

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление «Агроинженерия»

Профиль «Технический сервис в АПК»

Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: «Проектирование технологии восстановления распределительного вала
с разработкой приспособления для фрезерования»

Шифр ВКР.350306.409.20.00.00.ПЗ

Студент


подпись

Ахметов Д.А.
Ф.И.О.

Руководитель доцент
ученое звание


подпись

Шайхутдинов Р.Р.
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 20 __08 июня 2020г.)

Зав. кафедрой профессор
ученое звание

подпись

Адигамов Н.Р.
Ф.И.О.

Казань – 2020 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление «Агроинженерия»

Профиль «Технический сервис в АПК»

Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой _____

«_____» _____ 20____ г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Ахметову Денису Алмазовичу

Тема «Проектирование технологии восстановления распределительного вала с разработкой приспособления для фрезерования»

утверждена приказом по вузу от «22» 05 _____ г. №170_

2. Срок сдачи студентом законченной работы 20.06.2020

3. Исходные данные: материалы преддипломной практики

4. Перечень подлежащих разработке вопросов: 1.Провести анализ устройств для разборки блока, состояния вопроса технологии восстановления распредвала;
2. Разработать технологию восстановления детали;
3.Конструкторская часть; Безопасность жизнедеятельности и охрана труда; Техничко-экономическая оценка разработанной конструкции.

5. Перечень графических материалов _____

Лист 1 – Схема технологического процесса.

Лист 2- Ремонтный чертеж.

Лист 3-Технологическая карта.

Лист 4-Сборочный чертеж конструкции.

Лист 5-Рабочие чертежи деталей .

6. Консультанты по дипломному проекту с указанием соответствующих разделов проекта

Раздел	Консультант
Раздел БЖ	доцент Шайхутдинов Р.Р.
Раздел экономики	доцент Шайхутдинов Р.Р.

7. Дата выдачи задания 13.05.2020 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Глава 1	13.04-24.04	
2	Глава 2	24.04 -9.05	
3	Глава 3	10.05-25.05	
4	Глава 4 и 5	25.05-01.06	
5	Оформление работы	01.06-16.06	

Студент  (Ахметов Д.А.)

Руководитель  (Шайхутдинов Р.Р.)

АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе

Ахметова Дениса Алмазовича

на тему: «Проектирование технологии восстановления распределительного вала с разработкой приспособления для фрезерования»

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 55 листах машинописного текста и 5 листов формата А1 графической части.

Записка состоит из введения, трех разделов, заключения и включает рисунков 11, таблиц 0 и спецификации. Список литературы включает 20 источников.

В первом разделе дан анализ технологического процесса восстановления деталей и газораспределительного механизма двигателя в частности.

Во втором разделе разработана технология восстановления распределительного вала двигателя КамАЗ. Разработаны ремонтный чертеж и технологическая карта на восстановление детали. Рассмотрены вопросы охраны окружающей среды.

В третьем разделе конструкция устройства для фрезерования шпоночного паза распределительного вала двигателя КамАЗ. Приведены необходимые расчеты параметров конструкции. Рассмотрены вопросы охраны труда при обработке деталей.

Пояснительная записка оканчивается заключением.

ABSTRACT

to the final qualifying work
Akhmetov Denis Almatovich
on the topic: "Design of camshaft recovery technology with the development of
milling tools"

The final qualifying work consists of an explanatory note on 55 sheets of typewritten text and 5 sheets of A1 format of the graphic part.

The note consists of an introduction, three sections, and a conclusion, and includes figures 11, tables 0, and specifications. The list of references includes 20 sources.

In the first section, the analysis of the technological process of restoring parts and the gas distribution mechanism of the engine in particular is given.

In the second section, the technology for restoring the camshaft of the KAMAZ engine is developed. Developed a repair drawing and process map for the restoration of the part. The issues of environmental protection are considered.

In the third section, the design of the device for milling the keyway of the camshaft of the KAMAZ engine. The necessary calculations of design parameters are given. The issues of labor protection in the processing of parts are considered.

The explanatory note ends with a conclusion.

ВВЕДЕНИЕ	7
1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА	8
1.1 Технология и организация восстановления деталей за рубежом	8
1.2 Механизм газораспределения и его ремонт	18
1.3 Обзор станочных приспособлений для фрезерования шпоночных канавок	24
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	28
2.1 Основные дефекты распределительных валов и методы их ремонта	28
2.2 Выбор рационального способа восстановления дефектов распределительного вала	33
2.3 Расчет и выбор параметров и режимов шлифования	34
2.4 Техническое нормирование ремонтных работ	34
2.5 Производственная гимнастика	35
2.6 Охрана окружающей среды	38
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	39
3.1 Обоснование конструкции приспособления для фрезерования шпоночных пазов	39
3.2 Устройство предлагаемого приспособления	42
3.3 Принцип работы приспособления	43
3.4 Расчет эксцентрика	44
3.5 Инструкция по технике безопасности для фрезеровщика	46
3.6 Безопасность станочных приспособлений	50
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	53
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	54
ПРИЛОЖЕНИЕ	
СПЕЦИФИКАЦИИ	

ВВЕДЕНИЕ

Реанимация или создание новых цехов и участков по ремонту топливной аппаратуры, гидроагрегатов, коробок переключения передач и других узлов и агрегатов. Эти участки должны обеспечивать механизаторов на селе отремонтированными агрегатами. В качестве перспективных методов восстановления могут эффективно применяться электроискровые методы нанесения покрытий и обработки деталей. Следует отметить, что такие цеха уже существуют и эффективно работают. Так, в Челябинской области Еменжелинский завод ремонтирует гидро- и топливную аппаратуру с одновременным восстановлением и упрочнением изношенных деталей. Поданным завода 60% восстановленных деталей ставят на отремонтированные агрегаты.

При модернизации должны быть заменены агрегаты (коробки переключения передач, гидроагрегаты, турбокомпрессоры и др.), к которым предъявляют повышенные требования надежности. В этом случае, по нашему мнению, в первую очередь должны быть использованы методы восстановления коленвалов, распредвалов, корпусных деталей (опорных поверхностей под подшипники): установка свертных колец, применение металлополимеров, восстановление валов с использованием электроконтактной приварки ленты, плазменная наплавка.

В данной ВКР разрабатывается технология восстановления распредвала КамАЗ и конструкции приспособления для фрезерования шпоночного паза при восстановлении распредвалов.

1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА

1.1 Технология и организация восстановления деталей за рубежом

Успешно применяется на предприятиях электронно-лучевая техника для восстановления зубчатых колес и термической обработки деталей.

Для восстановления изношенных зубчатых зацеплений используется электронно-лучевая соединительная сварка. Для этого необходимо удалить зубчатую часть и заменить новой.

Соединение может осуществляться для различных материалов с содержанием углерода 0,35%, без перекоса деталей при соотношении глубины и ширины электронного луча 50:1. При ремонте деталей сельскохозяйственной техники глубина сварочного шва-10 мм.

Для соединительной сварки необходимы крепления заготовок и передвигающие устройства с учетом специфики деталей. Различают варианты радиальной и аксиальной соединительной сварки. Ежегодно на одной электронно-лучевой сварочной установке мощностью 5...30 кВ сваривается 25000 деталей девяти наименований, в основном это пусковые малые шестерни, зубчатые колеса и валы передач, но номенклатура их может быть расширена до 55 наименований. Для соединительной сварки и термической обработки поверхности служит электронно-лучевая сварочная установка ЭСУ10/60.

С помощью электронного луча осуществлялось упрочнение беговых дорожек клиноременного шкива. Электронный луч кратковременно воздействует на обрабатываемую поверхность детали, и за счет быстрой скорости охлаждения осуществляется ее закалка. При годовом объеме 250 шт. за счет увеличения срока службы детали в 1,5-2 раза получен экономический эффект 462 тыс. марок.

Электронный луч используется для приварки новых элементов вместо изношенных частей деталей. Примером может служить шестерня стартера.

Изношенные зубчатые части детали отрезаются, изготавливается новая часть, которая приваривается к пригодной для повторного использования детали. Таких деталей за год восстанавливают 17 тыс. шт.

Широко используется для восстановления деталей метод пластической деформации, например, для восстановления фасок клапана. В нагретом состоянии за счет уменьшения радиуса сопряжения со стержнем проводится перемещение металла в изношенную зону (фаску клапана). Таким способом восстанавливалось до 70 тыс. шт. в год.

Пластической деформацией восстанавливались также зубчатые звездочки сельскохозяйственных машин (до 12 тыс. в год).

Холодной обработкой давлением восстанавливается верхняя канавка поршневого кольца (до 2 тыс. поршней).

Восстановление изношенных деталей сельскохозяйственной техники в Болгарии осуществляется преимущественно на ремонтных заводах и в меньшей степени на МТС и предприятиях АПК. На ремонтных заводах освоены новые методы и технологии восстановления деталей, например, наплавка в среде углекислого газа и аргона, электроконтактная приварка металлической ленты, газопламенное напыление, плазменная наплавка, хромирование, железнение, пластическая деформация и т. п. Номенклатура восстановленных деталей составляет приблизительно 1 тыс. видов и насчитывает 800 тыс. шт. деталей. Доля восстановленных деталей в стоимости запасных частей при капитальном ремонте составляет 39%.

Поставлена задача значительного увеличения объема восстановления деталей и доведения его в стоимостном выражении до 31 млн левов (21 млн левов в 1988 г.).

Болгарские специалисты широко использовали опыт СССР, Польши, Чехословакии, Германии по восстановлению деталей. При техническом содействии специалистов СССР были созданы шесть специализированных цехов. Централизованно на комбинате г. Пловдив восстанавливаются зубчатые колеса тракторов МЗ-80, ЮЗМ-6Л, Т-150К, на ремонтном заводе в

г. Шумен – поршневые пальцы и шатуны всех марок тракторов, а также полуоси тракторов ЮМЗ-6Л и МТЗ-80. На комбинате топливной аппаратуры в г. Павликени для восстановления крестовин карданной передачи тракторов и автомобилей установлена поточно-механизированная линия. На ремонтном заводе в г. Плевен организовано централизованное восстановление шлицевых и гладких валов и осей. Высокоэффективная технология восстановления изношенных деталей применена на заводе запасных частей в г. Оряхово. Годовая производительность роботизированной линии -120 тыс. лемехов.

Широко применяются гальванические методы восстановления деталей.

Разработана и внедрена технология восстановления внутренних поверхностей корпуса вакуумнасоса ВЗ 40/130 для доильной установки и стакана для подшипника ходовой системы трактора.

Технологический процесс включает в себя химическую очистку от масел и других загрязнителей в растворе «Васлан» Х/Е, предварительную механическую обработку, нанесение покрытия, окончательную механическую обработку. Электролитическое натирание проводится электролитом следующего состава (г/л): сульфат никеля ($\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) - 250, хлорид натрия (NaCl)-42, борная кислота (H_3BO_3)-45, сульфат железа ($\text{Fe}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)-16,4, нитрат натрия (NaNO_3)-10, сахарин-4; режим работы: обороты анода (п) 100 мин⁻¹, катодная плотность тока D_k 5 А/дм², температура 40... 50°C, время наращивания-60 мин. Покрытия имеют хороший внешний вид и прочное сцепление. Нанесенный железо-ни-келевый сплав содержит 18...25% железа. Твердость не очень высокая (225...250 НВ), что дает возможность проводить окончательную механическую обработку растачиванием резцом с твердосплавной пластиной. Скорость отложения металла в 3 раза выше, чем при классических методах. Покрытия существенно не отличаются от полученных распространенными методами.

Эксплуатация сельскохозяйственных машин в Венгрии предусматривает применение диагностики, технического ухода и ремонта.

Исследованиями определен перечень деталей для экономически обоснованного восстановления. Зачастую восстановленные детали служат дольше новых.

Восстанавливаются приблизительно 15% деталей, и себестоимость их составляет 15...25% стоимости новых.

В Венгрии разрабатываются сварочные электроды и проволоки для различных видов наплавки. Эффективным является электрод «Элка-фем», предназначенный для наплавки режущих кромок лемехов, культиваторов. Опыт показывает, что срок службы восстановленных деталей в среднем достигает 50...65% срока новых, а затраты, даже при использовании импортного оборудования и материалов, составляют 35... 40% цены новых деталей.

