

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление: 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Профиль: Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (СХ)

Кафедра: Общеинженерные дисциплины

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
на соискание квалификации (степени) «бакалавр»**

Тема: Разработка технологического процесса восстановления впускного клапана двигателя Д-260 с разработкой конструкции кантователя.

Шифр: ВКР 23.03.03.478.18 КК.00.00.00.ПЗ

Студент группы 3452с

подпись

Хусаинов Ш.Ш.
Ф.И.О.

Руководитель ст. преподаватель

подпись

Вагизов Т.Н.
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № ____ от _____ 2018 г.)

Зав. кафедрой ____ профессор____
ученое звание

подпись

Адигамаев Н.Р.
Ф.И.О.

Казань – 2018 г.

АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе Хусаинова Ш.Ш. на тему «Разработка технологического процесса восстановления выпускного клапана двигателя Д-260 с разработкой конструкции кантователя».

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на листах машинописного текста и графической части на 7 листах формата А1.

Записка состоит из введения, шести разделов, заключения и включает рисунков и таблиц. Список использованной литературы содержит 28 наименований.

В первом разделе дан описание устройства, анализ работы и характеристика причин потерь работоспособности газораспределительного механизма двигателя Д-260.

Во втором разделе определена закономерность износа и процент восстанавливаемых деталей.

В третьем разделе разработан технологический процесс восстановления выпускного клапана двигателя Д - 260, подобрано необходимое оборудование и инструмент, предложена технология восстановления клапана.

В четвертом разделе разработан кантователь для ремонта двигателей.

В пятом разделе спроектированы мероприятия по безопасности труда.

В шестом разделе подсчитаны экономическое обоснование стенда для ремонта двигателей.

В конце приведены общие выводы по выпускной работе.

ABSTRACT

for final qualifying work Khusainova S. S. on the topic "Development of technological process of restoration of the intake valve of the engine D-260 with the development of the construction boom".

The final qualifying work consists of an explanatory note on the sheets of typewritten text and the graphic part on 6 sheets of A1 format.

The note consists of an introduction, six sections, a conclusion and includes 23 figures and 8 tables. The list of references contains 28 items.

In the first section the description of the device, the analysis of work and the characteristic of the reasons of losses of efficiency of the gas-distributing mechanism of the d-260 engine is given.

The second section defines the wear pattern and percentage of parts to be restored.

In the third section, the technological process of restoring the exhaust valve Of the d - 260 engine is developed, the necessary equipment and tools are selected, the technology of restoring the valve is proposed.

In the fourth section, a turntable for engine repair was developed.

In the fifth section, activities on safety of trade Yes are designed.

In the sixth section, the economic justification of the stand for engine repair is calculated.

In the end the General conclusions on final work are resulted.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	
1 АНАЛИЗ РАБОТЫ СОПРЯЖЕНИЯ.....	
1.1 Описание устройства, анализ работы и характеристика причин потерь работоспособности газораспределительного механизма двигателя Д-260.....	
1.2 Неисправности механизма газораспределения и техническое обслуживание.....	
1.3 Ремонт газораспределительного механизма двигателя Д-260.....	
1.4 Анализ существующих конструкций кантователей для ремонта двигателей.....	
2 ИЗУЧЕНИЕ ИЗНОСА ДЕТАЛЕЙ.....	
2.1 Задачи микрометража.....	
2.2 Обработка результатов микрометража выпускного клапана двигателя Д - 260 трактора БЕЛАРУС-1221.....	
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 - 260.....	
3.1 Разработка карты технологического процесса дефектации и выбор контрольно-измерительных средств.....	
3.2 Выбор рационального способа восстановления дефектов клапана выпускного.....	
3.3 Разработка ремонтного чертежа выпускного клапана.....	
3.4 Разработка маршрутных и операционных карт восстановления клапана выпускного.....	

3.5	Расчёт и выбор параметров и режимов нанесения покрытия.....
3.6	Определение норм времени выполнения операции.....
4	РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ СТЕНДА.....
4.1	Обоснование выбранной конструкции.....
4.2	Устройство стенда.....
4.3	Принцип работы стенда.....
4.4	Расчет стенда.....
4.4.1	Кинематический расчет привода.....
4.4.2	Определение основных размеров звездочек.....
4.4.3	Выбор муфты, соединяющей двигатель с редуктором.....
4.4.4	Расчет прочности правого вала.....
4.4.5	Расчет подшипников опор.....
5	БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....
5.1	Требования безопасности к стенду для разборки и сборки двигателя....
5.2	Инструкция по безопасности труда слесаря при разборке и сборке двигателей.....
5.3	Физическая культура на производстве.....
6	ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КАНТОВАТЕЛЯ.....
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....
	СПЕЦИФИКАЦИИ.....

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы в отрасль сельского хозяйства Республики Татарстан вводятся инновации по переработке, хранению сельскохозяйственных угодий, модернизируется ремонтно-технологическая база, повышается уровень технологического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники. Чтобы не отставать от технического прогресса, в хозяйства РТ необходимо внедрить современные технологии, перевооружить уже имеющуюся технику и оборудование. Естественно внедрение инноваций требует немалых капиталовложений, вследствие чего повышается балансовая стоимость сельскохозяйственной техники, что в свою очередь ведет к повышению затрат на обслуживание и ремонт. В связи с этим предлагается ряд мероприятий:

- 1) повышение качества изготовления деталей;
- 2) использование современного диагностического оборудования;
- 3) увеличение производительности труда

Это позволит в дальнейшем сократить расходы на ремонт.

Эффективность ремонта сельскохозяйственной техники определяется ремонтом и восстановлением сломанных и изношенных деталей. И этим решается основной вопрос снабжения эксплуатируемых машин запасными частями, то есть по другому восстановление деталей – крупный резерв для экономии материальных и энергетических ресурсов.

1 ЛИТЕРАТУРНО ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

1.1 Описание устройства, анализ работы и характеристика причин потерь работоспособности газораспределительного механизма двигателя Д-260.

На тракторе БЕЛАРУС-1221 установлен шестицилиндровый, рядный, четырехтактный двигатель Д-260.2/Д-260.2С/Д-260.2S2 с турбонаддувом (с охладителем наддувочного воздуха для Д-260.2S2), непосредственным впрыском топлива, жидкостным охлаждением. Запуск двигателя осуществляется электростартером.

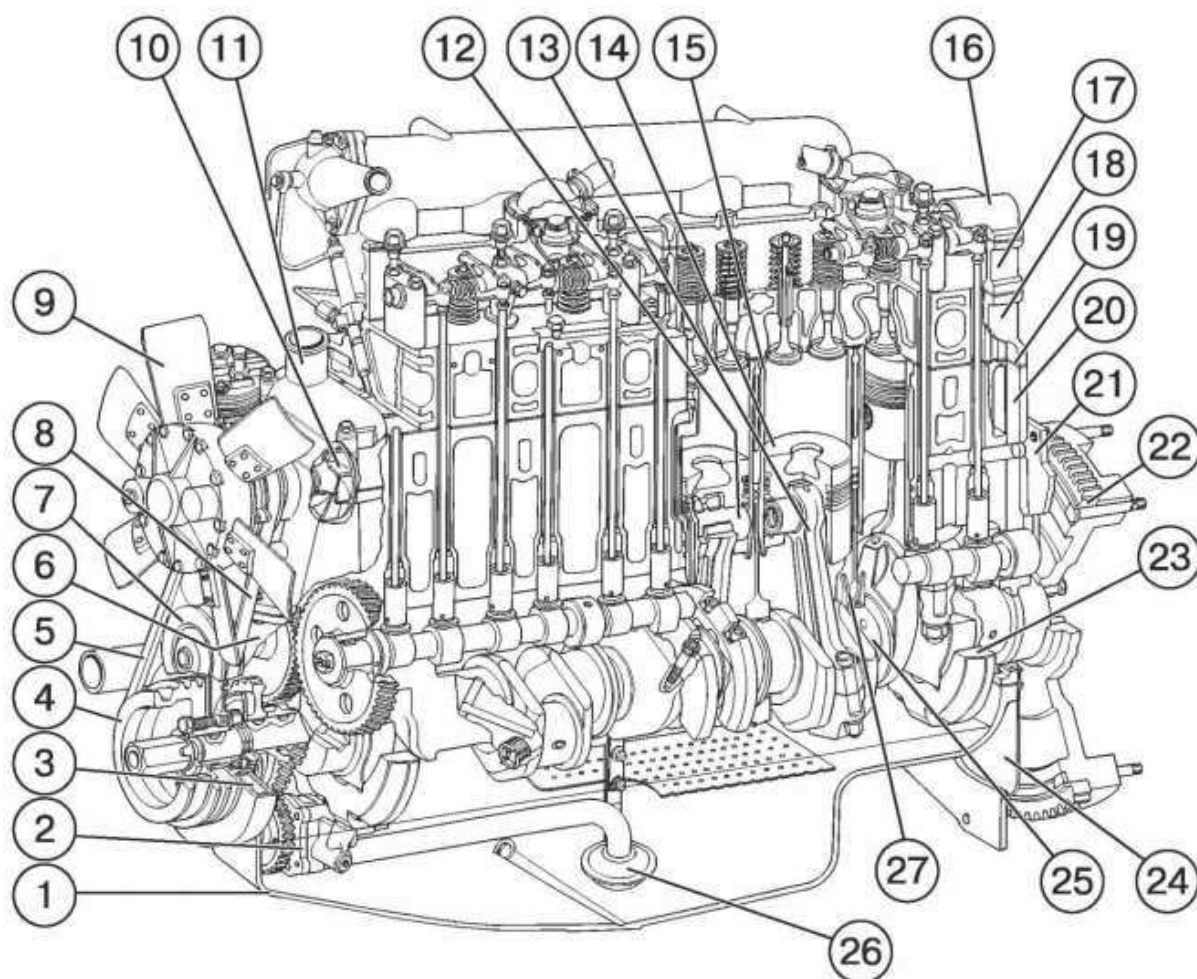


Рисунок 1.1 - Двигатель Д-260.

Двигатель состоит из блока цилиндров, двух головок цилиндров, кривошипно-шатунного механизма, механизма газораспределения, а также систем питания, смазки, охлаждения, пуска, электрооборудования.

