование предварительное.
4. Электролитическое никелирование.
5. Шлифование до номинального размера.
6. Контроль.

На ремонтном чертеже клапана приведены технические требования к процессу восстановления:

1. Покрытие пятнами не допускается.

2. Отслаивание и растрескивание не допускается.
3. Пористость покрытия не допускается.
4. Пассивирование анодов не допускается.

В таблице на ремонтном чертеже приведены наименования дефектов, коэффициенты их повторяемости, способы восстановления дефектов.

3.4 Разработка маршрутных и операционных карт восстановления выпускного клапана

Маршрутная карта (МК) восстановления составляется на все возможные дефекты согласно ЕСТД. Исходными данными для разработки МК служат карта эскизов или ремонтный чертеж, схема выбранного рационального способа устранения дефектов, сведения для выбора оборудования и оснастки, разряд работы и нормы времени.

Таблица 2.2 – Последовательность операций по восстановлению.

Операции	Оборудование	Приспособление, инструмент
005 Очистная	Очиститель пароводоструйный ОМ-4266	Ветошь, ящик для деталей
010 Дефектовочная	Стол для дефектации ОРГ-14-6801-090	МК – 25 – 1 ГОСТ 6507-78
015 Шлифовальная	Станок круглошлифовальный 3М151	Круг шлифовальный ПП 24А40 НС15КА ГОСТ 2424-83
020 Никелирование	Гальваническая линия АГ-35, выпрямитель ВАК (ТУ 16-529.403-75)	Подвесное приспособление, тампон, кисть, ветошь
025 Шлифовальная	Станок круглошлифовальный 3М151	Круг шлифовальный ПП 24А40 НС15КА ГОСТ 2424-83
030 Контрольная	Стол для дефектации ОРГ-14-6801-090	МК – 25 – 1 ГОСТ 6507-78

3.5 Расчёт и выбор параметров и режимов нанесения покрытия

Никелирование – это процесс гальванического или химического нанесения слоя никеля толщиной от 1 мкм до 100 мкм.

Никелевые покрытия обладают высокой коррозионной стойкостью (безпористостью), достаточно высокой твёрдостью и высокими декоративными свойствами. Блеск никелевых покрытий похож на аналогичный блеск хромовых покрытий.

Температура плавления никеля: 1445° С.

Микротвёрдость никелевых покрытий: до 500 HV (хим. 800 HV).

Химическое никелирование.

Существует щелочное и кислое, блестящее и матовое. Применяется для нанесения первичного покрытия на пластики при металлизации и никель-кобальтовой гальванопластике. Это наименее пористое, равномерное по толщине, защитное покрытие для склонных к коррозии сплавов и сложно-профильных изделий. Применяется для покрытия алюминиевых, титановых и цинковых сплавов, а также используется в работе с чрезвычайно сложно-профильными изделиями, когда применение гальванических методов не дает желаемого результата. Мы располагаем различными составами, каждый из которых обладает уникальными свойствами. Выбор конкретного состава зависит от поставленной задачи. Скорость осаждения никеля 8-25 мкм/час. Поставляется в виде 2 растворов, которые смешиваются перед началом эксплуатации. Перед применением данных жидкостей по пластикам необходима корректная подготовка пластиковой поверхности - обезжиривание, травление, обезвреживание, сенсбилизация, активация, акселерация и затем никелирование. Далее по первому слою никеля происходит уже наращивание меди или никеля электрохимически. В случае титановых, алюминиевых и цинковых сплавов подготовка изделий к покрытию различается в зависимости от сплава изделия.

Гальваническое никелирование.

Никелирование подслоное, кислое. Применяется только для обеспечения надежного «прилипания», как первичное покрытие. Не подходит как самостоятельное финишное покрытие. Нанесение никеля из этого электролита обеспечивает наилучшую адгезию наносимых далее покрытий на изделия из большинства сплавов на основе меди, железа. При применении на нержавеющей стали, высокоуглеродистых сталях, превосходит по степени адгезии наносимых покрытий даже цианистую медь. Растравливает и соответственно не подходит для нанесения первого подслоя на изделия из сплавов алюминия, цинка, магния. При применении обладает одновременно свойствами и электролита и активатора. Изделие перед нанесением никеля следует электрохим-обезжирить и при надобности электрохим-отполировать. На покрытие нанесенное из этого электролита идеально ложатся все виды никеля, меди, золота и других металлов. Электролит годами не требует корректировки. При работе следует применять никелевые аноды.

Никелирование матовое, малонапряженное. Наносится после надлежащей активации или предварительного никелирования или меднения. Покрытие, даже толстое, нанесенное в этом электролите эластично, его можно гнуть, и оно при этом не лопается. К примеру, такое покрытие необходимо при купольно-кровельных работах с последующим золочением. При попытке согнуть медную жечь с толстым покрытием никелем из любого другого электролита, никель отслоится и лопнет. Отлетит никель и вместе с ним золото. Один из самых быстрых электролитов никелирования. Применяется для получения большой толщины антикоррозионного гибкого покрытия никелем. Требует применения никелевых анодов.

Никелирование микро-выравнивающее блестящее холодное. Работает в интервале температур от 20 до 60 градусов. Пожалуй единственный подобного рода электролит. Любые другие электролиты блестящего микровыравнивающего никелирования требуют подогрева до 60 градусов. Это особенно ценно при нечастом нанесении блестящего никеля. Помимо этого "горячие" электролиты неприменимы в барабанах. Этот - прекрасно наносит

никель в барабанах и колоколах на любые мелкие детали. Кратковременное прерывание подачи тока при работе в данном электролите, и даже вынимание изделия из ванны для осмотра не приводят к отслоению никеля в отличие от всех других "горячих" электролитов. Скорость осаждения никеля 6-8 мкм/час. Применяется как самостоятельное зеркальное финишное покрытие никелем, а также как самый "правильный" подслоу при декоративном защитном золочении, хромировании, родировании и др.