Первые установки напыления на ацетилен-кислородной смеси появились в Венгрии в начале 1970г.; используются два метода - холодный и теплый. При напылении по тепловому методу получается достаточно твердое износостойкое покрытие, прочно связанное с основным металлом, однако механическая обработка таких покрытий затрудненная. Кроме того, из-за большого теплового потока при напылении возможны температурные деформации. Холодный метод напыления широко применяется при восстановлении деталей сельскохозяйственной техники. Покрытия, нанесенные холодным методом, не оплавляются, поэтому для них характерна недостаточно высокая адгезионная прочность и они не могут длительно выдерживать точечную, линейную или динамическую нагрузки. Производственный опыт показывает, что наиболее частой причиной поломки деталей, восстановленных холодным методом, являются плохая подготовка их поверхности и перегрев во время напыления. Ввиду того, что сцепление покрытия с основой носит адгезионный характер, чистота и форма поверхности влияют на прочность сцепления. Поэтому большое внимание уделяется вопросам подготовки поверхности перед нанесением порошковых материалов.

Помимо технологии восстановления сваркой, широко используемой в Венгрии и дающей хорошие результаты, впервые применена технология многогранной обработки. Технология позволяет создавать различные профили 1... 25 гранями. В поперечном разрезе вала можно образовывать гармонические гипоциклоидные и эпициклоидные кривые, а в продольном – прямолинейные контурные линии или профили с любой контурной линией. Имеется возможность копирования разных поверхностей по образцу, а также создания для них сопряженных деталей, что позволяет получать соединения сложных видов.

Технология используется при восстановлении традиционных шлицевых, клиновых и шпоночных сопряжении валов и ступиц, создании гипоциклоидного профиля с параллельными боковыми сторонами. Первой операцией при восстановлении является удаление шлицев с вала или ступицы. Затем образуют выбранный профиль, вокруг которого можно описать круг с диаметром, позволяющим установить соразмерный с ним вал оригинального профиля. При необходимости поверхность дорабатывается на многогранном шлифовальном станке. Ступицу необходимо обработать до такого размера, чтобы в ней можно было установить втулку, имеющую стенку соответствующей толщины. Обрабатывается внутренний многогранный профиль под вал, после чего она запрессовывается в восстанавливаемую ступицу. При больших нагрузках втулка фиксируется сваркой.

Сопряжение «вал-ступица» имеет несколько преимуществ: значительно меньше концентраторов напряжений; обеспечиваются высокие показатели на усталость, способность передачи крутящего момента и динамические нагрузки (из-за самоцентрировки профилей и нечувствительности относительно несоосности и ступицы).

Результаты исследований подтверждаются испытаниями более 1500 восстановленных деталей, которые были осуществлены за последние восемь лет. Например, с использованием сопряжения многогранного профиля

восстановили привод главного приводного клиноременного шкива более 150 комбайнов «Бизон Гигант», карданный вал на 350 тракторах «Раба», промежуточный – 50 тракторов Т-150. В меньшем количестве восстановлены детали тракторов Е-280, Е-516, К-700 и «Херие».

Технология является очень экономичной по минимальному расходу материала, легко внедряется и поэтому имеет большие перспективы при ремонте сельскохозяйственной техники.

Для восстановления деталей в Венгрии эффективно используют полимерные материалы и клеи. Для этих целей составляются различные комплекты материалов, полностью обеспеченные принадлежностями для проведения ремонтных работ в условиях хозяйств.

Выпускаются комплекты для восстановления уплотнений кольцевого типа. Комплект включает в себя резиновый шнур диаметром 2...7 мм (в нижних размерных зонах с интервалом 0,5 м), быстросхватывающийся клей и принадлежности для изготовления уплотнений кольцевого типа.

Организована расфасовка клея на базе цианакрилата (импортный, выпускается во флаконах объемом 15 мл вместе с обезжиривающим веществом, упакованным в аэрозольных флаконах).

Ремонт алюминиевых и чугунных корпусных деталей с трещинами или полумками особенно затруднен, если материал деталей плохо поддается сварке или при местном повышении температуры детали деформируются. Составлен комплект ремонтных материалов - различные эпоксидные смолы и ткань из стекловолокна, применяя который можно изготовить на поврежденной поверхности ламинированный слой любой толщины, который воспринимает даже динамические нагрузки.

Сопротивление растяжению слоя очень высокое (450..500 Н/мм²), сцепление с основным материалом хорошее. Теплостойкость слоя увеличивается при форсированной сушке (температура 120°C). Данные материал и способ успешно применяются и для ремонта блоков цилиндров двигателей внутреннего сгорания.

Составлен еще один большой сервисный комплект, включающий в себя клеи, фиксирующие и уплотнительные материалы 14 разновидностей, в количестве, необходимом для ремонтных работ в течение одного года в хозяйстве среднего размера. Разработанные комплекты ремонтных материалов облегчают труд ремонтников и способствуют применению современных способов ремонта, повышению производительности труда и качества ремонта сельскохозяйственной техники и восстановления деталей.

Более 20 лет в Венгрии применяются однокомпонентные анаэробные пластмассы для стабилизации болтовых соединений. Рабочий предел температуры фиксируемых материалов $-50...+50^{\circ}\text{C}$, у некоторых достигает $+200^{\circ}\text{C}$.

Согласно принятой в Польше программе развития восстановления деталей, завершена разработка технологий восстановления 20 групп технологически подобных деталей. Особый интерес представляют разрабатываемые технологические инструкции по каждому методу, в которых приводится эскиз типовой детали и даны основные параметры процесса. В инструкции излагается последовательность проведения операций, указывается наименование применяемого оборудования, оснастки и инструмента, приводятся режимы обработки и общие технические требования. Технологической инструкции присваивают номер, на который ссылаются при разработке технологического процесса.

В последнее время в Польше большое внимание уделяется нанесению износостойких слоев повышенного качества при изготовлении новых деталей. Эти слои наносятся из порошков сваркой.

Большая работа проводится по нанесению противокоррозионных покрытий на стальные конструкции. Для этого используются проволоки из алюминия (бронзы, молибдена и т. д.), газовые и электрические устройства (пистолеты). Занимаются этим на предприятии уже около десяти лет. Планируется нанести сварочным методом противокоррозионные покрытия на поверхности площадью около 2500.3000 м^2 .

Для восстановления деталей сварочными методами применяется оборудование отечественного производства и импортное, прежде всего, фирм «Касталин» и «Интервельд». Развитие сварочной техники идет по пути механизации технологических процессов, что позволит увеличить количество восстанавливаемых деталей и повысить их качество.

Один из распространенных методов восстановления деталей машин - наплавка электродом в среде двуокиси углерода. Этот метод с применением вибрации электрода называют виброконтактной наплавкой. Для восстановления деталей типа вал необходима установка, обеспечивающая сохранение определенных параметров для качественного проведения наплавки. Разработаны станды АА-4947 для окружной виброконтактной наплавки гладких валов и АА-4947/1 для продольной и окружной наплавки шлицевых. Это полуавтоматы, предназначенные для наплавки наружных цилиндрических поверхностей в среде защитных газов в процессе восстановления деталей сельскохозяйственных и других машин. Станды оснащены сварочным полуавтоматом МАГПОЛ 400, вращателем, состоящим из отдельных приводов шпинделя и продольного суппорта электрода с электрической постоянной регулировкой скорости, задней бабки с пневмогидравлическим выдвижением втулки, поперечного суппорта с крестовым, крутильным кронштейном для крепления вибратора и патрона с электродом, системы управления модульного строения, обеспечивающей ручное управление установочными операциями и процесс наплавки в автоматическом цикле на указанном участке.

Станд для наплавки шлицевых валиков, изготовленный на базе станда АА-4947, имеет кассету управления продольной наплавкой, а также работающий с ней узел углового разделения оборотов шпинделя. Переключатель позволяет выбрать вид наплавки - окружной или продольный. Станды обеспечивают восстановление валиков широкого ассортимента, в том числе шлицевых, методом окружной и продольной наплавки. Предел наплавляемых диаметров 25...250 мм, межцентровое

расстояние 500,1000,1500 мм, максимальная масса наплавляемых деталей 80 кг.

Пластмассы давно применяются в Польше для восстановления деталей сельскохозяйственной техники. Некоторые характерные виды износов или повреждений восстанавливаются только с их использованием. Пластмассы можно применять в виде паст, растворов или порошков. Это, прежде всего, композиции эпоксидных смол с наполнителями. Изготавливается также материал в виде жестких листов специально для восстановления деталей на ремонтных заводах, оснащенных машинами основных типов. Материал служит для восстановления поверхностей вращения под посадку подшипников качения, поверхностей скольжения, а также для склеивания некоторых деталей, восстановления шипов поворотных цапф механических средств разных типов. Удобная форма этого материала, несложная технология позволяют применять его во всех типовых ремонтных цехах.

Разработан клей БС для соединения фрикционных колец с металлическими деталями, по своим свойствам не уступающий выпускаемым известными фирмами западных стран. Применяется при восстановлении деталей сельскохозяйственной техники, в том числе советского производства-им приклеивают фрикционные кольца к тормозным лентам.

Намечается экспериментальное восстановление отверстий под основные вкладыши блоков цилиндров двигателей Д-50 тракторов МТЗ с применением пасты ЦХТ. Эта двухкомпонентная эпоксидная паста, упрочненная при температуре 20°C, обеспечивает точное отображение нужной формы и не требует чистовой обработки отверстий. Применяется на специализированных предприятиях по капитальному ремонту двигателей С-4001/1/2 (4-цилиндровых) и СВ 680 (6-цилиндровых).

Широкое применение указанных материалов даст большой экономический эффект.

В Чехо-Словакии детали восстанавливают на специализированных пунктах (в центрах) массового восстановления и пунктах ремонтных

предприятий. На специализированных пунктах массового восстановления применяют одну технологию, например, сварочно-наплавочные или гальванические методы и др.

Годовая программа восстановления составляет 14 тыс. деталей отдельных наименований. В ЧСФР работают пять центров по восстановлению деталей. Восстановленные детали дешевле новых. В 1966 г. цены на них были снижены в среднем на 30% от цены новых, хотя стоимость восстановления может составлять 80%. Установленный размер прибыли - 8%. В себестоимости восстановления деталей материальные затраты минимальны, проблемой является трудоемкость, которую можно снизить при централизации восстановления, роботизации и автоматизации.

Специализированные центры восстановления деталей используют следующие технологии:

- ротационную и продольную наплавку,
- наплавку присадочных порошковых материалов,
- формовку и нанесение пластов,
- замазывание,
- склеивание,
- гальванотехнику,
- обработку на ремонтный размер.

В перспективе особое внимание будет уделяться механизированным способам восстановления при наплавке тонких контролируемых слоев при небольшом нагреве основного материала, высокой мощности плавления, механизации и автоматизации.

Наряду с наплавкой развиваются гальванотехника и плазменное нанесение железных и нежелезных слоев.

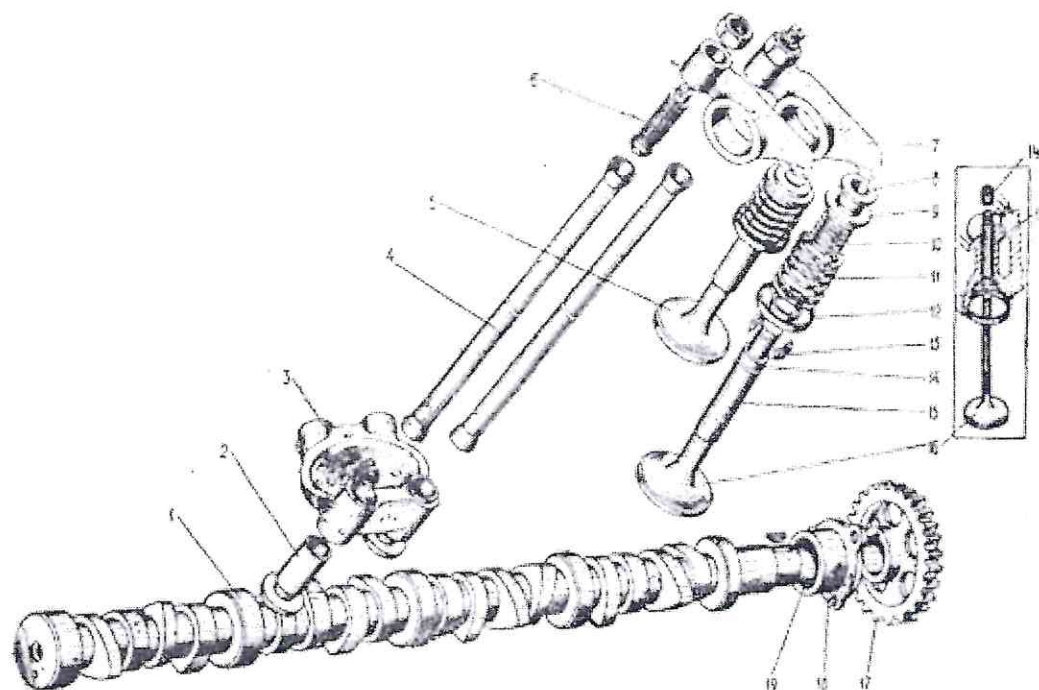
В связи со значительным повышением цен на сырье и энергию на мировом рынке восстановление деталей в последнее время приобретает особое значение. Оно должно быть рациональным, основанным на концентрации производства, только тогда будет достигнута экономическая

эффективность. Для этого необходимо, чтобы конструкция разрабатываемых деталей обеспечивала пригодность их к восстановлению (по возможности - к многократному), чтобы был определен объем потребности народного хозяйства в восстановлении деталей (это позволит планировать производство новых запасных частей и материалов, оснащение оборудованием).