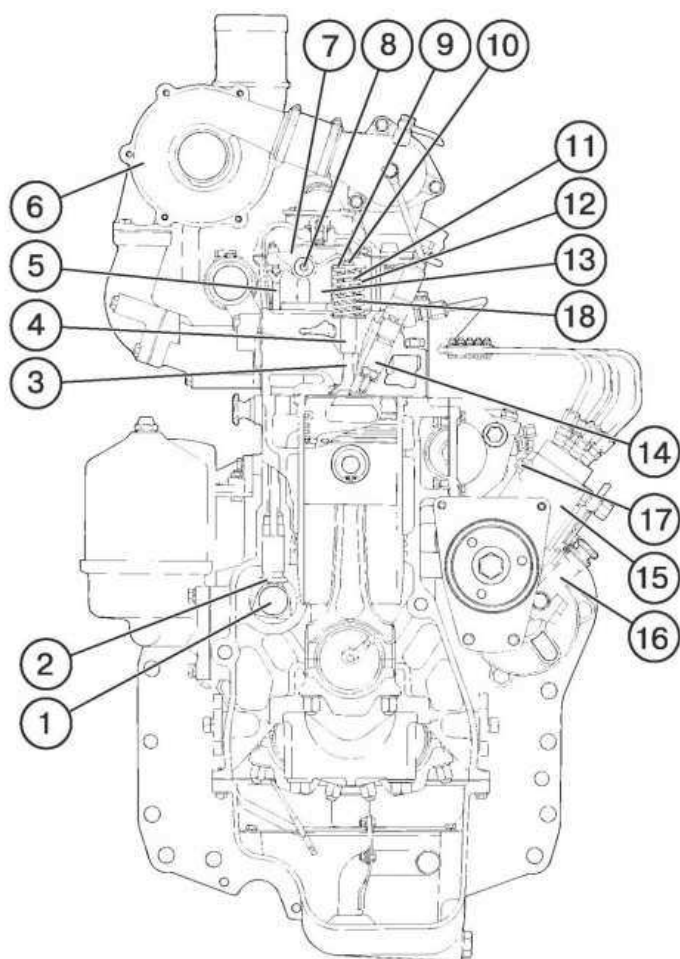
Блок цилиндров (20) (рис.1.2) выполнен в виде моноблока, представляет собой жесткую чугунную отливку. В расточках блока установлены шесть съемных гильз (15), изготовленных из специального чугуна. Гильза устанавливается в блок цилиндров по двум центрирующим поясам. В верхнем поясе гильза закрепляется буртом, в нижнем — уплотняется двумя резиновыми

кольцами. Снизу блок цилиндров закрыт литым масляным картером (1), выполненным из алюминиевого сплава. Две взаимозаменяемые головки цилиндров (18) (по одной на три цилиндра) отлиты из чугуна. Головки цилиндров имеют вставные седла клапанов, изготовленные из жаропрочного и износостойкого сплава. На головках цилиндров устанавливаются форсунки (14) (по три на каждую головку).



1 — картер; 2 — масляный насос; 3 — гаситель крутильных колебаний; 4 — шкив коленчатого вала; 5 — ремень вентилятора; 6 — крышка шестерен газораспределения; 7 — шкив натяжной; 8 — ремень генератора; 9 — вентилятор; 10 — водяной насос; 11 — корпус термостата; 12 — поршневой палец; 13 — шатун; 14 — поршень; 15 — гильза цилиндра; 16 — колпак; 17 — крышка головки цилиндров; 18 — головка цилиндров; 19 — прокладка головки цилиндров; 20 — блок цилиндров; 21 — задний лист; 22 — маховик; 23 — противовес; 24 — крышка; 25 — коленчатый вал; 26 — маслоприемник; 27 — форсунка охлаждения поршня

Рисунок 1.2 - Двигатель Д-260 (продольный разрез).



1 — распределительный вал; 2 — толкатель; 3 — клапан; 4 — направляющая втулка клапана; 5 — штанга; 6 — турбокомпрессор; 7 — коромысло; 8 — валик; 9 — тарелка; 10 — сухарики; 11 — пружина внутренняя; 12 — пружина наружная; 13 — стойка; 14 — форсунка; 15 — топливный насос*; 16 — насос ручной подкачки топлива; 17 — пробка для удаления воздуха из головки топливного насоса; 18 — уплотнительная манжета

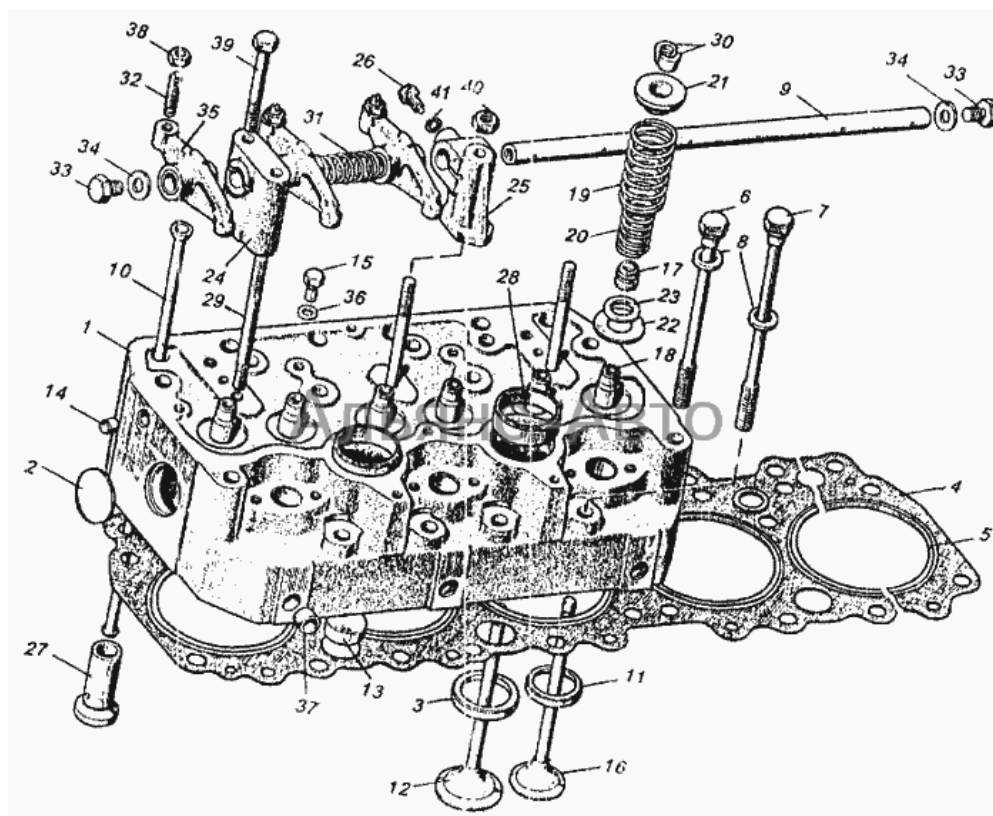
Рисунок 1.3 - Двигатель Д-260 (поперечный разрез).

Для уплотнения разъема между головками и блоком цилиндров установлена прокладка (19) из асбостального полотна. Отверстия для гильз цилиндров и масляного канала окантованы листовой сталью. При сборке двигателя на заводе цилиндрические отверстия прокладки дополнительно окантовываются фторопластовыми кольцами.

Газораспределительный механизм двигателя Д-260 состоит из следующих компонентов:

- распределительный вал;
- шестерни;

- впускные и выпускные клапаны;
- толкатели;
- коромысла;
- регулировочные винты;
- детали привода;
- направляющая втулка.



1 - головка цилиндров; 2 - заглушка; 3 - седло клапана впускного; 4 - прокладка головок; 5 - кольцо; 6 - болт; 7 - болт; 8 - шайба; 9 - ось коромысел; 10 - штанга; 11 - седло клапана выпускного; 12 - клапан впускной; 13 - заглушка; 14 - заглушка; 15 - пробка; 16 - клапан выпускной; 17 - манжета уплотнительная клапана; 18 - втулка направляющая клапана; 19 - пружина клапана наружная; 20 - пружина клапана внутренняя; 21 - тарелка пружин клапана; 22 - шайба пружины клапана нижняя; 23 - шайба пружины клапана верхняя; 24 - стойка оси коромысел крайняя; 25 - стойка оси коромысел средняя; 26 - фиксатор оси коромысел; 27 - толкатель клапана; 28 - стакан; 29 - шпилька стойки; 30 - сухарь клапана; 31 - пружина оси коромысел; 32 - винт регулировочным; 33 - пробка оси коромысел; 34 - шайба пробки; 35 - коромысло клапана со втулками; 36 - кольцо; 37 - заглушка; 38 - гайка; 39 - болт м12-6gx85.88.35.019; 40 - гайка м12.6н.6;

Рисунок 1.4 - ГРМ двигателя Д-260

Распределительный вал (1) — четырехопорный, получает вращение от коленчатого вала через шестерни распределения.

Толкатели (2) — стальные, имеют сферические доньшки. Кулачки распределительного вала изготовлены с небольшим наклоном, за счет этого толкатели в процессе работы совершают вращательное движение.

Штанги (5) толкателей изготовлены из стального прутка. Сферическая часть, входящая внутрь толкателя, и чашка штанги закалены.

Коромысла клапанов (7) — стальные, качаются на валиках, установленных в стойках. Валик коромысел полый, имеет шесть радиальных отверстий для смазки коромысел. Перемещения коромысел вдоль валиков ограничивается распорными пружинами.

Впускные и выпускные клапаны (3) изготовлены из жаропрочной стали, перемещаются в направляющих втулках, запрессованных в головки цилиндров. Каждый клапан закрывается под действием двух пружин: наружной (12) и внутренней (10), которые закреплены на его стержне с помощью тарелки (9) и сухариков (10). Уплотнительные манжеты (18), установленные на направляющие втулки клапанов, исключают попадание масла в цилиндры двигателя через зазоры между стержнями клапанов и направляющими втулками.

1.2 Неисправности механизма газораспределения и техническое обслуживание

Основные неисправности механизма газораспределения: нарушение плотности посадки клапанов в гнезда и увеличение осевого перемещения распределительного вала.

Признаком нарушения плотности посадки клапанов служат уменьшение компрессии в цилиндрах, периодические хлопки во впускных или выпускных трубопроводах и падение мощности. Причиной нарушения плотности посадки клапанов может быть изменение нормальной величины зазоров между стержнями клапанов и коромыслами, или толкателями, заедание стержней

клапанов направляющих втулках, наличие нагара или повреждений на фасках клапанов и гнезд, и потеря упругости или поломка клапанных пружин.

При увеличении или уменьшении зазоров между стержнями клапанов и коромыслами (толкателями) по сравнению с нормальной величиной зазора, рекомендуемого заводом-изготовителем, нарушается плотность посадки клапанов в гнезда, появляются стуки в клапанном механизме, ухудшаются наполнение цилиндров горючей смесью или воздухом и очистка их от отработавших газов, что приводит к падению мощности и повышению расхода топлива.

Указанные неисправности можно предупредить, если своевременно проводить техническое обслуживание (уход) и устранять возникающие неполадки.

Уход за механизмом газораспределения состоит в проверке и регулировке зазоров у клапанов и декомпрессионного механизма, состояния стержней клапана и направляющих втулок, состояния гнезд и фасок клапанов, состояния клапанных пружин, креплений деталей механизма газораспределения, а также проверке и восстановлении нормальной величины осевого зазора распределительного вала.

Проверка и регулировка зазоров у клапанов и декомпрессионного механизма производятся пластинчатым щупом в последовательности, соответствующей порядку работы цилиндров, начиная с первого цилиндра. Зазоры считаются установленными правильно, если щуп толщиной, равной величине нормального зазора, свободно проходит. Если зазоры у клапанов и декомпрессионного механизма отличаются от нормальных значений, то их следует регулировать.

Для регулировки зазоров у клапанов следует отпустить контргайку (см. рис.) регулировочного винта 5 и, ввертывая или вывертывая его, установить требуемый зазор. Затянув контргайку винта, вторично проверяют зазор. Таким же образом регулируют зазоры у клапанов других цилиндров в последовательности, соответствующей порядку работы цилиндров.

Регулировку зазоров в декомпрессионном механизме выполняют одновременно с регулировкой зазоров в клапанах.

Периодически необходимо проверять состояния стержня клапана и направляющей втулки. При обнаружении заедания стержня клапана во втулке вследствие засорения ее нагаром следует вынуть клапан, очистить втулку от нагара и при необходимости отшлифовать стержень и втулку.

Периодически необходимо проверять состояния гнезд и фасок клапанов и при обнаружении нагара на фасках клапанов нагар удалить с помощью скребка из мягкого металла. В случае наличия на гнездах и фасках клапанов небольших повреждений следует произвести притирку клапанов. Клапаны притирают специальной пастой. Периодически необходимо проверять состояние клапанных пружин и в случае потери упругости или поломки пружин заменить их новыми.

Следует систематически проверять крепление кронштейнов осей коромысел и других деталей и при необходимости подтягивать их.