Никелирование блестящее щелочное, холодное, не требует предварительного никелирования. Для нанесения покрытия достаточно электрохим-обезжирить изделие и активировать его. Самый простой в эксплуатации в кустарных условиях электролит никелирования. С ростом толщины не происходит изменения степени блеска наносимого покрытия

Области применения деталей с никелевым покрытием зависят от того, используется ли медное покрытие само по себе, или же медное покрытие выступает подслоем (подложкой) для нанесения других гальванических покрытий. Никелевые покрытия наносятся практически на все стальные и цветные металлы. Основная масса услуг гальванического и химического никелирования оказывается в следующих целях.

В декоративных целях.

Никелевые покрытия обладают хорошим зеркальным блеском и практически не тускнеют на воздухе. Покрытия хорошо переносят эксплуатацию в атмосферных условиях благодаря высокой коррозионной стойкости. Часто никелем покрывают декоративные изделия, ограждения, оборудование и инструмент.

В технических целях.

Для защиты от коррозии электрических контактов или механизмов, эксплуатирующихся во влажной среде. В оптической промышленности получил распространение процесс черного никелирования.

В качестве замены хромированию.

В ряде случаев возможна замена хромовых покрытий на никелевые, из-за технологических сложностей нанесения хрома на изделия со сложной геометрией поверхности. Если свойства покрытия и режимов нанесения выбраны правильно, разница в ресурсе изделий с покрытием может быть практически незаметна (узлы и детали различного назначения, в том числе и для пищевой промышленности)

Общеизвестен способ никелирования при анодном растворении никеля в серноокислом растворе. В отечественной практике использования никелевых анодов серии НПА-1 и НПА-2, с целью снижения влияния пассивирования анодов, в серноокислый раствор электролита добавляют хлористые соли никеля, натрия или калия. Указанная добавка солей снижает скорость пассивирования никелевых анодов, в их присутствии анодная поляризация уменьшается, и скорость анодного растворения никеля возрастает.

В зарубежной практике при таком же способе (и электролите) широко используют депассивированные никелевые аноды, изготавливаемые из механически обработанного вальцованного никеля.

В указанных способах-аналогах присутствует один и тот же недостаток в большей или меньшей степени - постепенное снижение интенсивности процесса осаждения никеля на образцы по причине того же пассивирования анода.

Задача, состоит в том, чтобы уменьшить влияние микро - и макропроцессов, неизбежно происходящих вблизи поверхности работающего анода, на качественные характеристики самого процесса и нанесенного покрытия, снизить затраты за счет использования более доступных отечественных и зарубежных анодов типа Н1.

Технический результат, обеспечиваемый данным способом, - постоянство характеристик процесса никелирования во времени (при постоянной плотности тока осаждения никеля): концентрации солей никеля в растворе, рН электролита и др. и обеспечение стабильных и качественных характеристик нанесенного покрытия (эластичность, прочность и др.).

Достигается указанный технический результат тем, что в способе электролитического никелирования металлического образца, заключающемся в подаче на образец отрицательного потенциала, а на никелевый электрод-анод положительного потенциала, периодически подают отрицательный потенциал на никелевый электрод-анод, а положительный потенциал - на дополнительный никелевый электрод-анод, установленный в рабочем объеме той же ванны.

На рисунке 3.1 изображена гальваническая ванна (вид сверху).

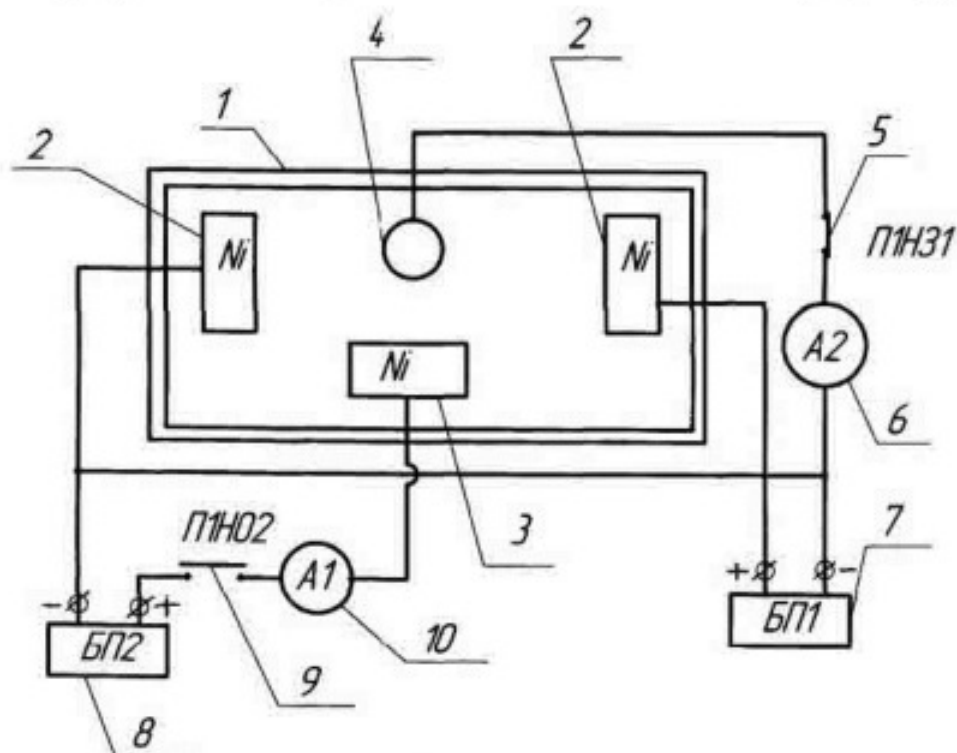


Рисунок 3.1 - Гальваническая ванна (вид сверху)

Гальваническая ванна 1 содержит в своем рабочем объеме в электролите основные 2 и дополнительный 3 никелевые электроды и подвергаемый никелированию образец - катод 4. Последний через нормально закрытый контакт (НЗ1) 5 пускателя П1 и амперметр 6 подсоединен к клемме отрицательного потенциала источника постоянного тока (БП1) 7. Электроды 2 подсоединены к клемме положительного потенциала того же источника тока и к клемме отрицательного потенциала второго источника постоянного тока (БП2) 8, к клемме положительного потенциала которого подсоединен дополнительный электрод 3 через нормально открытый контакт 9 пускателя П1 и амперметр 10. Уставкой реле времени РВ1 устанавливается длительность

операции основного процесса никелирования образца - катода 4, а уставкой реле времени РВ2 - длительность операции никелирования электродов 2 дополнительным анодом 3. При осуществлении других соединений и регуляторов напряжения возможно использование одного блока питания (источника тока).