1.2 Механизм газораспределения и его ремонт

Механизм газораспределения двигателя КамАЗ-740 состоит из распределительного вала 1 (рис. 1.1) с шестерней 17, толкателей 2 с направляющими 3, штанг 4, коромысел 6 с регулировочными винтами 5 и контргайками 7, впускных 14 и выпускных 15 клапанов с пружинами 10,11 и деталями их крепления, привода распределительного вала.

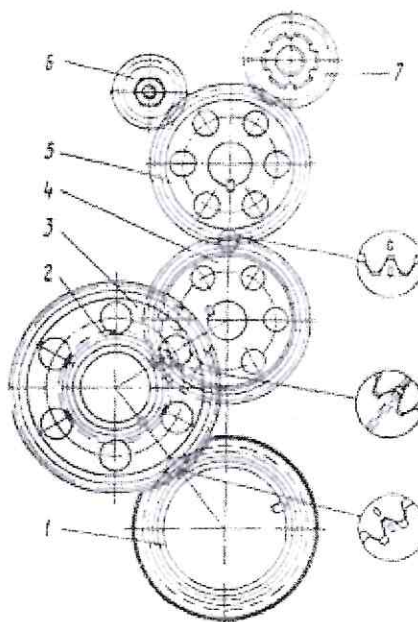
Распределительный вал изготовлен из стали. Он имеет пять опорных шеек и шестнадцать кулачков, преобразующих вращательное движение вала в поступательное движение толкателей, штанги клапанов. Количество кулачков и их расположение соответствует числу клапанов и последовательности их открытия. Рабочие поверхности опорных шеек и кулачков цементированы и закалены токами высокой частоты. Профили у кулачков для впускных и выпускных неодинаковые, поверхности вершин кулачков скошены. Распределительный вал установлен в развале блока цилиндров на пяти подшипниках скольжения, представляющих собой стальные втулки, залитые антифрикционным сплавом. Задний подшипник установлен в опоре, которая крепится к блоку тремя болтами. На заднем конце вала при помощи шпонки закреплена прямозубая шестерня. От осевых смещений вал удерживается опорой, в которую с одной стороны упирается ступица шестерни, а с другой стороны - упорный бурт задней опорной шейки.



1 - вал распределительный; 2 - толкатель; 3 - направляющая толкателя; 4 - штанга толкателя; 5 - клапан выпускной; 6 - винт регулировочный; 7 - коромысло; 8- втулка; 9-тарелка пружины; 10 и 11- внутренняя и наружная пружины; 12 - шайба; 13-сухарь; 14-уплотнительная манжета впускного клапана; 15 - направляющая втулка клапана; 16-клапан впускной; 17-шестерня распределительного вала; 18-корпус подшипника; 19-втулка подшипника.

Рисунок 1.1 - Механизм газораспределительный двигателя КамАЗ-740

Привод распределительного вала осуществляется от ведущей шестерни 1 (рис. 1.2), установленной на хвостовике коленчатого вала через блок промежуточных шестерен 2 и 3. Все шестерни стальные, штампованные с термообработанными прямыми зубьями. Блок шестерен вращается на сдвоенном коническом роликоподшипнике, установленном на оси, закрепленной на заднем торце блока цилиндров. От шестерни распределительного вала через шестерню 5 получает привод топливный насос высокого давления, а от шестерни 5 через шестерни 6 и 7 соответственно насос гидроусилителя рулевого привода и компрессор.



1-шестерня ведущая; 2, 3-шестерни промежуточные; 4-шестерня распределительного вала; 5-шестерня привода топливного насоса; 6-шестерня привода насоса усилительного механизма; 7-шестерня привода компрессора

Рисунок 1.2 - Установка шестерен привода агрегатов

Управление действием выпускных клапанов двигателя МАЗ осуществляется распределительным валом. Распределительный вал штампован из низкоуглеродистой легированной стали. Рабочие поверхности шеек к кулачков, а также торцовая поверхность первой шейки цементированы и закалены. Вал расположен в верхней части блока цилиндров и имеет пять опор.

В промежутках между шейками вала находятся три кулачка: два крайних—привода толкателей коромысел выпускных клапанов, средний—привода толкателя коромысла насос-форсунки. Рабочие поверхности кулачков шлифуют и полируют.

Втулки крайних подшипников валов изготовлены из ковкого чугуна, они прикреплены к блоку цилиндров тремя болтами. В каждую чугунную втулку запрессованы две стальные втулки, залитые свинцовистой бронзой.

Зазор между отверстиями блока и чугунными втулками равен 0,010...0,048 мм.

Осевые усилия, возникающие при вращении валов, воспринимаются двумя бронзовыми упорными шайбами, расположенными на передних концах валов по обе стороны чугунных втулок подшипника. Одна сторона упорных шайб соприкасается с торцами чугунных втулок, другая сторона первой шайбы—с торцом ступиц противовесов; второй шайбы—с торцом буртов распределительного и уравнивающего валов. Осевой зазор в упорном подшипнике равен 0,30...0,32 мм, его регулируют путем подбора толщины упорных шайб.

Промежуточные подшипники распределительного вала изготовлены из алюминиевого сплава. Каждый подшипник состоит из двух взаимозаменяемых половинок, стягиваемых двумя пружинными кольцами. От проворачивания вкладыши удерживаются стопорными винтами, ввертываемыми в блок и входящими в углубление верхних половинок вкладышей.

Периодически, обычно при проведении технических осмотров, необходимо проверять состояние основных деталей двигателя, для чего нужно частично разобрать двигатель без снятия его с автомобиля. Такие профилактические осмотры позволяют своевременно устранить неисправности и увеличить, тем самым время работы.

Передача вращения осуществляется следующим образом: от шестерни 8, закрепленной на коленчатом валу, вращение передается на промежуточную шестерню, а затем на шестерню уравнивающего вала, которая находится в зацеплении с шестерней распределительного вала; шестерня приводит во вращение шестерню привода нагнетателя.

Шестерни коленчатого, уравнивающего и распределительного валов имеют одинаковое количество зубьев, а поэтому вращаются с одинаковым числом оборотов. Шестерня привода нагнетателя вращается с

числом оборотов в 1,95 раза большим, а промежуточная шестерня— 1,15 раза больше, чем число оборотов коленчатого вала.

Для правильной установки шестерен имеются метки, которые должны совпадать. Зазор между зубьями шестерен в торцовом сечении равен 0,07...0,25 мм.

Шестерня коленчатого вала прикреплена к фланцу коленчатого вала шестью болтами с пружинными шайбами. Промежуточная шестерня вращается на оси, прикрепленной болтом к блоку цилиндров.

Ремонт седел клапанов производят, если на уплотняющей поверхности имеются углубления, следы прорыва газов, если поверхность соприкосновения с клапаном чрезмерно широка (свыше 3 мм) или узка (менее 1,2 мм). Неисправности седла, вызванные нагаром и небольшим износом, устраняют очисткой нагара и притиркой. Для притирки применяют специальное шлифовальное устройство, а при его отсутствии—электродрель, имеющую шлифовальный круг и оправку. Центровку шлифовального круга производят хвостовиком оправки, входящим в направляющую втулку клапана.

Если необходимо заменить направляющие втулки клапанов, то седла шлифуют только после замены втулок. Если седла клапанов шлифовать не требуется, но производилась замена направляющих втулок клапанов, необходимо для обеспечения concentricности между клапаном и седлом шлифовать седла. Предельный зазор между стержнем клапана и направляющей втулкой допускается до 0,12 мм.

Седла клапанов заменяют при прогаре, трещинах, ослаблении посадки седла в головки цилиндров. невозможности получить необходимой уплотняющей поверхности шлифованием.

Седла клапанов удаляют специальным съемником. Зажимной патрон съемника вставляют внутрь седла так, чтобы выступ в нижней части фланца патрона был заподлицо с нижней кромкой седла.

В таком положении разжимают патрон, вращая гайку в верхней части приспособления, концентричности седла верхней части патрона закрепляют корпус и втулки клапана:

съемника, в верхней части которого помещают Удаление седла производят вращением винтовой головки съемника.

При отсутствии съемника седло можно удалять зубилом, которое нужно упереть тонким концом во внутренний торец седла.

При запрессовке седла клапана головку рекомендуется нагреть в кипящей воде, а седло охладить в сухом льду. После обработки седла проверяют его концентричность с направляющей втулкой клапана, которая не должна превышать 0,03 мм.

Седла шлифуют шлифовальными камнями с углом 45 и 20°:

первый применяют для шлифования седел, второй—для сужения ширины посадочной поверхности. После шлифования рекомендуется последующая притирка седла пастой первоначально с зерном величиной 20 мк, а затем 7...8 мк.

Клапан. Царапины и выемки на уплотняющей поверхности устраняют шлифованием. Износ стержня клапана допускается до диаметра 8,85 мм, овальность и конусность—до 0,013 мм. Изношенный стержень хромируют и затем шлифуют до диаметра 8,350...8,375 мм.

Толкатель. Радиальный зазор ролика толкателя допускается до 0,13 мм. При ремонте ролика заменяют изношенные иглы подшипника и ось ролика. Износ отверстия в ролике допускается до 14,05 мм. При большем _износе отверстие перешлифовывают под один из ремонтных размеров Можно повторно использовать иглы подшипника, имеющие овальность и конусность не более 0,01 мм. Диаметр игл одного подшипника не должен отличаться более чем на 0,01 мм.

Наибольший износ толкателя возможен до диаметра 26,94 мм.

При большем износе толкатель хромируют и затем шлифуют до диаметра 26,975...26 955 мм.

Коромысло. Допускается наибольший износ втулки коромысла до 22,10 мм; при большем износе втулку надо заменить или развернуть до ближайшего ремонтного размера валика. Наибольший зазор между втулкой и валиком допускается до 0,16 мм.

Стойки и валик коромысел. Допускается износ валика по диаметру до 21,94 мм. При большем износе валик хромируют и затем шлифуют до номинального размера. При износе отверстия в стойке коромысла применяют валики ремонтных размеров

1.3 Обзор станочных приспособлений для фрезерования шпоночных канавок

Заготовки валов для фрезерования в них шпоночных пазов и лысок удобно закреплять в призмах. Для коротких заготовок достаточно одной призмы. При большой длине вала 2 заготовку устанавливают на двух призмах 3 (рис. 1.3).

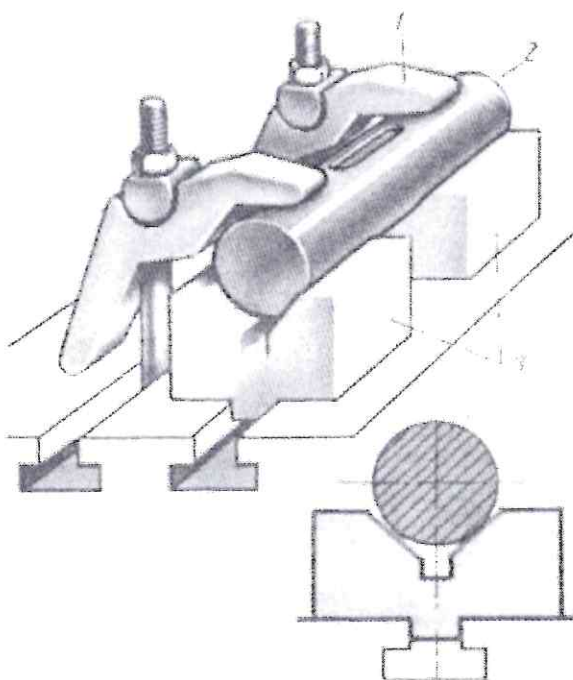


Рисунок 1.3 - Закрепление вала на призмах

Правильность расположения призмы на столе станка обеспечивается шипом в основании призмы, входящим в паз стола, как показано на рисунке

справа. Валы закрепляют прихватками 1. Во избежание прогиба вала при закреплении необходимо следить, чтобы прихваты опирались на вал над призмами. Под прихваты следует положить тонкую медную или латунную прокладку, чтобы не повредить окончательно обработанной цилиндрической поверхности вала.