1.3 Ремонт газораспределительного механизма двигателя Д-260

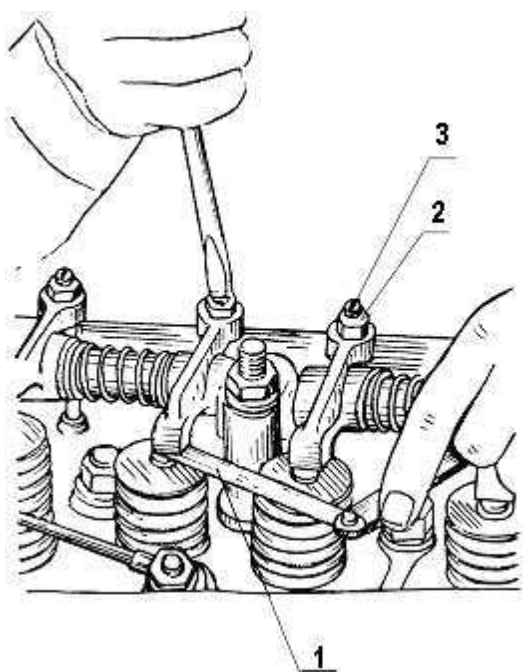
Двигатель Д-260 во время работы нагревается, в следствии чего детали механизма начинают расширяться. Чтобы избежать нарушения плотной посадки клапана, устанавливают тепловой зазор. При малом зазоре горячие пары прорываются через щели, перегревая клапан. Слишком большой зазор приводит к ухудшению очистки цилиндров от продуктов сгорания, при этом возникает звонкий стук.

Начиная ремонт ГРМ двигателя Д-260 необходимо проверить зазор между клапанами и коромыслами. Зазор проверяется после затяжки болтов крепления головок цилиндром, не менее чем через 500 часов (температура воды и масла должна быть не более 60 °С).

. Также зазоры можно обнаружить на непрогретом дизеле. Нормой считается: 0,25-0,30 мм – между бойками коромысел и торцами стержней впускных клапанов; и 0,45-0,50 мм – для выпускных.

Как отрегулировать зазоры:

- снять колпак крышки головки цилиндра;
- проверить затяжку гаек, болтов, осей коромысел;
- провернуть коленвал до перекрытия клапана в первом цилиндре, когда выпускной клапан уже закрывается, а впускной только начинает открываться;
- отрегулировать зазоры в 3,5,7,10,11 и 12 клапанах;
- провернуть коленчатый вал на 1 оборот, перекрыв 6-й цилиндр, и отрегулировать зазоры в 1,2,4,6,8,9 клапанах.



1 – щуп; 2 - контргайка; 3 – регулировочный винт.

Рисунок 1.5 - Регулировка зазора в клапанах.

После установки зазора затяните контргайку и снова проверьте зазор щупом, проворачивая штангу. По окончании регулировки зазора в клапанах поставьте на место колпаки крышек головок цилиндров.

Распредвал двигателя Д-260 чаще всего требует ремонта из-за деформации, либо износа кулачков и опорных шеек. Не стоит упускать из вида деформацию распределительного вала, если её не устранить распредвал станет неуравновешенным и заводские установки нарушатся. Во многих случаях

деформированный распредвал можно восстановить. Если повреждения слишком существенны необходима замена распредвала двигателя Д-260.

Ремонт распредвала заключается в:

- проверке на наличие зазоров, царапин, забоев, износ кулачков;
- проверке корпуса подшипников;
- замене втулок, шестерен и других изношенных компонентов.

Втулка распредвала двигателя Д-260, при значительном износе, подлежит выпрессовке. Расточенные втулки запрессовывают в блок цилиндров обратно. Окончательно втулки обрабатывают в блоке, обеспечивая необходимое межцентровое расстояние между осями коленчатого и распределительного вала. Замена втулок распредвала двигателя Д-260 осуществляется при износе, несовместимом с дальнейшей эксплуатацией.

1.4 Анализ существующих конструкций кантователей для ремонта двигателей

На специализированных ремонтных предприятиях широкое распространение получили эстокады для сборки двигателей. Двигатель в таких устройствах крепятся к передвижной каретке торцевой стороной, и поворачивается с помощью электроприводного устройства в любое заданное положение. Благодаря этому кронштейн вместе с ним и двигатель можно поворачивать на 360° , останавливая в любом положении для работы.

Для изменения положения двигателя применяются различные приводы:

- ручной;
- электромеханический;
- пневматический;
- гидравлический.

Стенд универсальный для разборки-сборки двигателей автомобилей легкого и среднего класса Р1250.

Стенд универсальный для разборки-сборки двигателей автомобилей легкого и среднего класса Р1250 (рисунок 1.7) предназначен для разборки-

сборки двигателей легкого и среднего класса и других агрегатов весом не более 1250 кг в подвешенном состоянии. Привод станда ручной через червячный редуктор. Поворот осуществляется на 360 градусов.



Рисунок 1.7 – Стенд универсальный для разборки-сборки двигателей автомобилей легкого и среднего класса Р1250.

Стенд для ремонта двигателей приваренной к боковой поверхности блока сделан захват который закрепляется двигатель на каретке торцом картера маховика, что позволяет монтировать на двигатель узлы с любой стороны. Стенд состоит из ролика, установленного на стойках, по которому перемещается двигатель. В передней части уголки связаны с фасонной плитой, имеющей отверстие под две установочные шпильки блока и ось промежуточной шестерни. Последовательность работы на этом стенде заключается в установке коленчатого вала с маховиком, затем поворот двигателя на 180° и устанавливают шатунно-поршневой группы, ставят блок поворотом на 30° и устанавливают картер маховика.

Стенд универсальный для разборки-сборки двигателей Р776Е

Стенд универсальный для разборки-сборки двигателей Р776Е см рисунок 1.6 предназначен для разборки-сборки V-образных двигателей, КПП, задних мостов и других агрегатов отечественного и импортного производства весом не

более 2000 кг. Привод станда ручной через червячный редуктор. Поворот осуществляется на 360 градусов.

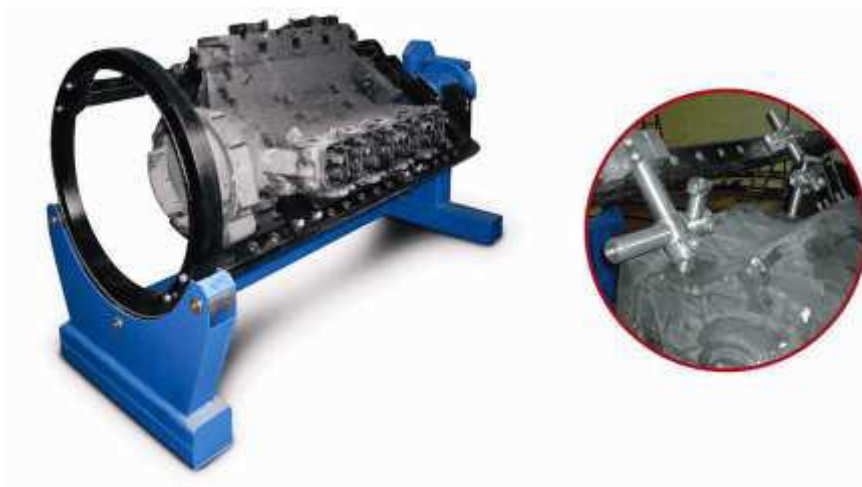


Рисунок 1.6 – Стенд универсальный для разборки-сборки двигателей P776E

Стенд для переборки двигателей WW-HV-1500.

Стенд для переборки двигателей WW-HV-1500 (рисунок 1.8) разработан для ремонта тяжелых двигателей и коробок передач. Грузоподъемность составляет 1,5 тонны. Возможность поворота уже закрепленного двигателя на 360 градусов и регулировкой высоты (250 мм). Автостоп позволяет безопасно вращать и позиционировать объект.

Для крепления двигателей используются специальные адаптеры под конкретные двигатели, которые приобретаются дополнительно.



Рисунок 1.8 – Стенд для переборки двигателей WW-HV-1500.

Стенд для переборки двигателей WW-HV-2500

Стенд для переборки двигателей WW-HV-2500 (рисунок 1.9) разработан для ремонта тяжелых двигателей и коробок передач (грузовые и морские). Грузоподъемность составляет 2,5 тонны. Возможность поворота закрепленного двигателя на 360 градусов и регулировки высоты (250 мм). Автостоп позволяет безопасно вращать и позиционировать объект.

Для крепления двигателей используются специальные адаптеры под конкретные двигатели, которые приобретаются дополнительно.



Рисунок 1.9 – Стенд для переборки двигателей WW-HV-2500.

Кантователь AD101

Кантователь AD101 (рисунок 1.10) предназначен для разборки сборки агрегатов. Ручной, передвижной, грузоподъемность 500 кг. Возможность фиксации в 4 положениях. Угол поворота крепежного узла 360 градусов. Габаритные размеры: 1224x1020x760 мм, вес 70 кг.



Рисунок 1.10 – Кантователь AD101.

Гидравлический кантователь FJ1000.

Гидравлический кантователь FJ1000 (рисунок 1.11) снабжён универсальными седлом, кронштейном и цепью, полностью регулируемые для размещения агрегатов. Ручка насоса вращается на 360 градусов. Имеется четыре поворотных колеса. Низкая конструкция рамы подходит под низкий клиренс. Специальная система безопасности предотвращает подъёмник от длительной нагрузки. Вес подъёмника 64 кг. Грузоподъёмность: 1000 кг.



Рисунок 1.11 – Гидравлический кантователь FJ1000.

Универсальный стенд Р–500 Е.

Универсальный стенд Р–500 Е (рисунок 1.12), предназначен для сборки–разборки агрегатов.

На стенде имеются универсальные адаптеры позволяющие легко установить на стенд любой двигатель, КПП, задний мост или другой узел весов до 500 кг.

Приводится во вращение от самотормозящегося червячного редуктора.

Стенд имеет поддон для сбора технических жидкостей.



Рисунок 1.12 – Универсальный стенд Р-500 Е.

Стенд для ремонта двигателей модели 2473-стационарный с поворотом двигателя вокруг оси, перпендикулярной оси коленчатого вала.

Стенд состоит из основания, рамы и редуктора. Основание представляет собой гнутую из труб конструкцию. В нижней части основание имеет четыре опорные площадки с отверстиями под фундаментные болты. Боковые стойки основания оканчиваются опорами под оси крепления поворотной рамы. В передней части рамы имеется упор и винтовой зажим крепления блоков цилиндра двигателя. В задней части расположены лапы с резьбовыми отверстиями под опоры картера сцепления.

Редуктор червячный самотормаживающийся с передаточным числом 34. Привод ручной, усилие на рукоятке не более 100 Н.

Ручной привод имеет наиболее простое устройство, но требует приложения значительных усилий, что утомляет рабочего и увеличивает время сборки.

Электромеханический привод состоит из двигателя и механической передачи (редуктора). Наличие двигателя и редуктора увеличивает стоимость стенда, но привод получается компактным и легко управляется.

Пневматический привод состоит из пневмоцилиндра и поворотного рычага. Для перемещения поршня используется энергия воздуха, используемого на рабочих местах для привода пневмоинструмента и обдувки деталей. В виду низкого давления (0,63 МПа) и больших углов поворота привод имеет значительные габариты.

Гидравлический привод имеет небольшие габариты, но требует установки гидронасоса и электродвигателя для его привода.

Недостатком анализируемых стендов является ограничение их использования с различными агрегатами, а так же отсутствием регулировки для закрепления ремонтируемого агрегата и возможность использовать его и для разборки и сборки разных типов двигателей с минимальной заменой деталей стенда (закрепляющего устройства).