Указанные средства для исполнения данного способа - гальваническая ванна, пускатели, реле времени, источники постоянного тока - общепринятые. Никелевые электроды - аноды отечественного производства Н1. Электролит сернокислый Ватса (Уотса): $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; H_3BO_3 .

Существенное отличие предложенного способа заключается в том, что электрод-анод 2 периодически превращают в катод, никелируемый дополнительным никелевым электродом 3, установленным в том же объеме электролита ванны. Время такого никелирования незначительное, не способное привести к законченному процессу распределения адсорбированных атомов в решетке металлических кристаллов на поверхности электрода-анода. Ионы никеля с дополнительного электрода насыщают электролит, не успевая осесть. Проходящий процесс направляет эти ионы на образец 4, где они и адсорбируются. Та же часть ионов (атомов), которая успела образовать свежесаженный слой на аноде 2, но не встроилась в кристаллическую решетку, легко отрывается с его поверхности.

При реализации данного процесса следует выдерживать следующее условие: количества электричества, расходуемые в периоды никелирования электрода-анода 2 дополнительным электродом 3 и образца 4 электродом-анодом 2, должны быть равны или близки к этому.

Способ электролитического никелирования металлического образца, заключающийся в подаче на образец отрицательного токового потенциала, а на никелевый электрод-анод положительного токового потенциала, отличающийся тем, что периодически подают отрицательный потенциал на никелевый электрод-анод, а положительный потенциал - на дополнительный никелевый электрод, установленный в рабочем объеме гальванической ванны.

Основные режимы процесса никелирования рассчитываются по следующим формулам: [1]

Необходимая сила тока I , А:

$$I = D_K * F_0 \quad (3.1)$$

где D_K – катодная плотность тока, А/дм² (для износостойкого покрытия детали $D_K=5$ А/дм²); [1]

F_0 – общая поверхность покрываемая никелем, дм².

где l – длина поверхности, на которую наносится покрытие, $l = 1,1$ дм;

R – радиус поверхности детали, $R = 0,05$ дм.

$$F_0 = 2 * 1,1 * 3,14 * 0,05 = 0,35 \text{ дм}^2.$$

$$I = 5 * 0,35 = 1,75 \text{ А.}$$

Расчетная продолжительность осаждения никеля t_p , ч.

$$t_p = \frac{10 * h * \gamma}{D_K * E * \eta} \quad (3.2)$$

где h – толщина слоя покрытия на сторону, мм;

γ – плотность покрытия;

E – электрохимический эквивалент никеля ($E = 1,08$ г/А·ч)

η – выход никеля по току ($\eta = 0,9 \dots 0,95$).

$$t_p = \frac{10 * 0,4 * 8,85}{5 * 1,08 * 0,95} = 5,18 \text{ ч.}$$

3.6 Определение норм времени выполнения операции

Рассчитывают норму времени по формуле:

$$T_H = \frac{T_0 + T_{в.н.} * T_{неп.оп.} * 1,12}{\eta * K} \quad (3.3)$$

где T_0 – основное время покрытия в ванне, мин;

$T_{в.н.}$ – вспомогательное время на загрузку деталей в ванну и выгрузку их из ванны, $T_{в.н.} = 0,23$ мин; [1]

$T_{неп.оп.}$ – оперативное время на все операции, для никелирования $T_{неп.оп.} = 3,14$ мин;

1,12 – коэффициент, учитывающий подготовительно-заключительное и дополнительное время;

n – число деталей, загружаемых одновременно в ванну;

K – коэффициент использования оборудования, для никелирования
 $K=0,85$ [].

Основное время никелирования было определено ранее,
 $T_{0. \text{жел}}=5,18 \text{ ч} = 310,8 \text{ мин.}$

$$T_{\eta} = \frac{310,8 + 0,2 + 3,14 * 1,12}{20 * 0,85} = 18,5 \text{ мин.}$$

3.7 Техника безопасности при никелировании

Как правило, при никелировании применяется перемешивание, которое обеспечивает постоянную подачу никеля на поверхность изделия и разгоняет водород и пар. Наиболее распространенный способ перемешивания – перемешивание электролита струей воздуха, в некоторых случаях с этой целью используется катодная штанга, которая крутится со скоростью около 25 вращений в минуту, и эжекторные насосы. При перемешивании, в результате бурления раствора на поверхности ванны, образуется водяная пыль, содержащая никель. Пузырьки водорода и кислорода, возникающие в процессе электролитического осаждения никеля, также способствуют образованию водяной пыли.

Природоохранным законодательством предусмотрено несколько вариантов решения данной проблемы. Первый – это замена никеля на менее токсичное вещество, хотя в большинстве случаев это невыполнимо.

Если замена никелевого покрытия невозможна и вредного воздействия на работников не избежать, директивы требуют, чтобы это воздействие постоянно контролировалось, а также:

- выполнять процесс при полностью закрытых ваннах (кроме случаев, когда это практически не осуществимо),
- снизить степень воздействия до 0,1 мг/м³ (при 8-часовом рабочем дне), либо

- максимально (по возможности) снизить степень воздействия.