На рис. 1.4 показаны тиски для закрепления валов.

Тиски на столе можно закреплять либо в положении, показанном на рис. 3.3, либо можно повернуть их на 90° . Поэтому они пригодны для закрепления валов как на горизонтально-фрезерных, так и на вертикально-фрезерных станках. Вал устанавливается цилиндрической поверхностью на призму 5 и при вращении маховичка 1 зажимается губками 3 и 6, которые поворачиваются вокруг пальцев 2 и 7. Призму 5 можно установить в тисках другой стороной для закрепления вала большего диаметра. Упор 4 служит для установки вала по длине.

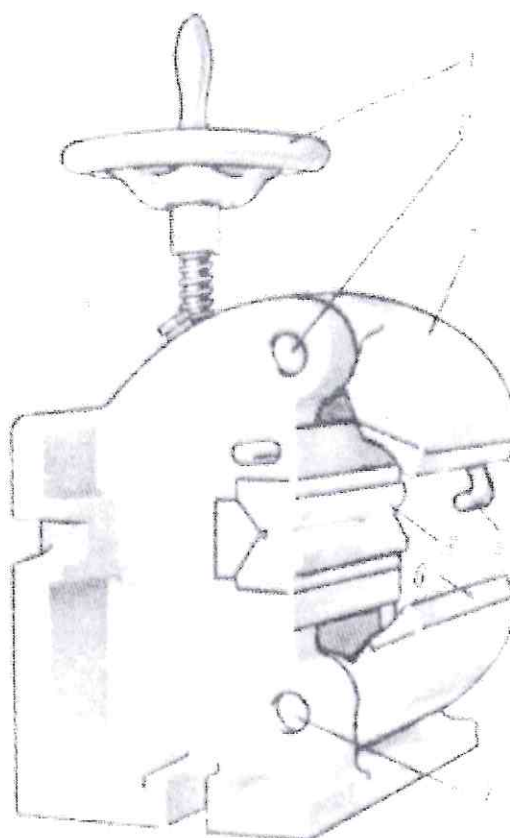


Рисунок 1.4 - Тиски для закрепления валов

На рис. 1.5 показана- магнитная призма с постоянным магнитом. Корпус призмы состоит из двух частей, между которыми размещен оксидно-бариевый магнит. Для закрепления валика достаточно повернуть рукоятку выключателя на 90° . Сила зажима вполне достаточна для фрезерования на валиках шпоночных пазов, лысок и т. д.

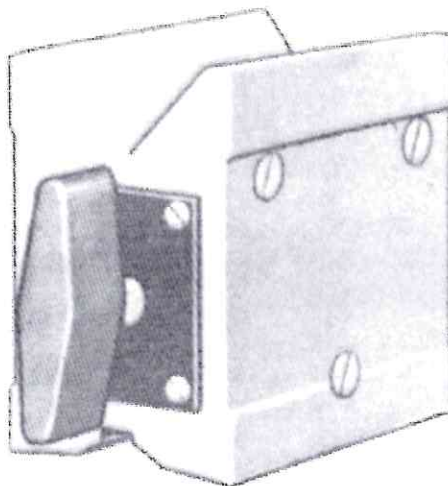


Рисунок 1.5- Магнитная призма для закрепления валов

Одновременно с закреплением детали призма притягивается к опорной поверхности стола станка.

Известны тиски которые изображены на рис. 1.6 (патент РФ 2075373)

На основании 1 установлен неподвижный корпус 2 с установочной, направляющей и упорной базовыми поверхностями. Механизм зажима включает неподвижную губку 3, установленную на корпусе 2 и подвижную губку 4, перемещающуюся по винту 5 через вторую резьбовую втулку 6.

Винт 5 выполнен с разношаговой однонаправленной резьбой на двух участках. На одном из участков винта 5 резьба выполнена с более крупным шагом, например, Трап. 40 х 7 лев. чем на другом его участке, например, Трап. 40 х 6 лев. Гладким своим концом винт 5 свободно вращается в направляющей втулке 7. Второй конец винта 5, где резьба выполнена с меньшим шагом, вращается в первой резьбовой втулке 8, которая с помощью подшипников 9 имеет возможность вращаться в направляющей втулке 10. Натяг этого соединения осуществляется гайкой 11. Для стопорения первой

резьбовой втулки 8 служит фиксатор 12 и скоба 13. Для зацепления рабочей рукоятки ключа на первой резьбовой втулке 8 имеются прорези 14.

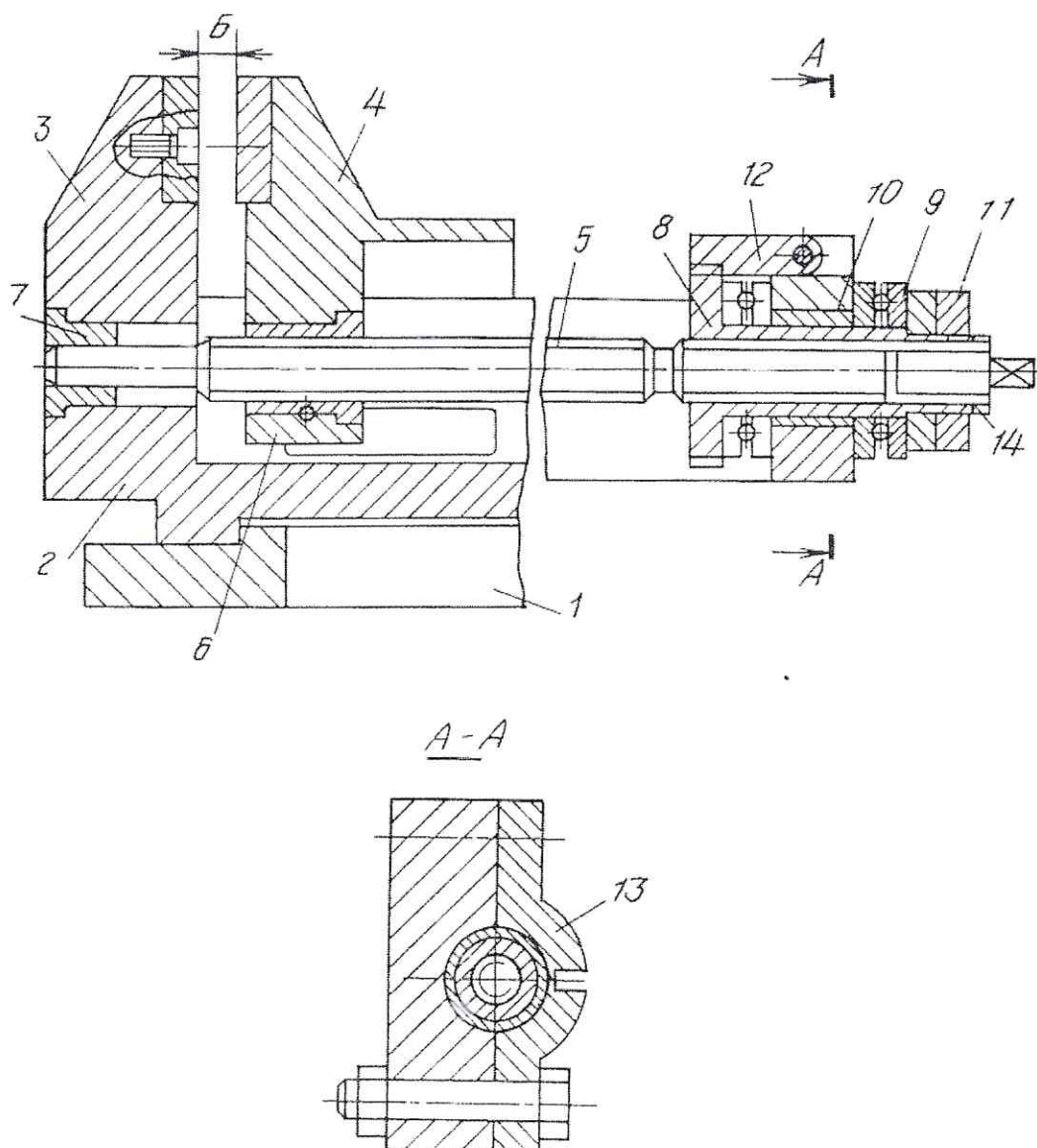


Рисунок 1.6 – Тиски (патент РФ 2075373)

Недостатком этой конструкции является то, что ось ходового винта расположена ниже верхней кромки подвижной губки, поэтому, при зажиме детали верхней кромкой губок, рама не может принять изгибающий момент на себя в корпусе возникают деформации, происходит развал губок нарушается точность и надежность базирования детали.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Основные дефекты распределительных валов и методы их ремонта

Основными дефектами, с которыми распределительные валы поступают в ремонт, являются: износ рабочих поверхностей кулачков, опорных шеек и эксцентрика; овальность и конусообразность шеек; задиры и риски на рабочих поверхностях; износ шейки под шестерню; повреждение шпоночного паза или отверстий под штифт; деформация вала; повреждение резьбы, зубьев шестерни.

Предлагаемые способы восстановления при износе опорных шеек вала:

- 1) Механизированная наплавка под слоем флюса.
- 2) механическая обработка под ремонтный размер.
- 3) осталивание.

Гальваническое хромирование является одним из распространенных технологических процессов восстановления деталей. Покрытия из хрома обладают высокими износостойкостью и химической стойкостью, не корродируют и не чувствительны к нагреву до 400 °С. Твердость хромовых покрытий достигает 850—1200 единиц по Виккерсу, а прочность сцепления хрома со сталью, чугуном, медью на сдвиг — до 300 МПа.

Хромовое покрытие увеличивает срок службы деталей до 5 раз. Поэтому оно применяется для восстановления номинальных размеров изношенных деталей, обеспечения их износостойкости, защитно-декоративных и др. целей. Например, иногда детали подвергают хромированию перед закалкой. Такие детали после термической обработки не имеют окалины, поэтому отпадает необходимость их очистки.

Хромирование выполняют при напряжении 6—12 В и плотности тока не менее $2 \cdot 10^3$ А/м². В зависимости от его назначения хромирование подразделяется на гладкое и пористое.

Пористое хромовое покрытие обладает повышенной износостойкостью благодаря лучшим условиям смазки и поэтому находит широкое применение в машиностроении и ремонтном производстве. Оно особенно эффективно при высоком удельном давлении и повышенной температуре в трущейся паре. Необходимая пористость слоя хрома может быть создана механическим, химическим и электрохимическим способами.

Поскольку хром по хрому работает плохо, т.е. с большим износом обеих деталей, то хромируется только одна из сопряженных деталей трущейся пары. Более износостойкими являются покрытия, имеющие пористость 30...40 % площади поверхности.

Следует учитывать, что их усталостная прочность понижается на 15...25 %. Это происходит вследствие значительных напряжений растяжения в поверхностном слое детали.

Этот недостаток проявляется в меньшей мере при ведении процесса хромирования на токе переменной полярности. Варьируя величиной продолжительности между переключениями полярности, можно уменьшить шероховатость поверхности покрытия и обеспечить в нем незначительные по величине остаточные напряжения растяжения, а следовательно, и несущественное понижение усталостной прочности, что важно для деталей, работающих в условиях знакопеременных нагрузок.

Подготовка деталей к хромированию проводится по описанной выше общей технологии нанесения гальванических покрытий.

В зависимости от концентрации хромового ангидрида электролиты бывают низкой (12...15 %), средней (20...25 %) и высокой (30...35 %) концентрации. Первые применяются при повышенных требованиях к износостойкости, так как обеспечивают более высокий выход хрома по току и получение твердых, износостойких покрытий. Электролиты высокой концентрации применяются преимущественно для получения защитно-декоративных покрытий, так как обеспечивают лучшую устойчивость процесса электролиза и получение плотного блестящего слоя хрома с

хорошей отражательной способностью. Электролиты средней концентрации по своим свойствам являются универсальными и применяются для нанесения всех видов покрытий с выходом по току 12...14 %.

Совершенствование процесса хромирования обеспечивается применением саморегулирующего электролита, в котором автоматически поддерживается оптимальное соотношение между его компонентами. Это достигается, например, за счет введения в электролит солей сернокислого стронция и кремнефтористого калия в количестве, превышающем их растворимость, так что избыток этих солей присутствует в электролите в виде осадка. Растворением или увеличением осадка достигается стабилизация состава электролита, ростом выхода по току достигают 40 %, что позволяет в 1,3...1,5 раза повысить производительность хромирования. Однако эти электролиты более токсичны.