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, но 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).

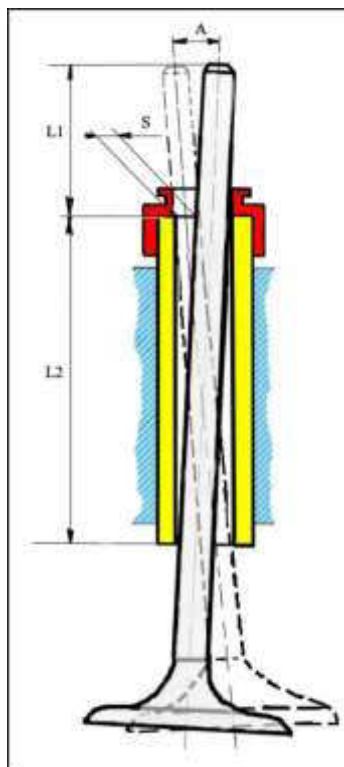


Рисунок 2.1 - Зазор между клапаном в направляющей.

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 - 260 трактора БЕЛАРУС-1221



Рисунок 2.2 - Измерение диаметра стержней клапанов двигателя Д - 260.

В результате измерения партии клапанов двигателя Д - 260 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 – 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 σ определяем по формулам [1]:

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

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

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 [1].

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
$(\frac{h-m}{\sigma})$	-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 $r=3$ [].

Зная χ^2 и r 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 - 260.

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:

$$P(h(h_{\max}) = F(h_{\max}) = 1 - e^{-\left(\frac{h_{\max} - c}{a}\right)^6} \quad (2.9)$$

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 - 260

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 3.1 - 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 выпускного

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 1 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 K_{II} 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 прием 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 клапана выпускного

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 3.2 – 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 кругло-шлифовальный 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 кругло-шлифовальный 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, 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. Приеняется для получения большой толщины антикоррозионного гибкого покрытия никелем. Требуется 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 сложностях 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, pH 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).

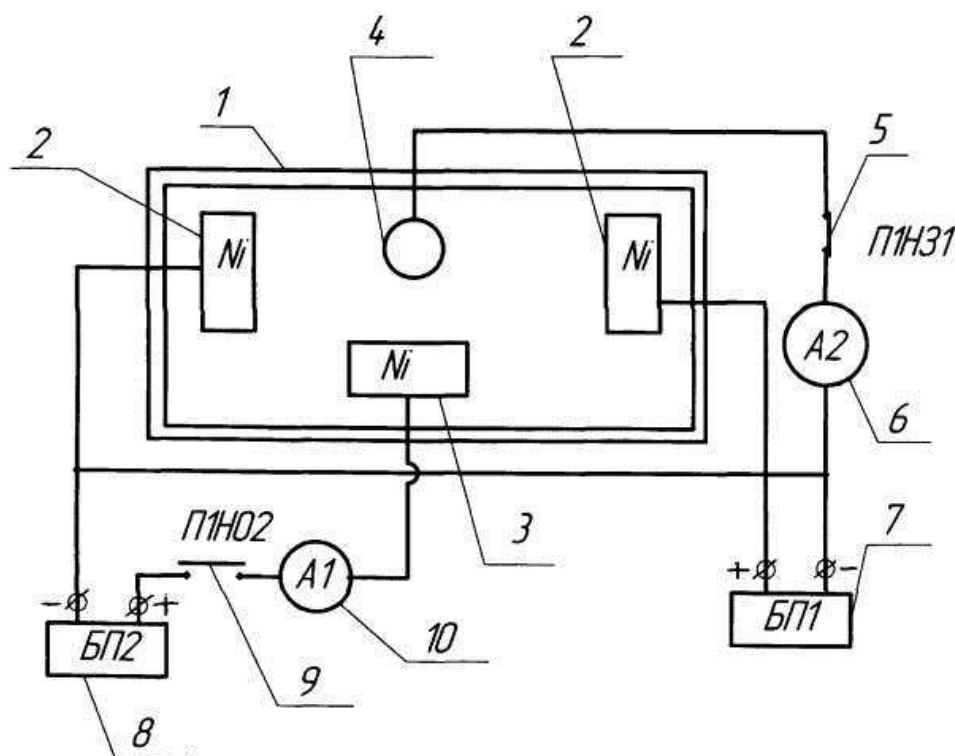


Рисунок 3.1 - Гальваническая ванна (вид сверху)

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 Ваттса (Уоттса): $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; 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 свежесажженный 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.

$F_0 = 2 * 1,1 * 3,14 * 0,5 = 0,35$ дм².

$$I = 5 * 0,35 = 1,75 \text{ А.}$$

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;

Тв.н.– вспомогательное время на загрузку деталей в ванну и выгрузку их из ванны, Тв.н. = 0,23 мин; []

Тнеп.оп. – оперативное время на все операции, для никелирования
Тнеп.оп.= 3,14 мин;

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

n – число деталей, загружаемых одновременно в ванну;

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

Основное время никелирования было определено ранее,
Т0. жел= 5,18 ч = 310,8 мин.

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

4 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ КАТОВАТНЛЯ

4.1 Обоснование выбранной конструкции

При ремонте двигателей применяются различные стенды, обеспечивающие удобство производимых работ.

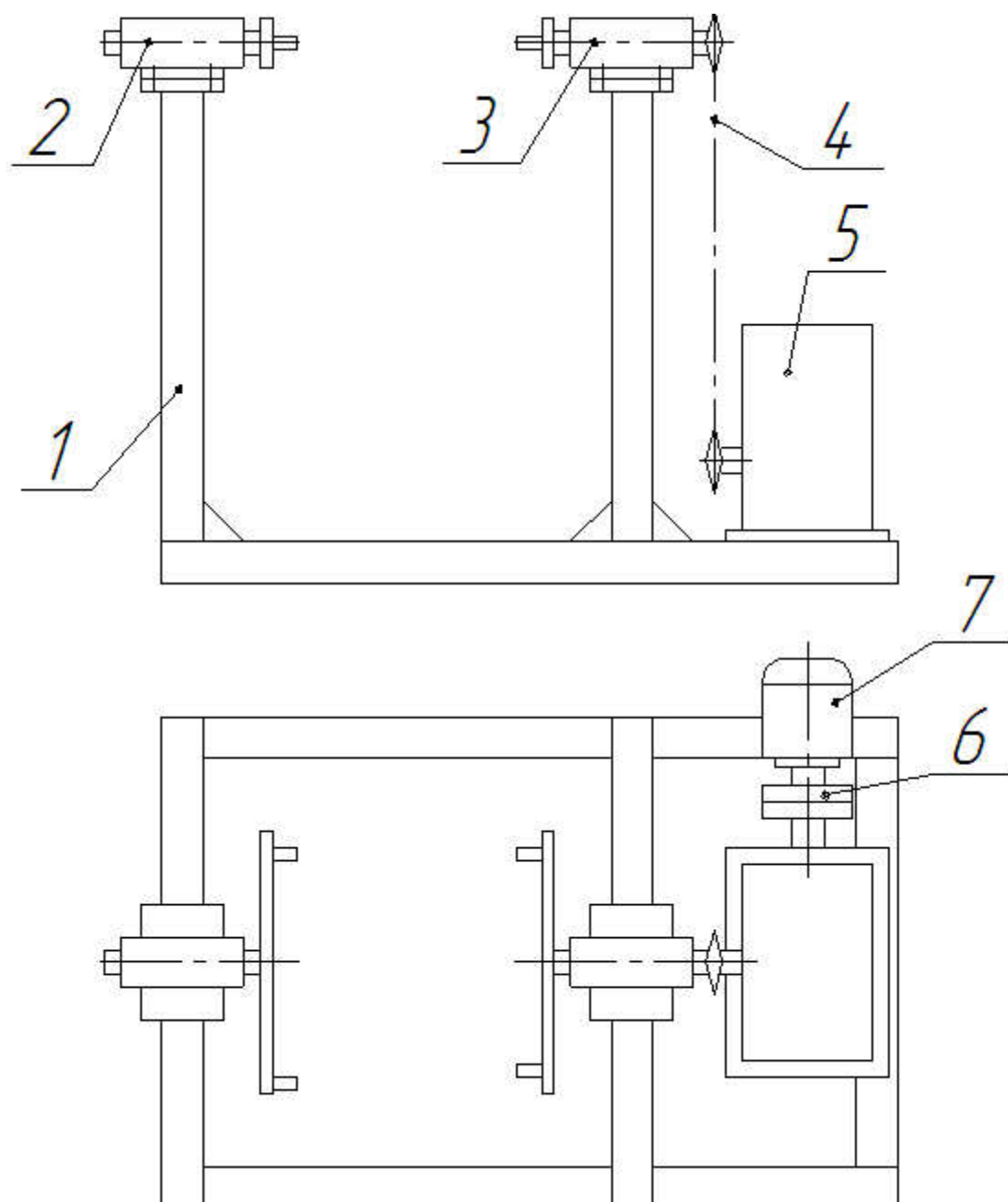
На основании вышеизложенного выбираем стационарную конструкцию стенда. Основание выполняем из прокатных профилей. Двигатель устанавливается на штыри, входящие в отверстия блока цилиндров. Привод электромеханический с поворотом двигателя на 360° вокруг оси, перпендикулярной коленчатому валу.

В данном разделе разработан стенд для разборки-сборки двигателей с таким расчетом, чтобы можно было использовать его и для разборки и сборки разных типов двигателей с минимальной заменой деталей стенда (закрепляющего устройства).

4.2 Устройство кантователя

Кантователь предназначен для ремонта двигателей и при изменении захватывающего устройства может быть использован при ремонте других двигателей.

Кантователь состоит из рамы, цепной передачи, редуктора и электродвигателя. Схема стенда для ремонта двигателей представлена на рисунке 4.1.

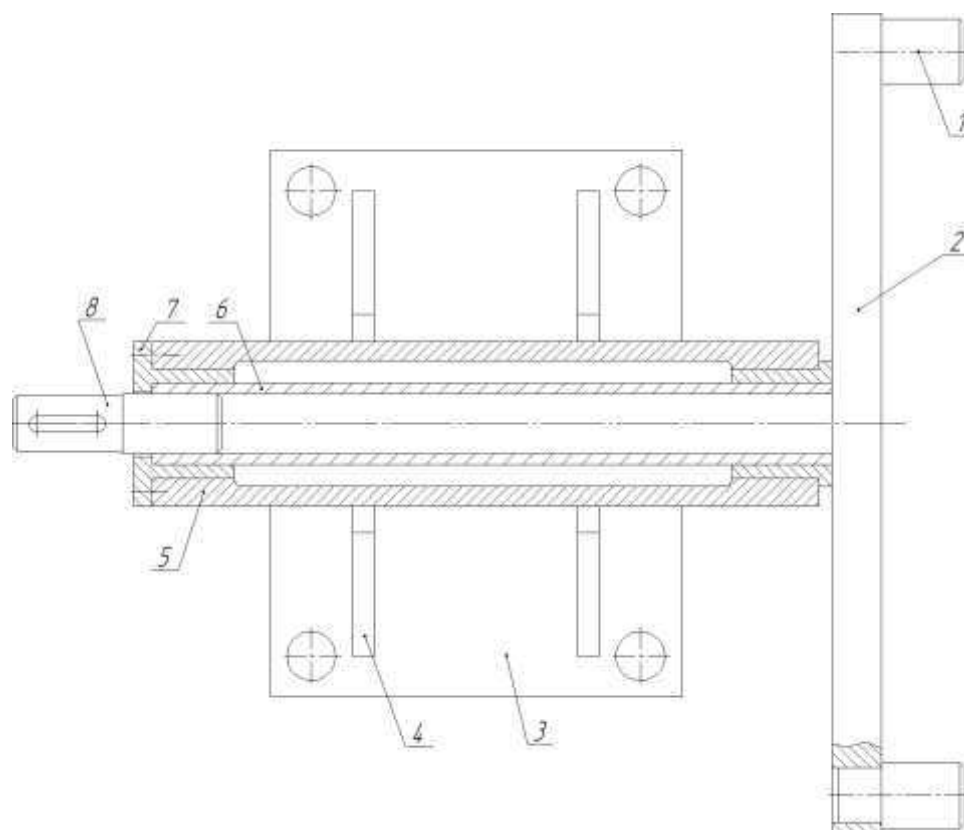


1-рама, 2-левый захват, 3-правый захват, 4-цепная передача, 5-редуктор, 6-муфта, 7-электродвигатель.