Выполнять процесс никелирования при полностью закрытых ваннах невозможно, однако, согласитесь, замена воздушного перемешивания использованием катодной штанги или эжекторов позволит значительно снизить уровень воздействия токсичного металла. Кроме того, эжекторные системы обладают рядом других преимуществ – при сравнительно небольших вложениях можно добиться снижения степени нагрева и повысить качество покрытий.

Для снижения уровня воздействия никеля на работников может потребоваться также установить установку местной вытяжной вентиляции, как правило, с вытяжной трубой, выходящей наружу, или шатунной системой. Подобное оборудование необходимо в каждом цехе, где используется воздушное перемешивание. При этом следует учесть следующие требования:

- расстояние между уровнем «зеркала» ванны и ее краем должно составлять не менее 150 мм на уже установленных линиях, в идеале – около 300 мм;
- при установке нового оборудования этот лимит повышается до 300 мм, увеличить это расстояние на имеющихся ваннах можно путем «надстройки» стенок;
- установленное расстояние должно постоянно поддерживаться в заданных пределах с помощью специальных индикаторов, сигнальных датчиков либо автоматического дробного пополнения раствора;
- осмотр вытяжной вентиляционной системы должен проводиться как минимум еженедельно;
- манометры и другие датчики необходимо проверять на точность показаний как минимум еженедельно;
- помимо еженедельных осмотров и проверок следует ежемесячно проверять исправность дымогенератора;
- контролирующая служба должна на постоянной основе вести журнал проверок и испытаний;

- испытания и проверка исправности вытяжной вентиляционной системы должна проводиться компетентным специалистом не реже, чем каждые 14 месяцев;
- отчеты и результаты испытаний и инспекций должны храниться на предприятии в течение 5 лет;
- персонал, осуществляющий инспекции и испытания на высоте, должен пройти соответствующий инструктаж по технике безопасности и получить необходимое оборудование и спецодежду.

В цехах, где выполняется никелирование, должен быть разработан график заборов проб воздуха и его исследование. Как правило, этот график выполняется специалистом отдела ТБ в соответствии с действующим законодательством. Биологический контроль, представляющий собой анализ мочи, позволяет оценить степень воздействия токсичных веществ на организм работников – дыхательные и пищеварительные органы, а также кожный покров.

Не менее важным пунктом в программе по снижению риска здоровью работников в связи с воздействием токсичных веществ является информационное обеспечение, инструктаж и обучение. Лучше всего такие мероприятия проводить в форме семинаров, с вручением каждому работников соответствующих наглядных информационных материалов.

4 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ

4.1 Обоснование выбранной конструкции

В настоящее время на большинстве ремонтных предприятиях для сборки и разборки шатунно-поршневой группы используются механические съемники или применяется молоток со специальными вставками. В первом случае это приводит к увеличению времени демонтажа, во втором происходит повреждение сопряжения и требует больших физических нагрузок от рабочих. И в первом и во втором случаях происходит снижение производительности труда, а, следовательно, повышение трудоемкости ремонта.

В связи с этим можно сделать вывод о необходимости создания станда (установки) для выпрессовки и запрессовки поршневых пальцев и других сопряжений с натягом, который бы ответил следующим требованиям:

1. Простота конструкции.
2. Удобства в работе.
3. Сравнительно невысокая трудоемкость в изготовлении.
4. Низкая себестоимость.
5. Универсальность.

На последнем пункте следует наиболее заострить внимание, т.к. создание установки для сборки и разборки шатунно-поршневой группы было бы нерациональным и нецелесообразным. Таким образом, приходим к выводу, что нашей задачей является проектирование универсальной установки (станда), которая в наибольшем объеме использовалась в ремонтной практике.

4.2 Устройство конструкции

Установка для запрессовки и выпрессовки соединений выполненная с натягом представляет из себя передвижную тележку с гидравлическим цилиндром, который выполняет главную функцию в данном механизме, а именно служит для

					<i>ВКР 35.03.06.233.17.ПГ.00.00.00.ПЗ</i>			
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	<i>Пресс гидравлический</i>	Литера	Лист	Листов
Разраб.		<i>Миннуллин</i>				у	1	
Пров.		<i>Вагизов</i>						
Н. контр.		<i>Марданов</i>						
Утв.		<i>Адигамов</i>						
						<i>Казанский ГАУ каф. ТС</i>		

создания усилия необходимого для разъединения или соединения сопряжений. Гидроцилиндр расположен на сварном корпусе тележке, выполненной из стального уголка. Для передвижения тележки по горизонтальной поверхности имеются четыре независимых колеса, которые обеспечивают необходимую плавность скольжения. Для удобства выполнения поворотов и разворотов одна пара колес вращается в двух плоскостях: горизонтальной и вертикальной.

Гидроцилиндр представляет собой цилиндрический отрезок стандартной трубы Ш 200 мм, внутри которого находится поршень 2, который перемещается под воздействием масла, поступающего через крышку 8 и 11. поступление жидкости в обратных направлениях происходит через гидрораспределитель 5. Поршень соединен со штоком 12, который в свою очередь взаимодействует с наконечником 4, обеспечивающим равномерное выдавливание или запрессовку. В случае сборки и разборки шатунно-поршневой группы для обеспечения упора поршня используется упор 1, который при использовании установки для других операций заменяется на соответствующие приспособление. Например, установка может применяться для сборки и разборки гусениц, изготовления шайб и прокладок и т.д. Таким образом, универсальность установки оправдана и доказана.

4.3 Принцип работы пресса

Принцип работы пресса заключается в следующем.

Жидкость под давлением поступает в гидрораспределитель 5, который в свою очередь направляет поток жидкости в гидроцилиндр по трубопроводам 6. жидкость попадая в полость цилиндра начинает двигать поршень 9, который передает далее на шток 12. Шток перемещая наконечник 4 по втулке 3, передает усилие на поршневой палец, что приводит к выпрессовке. Перемещение поршня относительно силу действия штока невозможно с наличием ограничительного упора 1, на которых для предотвращения задиров на поверхности поршня нанесена резиновая прокладка 2, которая так же увеличивает площадь соприкосновения поршня с упором, вследствие упругой деформацией прокладки.