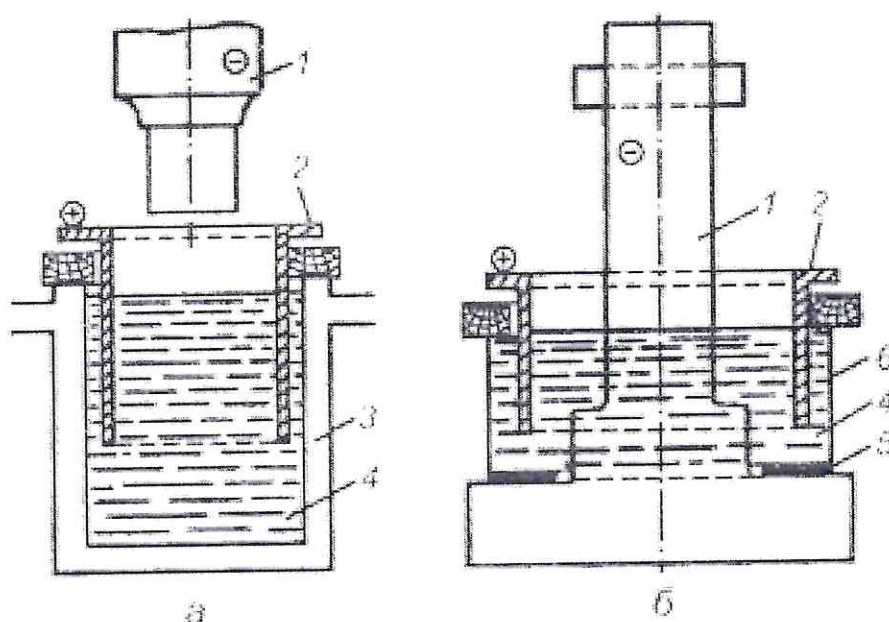
Все более широко в ремонтном производстве для хромирования применяются холодные электролиты, например, тетрахроматные с рабочей температурой 17...23 °С.

Этот электролит позволяет получать качественные покрытия с большой производительностью и меньшими внутренними напряжениями. Покрытия получаются более мягкие, без трещин и поэтому эффективны для защитно-декоративных целей. Важно то, что тетрахроматные электролиты менее агрессивны к углеродистым сталям, поэтому для хромирования можно применять стальные ванны без защитной облицовки внутренней поверхности. При выборе холодных электролитов следует учитывать то, что поддержание низкой их температуры при высокой плотности тока требует применения холодильных агрегатов.

Ванны для хромирования. Ванну изготавливают из листового железа толщиной 4...5 мм обычно с двойными стенками, что позволяет нагревать электролит горячей водой, прокачиваемой между стенками ванны.

Внутреннюю ванну облицовывают сплавом свинца, содержащим 5—6% сурьмы, или кислотостойкими материалами.

Если материал облицовки имеет низкую теплопроводность, то электролит нагревают, прокачивая горячую воду по погруженному в него оцинкованному змеевику, или с помощью электрических нагревателей. Емкость ванн определяется габаритами и формой деталей, которые должны находиться примерно на 100 мм выше дна и 50 мм ниже верхнего уровня электролита. Расстояние между анодами и катодами должно быть 100...155 мм. Для хромирования крупных деталей применяют передвижные ванны (рис. 2.1, а) и накладные ванны из листового целлулоида толщиной 3...4 мм, которые устанавливают непосредственно на деталь (рис. 2.1, б).



а — передвижной; б — накладной; 1 — деталь (катод); 2 — анод; 3 — ванна с двойными стенками; 4 — электролит; 5 — уплотнение; 6 — ванна

Рисунок 2.1- Конструктивные схемы ванн для хромирования крупных деталей

Для хромирования отдельных участков крупных деталей, например, шеек валов эффективным является струйное хромирование, при котором ванна для хромирования монтируется вокруг покрываемого участка детали, а электролит прокачивается в зазоре между ванной и деталью. Хромирование проводят в стандартном, саморегулирующемся,

тетрахроматном и других электролитах при катодно-анодном расстоянии — 15 мм. В зависимости от типа электролита и режима электролитического процесса скорость осаждения хрома составляет 0,1...0,25 мм/ч. При этом получают блестящие покрытия.

Эффективным для крупногабаритных деталей является также хромирование в проточном электролите и безванное хромирование с использованием для электролита полости в самой детали.

Для хромирования в ваннах применяют нерастворимые свинцовые аноды с содержанием сурьмы 6 %, выполненные обычно в виде плоских пластин. Хромирование крупных круглых деталей при двух анодах не позволяет получить одинаковое по толщине покрытие. Лучшие результаты получаются при четырех анодах, удаленных на одинаковое расстояние от детали (катода). Для получения равномерного слоя хрома на фасонных поверхностях применяют фасонные аноды.

Источником тока при хромировании могут служить специальные низковольтные двухполюсные генераторы постоянного тока или выпрямители.

Выделяющиеся при хромировании на электродах газы (водород — на аноде, кислород — на катоде) выносят с собой также экологически вредные пары электролита.

Поэтому оборудование для гальванических покрытий должно оснащаться надежной вентиляцией для отсасывания газов непосредственно с поверхности ванны.

При неудовлетворительном качестве покрытия удалить хром можно электролитическим путем, поместив деталь в качестве анода в ванну с электролитом из 10...15%-ного раствора едкого натра. Катодом служит железная пластина. Температура раствора 40...50 °С, плотность тока 500...1000 А/м², продолжительность выдержки — 15...30 мин.

2.2 Выбор рационального способа восстановления дефектов распределительного вала

Рациональный способ восстановления деталей определяют, пользуясь следующими критериями: технологическим (или критерием применяемости), техническим (долговечности) и технико-экономическим (обобщающим).

Технический критерий определяется по формуле:

$$K_{\text{д}} = K_{\text{т}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{с}} \cdot K_{\text{п}}, \quad (2.1)$$

где $K_{\text{д}}$ - коэффициент долговечности;

$K_{\text{т}}$ - коэффициент износостойкости;

$K_{\text{в}}$ - коэффициент выносливости;

$K_{\text{с}}$ - коэффициент сцепляемости покрытия;

$K_{\text{п}}$ - поправочный коэффициент; $K_{\text{п}}=0,9$.

Определяем технический критерий для способов восстановления:

$$K_{\text{д}1} = 0,91 \cdot 0,87 \cdot 1 \cdot 0,9 = 0,713.$$

$$K_{\text{д}2} = 0,95 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,9 = 0,769.$$

$$K_{\text{д}3} = 0,91 \cdot 0,82 \cdot 1 \cdot 0,9 = 0,672.$$

Технико-экономический показатель определяется по формуле:

$$K_{\text{т}} = \frac{C_{\text{в}}}{K_{\text{д}}}, \quad (2.2)$$

где $C_{\text{в}}$ – стоимость восстановления детали, руб./м²;

$$K_{\text{т}1} = 974 / 0,713 = 1366,06;$$

$$K_{\text{т}2} = 544 / 0,769 = 707,41;$$

$$K_{\text{т}3} = 604 / 0,672 = 898,81$$

Эффективным считается способ, у которого $K_{\text{т}}$ стремится к min. Из этих соображений окончательно выбираем 2-ый способ восстановления кулачкового вала, то есть механическая обработка под ремонтный размер.

2.3 Расчет и выбор параметров и режимов шлифования.

Станок шлифовальный 3А433.

Число оборотов шпинделя

$$n = 500 \text{ мин}^{-1}$$

Принимаем: подачу $S = 0,78 \text{ мм/об.}$

$$V_d = \pi \cdot D \cdot n / 60 \cdot 1000, \quad (2.3)$$

где V_d – действительная окружная скорость шлифовального блока, м/сек.

D – диаметр обработанной поверхности, мм, $D_p = 54 \text{ мм.}$

$$V_d = 3,14 \cdot 54 \cdot 500 / 60 \cdot 1000 = 1,41 \text{ м/сек.}$$

Расчёт глубины резания:

$$t = (D - d) / 2 = (54 - 53,69) / 2 = 0,31 \text{ мм.} \quad (2.4)$$

Определяем мощность резания:

$$N_p = P_z \cdot V_{\text{окр. бл.}}, \quad (2.5)$$

где

$$P_z = C_{pz} \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (2.6)$$

при $C_{pz} = 285$; $y = 0.75$; $x = 1$; $n = -0.15$.

$$N_p = 285 \cdot 0,31^1 \cdot 0,78^{0,75} \cdot 1,41^{-0,15} \cdot 0,55 = 4,78 \text{ кВт.}$$

2.4 Техническое нормирование ремонтных работ

Техническое норму времени на шлифование определяется по формуле:

$$H_v = T_{осн} + T_v + T_d + T_{пз}, \quad (2.7)$$

где H_v – норма времени, мин.;

$T_{осн}$ – основное (машинное) время на растачивание поверхности, мин.;

T_v – вспомогательное время, мин.;

T_d – дополнительное время, мин.;

$T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, $T_{пз} = 15 \text{ мин.}$

$$T_{осн} = L \cdot i / n \cdot S, \quad (2.8)$$

где L – длина обрабатываемой поверхности детали, мм.;

i – число проходов, принимаем $i = 2$;

$n = 500$ – число оборотов шпинделя;

$S=0,78$ мм/об – подача.

$$L=l_1+l_2+l_3, \quad (2.9)$$

где l_1 - длина обрабатываемой детали;

$l_2=2$ мм- врезание и перебег резца;

$l_3=5$ мм-длина проходов со снятием пробных стружек.

$$T_{осн} = 157 / 500 * 0.78 = 0.40 \text{ мин.}$$

$$T_d = 0.1 * T_{осн} \quad (2.10)$$

$$T_d = 0,1 * 0,4 = 0,04 \text{ мин.}$$

$$H_v = 0,4 + 10 + 0,04 + 15 = 25,44 \text{ мин.}$$

2.5 Производственная гимнастика

Производственная гимнастика может проводиться под музыку и без нее. Более эффективны занятия под музыкальное сопровождение. Для этой цели можно использовать радиосеть предприятия или учреждения переносные малогабаритные магнитофоны.

Комплексы производственной гимнастики следует менять через 3-4 недели. При более длительном выполнении одних и тех же упражнений снижается интерес к занятиям и, следовательно, их эффективность. Однако слишком часто менять комплексы упражнений тоже нежелательно, так как занимающиеся не успевают их хорошо усвоить.

Если занятия проводятся общественным институтом методистом, то возможна постепенная замена упражнений.

Разработанный комплекс физических упражнений разучивается рабочими и служащими с помощью инструктора – методиста или его помощника – общественного инструктора.

Если комплекс вводной гимнастики и физкультурной паузы передается по радиосети, то роль общественного инструктора или методиста сводится к организации занятий, показу упражнений и некоторым замечаниям по ходу их выполнения. Если же производственная гимнастика проводится без

музыкального сопровождения, то общественному инструктору или методисту отводится ведущая роль. Они должны уметь организовать занятие, правильно объяснять упражнения, подавать команду, делать замечания по ходу выполнения упражнений и т.д.

Очень важно правильно показать упражнение. Основное требование – краткость объяснения – связано с ограничением времени. Другое требование – точность объяснения. Обычно пользуются гимнастической терминологией. Но так как большинство занимающихся с ней незнакомо, то вводить новые термины надо постепенно. Из объяснения должно быть понятно, как влияет данное упражнение на организм, для какой цели оно дается.

Каждый методист и общественный инструктор обязаны тщательно продумывать методику объяснения и добиваться, чтобы занимающимся все было понятно.

По ходу выполнения упражнений необходимо делать замечания и уточнения, помогать занимающимся вовремя предупреждать и исправлять ошибки, заострять их внимание на главных деталях упражнений и т.д.

Как правило, для большей доходчивости упражнения показывают и объясняют одновременно. Эти два приема взаимно дополняют друг друга.

Показ должен быть точным, должен вызывать желание выполнить упражнение правильно.

Обычно общественный инструктор или методист становится лицом к занимающимся, так, чтобы его все хорошо видели, и делает упражнение в сторону, противоположную той, в которую выполняют его остальные (зеркальный показ). От качества выполнения упражнений во многом зависит их эффективность. Если учесть, что время, отведенное на занятия, невелико, а каждое из них преследует определенную цель, то становится понятным, как важно правильно освоить тот или иной комплекс.

Чтобы активный отдых во время работы давал больший эффект, его содержание и методика проведения должны быть строго дифференцированы в соответствии с особенностями условий, организацией и характером труда, с

учетом контингента занимающихся. Использование готовых, разработанных методическими кабинетами, другими методистами комплексов физкультурных пауз и вводной гимнастики нежелательно, так как в них, естественно, не может быть учтена специфика данного производства, особенности контингента занимающихся. Здесь не должно быть шаблонного подхода. Важно добиться высокого качества организации и проведения производственной гимнастики, что позволит не только повысить работоспособность, но и укрепить здоровье трудящихся.