Рисунок 4.1 - Схема Кантователь для ремонта двигателей.

Сварная рама из швеллеров в верхней части, которой приварены две трубы квадратного сечения. В середине этих труб приварены две плиты с отверстиями, а в нижней части приварена плита для установки редуктора.

Левый захват представлен на рисунке 4.2.



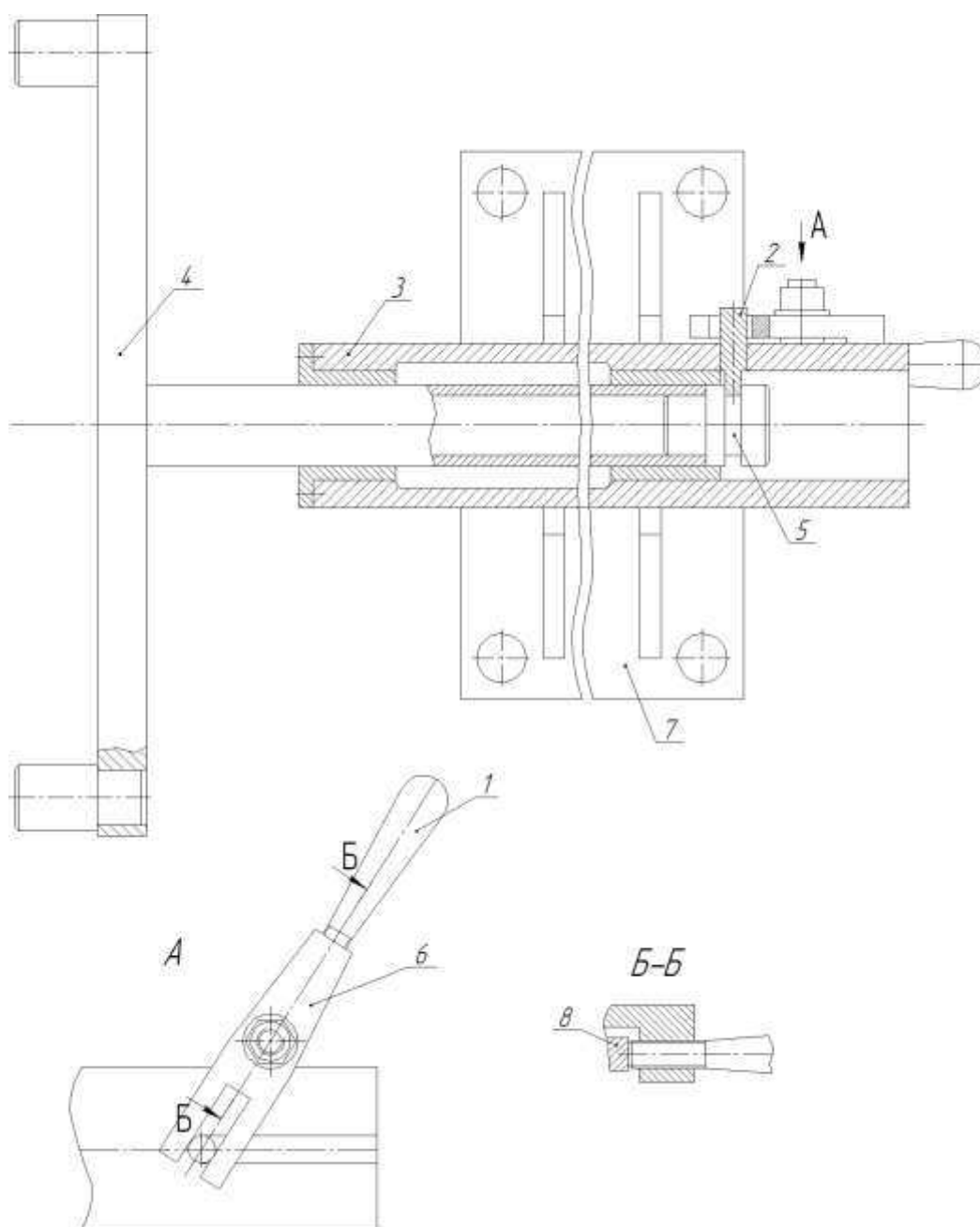
1-штырь, 2-пластина, 3-плита, 4-ребро, 5-труба, 6-полый вал, 7-втулка, 8-цапфа.

Рисунок 4.2 - Схема левого захвата.

Корпус захвата состоит из трубы 5 и плиты 3. Труба к плите приварена ребрами 4. Внутри корпуса в подшипниках скольжения 7 вращается полый вал. С одного конца к валу приварена пластина 2, с другого конца цапфе 8 на конец которой насаживается звездочка передачи. К пластине 2 приварены штыри 1.

Правый захват состоит из корпуса сварной конструкции, плиты с пальцами и фиксатора.

Ремонтируемый двигатель доставленный в ремонтный участок опускается с помощью подвешного крана и сначала фиксируется левым захватом. Затем выдвигается правый захват с помощью рукоятки (рис.4.3), выдвигение осуществляется вилкой 5, перемещаемой рычагом 6.



1 – ручка, 2 – вилка, 3 – корпус, 4 – планка, 5 – захват, 6 – рычаг, 7 – плита корпуса, 8 – сектор упора.

Рисунок 4.3 - Схема правого захвата.

Фиксация положения производится при помощи вворачивания резьбовой части рукоятки 1 в рычаг 6 до упора в сектор 8. ограничение хода обеспечивается выступом в секторе.

4.3 Принцип работы Кантователь

Двигатель с помощью крана подводится к стенду и опускается между захватами. Штыри правого захвата вводятся в отверстие для крепления крана слива воды из блока с одной стороны за счет перемещения двигателя.

Левый захват поворотом рукоятки перемещается так, чтобы штыри вошли в отверстие для крепления крана слива воды из блока с другой стороны. Двигатель в таком положении фиксируется, стропы крана убираются.

4.4 Расчет Кантователь

4.4.1 Кинематический расчет привода

Принимаем время полного оборота двигателя $t_0 = 20 \text{ с}$.

Угловая скорость вращения двигателя определяется по формуле []:

$$\omega = \frac{2 \times \pi}{t_0}; \quad (4.1)$$

где t_0 - время полного оборота двигателя, с.

$$\omega = \frac{2 \times \pi}{t_0} = \frac{2 \times 3,14}{20} = 0,314 \text{ рад/с}.$$

Частота вращения:

$$n = \frac{60}{20} = 3 \text{ мин}^{-1}.$$

Считаем, что масса равномерно распределена по длине. Момент инерции относительно оси, проходящей через центр тяжести определяется по формуле:

$$I_g = 2 \int_0^{l/2} \frac{m}{x} \times x^2 \times d \times x = 2 \times m \int_0^{l/2} x \times d \times x = 2 \times m \times \frac{x^2}{2} \times \int_0^{l/2} \quad (4.2)$$

где m_g - масса электродвигателя, кг;

l - длина электропроводки, мм

$$I_g = 2 \int_0^{l/2} \frac{m}{x} \times x^2 \times d \times x = 2 \times m \int_0^{l/2} x \times d \times x = 2 \times m \times \frac{x^2}{2} \times \int_0^{l/2} = \frac{m \times l^2}{4} = \frac{930 \times 0,9^2}{4} = 168 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Вес двигателя определяется по формуле []:

$$G_g = m_g \times g ;$$

где m_g - масса двигателя, кг;

g - ускорение свободного падения, м/с.

$$G_g = m_g \times g = 930 \times 9,81 = 9123 \text{ Н} .$$

Принимаем диаметр цапфы $d_{ц} = 30 \text{ мм}$; коэффициент трения сталь по чугуна со смазкой [] $f = 0.1$

Момент от веса двигателя определяем по формуле []:

$$M_G = f \times \frac{d_{ц}}{2} \times G_g ; \quad (4.3)$$

где G_g - вес двигателя, Н;

f - коэффициент трения;

$d_{ц}$ - диаметр цапфа, мм.

$$M_G = f \times \frac{d_{ц}}{2} \times G_g = 0,1 \times \frac{0,03}{2} \times 0,123 = 14 \text{ Н} \times \text{м} .$$

Считаем, что двигатель разгоняется за 20 с.

Угловое ускорение двигателя определяем по формуле []:

$$\varepsilon = \frac{\omega}{t} ; \quad (4.4)$$

где ω - угловая скорость вращения двигателя, рад/с;

t - время разгона двигателя, с.

$$\varepsilon = \frac{\omega}{t} = \frac{0.0314}{2} = 0.157 \text{ рад/с}^2 .$$

Момент силы инерции определяется по формуле []:

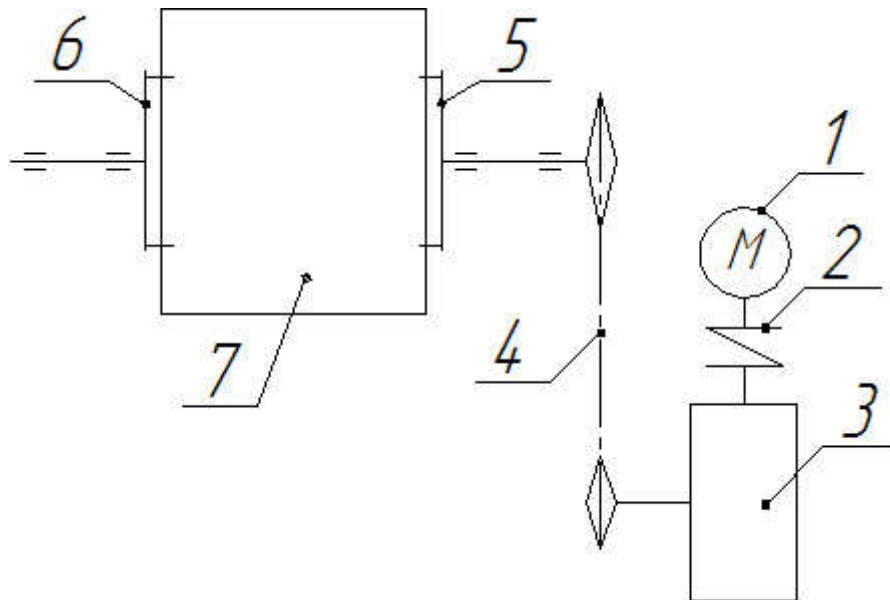
$$M_u = I_g \times \varepsilon ; \quad (4.5)$$

где I_g - момент инерции, кг/м²

ε - угловое ускорение, рад/с² .

$$M_u = I_g \times \varepsilon = 188 \times 0.157 = 30 \text{ Н} \times \text{м} .$$

Кинематическая схема привода приведена на рисунке 4.4.



1 – электродвигатель, 2- муфта, 3 – редуктор, 4 – цепная передача, 5,6 - зажимы, 7 – двигатель.

Рисунок 4.4- Кинематическая схема привода.