Не менее важным фактором является так же то, что расстояние от верхней части плоскости поршня до центра отверстия под поршневой палец у поршней разных моделей двигателей не одинаковы, по конструкции предусмотрены подкладки из полимерных материалов или металла, соответствующей толщины, обеспечивающей необходимую соосность поршневого пальца и наконечника.

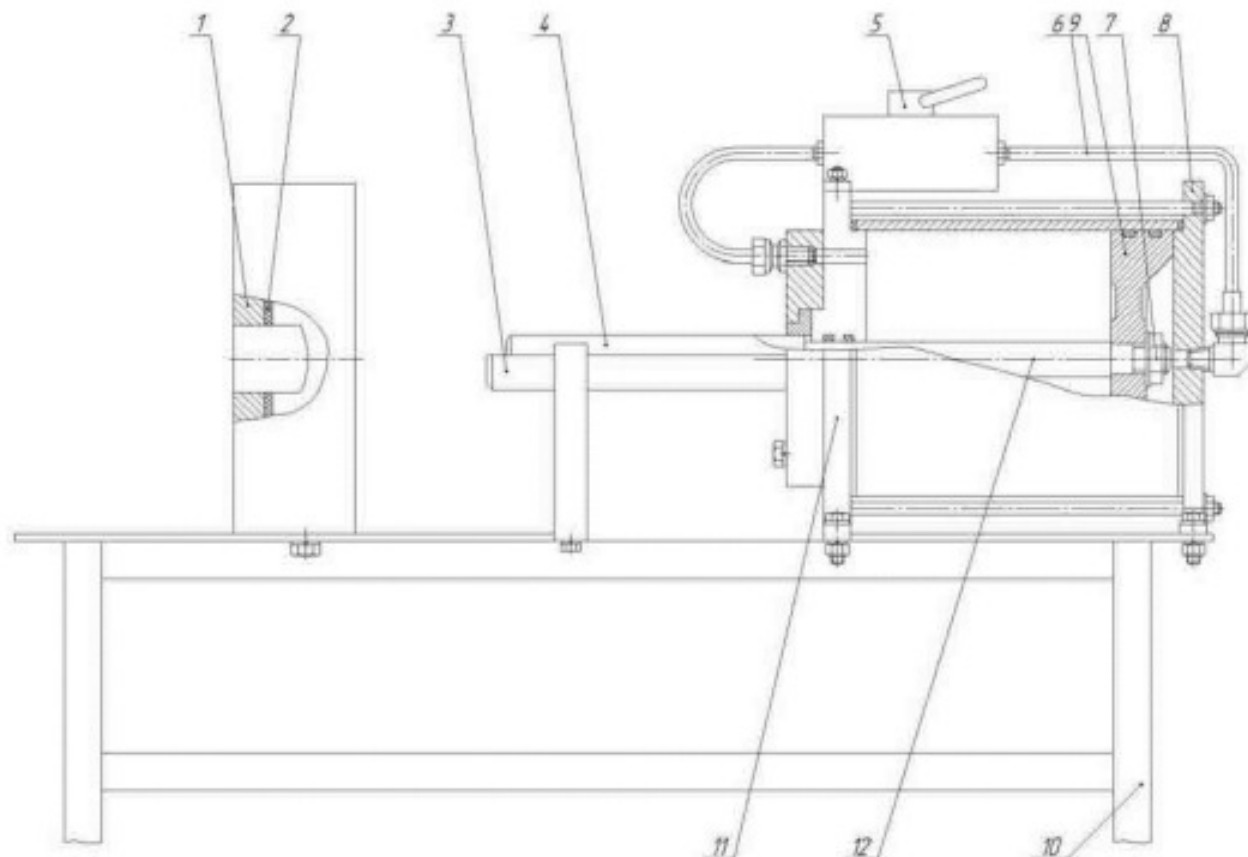


Рисунок 4.1- Схема прессы.

4.4 Расчет основных параметров

Для того чтобы определить основные параметры гидравлического цилиндра, необходимо определить усилие на штоке поршня.

4.4.1 Усилие на штоке

Усилие на штоке, находим по формуле:

$$P = F_1 \times q; \quad (4.1)$$

где F_1 - площадь поршня, мм²;

q - давление жидкости, Па.

Площадь поршня находим по формуле:

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ВКР 35.03.06.233.17.ПГ.00.00.00.ПЗ

Лист

$$F_1 = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3.14 \times 200^2}{4} = 31400 \text{ мм}^2.$$

Тогда усилие: $P = 0,0314 \times 0,1 \times 10^6 = 3140 \text{ Н}$.

4.4.2 Определение диаметра гидроцилиндра

Диаметр цилиндра определим по формуле:

$$D_{ц} = \sqrt{\frac{P}{0,785 \times q \times \eta}}; \quad (4.2)$$

Где $D_{ц}$ - диаметр цилиндра, м;

q - давление жидкости, МПа

η - коэффициент полезного действия (для гидроцилиндра $\eta = 0,85$).

$$D_{ц} = \sqrt{\frac{3140}{0,785 \times 0,1 \times 0,85}} = 0,21 \text{ м}.$$

Расчетный размер диаметра гидроцилиндра принимаем стандартным

$$D_{цст} = 0,2 \text{ м}.$$

4.4.3 Рассчитаем время начала срабатывания гидроцилиндра

Для этого применим формулу:

$$T_{ср} = \frac{D_{ц} \times L_x}{d^2 \times V_{ж}}; \quad (4.3)$$

Где L_x - длина хода поршня, м;

d - диаметр маслопровода, м;

$V_{ж}$ - скорость поступления жидкости, м/с.