При поточном способе упражнения не объясняются, а только называются и пауз между ними нет. Такой способ приемлем в хорошо подготовленном коллективе, давно занимающемся физическими упражнениями. Может применяться и смешанный способ, когда несколько упражнений (2-3) могут объединяться и выполняться без паузы. Он рекомендуется при переходе от раздельного способа выполнения упражнений к поточному, а также для внесения разнообразия в методику проведения производственной гимнастики.

При поточном способе плотность занятий значительно больше, чем при раздельном.

При разучивании нового комплекса его плотность может достигать 40-50 процентов, то есть собственно на выполнение физических упражнений будут уходить примерно половина или даже меньше половины времени, отведенного на производственную гимнастику. Такая плотность допустима на первых трех занятиях. Затем она должна быть увеличена до 70-90 процентов.

2.6 Охрана окружающей среды

Для снижения вредного влияния подвижного состава на окружающую среду предлагается внедрить следующие мероприятия:

- своевременная и качественная регулировка системы питания двигателей и выпуска отработавших газов путем внедрения дополнительного диагностического оборудования;
- сливать отработанные жидкости, масла, кислоты в специальные емкости для последующей их утилизации на специальных заводах.
- разработка очистных сооружений на посту мойки автомобилей, дающих высокую степень очистки воды, что позволит направить ее вновь на мойку;
- произвести озеленение территории предприятия.

Соблюдение санитарных норм устраняет перечисленные неблагоприятные явления и способствует повышению производительности труда на 5-6%.

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Обоснование конструкции приспособления для фрезерования шпоночных пазов

Существует приспособление для фрезерования шпоночных пазов на распредвалах 70-7215-1510 ГОСНИТИ (рис. 3.1).

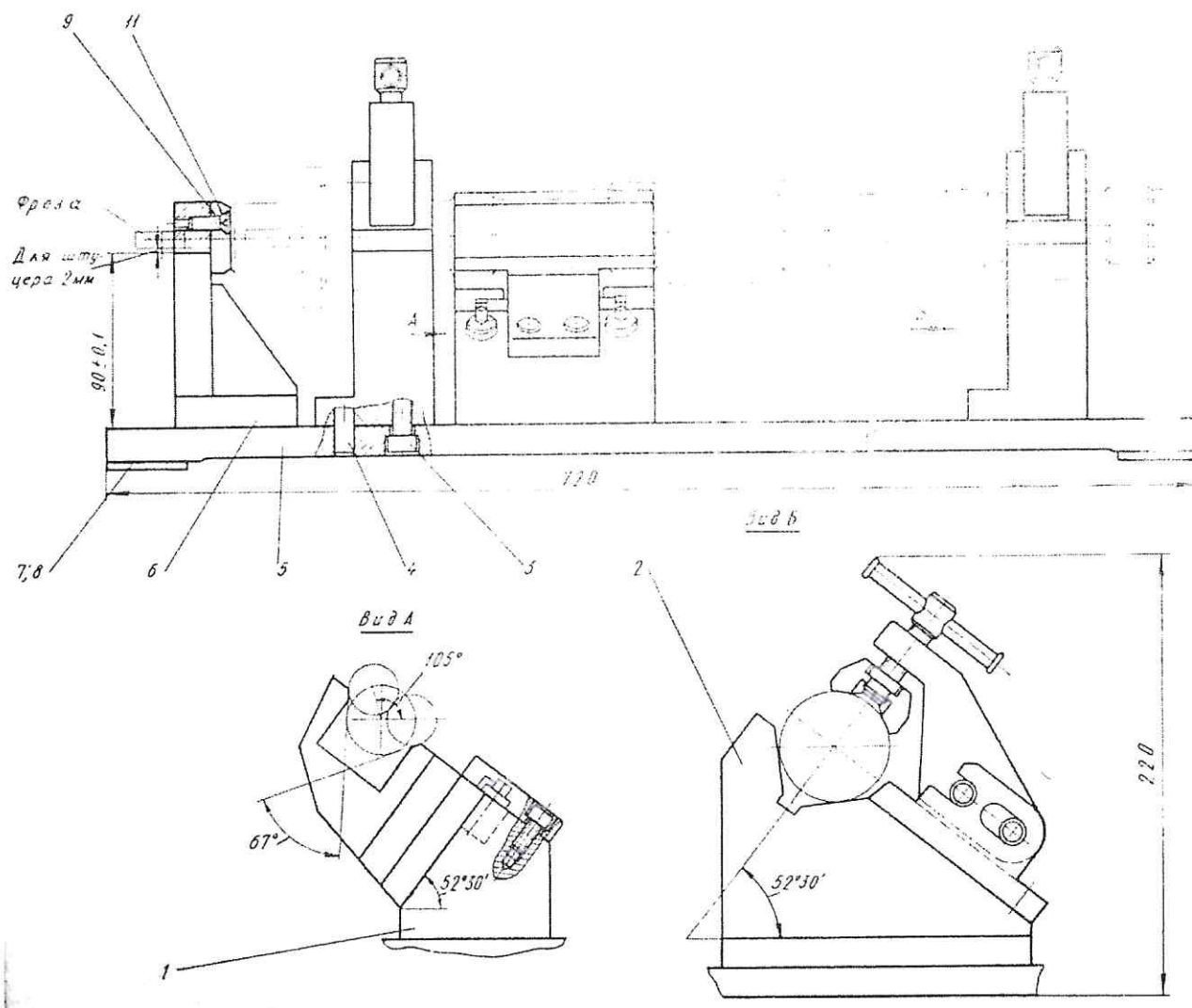


Рисунок 3.1 - Приспособление для фрезерования шпоночных пазов на распредвалах 70-7215-1510 ГОСНИТИ.

					ВКР.350306.409.20.00.00.		
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Приспособление для фрезерования шпоночных пазов		
Разраб.	Ахметов	Шайхутдинов	Шайхутдинов	06.09.20			
Провер.	Шайхутдинов	Шайхутдинов	Шайхутдинов	06.09.20	Лит. Лист Листов 1		
Н. Контр.	Шайхутдинов	Шайхутдинов	Шайхутдинов	06.09.20			
Утверд.	Ахметов	Ахметов	Ахметов	06.09.20	Казанский ГАУ каф. ЭРМ		

Приспособление состоит из плиты 5, на которой закреплены две призмы 2 с винтовыми прижимами. Для фиксации передней шейки имеется упор 6. Также имеется призма 1. Плоскости симметрии призм должны лежать в одной плоскости, отклонение не более 0,05мм.

Данное устройство принято за прототип. Недостатком предлагаемого прототипа является большая масса, стоимость и время зажима.

В машиностроении вспомогательное время связано с установкой, закреплением, откреплением и снятием заготовки, что составляет до 30 % штучного времени. Поэтому вопросу быстрогодействия зажимных механизмов приспособлений уделяется особое внимание. Механизированные приспособления не только облегчают труд операторов, но и значительно сокращают время на закрепление и открепление заготовок.

Зажимные приспособления можно различать по источникам силы зажима заготовок, которые, в свою очередь, можно подразделить на механизированный и механический приводы (рис. 3.2).

Механизированные приводы более сложные, однако развивают значительные усилия закрепления заготовок. Механизированные приводы станочных приспособлений можно подразделить на гидравлические, пневматические, электрические, магнитные и др.

В металлообрабатывающих станках уже установлены определенные (гидравлические, электрические, пневматические и др.) исполнительные двигатели. Поэтому если производится расчет приспособления под конкретный станок, то необходимо учитывать применяемый на нем привод. Когда предлагаемое приспособление требует другого, например более мощного, привода, нужно выполнить пересчет приспособления и, в частности, за счет дополнительных усилителей добиться таких условий, при которых исполнительный двигатель станка удовлетворял бы всем условиям работы приспособления.