Необходимое передаточное отношение привода определяем по формуле []:

$$U_0 = \frac{n_1}{n_2}; \quad (4.6)$$

где n_1 - частота вращения электродвигателя, об./мин.

$$U_0 = \frac{n_1}{n_2} = \frac{680}{3} = 227.$$

Принимаем передаточное отношение редуктора $U_p = 80$.

Передаточное отношение цепной передачи определяем по формуле []:

$$U_{ц} = \frac{U_0}{U_p}; \quad (4.7)$$

где U_0 - передаточное отношение привода.

U_p - передаточное отношение редуктора.

$$U_{ц} = \frac{U_0}{U_p} = \frac{227}{80} = 2,83.$$

Выбираем двигатель и выписываем его характеристики.

Двигатель 4A71B8Y3 ГОСТ 17494-72; []

Мощность $P_H = 0,25 \text{ кВт}$.

Частота вращения $n_H = 680 \text{ мин}^{-1}$.

Кратность максимального момента $K_M = 1,7$.

Кратность пускового момента $K_n = 1,6$.

Момент инерции $I_p = 1,85 \times 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$

Угловая скорость двигателя определяется по формуле []:

$$\omega_H = \frac{\pi \times n_H}{30}; \quad (4.8)$$

где n_H - частота вращения, мин^{-1} .

$$\omega_H = \frac{\pi \times n_H}{30} = \frac{3,14 \times 680}{30} = 71,2 \text{ рад/с}.$$

Номинальный момент определяется по формуле []:

$$M_{gn} = \frac{P_H}{\omega_H}; \quad (4.9)$$

где P_H - мощность двигателя, кВт

ω_H - угловая скорость двигателя, рад/с.

$$M_{gn} = \frac{P_H}{\omega_H} = \frac{250}{71,2} = 3,5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Пусковой момент определяется по формуле []:

$$M_{gn} = K_n \times M_{gn}; \quad (4.10)$$

где K_n - кратность пускового момента;

M_{gn} - номинальный момент, Нм.

$$M_{gn} = K_n \times M_{gn} = 1,6 \times 3,5 = 5,6 \text{ Нм}.$$

Максимальный момент определяется по формуле []:

$$M_{gm} = K_M \times M_{gn}; \quad (4.11)$$

где K_M - кратность максимального момента;

M_{gn} - номинальный момент, Нм.

$$M_{gm} = K_M \times M_{gn} = 1,7 \times 3,5 = 6 \text{ Нм}.$$

Выбираем редуктор [] и выписываем его характеристики. Передаваемая мощность при частоте вращения быстроходного вала $n_p = 1000 \text{ мин}^{-1}$.

$$P_p = 0,3 \text{ кВт}.$$

Передаточное отношение $U_p = 80$

КПД $\eta_p = 0,8$

Допустимый крутящий момент со стороны быстроходного вала определяется по формуле []:

$$\omega_p = \frac{\pi \times n_p}{30}; \quad (4.12)$$

где n_p - частота вращения быстроходного вала, мин^{-1} .

$$\omega_p = \frac{\pi \times n_p}{30} = \frac{3,14 \times 1000}{30} = 104,67 \text{ рад/с}.$$

$$[M_p] = P_p / \omega_p; \quad (4.13)$$

где P_p - мощность, кВт;

ω_p - крутящий момент, рад/с.

$$[M_p] = P_p / \omega_p = 300 / 104,67 = 2,9 \text{ Нм}$$

Принимаем КПД цепной передачи $\eta_{ц} = 0,95$

Момент сопротивления, приведенный к валу двигателя, определяется по формуле []:

$$M_{сnp} = \frac{M_G}{U_0 \times \eta_p \times \eta_{ц}}; \quad (4.14)$$

где M_G - момент от веса двигателя, Нм;

U_0 - передаточное отношение привода;

η_p - КПД

$\eta_{ц}$ - КПД цепной передачи.

$$M_{сnp} = \frac{M_G}{U_0 \times \eta_p \times \eta_{ц}} = \frac{14}{227 \times 0,8 \times 0,95} = 0,08 \text{ Нм}$$

Момент инерции, приведенный к валу двигателя, определяется по формуле []:

$$M_{unp} = \frac{M_u}{U_0}; \quad (4.15)$$

где M_u - момент сил инерции, Нм;

U_0 - передаточное отношение привода.

$$M_{unp} = \frac{M_u}{U_0} = \frac{30}{227} = 0,23 \text{ Нм}.$$

$$M_{onp} = M_{cnp} + M_{unp}; \quad (4.16)$$

где M_{cnp} - момент сопротивления, Нм;

M_{unp} - момент инерции, Нм

$$M_{onp} = M_{cnp} + M_{unp} = 0,08 + 0,13 = 0,21 \text{ Нм}.$$

Как видно из расчета и технических характеристик двигателя и редуктора допустимые моменты в несколько раз превышают действующих нагрузок. Стандартных двигателей и редукторов меньше по размеру нет, поэтому принимаем выбранный двигатель и редуктор.

Расчет цепной передачи

Исходные данные.

Передаваемая мощность определяется по формуле []:

$$P = M_{onp} \times \omega_n; \quad (4.17)$$

где ω_n - угловая скорость двигателя, рад/с.

$$P = M_{onp} \times \omega_n = 0,08 \times 71,2 = 5,7 \text{ Вт}.$$

Частота вращения малой звездочки определяется по формуле []:

$$n_1 = \frac{n_H}{U_p}; \quad (4.18)$$

где n_H - частота вращения, мин⁻¹.

U_p - передаточное отношение.

$$n_1 = \frac{n_H}{U_p} = \frac{680}{80} = 8,5 \text{ мин}^{-1}.$$

Угловая скорость малой звездочки определяется по формуле:

$$\omega_1 = \frac{\pi \times n_1}{30}; \quad (4.19)$$

где n_1 - частота вращения малой звездочки.

$$\omega_1 = \frac{\pi \times n_1}{30} = \frac{3,14 \times 8,5}{30} = 0,9 \text{ рад/с}.$$

Частота вращения большой звездочки и ее угловая скорость.

$$n_2 = 3 \text{ мин}^{-1}; \quad \omega_2 = 0,314 \text{ рад/с}$$

Передаточное число определяем по формуле []:

$$U_K = \frac{n_1}{n_2}; \quad (4.20)$$

где n_1 - частота вращения малой звездочки, мин^{-1} .

Межосевое расстояние $a = 630 \text{ мм}$.

По таблице П 18 [] выбираем число зубьев меньшей звездочки $Z_1 = 25$.

Определяем число зубьев большой звездочки

$$Z_2 = U_K \times Z_1 = 2,83 \times 25 = 70,75. \quad \text{Принято } Z_2 = 71.$$

Уточняем передаточное отношение по формуле []:

$$U_K = \frac{Z_2}{Z_1}; \quad (4.21)$$

где Z_1, Z_2 - число зубьев большой и меньшей звездочки.

$$U_K = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{71}{25} = 2,84.$$

Отклонение:

$$\frac{2,84 - 2,83}{2,84} \times 100 = 0,35\% < 5\%.$$

Что допустимо.

По таблице [] принимаем допускаемое давление $[P]' = 34,3 \text{ МПа}$ и снижаем его на 15 %, так как вертикальное расположение цепи и передача не регулируется.

$$[P] = 0,8 \times [P]' = 0,8 \times 34,3 = 27,44 \text{ МПа}.$$

Коэффициент нагрузки определяется по таблице []. Принимаем динамический коэффициент $K_1 = 1,5$.

Коэффициент периодической смазки $K_2 = 1,5$.

Коэффициент продолжительности работы $K_3 = 1$.

Коэффициент длины цепи $K_4 = 1$.

Коэффициент способа натяжения цепи $K_5 = 1,25$.

Коэффициент нагрузки

$$K = K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 = 1,5 \times 1,5 \times 1 \times 1 \times 1,25 = 2,8.$$

Ориентировочно шаг цепи определяется по формуле []:

$$t = 6 \times \sqrt[3]{\frac{K \times P_1}{Z_1 \times n_1 \times [P]}}; \quad (4.22)$$

где K - коэффициент нагрузки;

P_1 - передаваемая мощность, Вт;

Z_1 - число зубьев меньшей звездочки;

n_1 - частота вращения малой звездочки, мин⁻¹;

$[P]$ - допускаемое давление, МПа.

$$t = 6 \times \sqrt[3]{\frac{K \times P_1}{Z_1 \times n_1 \times [P]}} = 6 \times \sqrt[3]{\frac{2,8 \times 5,7}{25 \times 8,5 \times 29,2 \times 10^6}} = 8 \times 10^{-3} \text{ м} = 8 \text{ мм}.$$

По таблице П 16 [] выбираем приводную роликовую однородную цепь.

ПР – 8 – 460 ГОСТ - 13568 – 75 [].

Шаг цепи $t = 8 \text{ мм}$;

Внутренний размер $B = 3 \text{ мм}$;

Диаметр ролика $d = 2,31 \text{ мм}$;

Диаметр втулки $d_1 = 5 \text{ мм}$;

Высота $h = 7,5 \text{ мм}$;

Разрушающая нагрузка $Q = 4,6 \text{ кН}$;

Масса $q_m = 0,2 \text{ кг/м}$.

Окружная скорость цепи определяется по формуле []:

$$U = \frac{t \times Z_1 \times n_1}{60}; \quad (4.23)$$

где t - шаг цепи, мм;

Z_1 - число зубьев меньшей звездочки;

n_1 - частота вращения малой звездочки, мин^{-1} .

$$U = \frac{t \times Z_1 \times n_1}{60} = \frac{0,008 \times 25 \times 8,5}{60} = 0,028 \text{ м/с}.$$

Оптимальное межосевое расстояние определяется по формуле []:

$$a = 40 \times t; \quad (4.24)$$

где t - шаг цепи, мм.

$$a = 40 \times t = 40 \times 0,008 = 0,320 \text{ м}.$$

Максимальное межцентровое расстояние определяется по формуле []:

$$a_{\max} = 80 \times t; \quad (4.25)$$

где t - шаг цепи, мм.

$$a_{\max} = 80 \times t = 80 \times 0,008 = 0,64 \text{ м}.$$

По конструктивным соображениям принято $a = 630 \text{ мм}$.