При достижении давления масла максимальной величины скорость его поступления находится в пределах 150...200 м/с, отсюда:

$$T_{ср} = \frac{0,2 \times 0,2}{0,01^2 \times (150 \div 200)} = 2,7 \dots 2 \text{ с}.$$

Таким образом, для выпрессовки и запрессовки поршневого пальца требуется время 2-3 секунды.

Для сравнения: при работе механических съемок тратится 1.5...2 минуты, при работе с ударной нагрузкой требуется произвести от 5 до 10 ударов молотком, что требует приложения от рабочего физической силы и значительных затрат времени.

					<i>ВКР 35.03.06.233.17.ПГ.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

4.5 Прочностные расчеты

4.5.1 Расчет и определение диаметра упорных винтов

Внутренний диаметр винта определим по формуле: []

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \times P}{\pi [\delta_p] \times f}}, \quad (4.4)$$

где d_1 - внутренний диаметр болта;

P - сила растягивающая;

$[\delta_p]$ - допустимое напряжение, Па.

Принимаем болт стандартного размера по ГОСТ 7798 - 70, исполнения 1.

Болт М 12 – 6 д х 50.58 ГОСТ 7798 – 70.

4.5.2 Расчет шпилек гидроцилиндра

Находим внешнюю силу Q , действующую на соединение по формуле: []

$$Q = \frac{\pi \times D^2}{4} \times P, \quad (4.5)$$

где D - диаметр гильзы, см;

P - давление жидкости, мПа/мм².

$$Q = \frac{3.14 \times 20^2}{4} \times 1.0 = \frac{12560}{4} = 314.0 \text{ МПа.}$$

Внешнюю силу, приходящуюся на один болт, определим по формуле: []

$$P = \frac{Q}{Z}, \quad (4.6)$$

где Z - число винтовых соединений.

$$P = \frac{314,0}{3} = 52,3 \text{ МПа.}$$

Растягивающую силу, действующую на шпильку, после предварительной затяжки и приложения внешней силы найдем по формуле: []

$$P_0 = [R(1 - \lambda) + \lambda] \times P, \quad (4.7)$$

где λ – коэффициент внешней нагрузки, ($\lambda = 0.5$);

R - коэффициент затяжки болта, ($R = 0,9 \dots 3,5$).

$$P_0 = [3(1 - 0.5) + 0.5] \times 52.3 = 104.6 \text{ МПа.}$$

Определим допустимое напряжение на растяжение по формуле: []

					<i>ВКР 35.03.06.233.17.ПГ.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$[G_p] = \frac{[G_T]}{R}, \quad (4.8)$$

где G_T - предел текучести, ($G_T = 2.2 \text{ МПа} / \text{мм}^2$);

R - коэффициент затяжки болта, ($R = 1.5$).

$$[G_p] = \frac{2200}{1.5} = 146.6 \text{ МПа} / \text{мм}^2.$$

Внутренний диаметр резьбы шпильки определим по формуле: [].

$$d_1 = 1.3 \sqrt{P_0 / [G_p]} = 1.3 \sqrt{1046 / 146.6} = 10.9 \text{ мм}.$$

По ГОСТ 9150-78 выбираем резьбу М 12 с увеличенным шагом и гайку ГОСТ 5915-87.

Коэффициент податливости шпильки определим по формуле: [].

$$\lambda_s = \frac{l}{F \times E}, \quad (4.9)$$

где l - длина шпильки, мм;

E - модуль упругости материала шпильки, $E = 2.0 \times 10^6 \text{ МПа} / \text{м}^2$.

F - площадь сечения шпильки, м^2 .

$$\lambda_s = \frac{30}{\frac{3.14 \times 1.2^2}{4} \times 2 \times 10^6} = 13.4 \times 10^{-5} \text{ м} / \text{МПа}.$$

Находим коэффициент податливости, скрепляемых болтов деталей, [].

$$\lambda_0 = \frac{h_1}{F_1 E_1} + \frac{h_2}{F_2 E_2} + \frac{h_3}{F_3 E_3}, \quad (4.10)$$

где h_1 - толщина крышки, 1,4 мм;

h_2 - толщина прокладки, мм;

h_3 - длина гильзы, мм;

E_1 - модуль упругости крышки, $E = 20 \text{ МПа} / \text{мм}^2$;

E_2 - модуль упругости прокладки, $E = 7,0 \text{ МПа} / \text{мм}^2$

E_3 - модуль упругости гильзы, $E = 20 \text{ МПа} / \text{мм}^2$

F_1, F_2, F_3 - площади соприкосновения деталей.

$$\lambda_0 = \frac{1.4}{\pi/4[(1.2+1.4)^2 - 1.2^2] \times 20} + \frac{0.4}{\pi/4[(1.2+0.4)^2 - 1.2^2] \times 0.7} + \frac{26}{\pi/4[(1.2+26)^2 - 1.2^2] \times 20} = 13 \times 10^{-5} \text{ мм.}$$

Для проверки прочности соединения найдем коэффициент внешней загрузки, []

$$\lambda = \frac{\lambda_0}{\lambda_0 + \lambda_s}, \quad (4.11)$$

где λ_0 и λ_s - коэффициент податливости деталей и шпильки.

$$\lambda = \frac{1,3 \times 10^{-5}}{1,3 \times 10^{-5} + 1,34 \times 10^{-5}} = 0,49.$$

Таким образом, полученный коэффициент соответствует ранее выбранному коэффициенту внешней загрузки.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Опасные зоны машин и механизмов

Рассматривая на ремонтном производстве несчастные случаи, приходится сталкиваться с понятием опасная зона.

Опасной называют зону, в которой постоянно действуют или периодически возникают факторы, создающие угрозу для жизни и здоровья человека. У машин такие зоны существуют вблизи движущихся и вращающихся деталей, вокруг открытых токоведущих частей и т. д.

Границы опасных зон можно легко определить, так как они не меняются в процессе работы, а границы переменных зон не имеют четких очертаний в пространстве. Поэтому для создания безопасных условий труда очень важно найти максимальное расстояние, в пределах которого можно воздействие на человека опасных производственных факторов эксплуатация машин и оборудования.