					ВКР.350306.409.20.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

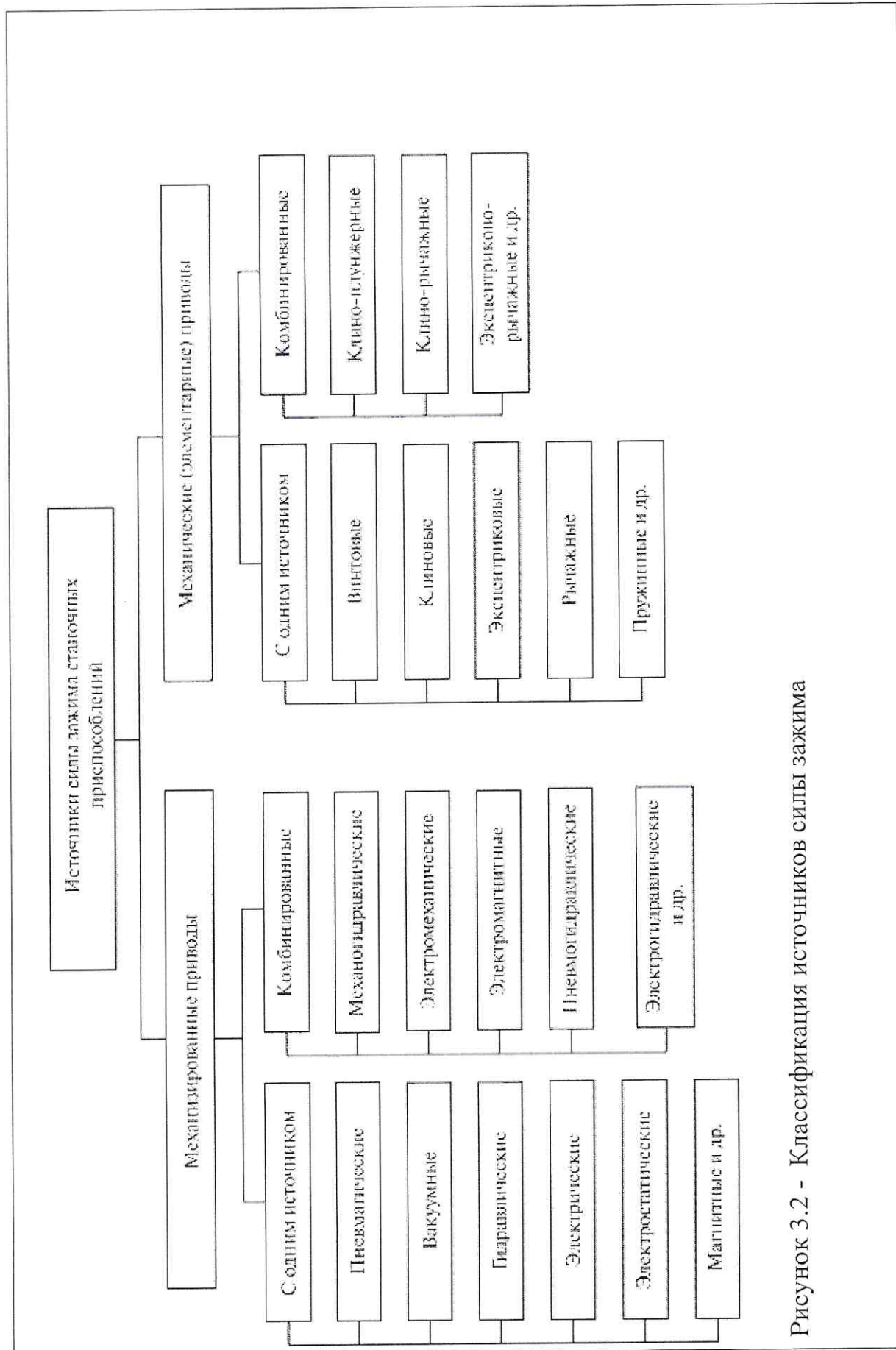


Рисунок 3.2 - Классификация источников силы зажима

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.350306.409.20.00.00

Лист

3.2 Устройство предлагаемого приспособления

Схема разработанного приспособления приведена на рис. 3.3

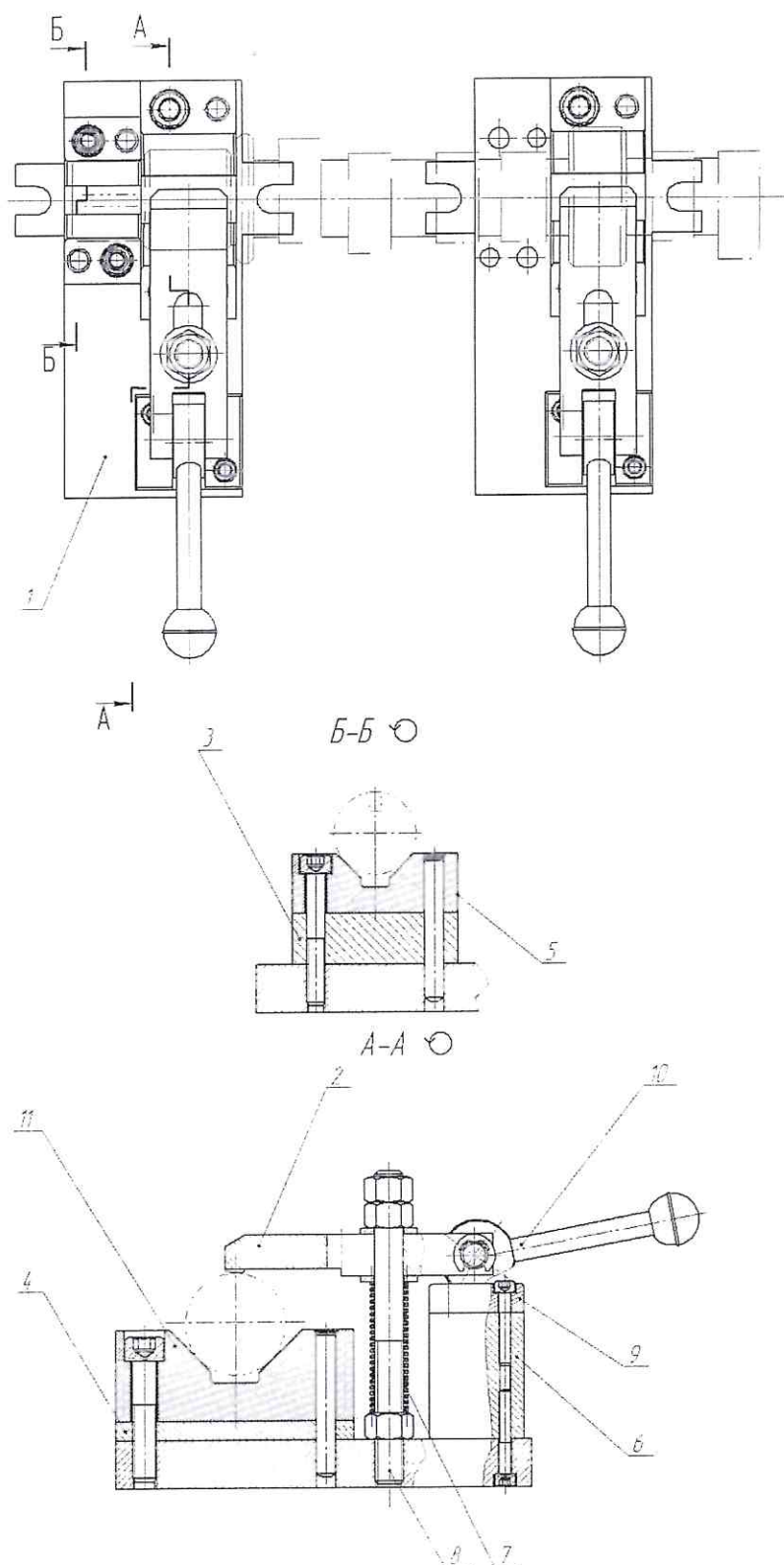


Рисунок 3.3 - Схема разработанного приспособления

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.350306.409.20.00.00

Лист

Приспособление для фрезерования шпоночных пазов представляет собой два самостоятельных зажимных устройства, которые фиксируют болтами на столе станка. Зажимные устройства содержат основание 1, к которому винтами и штифтами прикреплена установочная призма 11, с планками 2 с эксцентриком 10, установленным с помощью шпильки 8 с пружины 7. Эксцентрик упирается в опору 9, которая прикреплена на проставке 4. Второе зажимное устройство (слева) имеет дополнительно еще одну призму 5, для фиксации шейки со шпоночной канавкой.

Предлагаемое приспособление безотказно отличается простотой, точностью и надежностью фиксации детали.

3.3 Принцип работы приспособления

Приспособление для фрезерования шпоночных пазов из двух самостоятельных зажимных устройств, фиксируют болтами на столе станка. Распределительный вал укладывается на два призмы зажимных устройств. Далее поворачивая ручку эксцентрика 11, планка 2 прижимает распределительный вал к призме.

Потом выполняют фрезеровку шпоночного паза на увеличенный ремонтный размер либо нарезают шпоночный паз на новом месте повернув распределительный вал на 180 градусов от начального положения.

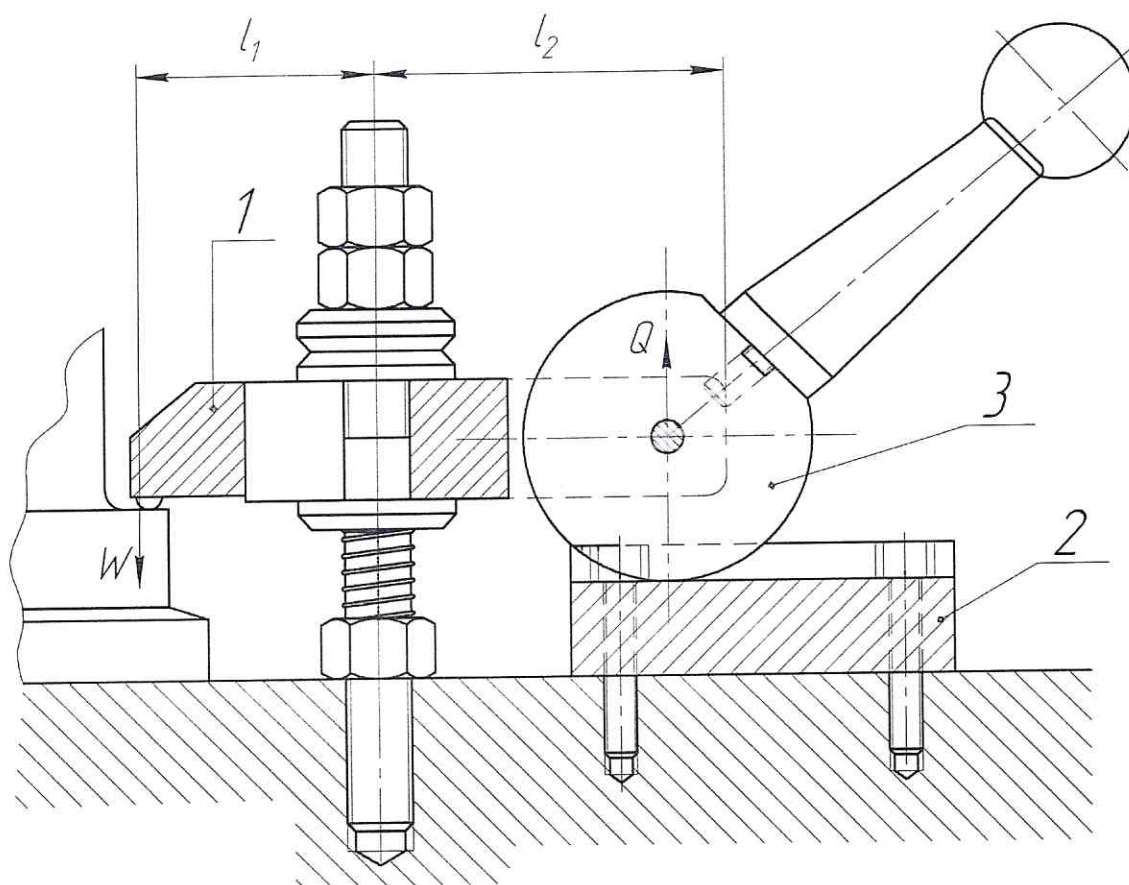
Далее поворачивая ручку эксцентрика, планка отходит вверх от распределительного вала на призмах и пружина 7 удерживает ее на шпильке 8 в верхней её части. Положение планки можно отрегулировать гайками. Освобожденный распределительный вал снимается с призм приспособления.

Эксцентрик зажим отличается большей скоростью фиксации нежели винтовой что дает увеличение производительности. Отказ от большой общей плиты значительно снижает массу конструкции, что является экономически выгодным решением.

					ВКР.350306.409.20.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.4 Расчет эксцентрика

Схема зажимного устройства приспособления показана на рисунке 3.4.



1- планка; 2- опора; 3- эксцентрик

Рисунок 3.4 - Схема зажимного устройства

Усилие зажима определяется по формуле:

$$W = Q \frac{l_1}{l_2} \eta, \quad (3.1)$$

где Q - исходная сила, развиваемая винтом, эксцентриком или штоком привода, Н;

l_1, l_2 - длины плеч рычага,

η - к.п.д., учитывающий потери на трение в опоре рычага, $\eta = 0,95$.

Для расчета эксцентриситета e принимаются следующие значения величин: зазор $s_1 = 0,3$ мм; допуск размера заготовки δ в данном случае будет представлять собой величину колебания по высоте положения линии контакта заготовки с прихватом, состоящую из половины допуска размера $\varnothing 42$ ($0,5 \cdot 0,62 = 0,31$ мм) и просадки оси заготовки в призмах $0,017$ мм; $\delta =$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.350306.409.20.00.00

Лист

$0,31 + 0,017 = 0,327$ мм; $W = 3000$ Н; жесткость системы зажима заготовки в приспособлении $j_1 = 12000$ Н/мм; угол поворота эксцентрика из условий удобства зажима $\alpha_э = 123^\circ$, тогда $\alpha' = 180^\circ - \alpha_э = 57^\circ$ ($\cos \alpha_э = \cos \alpha' = \cos 57^\circ$).

Расчет осуществляется по формуле:

$$e = \frac{s_1 + \delta + \frac{W}{j}}{1 - \cos \alpha}, \quad (3.2)$$

$$e = \frac{0,3 + 0,327 + \frac{3000}{12000}}{1 - \cos 57} = 1,7$$

Принимается $e = 1,7$ мм.

Диаметр эксцентрика можно определить по зависимости $D_э = 18e$
 $= 18 \cdot 1,7 = 30,6$ мм. Принимается $D_э = 32$ мм.

Радиус цапфы эксцентрика при ширине цапфы $b_э = 14$ мм и значении $[\sigma_{см}] = 25$ МПа определяется по формуле:

$$r = \frac{e - p}{2b[\sigma_{см}]}, \quad (3.3)$$

$$r = \frac{1,7 - 3000}{2 \cdot 14 \cdot 25} = 3,3 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр цапфы 10 мм.

В соответствии с ГОСТ 9061-68 выбирается эксцентрик круглый 18x50 из стали 20; с эксцентриситетом $e = 1,7$ мм; шириной $B_э = b_э = 14$ мм; диаметром $D_э = 32$ мм и диаметром цапфы $d = 10$ мм.

Затем решается вопрос о приводе эксцентрика для обеспечения потребной силы зажима W . Устанавливается угол $\alpha = 53^\circ$, $\phi = 6^\circ$; сила, которую рабочий может прикладывать к рукоятке, 150 Н. при $l_1 = l_2$

Длина рукоятки определяется из уравнения:

$$L = \frac{e \times W}{Q_1 [1 + \sin(\alpha + \phi)]}, \quad (3.4)$$

где - W - сила зажима заготовки, Н;

- Q_1 - усилие, приложенное к рукоятке, Н;

					ВКР.350306.409.20.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- L - длина рукоятки, мм;
- φ_1 - углы трения на площадке контакта заготовки и эксцентрика.
- α_{cp} - средний угол клина эксцентрика, град; $\alpha_{cp} \sim 4^\circ$.

$$L = \frac{1,7 \times 3000}{150 [1 + \sin(53 + 6)]} = 18,3 \text{ мм.}$$

По ГОСТ 8923-69 выбирается рукоятка 7061-0077 (исполнение 1) общей длиной 100 мм, диаметром 12 мм и диаметром хвостовика $\varnothing 10 \text{ г6}$. Расчеты технико-экономической оценки кондуктора приведены в приложении В.

3.5 Инструкция по технике безопасности для фрезеровщика

Фрезеровщик – это рабочий, который занимается механической обработкой различных материалов путем фрезерования. На сегодняшний день специальность является популярной во всех сферах производственной деятельности.

К фрезерным работам допускаются лица, не моложе 18 лет, прошедшие соответствующую профподготовку по специальности, сдавшие аттестационные экзамены и получившие диплом по профессии фрезеровщик, имеющие справку с медицинского учреждения о прохождении медосмотра, проинструктированные по ПБ и по охране труда, прошедшие под контролем опытного наставника стажировку на рабочем месте и сдавшие экзамены о проверке знаний по охране труда, по ПБ, по оказанию первой медицинской помощи, по электробезопасности.

Все работы на фрезерных станках следует выполнять, строго соблюдая технику безопасности, с использованием необходимых средств индивидуальной защиты.