Определяем число звеньев цепи по формуле []:

$$W = \frac{2 \times a}{t} + \frac{Z_1 + Z_2}{2} + \left[\frac{Z_2 - Z_1}{2 \times \pi} \right]^2 \times \frac{t}{a}; \quad (4.26)$$

где t - шаг цепи, мм;

$Z_1; Z_2$ - малая и большая звездочка.

$$W = \frac{2 \times a}{t} + \frac{Z_1 + Z_2}{2} + \left[\frac{Z_2 - Z_1}{2 \times \pi} \right]^2 \times \frac{t}{a} = \frac{2 \times 630}{8} + \frac{25 + 71}{2} + \left[\frac{71 - 25}{2 \times 3,14} \right]^2 \times \frac{8}{630} = 206.$$

Определяем длину цепи по формуле []:

$$L = W \times t; \quad (4.27)$$

где W - число звеньев цепи;

t - шаг цепи, мм.

$$L = W \times t = 206 \times 8 = 1648 \text{ мм}.$$

Окружную силу находим по формуле []:

$$F_t = \frac{P_1}{V}; \quad (4.28)$$

где P_1 - передаваемая мощность, Вт;

V - окружная скорость цепи, м/с.

$$F_t = \frac{P_1}{V} = \frac{5,7}{0,028} = 203H .$$

Сила от провисания цепи определяется по формуле []:

$$F_f = K_f \times q_m \times g \times a ; \quad (4.29)$$

где q_m - масса, кг/м;

g - ускорение свободного падения;

a - межцентровое расстояние, м.

$$F_f = K_f \times q_m \times g \times a = 1 \times 0,2 \times 9,81 \times 0,63 = 1H .$$

Силу натяжения ведущей цепи определяем по формуле []:

$$Q_1 = F_t + F_f ; \quad (4.30)$$

где F_t - окружная сила, Н;

F_f - сила от провисания цепи, Н.

$$Q_1 = F_t + F_f = 203 + 1 = 204H .$$

Силу натяжения ведомой цепи определяем по формуле []:

$$Q_2 = F_f = 1H ; \quad (4.31)$$

Сила, действующая на вала определяется по формуле []:

$$F = 1,15 \times F_t ; \quad (4.32)$$

где F_t - окружная сила, Н.

$$F = 1,15 \times F_t = 1,15 \times 203 = 235H .$$

Площадь опорной поверхности шарниров определяем по формуле []:

$$S \approx (0,25.....0,30) \times t^2 ; \quad (4.33)$$

где t - шаг цепи, мм.

$$S \approx (0,25.....0,30) \times t^2 \approx (0,25...0,30) \times (8 \times 10^{-3})^2 \approx (16...19,2) \times 10^{-6} m^2 .$$

$$S \approx 19,2 \times 10^{-6} m^2 .$$

Среднее давление определяется по формуле []:

$$P = \frac{K \times F_t}{S} ; \quad (4.34)$$

где K - коэффициент нагрузки;

F_t - окружная сила, Н;

S - площадь опорной поверхности, м^2 .

$$P = \frac{K \times F_t}{S} = \frac{2,8 \times 203}{19,2} = 28,5 \text{ МПа}.$$

Проверим среднее давление

$$28,5 < [P] = 29,2 \text{ МПа}.$$

4.4.2 Определение основных размеров звездочек

Определяем делительный диаметр звездочек по формуле []:

$$d_1 = \frac{t}{\sin(180^\circ / Z_1)}; \quad (4.35)$$

$$d_2 = \frac{t}{\sin(180^\circ / Z_2)}; \quad (4.36)$$

где t - шаг цепи, мм;

$Z_1; Z_2$ - число зубьев малой и большой звездочки.

$$d_1 = \frac{t}{\sin(180^\circ / Z_1)} = \frac{8}{\sin(180^\circ / 25)} = 64 \text{ мм};$$

$$d_2 = \frac{t}{\sin(180^\circ / Z_1)} = \frac{8}{\sin(180^\circ / 71)} = 181 \text{ мм}.$$

Диаметры верхних зубьев определяются по формуле []:

$$d_{01} = t \times \left[\frac{1}{\text{tg}(180^\circ / Z_1)} + 0,55 \right]; \quad (4.37)$$

$$d_{02} = t \times \left[\frac{1}{\text{tg}(180^\circ / Z_2)} + 0,55 \right]; \quad (4.38)$$

где t - шаг цепи, мм;

$Z_1; Z_2$ - число зубьев малой и большой звездочки.

$$d_{01} = 8 \times \left[\frac{1}{\text{tg}(180^\circ / 25)} + 0,55 \right] = 68 \text{ мм}.$$

$$d_{02} = 8 \times \left[\frac{1}{\text{tg}(180^\circ / 71)} + 0,55 \right] = 185 \text{ мм}.$$

4.4.3 Выбор муфты, соединяющей двигатель с редуктором

Диаметр вала двигателя $d_1 = 19\text{мм}$

Длина выходного конца вала двигателя $L_1 = 40\text{мм}$

Двигатель быстроходного вала редуктора $d_2 = 25\text{мм}(K)$

Длина выходного конца быстроходного вала редуктора $L_2 = 45\text{мм}$

По диаметру вала двигателя выбираем:

Упругую втулочно-пальцевую муфту с крутящим моментом 125 Нм.

Полумуфта 1, с посадочным диаметром $d_1 = 19\text{мм}$ типа I исполнения II, полумуфты 2, с посадочным диаметром $d_2 = 25\text{мм}$, типа II исполнения I.

Обозначение муфты:

Муфта упругая втулочно-пальцевая

125-19-1,2-25.2.1 ГОСТ 21424-75 [].

4.4.4 Расчет прочности правого вала

Нагрузка от веса двигателя определяется по формуле []:

$$F_1 = \frac{G_g}{2}; \quad (4.39)$$

где G_g - вес двигателя, Н.

$$F_1 = \frac{G_g}{2} = \frac{9123}{2} = 4562\text{Н}.$$

Консольная нагрузка от цепной передачи $F = 235\text{Н}$

Расчетная схема из комплектующей компоновки согласно рисунку 3.2.

$$a = 0,06\text{м}; \quad L = 0,1\text{м}; \quad b = 0,06\text{м}.$$

Момент определяем по формуле []:

$$M_A = -F_1 \times a; \quad (4.40)$$

где F_1 - нагрузка от веса двигателя, Н.

$$M_A = -4562 \times 0,06 = -274\text{Нм}.$$

$$M_B = -F_2 \times b; \quad (4.41)$$

где F_2 - консольная нагрузка от цепной передачи, Н.

$$M_B = -235 \times 0,06 = -14 \text{ Нм}.$$

Максимальный изгибающий момент:

$$M_{\text{н max}} = M_A = 274 \text{ Нм}.$$

Момент сопротивления вала, у которого $D = 30 \text{ мм}$; $d = 22 \text{ мм}$.

Момент сопротивления изгибу определяется по формуле []:

$$W_U = \frac{\pi \times (D^4 - d^4)}{32 \times 4}; \quad (4.42)$$

где D - диаметр большого вала, мм;

d - диаметр малого вала, мм.

$$W_U = \frac{3,14 \times (0,03^4 - 0,022^4)}{32 \times 4} = 109,3 \times 10^{-6} \text{ м}^3.$$

Напряжение изгиба определяется по формуле []:

$$\delta_u = \frac{M_{\text{max}}}{W_u}; \quad (4.43)$$

где M_{max} - максимальный изгибающий момент, Нм;

W_u - момент сопротивления изгибу, м³.

$$\delta_u = \frac{274}{109,3 \times 10^{-6}} = 80 \times 10^{-6} \text{ м}^3.$$

Момент сопротивления кручению определяется по формуле []:

$$W_K = \frac{\pi \times (D^4 - d^4)}{16 \times D}; \quad (4.44)$$

где D - диаметр большого вала, мм;

d - диаметр малого вала, мм.

$$W_K = \frac{3,14 \times (0,03^4 - 0,022^4)}{16 \times 0,03} = 218,6 \times 10^{-6} \text{ м}^3.$$

Напряжение кручения вычисляем по формуле []:

$$\tau = \frac{M_C}{W_K}; \quad (4.45)$$

где M_C - момент сопротивления, Н.

$$\tau = \frac{14}{218,6 \times 10^{-6}} \geq [\delta_K].$$

Момент сопротивления кручению много раз меньше момента сопротивления изгибу, поэтому напряжение кручения можно не учитывать.

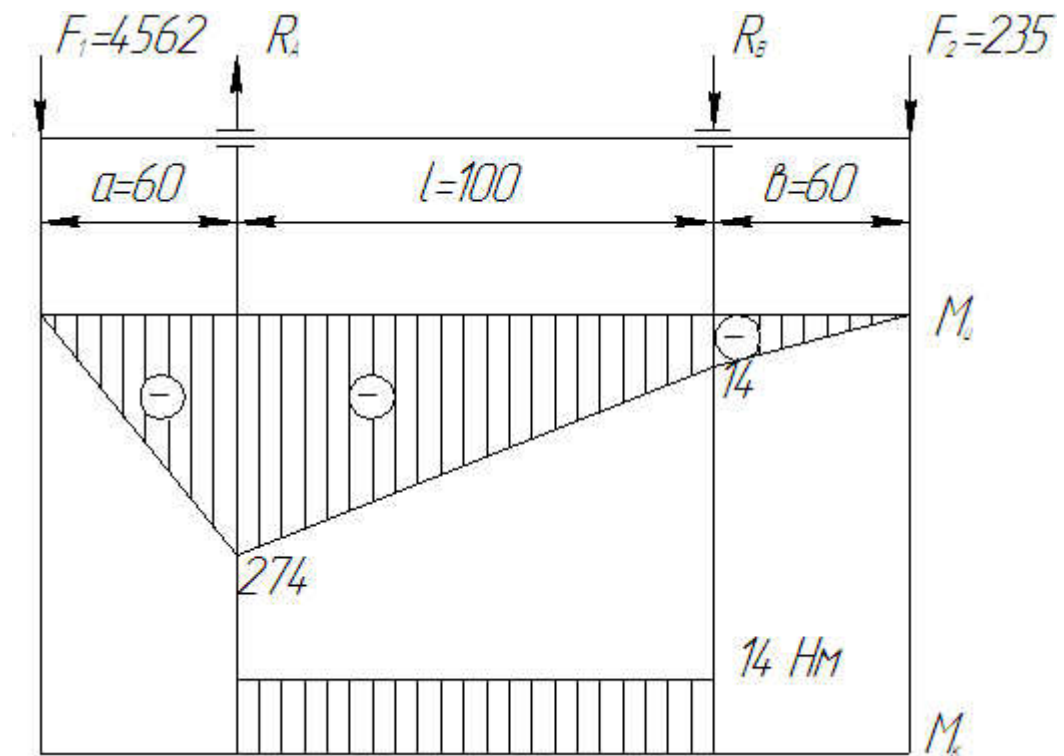


Рисунок 4.5 - К расчету вала левой опоры.

4.4.5 Расчет подшипников опор

Учитываем только левую опору, так как правая опора принимает значительно низкую нагрузку.

Радиальная нагрузка на левую опору находим по формуле []:

$$R_A = \frac{F_1 \times (a + b) - F_2 \times b}{L}; \quad (4.46)$$

где F_1 - нагрузка от вида двигателя, Н;

F_2 - консольная нагрузка от цепной передачи, Н.

$$R_A = \frac{4625 \times (60 + 160) - 253 \times 60}{100} = 10023 \text{ Н}.$$

Расчетная площадь на левую опору рассчитывается по формуле []:

$$S = 2 \times L_{on} \times d_{on}; \quad (4.47)$$

где L_{on} - длина балки, м;

d_{on} - диаметр балки, м.

$$S = 2 \times 0,03 \times 0,03 = 1800 \times 10^{-6} \text{ м}^2$$

Удельное давление определяем по формуле [4.47]:

$$P = \frac{R_A}{S} ; \quad (4.48)$$

где R_A - радиальная нагрузка на левую опору, Н

S - расчетная площадь на левую опору, м².

$$P = \frac{10232}{1800 \times 10^{-6}} = 57 \times 10^6 \text{ Па}.$$

По стали $[P] = 8 \text{ МПа}$, $P = 5,7 \text{ МПа} < [P] = 8 \text{ МПа}$.

Условия прочности выполнены.

Материал вала сталь ст 5 ГОСТ -380-72.

Предел текучести [4.48]; $\delta_T = 290 \text{ МПа}$.

Запас прочности определяем по формуле [4.49]:

$$n_T = \frac{\delta_T}{\sigma_u} ; \quad (4.49)$$

где δ_T - предел текучести, МПа;

σ_u - напряжения изгиба, Па.

$$n_T = \frac{290}{80} = 3,62 .$$

Что достаточно для данных условий работы.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Требования безопасности к кантователю для разборки и сборки двигателя

1. Кантователь для ремонта двигателей, на который устанавливается двигатель должен находиться не менее 1 метра от края стены.
2. Практически все вращающиеся детали должны быть закрыты защитными кожухами.
3. Пульт включения и выключения электродвигателя кантователя должен находиться в доступном месте.