В процессе разработки конструктивной части были использованы соответствующие государственные стандарты, положения, инструкции и другие литературные источники. Также были использованы единые требования безопасности и производственной санитарии для технологического оборудования, оснастки и производственных процессов по ремонту сельскохозяйственной техники.

При проектировании необходимо для обеспечения безопасности, комфорта и эстетики. Были приняты нужные технические решения, которые бы позволили выполнить ряд требований по безопасности. В конструктивной части выпускной работы были произведены расчеты, которые не только подтвердили эффективность конструкции, но и доказали, что она является безопасным для использования. Мы подсчитали ряд деталей на прочность, которые подтвердили, что они удовлетворяют требованиям.

5. Инструкция по безопасности труда для слесаря при работе с гидравлическим прессом

Утверждено
руководителем хозяйства

« ____ » _____ 2017 г.

ИНСТРУКЦИЯ

по безопасности труда для слесаря при работе с гидравлическим прессом.

Общие требования при работе приспособлением:

К работе с приспособлением допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие удостоверение слесаря, после прохождения соответствующего инструктажа.

На рабочем месте запрещается заниматься посторонними делами.

Работать нужно только в спецодежде.

В случае аварии немедленно известить администрацию.

Уметь оказывать первую доврачебную помощь.

Требования перед началом работы:

Подготовить рабочее место, одеть спецодежду.

Проверить исправность съемника.

Проверить крепления съемника.

В случае не исправности приспособления, оповестить администрацию.

Строго выполнять все требования санитарии.

Требования до начала работы:

Работать с приспособлением, имея практические навыки.

Необходимо убедиться в полной готовности приспособления гидравлической установки.

Соблюдать требования безопасности и работы.

Поддерживать рабочее место в чистоте.

Требования безопасности в аварийной ситуации:

При возникновении аварии необходимо срочно отключить систему электрического питания.

При поражении электрическим током нужно оказать первую доврачебную помощь.

Требования безопасности по окончании работы:

При сдаче рабочего места необходимо убедиться в исправности пресса.

Отключить приспособление гидравлического пресса.

Сдать спецодежду.

О недостатках и неисправностях конструкции при работе известить администрацию.

Ответственность

За нарушение правил безопасности требований данного приспособления рабочий несет дисциплинарную, материальную ответственность.

Разработал:

Согласовано: специалист

по охране труда:

представитель профкома:

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

6.1 Экономическое обоснование гидравлического пресса

Затраты на изготовление и модернизацию гидравлического пресса 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 гидравлического пресса, руб.;

$C_{оп}$ – общепроизводственные накладные расходы на изготовление гидравлического пресса, руб.;

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

$K_{нац}$ – коэффициент, учитывающий разницу между прейскурантной ценой и балансовой стоимостью гидравлического пресса ($K_{нац}=1,4 \dots 1,5$).

Стоимость изготовления корпусных деталей гидравлического пресса определяют по формуле:

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

где Q_n – масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей гидравлического пресса, кг.;

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

$$C_k = 42 \cdot 80 = 3360 \text{ руб.}$$

Затраты на изготовление оригинальных деталей гидравлического пресса определяют по формуле:

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

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

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

Зарботную плату производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей гидравлического пресса определяют по формуле:

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

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

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

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

Основную зарботную плату определяют по формуле:

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

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

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

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

$$C_{\text{пр}} = 100 \cdot 24 \cdot 1,03 = 2472 \text{ руб.}$$

Дополнительную зарботную плату определяют по формуле:

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

$$C_{\text{доп}} = \frac{10 \cdot 2472}{100} = 247 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию определяют по формуле:

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

$$C_{\text{соц}} = \frac{4,4 \cdot (2472 + 247)}{100} = 119 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{зн}} = 2472 + 247 + 119 = 2838 \text{ руб.}$$

Стоимость материала заготовок определяют по формуле:

$$C_{\text{м}} = \text{Ц} \cdot Q_3, \quad (6.8)$$

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;

$$Q_{\text{заг}} = \frac{6}{0,7} = 8,6 \text{ кг.}$$

$$C_M = 25 \cdot 8,6 = 215 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{од}} = 2838 + 215 = 3053 \text{ руб.}$$

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

Зарботную плату производственных рабочих, занятых на сборке гидравлического пресса 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 гидравлического пресса 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 гидравлического пресса, чел.·час.

$$C_{\text{сб}} = 12 \cdot 100 \cdot 1,03 = 1165 \text{ руб.}$$

Дополнительную зарботную плату определяют по формуле:

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

$$C_{\text{д.сб}} = \frac{10 \cdot 1165}{100} = 116 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию определяют по формуле:

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

$$C_{\text{соц.сб}} = \frac{4,4 \cdot (1165 + 116)}{100} = 56 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{зн.сб.п}} = 1165 + 116 + 56 = 1337 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные накладные расходы на изготовление гидравлического пресса 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 гидравлического пресса, руб.;

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

$$C_{\text{оп}} = \frac{2472 \cdot 69,5}{100} = 1718 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{констр}} = 3360 + 3053 + 1500 \times 1,5 + 1337 + 1718 = 11718 \text{ руб.}$$

Таблица 6.1 - Исходные данные для расчета технико-экономических показателей гидравлического пресса.