Техника безопасности при фрезерных работах перед началом работы

Перед тем как приступить к работе фрезеровщик обязан:

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР.350306.409.20.00.00	

1. Провести внешний осмотр СИЗ
2. Проверить уровень освещенности рабочей зоны
3. Проверить присутствие и исправное состояние защитных экранов и устройств на рабочем оборудовании
4. Убедиться в наличии деревянной решетки по всей длине рабочей зоны токарного станка
5. Проверить заземлено ли оборудование
6. Убедиться в исправности необходимого для работы режущего инструмента
7. Провести регулировку местного освещения над рабочей зоной токарного станка
8. Убедиться в достаточном количестве смазки оборудования
9. Испытать работу оборудования на холостом ходу

При выявлении каких-либо нарушений требований безопасности труда, незамедлительно принять меры для их устранения. В случае если токарь самостоятельно не может устранить эти нарушения, немедленно сообщить о них своему мастеру или начальнику.

ТБ для фрезеровщика во время работы

Во время работы токарь должен соблюдать следующие требования ТБ:

1. Заниматься только той работой, по которой он получил инструктаж и допуск к работе.
2. Работать только с использованием средств индивидуальной защиты.
3. Не доверять выполнение своей работы неопытным, посторонним работникам.
4. Запрещено присутствие посторонних людей на рабочем месте токаря.
5. При работе использовать только исправный инструмент.
6. Тяжелые и громоздкие детали устанавливать и снимать со станка только при помощи грузоподъемных механизмов. В процессе

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.350306.409.20.00.00

Лист

строповки громоздких деталей пользоваться специально разработанными схемами строповки груза.

7. Большие заготовки и детали поднимать, используя строповочно-захватные устройства. Следует помнить, что обрабатываемая заготовка освобождается от стропов и других грузоподъемных устройств только после того как она будет надежно закреплена на станке.
8. Производить аккуратную укладку на специальных стеллажах обработанные заготовки.

Строго запрещено работать на станке в хлопчатобумажных перчатках или рукавицах, а также работать с забинтованными пальцами в отсутствии поверх них резиновых напальчников.

Убедиться в надежности закрепления обрабатываемой заготовки.

Плавно приближать рабочий инструмент к обрабатываемой заготовке, без рывков и ударов.

Снимать стружку со станка и с обрабатываемой заготовки допускается только после остановки станка.

Запрещено производить обдувку сжатым воздухом обрабатываемую поверхность заготовки, для того чтобы избежать проникновения стружки в механизмы станка.

Стружка со станка снимается только с использованием специальных крючков и щетки-сметки.

Вовремя производить удаление стружки со станка и с рабочей поверхности детали.

В случае появления вибрации, прекратить работать на станке и принять меры по устранению вибрации.

В случае обнаружения неисправности электрооборудования (появились гудки в электродвигателе, то есть он начал работать на 2 фазы одновременно) тотчас же выключите станок и сообщите начальству об обнаруженной неисправности.

					ВКР.350306.409.20.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Перед тем как остановить станок непременно отведите режущий инструмент от заготовки.

В каких случаях необходимо отключать электрооборудование:

В случае ухода от станка, даже на незначительный период времени.

В случае кратковременной приостановке работы.

При прекращении подачи электроэнергии.

Если производится чистка и смазка станка.

В случае выявления какой-нибудь неисправности.

Если вам необходимо подтянуть крепежные детали на заготовке.

Если производится установка новой заготовки.

В случае заточки фрезы.

Если производится замена ремней на шкивах станка.

Требования техники безопасности для фрезеровщиков в аварийных ситуациях

При аварийной ситуации, фрезеровщик должен незамедлительно прекратить все работы, предупредить об опасности всех работников находящихся рядом с ним и доложить об этом начальству. Затем постараться устранить причину, которая привела к аварии. При обнаружении очагов возгораний незамедлительно вызвать пожарную охрану принять меры по тушению пожара своими силами при помощи первичных средств пожаротушения. В случае необходимости принять меры по эвакуации людей. Как правильно пользоваться огнетушителями и первичными средствами пожаротушения, можно узнать по стендам и плакатам по пожарной безопасности. Данные стенды и плакаты по ПБ должны быть на каждом производственном объекте, в общедоступном для изучения местах.

ТБ по окончании токарных работ

По завершении токарных работ рабочий должен:

Выключить фрезерный станок.

Навести порядок на рабочем месте, убрать на станке, инструменты и приспособления убрать в специальный шкафчик для инструментов.

					ВКР.350306.409.20.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Использованную ветошь следует убрать в оборудованные для этих целей ящики с закрывающимися крышками.

Произвести смазку рабочих частей станка.

Произвести очистку спецодежды и сиз и сложить в специальный шкафчик для спецодежды.

Обо всех выявленных неполадках, которые возникали в процессе работы сообщить своему руководителю.

Все данные требования по технике безопасности при фрезерных работах необходимо соблюдать каждому фрезеровщику вне зависимости от стажа и опыта работы.

3.6 Безопасность станочных приспособлений

Требования к безопасности СП указываются в рабочих чертежах, документах на изготовление, эксплуатацию, ремонт и ГОСТах. Элементы приспособления, выступающие за габариты станка, не должны ограничивать доступ к органам управления и создавать опасность для работы оператора. Конструкция СП должна обеспечивать надежное ориентирование и крепление, исключая самопроизвольное изменение положения, например, из-за ослабления крепления.

Вращающиеся приспособления должны обязательно проходить статическую и динамическую балансировку. Для исключения возможности зацепления рук зазор между механизированными (пневматическими, пневмогидравлическими и т. д.) зажимом и заготовкой не должен превышать 5 мм. Масса вручную кантуемых приспособлений вместе с заготовкой не должна превышать 16 кг. При обработке заготовок массой более 12 кг в приспособлении предусматривается возможность закладки захватных устройств грузоподъемных механизмов. Приспособления, масса которых более 16 кг, должны иметь резьбовые отверстия под рым — болты, цапфы или другие устройства, позволяющие перемещать их с помощью

					ВКР.350306.409.20.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

грузоподъемного механизма. Наружные элементы конструкции приспособлений скругляются, и размеры фасок наружных поверхностей обычно составляют не менее 1 мм, а сами поверхности выполняются гладкими ($Ra \geq 1,25$ мкм).

Расчетные суммарные силы, развиваемые зажимными элементами приспособлений, должны превышать максимальные силы резания не меньше чем в 2,5 раза.

В винтовых зажимных устройствах для удобства работы ключом рекомендуется применять высокие гайки ($h \geq 1,5 d$, где h — высота гайки, d — диаметр резьбы), причем усилия зажима не должны превышать 100 Н (для самотормозящихся эксцентриковых быстродействующих устройств усилие зажима не должно превышать 220 Н). Приспособления с пневмо- и гидроприводом в случае аварии или отсутствия подачи воздуха или жидкости должны обеспечить закрепление заготовки до полной остановки подвижных частей станка. Поэтому пневмо- и гидроприводы оснащаются устройствами контроля давления, защитой от повышения его максимально допустимого значения и падения давления рабочей среды, а приспособления выполняются с самотормозящимися устройствами.

Устройства приспособления, нагревающиеся до температуры выше 45 °С, ограждаются или теплоизолируются.

Для пневмо- и гидросистем максимальные допустимые радиусы по оси изгиба для стальных труб составляют три наружных диаметра трубы, а для медных, латунных и алюминиевых — два. Соединения с конической резьбой должны иметь запас на затягивание не менее 1,5 витка. Выступающие концы болтов и шпилек над гайками не должны превышать 0,5 диаметра резьбы. В пневмоприводах приспособления исключается возможность отбрасывания на оператора пыли из рабочей зоны обработанным воздухом.

					ВКР.350306.409.20.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Электромагнитные приспособления всегда выполняются с защитным заземлением. Максимально допустимая окружная скорость патронов на холостом ходу станка не должна превышать 500 м/мин.

Электрическая схема приспособлений, являющихся источником опасности, должна быть закрыта защитным кожухом и оснащена защитой, исключающей независимо от положения управления самопроизвольное включение при восстановлении внезапно исчезнувшего напряжения в питающей сети. Все металлические части приспособления, которые могут оказаться под напряжением, должны иметь заземление или соединение с нулевым приводом.

Открытые элементы приспособления, вращающиеся со скоростью 150 мм/с, должны иметь ограждение или предупредительную окраску.

					ВКР.350306.409.20.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе был проведен обзор методов восстановления деталей, устройства и методов ремонта газораспределительного механизма двигателей. Проведен анализ причин и методов устранения неисправностей.

Разработана технология восстановления распределительного вала двигателя КамАЗ-740.

Разработана конструкция устройства для фрезерования шпоночного паза распределительного вала двигателя КамАЗ. Внедрение конструкции позволит повысить производительность труда, позволит обеспечить безопасность работ при ремонте. Внедрение приспособления для фрезерования шпоночного паза позволит уменьшить металлоемкость и уровень эксплуатационных затрат при ремонте распределительного вала двигателя КамАЗ. Годовой экономический эффект от применения данного приспособления составит 25607 руб. при сроке окупаемости 0,14 года.

Также в работе были предложены мероприятия по улучшению состояния охраны труда и окружающей среды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адигамов, Н.Р. Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Технология ремонта машин» / Адигамов Н.Р. Кочадамов А.В, Гималтдинов И.Х.. – Казань: Изд-во КГАУ, 2007. – 41 с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т.1...3-5-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 2008.
3. Выпускная квалификационная работа / под ред. К. А. Хафизова. – Казань: КГАУ, 2014. – 316 с.
4. Зотов Б.И., Курдюмов В.И.. Безопасность жизнедеятельности на производстве. – М.: Колос, 2000. – 424 с.: ил. (Учебники и учеб. пособия для студентов высших учебных заведений).
5. Иванов М.Н. Детали машин: Учеб. для студентов втузов/ Под ред. В.А. Финогенова. 6-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2000. – 383 с.: ил.
6. Лимарев В.Я. Материально – техническое обеспечение агропромышленного комплекса / В.Я. Лимарев [и др.]. – М.: Известия, 2002.- 464 с.
7. Кукин Н.Н., В.Л.Лапин, Н.П.Пономарев, Н.И.Сердюк. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда. – Изд. «Высшая школа», 2002. -300с.
8. Курсовое и дипломное проектирование по надежности и ремонту машин / И.С. Серый, А. П. Смелов, В.Е. Черкун. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: «Агропромиздат», 1991. – 184 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для высш. учеб. заведений).
9. Карагодин В.И. Ремонт автомобилей и двигателей: Учеб. для студ. сред. проф. учеб. заведений/ В.И. Карагодин, Н.Н. Митрохин. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр Академия, 2003. – 496 с.
10. Комплексная система технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве: часть I /.- М.: ГосНИТИ , 1981.

11. Матвеев В.А., Пустовалов И.И. Техническое нормирование ремонтных работ в сельском хозяйстве. – М.: Колос, 1979. – 288 с., ил.
12. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ / Г.Г. Булгариев, Р.К. Абдрахманов, А.Р. Валиев. – Казань.: КГАУ, 2009.- 16 с
13. Мордашов Ю.Ф., Носаков В.Н., Запойнов В.Д. Устройство автомобилей КАМАЗ: Учебное пособие.- Н.Новгород: Издательств: ВГИПУ, 2010.-78с
14. Надежность и ремонт машин. В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов и др., Под ред. В.В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – 776 с.: ил.
15. Руководство по ремонту и техническому обслуживанию автомобилей КамАЗ. - Н.Челны: Издательство ОАО "КАМАЗ", Год издания: 2004.-286с.
16. Справочник по восстановлению деталей / Е.Л. Воловик.. – М.: Ко-лос,2009. -351 с.
17. Справочник инженера по техническому сервису машин и оборудования в АПК.- М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003.-604 с. Техническое обслуживание автомобилей. Книга 1. Техническое обслуживание и текущий ремонт автомобилей : учеб. пособие / И.С. Туревский. — М. : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2018. — 432 с.
18. Технология ремонта машин: Учебник для вузов / Е. А. Пучин, О. Н. Дидманидзе, В. С. Новиков и др.; Под ред. Е. А. Пучина. – М.: Изд-во УМЦ «Триада». – Ч. I. – 2006 . – 348 с..
19. Черноиванов В.И. Организация и технология восстановления деталей машин. – М:ГОСНИТИ,2003.- 488 с.
20. Экологическая безопасность при техническом обслуживании и ремонте автомобильного транспорта. Пахомова В.М., Бунтукова Б.К., Прохоренко Н.Б., Доминова А.И.- Казань.: КГСХА., 2005.- 34 с.