Данный кантователь отвечает требованиям ГОСТ 12.2.003-7А по безопасности работ. Стенд следует заземлить по требованиям ГОСТ 12.2.035-78.

5.2 Инструкция по безопасности труда слесаря при разборке и сборке двигателей

«Утверждаю»

ИНСТРУКЦИЯ

по охране слесаря при разборке и сборке двигателей

Общие положения.

К работе допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие предварительное медицинское обследование и обучение мерам безопасности выполнения работ.

При работе, регулировках, устранения неисправностей, следует применять только те методы, которые обеспечивают безопасность.

Рабочий должен уметь оказывать первую медицинскую помощь пострадавшему при несчастных случаях.

При обнаружении неисправностей станда рабочий должен поставить в известность руководителя производственного участка.

Требования безопасности перед началом работы.

Получить допуск на выполнение работ данного участка.

Одеть спецодежду и средства индивидуальной защиты, проверить исправность узлов и агрегатов станда обкатки ДВС.

Проверить заземление корпусных деталей станда, крепление защитных корпусов исправных выключателей.

Требования безопасности во время работы.

Необходимо выполнять технический процесс в соответствии с требованиями операционной карты.

При выполнении работ на рабочем месте не должно быть посторонних людей, предметов создающих неудобства.

Требования безопасности после окончания работы.

Привести в порядок рабочее место, стенд, инструменты.

Провести осмотр по проверке работоспособности станда.

Обесточить все электромеханизмы выключателем общего рубильника на участке.

Обо всех замеченных неисправностях доложить начальнику производственного участка.

Требования безопасности в аварийных ситуациях.

При возникновении аварийной ситуации, требующей простых стандартных действий (остановка или отключение станда), следует выполнить эти действия, а затем обследовать аварийный узел, сделать анализ возникшей аварийной ситуации, найти ее причину и устранить.

При возникновении более сложной аварийной ситуации, действовать по данной из программ, изученных при курсовом обучении.

Действия по ликвидации аварийной ситуации должны быть обоснованными и отработанными исполнителем заранее под руководством

лица, ответственного за безопасность труда и проведение инструктажа на рабочем месте.

В случае разрыва изоляции токоподводящего кабеля стенда, немедленно отключить электродвигатель.

При несчастном случае необходимо срочно оказать первую медицинскую помощь и доставить пострадавшего в лечебное учреждение.

Обо всех аварийных ситуациях немедленно докладывать начальнику производственного участка.

Инструкцию по охране труда к работе на стенде по разборке – сборке ДВС необходимо подписать и согласовать.

Разработал: Хусаинов Ш.Ш.

Согласовано: специалист
по безопасности труда

5.3 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве - важный фактор ускорения производительности труда.

С учетом преобладания умственного или физического труда и его тяжести специалисты механизаторы подразделяются на 2 группы: водители самоходных агрегатов и машин (шоферы, трактористы) и специалисты стационарных установок (мотористы, слесари, электрификаторы). Поэтому работа одних связана с управлением транспорта, с большой психофизической нагрузкой, а других - со сложной координацией движений и работой в непростых условиях (на высоте, в узких помещениях). Это требует выносливости, силы отдельных мышц, специальной координации движений., Занятия по физической культуре для выпускников должны включать следующие виды спорта: гиревой спорт, армспорт, борьбу, гимнастику, спортивные игры и другие виды спорта.

6 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КАНТОВАТЕЛЯ

Затраты на изготовление и модернизацию кантователя 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 кантователя, руб.;

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

$C_{накл}$ – накладные расходы, руб.;

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

Стоимость изготовления корпусных деталей определяют по формуле:

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

где Q_p – масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей, кг.;

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

$$C_k = 50 \cdot 80 = 4000 \text{ руб.}$$

Затраты на изготовление оригинальных деталей 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.

Заработную плату производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей определяют по формуле:

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

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, ($K_t=1,025 \dots 1,03$).

$$C_{\text{пр}} = 90 \cdot 48 \cdot 1,03 = 4449 \text{ руб.}$$

Дополнительную заработную плату определяют по формуле:

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

$$C_{\text{доп}} = \frac{10 \cdot 4449}{100} = 445 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию определяют по формуле:

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

$$C_{\text{соц}} = \frac{4,4 \cdot (4449 + 445)}{100} = 215 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{зп}} = 4449 + 445 + 215 = 5109 \text{ руб.}$$

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:

$$Q_3 = \frac{Q_{\text{д}}}{K_3}, \quad (6.9)$$

где $Q_{\text{д}}$ – масса детали, кг;

$$Q_{\text{заг}} = \frac{96}{0,7} = 137 \text{ кг.}$$

$$C_{\text{м}} = 20 \cdot 137 = 2740 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{од}} = 5109 + 2740 = 7849 \text{ руб.}$$

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

Зарботную плату производственных рабочих, занятых на сборке кантователя определяют по формуле:

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

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

Основную заработную плату рабочих, занятых на сборке 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 кантователя, чел.·час.

$$C_{\text{сб}} = 32 \cdot 90 \cdot 1,03 = 2966 \text{ руб.}$$

Дополнительную заработную плату определяют по формуле:

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

$$C_{\text{д.сб}} = \frac{10 \cdot 2966}{100} = 296 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию определяют по формуле:

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

$$C_{\text{соц.сб}} = \frac{4,4 \cdot (2966 + 296)}{100} = 143 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{зп.сб.п}} = 2966 + 296 + 143 = 3405 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные накладные расходы на изготовление кантователя 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 кантователя, руб.;

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

$$C_{\text{оп}} = \frac{4449 \cdot 69,5}{100} = 3092 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{констр}} = 4000 + 7849 + 12000 \cdot 1,5 + 3405 + 3092 = 36346 \text{ руб.}$$

Таблица 6.1 - Исходные данные для расчета технико-экономических показателей кантователя.

№ п/п	Наименование	Ед.измерения	Знач. показателя	
			исходный	проектир.
1	Масса кантователя	кг	265	340
2	Балансовая стоимость	руб.	31200	36346
3	Количество обслуживающего персонала	Чел.	1	1
4	Разряд работы	разряд	4	4
5	Тарифная ставка	руб./чел.ч	90	90
6	Норма амортизации	%	13	13
7	Норма затрат на ремонт и техническое обслуживание	%	8	8
8	Годовая загрузка кантователя	ч	300	300
9	Время 1 цикла	ч	12	8

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 ($\tau = 0,60 \dots 0,95$).

$$W_{\text{ч0}} = \frac{60 \cdot 0,9}{720} = 0,075 \text{ шт/час.}$$

$$W_{ч1} = \frac{60 \cdot 0.9}{480} = 0,112 \text{ шт/час.}$$

Металлоемкость процесса определяют по формуле:

$$M_e = \frac{G}{W_z \cdot T_{год} \cdot T_{сл}}, \quad (6.16)$$

где G – масса кантователя, кг;

$T_{год}$ – годовая загрузка кантователя, час;

$T_{сл}$ – срок службы кантователя, лет.

$$M_{e0} = \frac{265}{0,075 \cdot 300 \cdot 10} = 1,2 \text{ кг/шт.}$$

$$M_{e1} = \frac{340}{0,112 \cdot 300 \cdot 10} = 1 \text{ кг/шт.}$$

Фондоемкость процесса определяют по формуле:

$$F_e = \frac{C_б}{W_z \cdot T_{год}}, \quad (6.17)$$

где $C_б$ – балансовая стоимость кантователя, руб.

$$F_{e0} = \frac{31200}{0,075 \cdot 300} = 1386 \text{ руб./шт.}$$

$$F_{e1} = \frac{36346}{0,112 \cdot 300} = 1081 \text{ руб./шт.}$$

Трудоемкость процесса находят из выражения:

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

где n_p – количество рабочих, чел.

$$T_{e0} = \frac{1}{0,075} = 13 \text{ чел. ч/шт.}$$

$$T_{e1} = \frac{1}{0,112} = 8 \text{ чел. ч/шт.}$$

Энергоемкость процесса находят из выражения:

$$\Xi_e = \frac{N_e}{W_{ч}}, \quad (6.19)$$

где N_e – мощность потребляемая установкой.

$$\mathcal{E}_{e0} = \frac{1,5}{0,075} = 20 \text{ кВт/ед.}$$

$$\mathcal{E}_{e1} = \frac{1,5}{0,112} = 13 \text{ кВт/ед.}$$

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:

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

$$C_{\text{зп}0} = 90 \cdot 13 = 1170 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{\text{зп}1} = 90 \cdot 8 = 720 \text{ руб./шт.}$$

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.

$$C_{\text{э}1} = 2,57 \cdot 20 = 11,4 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{э}2} = 2,57 \times 13 = 33,4 \text{ руб.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяют по формуле:

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

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

$$C_{\text{рто}0} = \frac{31200 \cdot 8}{100 \cdot 0,075 \cdot 300} = 111 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{\text{рто}1} = \frac{36346 \cdot 8}{100 \cdot 0,112 \cdot 300} = 86 \text{ руб./шт.}$$

Амортизационные отчисления по кантователю определяют по формуле:

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

где a – норма амортизации %.

$$A_0 = \frac{31200 \cdot 13}{100 \cdot 0,075 \cdot 300} = 180 \text{ руб./шт.}$$

$$A_1 = \frac{36346 \cdot 13}{100 \cdot 0,112 \cdot 300} = 140 \text{ руб./шт.}$$

$$S_0 = 1170 + 111 + 180 + 11,4 = 1472,4 \text{ руб./шт.}$$

$$S_1 = 720 + 86 + 140 + 33,4 = 979,4 \text{ руб./шт.}$$

Приведенные затраты определяют по формуле:

$$C_{\text{прив}} = S + E_n \cdot F_e = S + E_n \cdot k, \quad (6.25)$$

где E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, равный 0,15;

F_e – фондоемкость процесса, руб./ед;

k – удельные капитальные вложения, руб./ед.

$$C_{\text{прив}0} = 1472,4 + 0,15 \cdot 1386 = 1680,4 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{\text{прив}1} = 979,4 + 0,15 \cdot 1081 = 1141,55 \text{ руб./шт.}$$

Годовую экономию определяют по формуле:

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

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (1472,4 - 979,4) \cdot 0,112 \cdot 300 = 16564,8 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяют по формуле:

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

$$E_{\text{год}} = (1680,4 - 1141,55) \cdot 0,112 \cdot 300 = 18105,36 \text{ руб.}$$

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 кантователя, руб.

$$T_{\text{ок}} = \frac{36346}{16564,8} = 2,19 \text{ года}.$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле:

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

$$E_{\text{эф}} = \frac{16564,8}{38346} = 0,45.$$

Таблица 6.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкций.

№ п/п	Наименование показателей	Базовый	Проект
1	Часовая производительность, ед./ч.	0,075	0,112
2	Фондоемкость процесса, руб./ед.	1386	1081
3	Энергоемкость процесса, кВт/ед.	20	13
4	Металлоемкость процесса, кг./ед.	1,2	1
5	Трудоемкость процесса, чел*ч./ед.	13	8
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.		
7	Уровень приведенных затрат, руб./ед.	1680,4	1141,55
8	Годовая экономия, руб.	-	16564,8
9	Годовой экономический эффект, руб.	-	18105,36
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	-	2,19
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	0,45

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

2. Разработанный стенд для ремонта двигателей на сегодняшний день обеспечивает безопасность работ, высокую производительность, качество и удобство выполнения операций.

3. Применение стенд для ремонта двигателей в условиях ремонтных предприятий позволит получить годовую экономию 16564,8 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 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.