№ п/п	Наименование	Ед.измерения	Знач. показателя	
			исходный	проектир.
1	Масса гидравлического пресса	кг	22	51
2	Балансовая стоимость	руб.	7400	11718
3	Количество обслуживающего персонала	Чел.	1	1
4	Разряд работы	разряд	4	4
5	Тарифная ставка	руб./чел.ч	100	100
6	Норма амортизации	%	13	13
7	Норма затрат на ремонт и техническое обслуживание	%	8	8
8	Годовая загрузка гидравлического пресса	ч	300	300
9	Время 1 цикла	ч	0,09	0,05

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:

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

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

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

$$W_{\text{ч0}} = \frac{60 \cdot 0,9}{5,4} = 10 \text{ шт/час.}$$

$$W_{\text{ч1}} = \frac{60 \cdot 0,9}{3} = 18 \text{ шт/час.}$$

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 гидравлического пресса, кг;

$T_{\text{год}}$ – годовая загрузка гидравлического пресса, час;

$T_{\text{сл}}$ – срок службы гидравлического пресса, лет.

$$M_{\text{е0}} = \frac{22}{10 \times 300 \times 5} = 0,001 \text{ кг/шт.}$$

$$M_{\text{е1}} = \frac{51}{18 \times 300 \times 5} = 0,001 \text{ кг/шт.}$$

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 гидравлического пресса, руб.

$$F_{\text{е0}} = \frac{7400}{10 \times 300} = 2,46 \text{ руб./шт.}$$

$$F_{\text{е1}} = \frac{11718}{18 \cdot 300} = 2,17 \text{ руб./шт.}$$

Трудоемкость процесса находят из выражения:

$$T_{\text{е}} = \frac{n_{\text{р}}}{W_{\text{з}}}, \quad (6.18)$$

где n_p – количество рабочих, чел.

$$T_{e0} = \frac{1}{10} = 0,1 \text{ чел. ч/шт.}$$

$$T_{e1} = \frac{1}{18} = 0,055 \text{ чел. ч/шт.}$$

Энергоемкость процесса находят из выражения:

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

где N_e – мощность потребляемая установкой.

$$\mathcal{E}_{e0} = \frac{1,5}{10} = 0,15 \text{ кВт/ед.}$$

$$\mathcal{E}_{e1} = \frac{1,5}{18} = 0,08 \text{ кВт/ед.}$$

Себестоимость работы определяют по формуле:

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

Затраты на заработную плату определяют по формуле:

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

$$C_{зп0} = 100 \times 0,1 = 10 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{зп1} = 100 \times 0,055 = 5,5 \text{ руб./шт.}$$

Затраты на электроэнергию определяют по формуле:

$$C_э = \mathcal{C}_э \cdot \mathcal{E}_e, \quad (6.22)$$

где $\mathcal{C}_э$ – комплексная цена электроэнергии, руб./кВт.

$$C_{э1} = 2,88 \times 0,15 = 0,432 \text{ руб.}$$

$$C_{э2} = 2,88 \times 0,08 = 0,230 \text{ руб.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяют по формуле:

$$C_{рто} = \frac{C_с \cdot H_{рто}}{100 \cdot W_q \cdot T_{год}}, \quad (6.23)$$

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

$$C_{рто0} = \frac{7400 \cdot 8}{100 \cdot 10 \cdot 300} = 0,20 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{\text{рто1}} = \frac{11718 \cdot 8}{100 \cdot 018 \cdot 300} = 0,17 \text{ руб./шт.}$$

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 %.

$$A_0 = \frac{7400 \times 13}{100 \times 10 \times 300} = 0,32 \text{ руб./шт.}$$

$$A_1 = \frac{11718 \times 13}{100 \times 18 \times 300} = 0,28 \text{ руб./шт.}$$

$$S_0 = 10 + 0,20 + 0,32 + 0,432 = 11 \text{ руб./шт.}$$

$$S_1 = 5,5 + 0,17 + 0,28 + 6,2 = 6,2 \text{ руб./шт.}$$

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.

$$C_{\text{прив0}} = 11 + 0,15 \times 2,46 = 11,37 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{\text{прив1}} = 6,2 + 0,15 \times 2,17 = 6,53 \text{ руб./шт.}$$

Годовую экономию определяют по формуле:

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

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (11 - 6,2) \times 18 \times 300 = 25920 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяют по формуле:

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

$$E_{\text{год}} = (11,37 - 6,53) \times 18 \times 300 = 26136 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяют по формуле:

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

где C_{61} – балансовая стоимость спроектированной гидравлического пресса, руб.

$$T_{ок} = \frac{11718}{25920} = 0,45 \text{ года}.$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле:

$$E_{эф} = \frac{\mathcal{E}_{год}}{C_6}. \quad (6.28)$$

$$E_{эф} = \frac{25920}{11718} = 2,2.$$

Таблица 6.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности гидравлического пресса.

№ п/п	Наименование показателей	Базовый	Проект
1	Часовая производительность, ед./ч.	10	18
2	Фондоемкость процесса, руб./ед.	2,46	2,17
3	Энергоемкость процесса, кВт/ед.	0,15	0,08
4	Металлоемкость процесса, кг./ед.	0,001	0,001
5	Трудоемкость процесса, чел*ч./ед.	0,1	0,055
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.	11	6,2
7	Уровень приведенных затрат, руб./ед.	11,37	6,53
8	Годовая экономия, руб.	-	25920
9	Годовой экономический эффект, руб.	-	26136
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	-	0,45
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	2,2

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одним из важнейших факторов, определяющих эффективную работу сельскохозяйственного предприятия, является уровень готовности машинно-тракторного парка.

Поэтому в данной выпускной квалификационной работе была поставлена задача повышения уровня готовности машинно-тракторного парка путем восстановления изношенных деталей, с предложением технологии ремонта.

В процессе выпускной работы были проанализированы литературные источники, выбран метод восстановления выпускного клапана двигателя Д - 240.

Главной целью любого производства является получение прибыли. Поэтому при оценки эффективности внедрения новых проектов и конструкции, используют прибыль. В 6 - ой части выпускной работы приведены необходимые расчеты и экономическое обоснование разрабатываемого пресса. При сравнении с показателями исходной конструкции, проектируемый является предпочтительнее, поэтому рекомендуется использовать проектируемые мероприятия.

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. Гулия Н.В. Детали машин [Текст] / Н.В.Гулия, 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 АПМ, 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.