

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление «Агроинженерия»

Профиль «Технические системы в агробизнесе»

Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: «Проект организации ремонта агрегатов с разработкой приспособления для заправки манжет»

Шифр ВКР.350306.282.18.ПЗ

Студент группы 2312 _____ Халилов Н.Н. _____
подпись Ф.И.О.

Руководитель доцент _____ Шайхутдинов Р.Р. _____
ученое звание подпись Ф.И.О.

Обсуждена на заседании кафедры и допущена к защите
(протокол № ___ от _____ 20__ г.)

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

Казань – 2018 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление «Агроинженерия»

Профиль «Технические системы в агробизнесе»

Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой, проф. _____ Адигамов Н.Р.

« _____ » _____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту _____ Халилову Ниязу Наилевичу _____

Тема ВКР _____ «Проект организации ремонта агрегатов с разработкой приспособления для заправки манжеты» _____

утверждена приказом по вузу от 18.05.2018 г. № 160

2. Срок сдачи студентом законченной работы _____ 18.06.2018 г. _____

3. Исходные данные: Материалы, собранные в период преддипломной практики по данной теме, литература по теме ВКР.

4. Перечень подлежащих разработке вопросов: 1. Анализ состояния вопроса; 2. Проект участка по ремонту агрегатов и технология восстановления детали; 3. Конструктивная часть; 4. Безопасность жизнедеятельности и охрана труда; 5. Технико-экономическая оценка разработанной конструкции.

5. Перечень графических материалов:

Лист 1- Ремонтный чертеж

Лист 2- Технологическая карта.

Лист 3- План участка по ремонту агрегатов

Лист 4-Сборочный чертеж конструкции .

Лист 5-Рабочие чертежи деталей .

Лист 6-Сравнительные технико-экономические показатели конструкции .

6. Консультанты по дипломному проекту с указанием соответствующих разделов проекта

Раздел	Консультант
Раздел БЖ	доцент Гаязиев И.Н.
Раздел экономики	доцент <u>Шайхутдинов Р.Р.</u>

7. Дата выдачи задания 13.04.2018 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	01.06-14.06	

Студент _____ (Халилов Н.Н.)Руководитель _____ (Шайхутдинов Р.Р.)**АННОТАЦИЯ**

к выпускной квалификационной работе

Халилова Нияза Наилевича на тему:

«Проект организации ремонта агрегатов с разработкой
приспособления для заправки манжеты»

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

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

В первом разделе дан анализ технологии и организации ремонта агрегатов трансмиссии в сельском хозяйстве.

Во втором разделе разработан проект участка по ремонту агрегатов трансмиссии и технология восстановления крышки ведущего моста трактора. Разработаны ремонтный чертеж и технологическая карта на восстановление детали. Рассмотрены вопросы охраны окружающей среды и охраны труда при ремонте машин.

В третьем разделе конструкция приспособления для заправки манжеты. Приведены необходимые расчеты параметров конструкции. Проведена технико-экономическая оценка предлагаемой конструкции.

Пояснительная записка оканчивается заключением.

ANNOTATION

to final qualification work

Khalilov Niyaz Nailevich on the topic:

"Project of organization of repair of units with development
cuff filling devices »

Graduation qualification work consists of an explanatory note on typewritten text sheets and 6 sheets of A1 format graphics.

The note consists of an introduction, three sections, conclusion and includes drawings, tables, specifications. References include sources.

The first section gives an analysis of the technology and organization of repair of powertrain assemblies in agriculture.

In the second section, the project of the section for the repair of transmission assemblies and the technology for restoring the cover of the leading axle of the tractor was developed. A repair drawing and a technological map for the restoration of the part have been developed. The issues of environmental protection and labor protection in the repair of machinery are considered.

In the third section, the design of the cuff filler. The necessary calculations of the design parameters are given. The technical and economic evaluation of the proposed construction was carried out.

The explanatory note ends with a conclusion.

ВВЕДЕНИЕ

По мере роста наработки в деталях и сборочных единицах трактора накапливаются изменения, связанные с износами, коррозией, накоплением усталости, деформации. В результате возникновения отказов и неисправностей снижается или теряется работоспособность трактора. Необходимость проведения ремонта диктуется фактическим техническим состоянием машины, снижением эффективности эксплуатации ниже допустимой.

Ремонт — это комплекс мероприятий по восстановлению исправности или работоспособности машины, ресурса машины в целом или ее составных частей.

В комплексной системе планово-предупредительного технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве текущий ремонт выполняют для обеспечения или восстановления работоспособности машины. Он состоит в замене или восстановлении отдельных составных частей и их регулировке.

Текущий ремонт может быть плановым и неплановым. Плановый текущий ремонт выполняют как по техническому состоянию машины к моменту начала ремонта, так и независимо от него.

В данной выпускной квалификационной работе рассматриваются вопросы связанные с ремонтом агрегатов трансмиссии тракторов.

1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА

1.1 Конструктивные особенности тракторов Кировец

Ленинградским производственным объединением Кировский завод созданы колесные энергонасыщенные сельскохозяйственные тракторы К-700, К-700А и К-701 тягового класса 5. Их широко используют в составе машинно-тракторных агрегатов на сельскохозяйственных (вспашке, безотвальной обработке почвы, бороновании, культивации, посеве и т. д.) и транспортных (в агрегате с полуприцепами и прицепами большой грузоподъемности) работах. Эти тракторы применяют также в строительной, горнодобывающей, нефтяной, газовой и в других отраслях народного хозяйства.

Основные, общие для всех тракторов Кировец, конструктивные особенности следующие:

двухосная схема;

все колеса ведущие, одинакового диаметра с шинами низкого давления, имеющими протектор повышенной проходимости;

двухзвенная шарнирно сочлененная рама с продольными балками и с двумя силовыми гидроцилиндрами, обладающая двумя степенями свободы;

двухместная кабина с подрессоренным сиденьем водителя, системами отопления и вентиляции;

дизель с системами пуска и предпускового обогрева;

механическая трансмиссия с 16-скоростной, четырехрежимной коробкой передач, механическим переключением режимов и гидравлическим переключением передач в пределах каждого режима, ведущими мостами с самоблокирующимися дифференциалами свободного хода;

тормозная система с пневматическим управлением колесными и механическим (тросовым) управлением стояночным тормозами;

гидравлическая система управления поворотом и рабочим оборудованием;

система электрооборудования постоянного тока с генератором переменного тока и встроенным выпрямителем, рассчитанная на номинальное напряжение 12В для питания большинства потребителей и 24 В для питания стартера и электродвигателя маслозакачивающего насоса.

2. Устройство и принцип работы ведущего моста

Ведущий мост трактора предназначен для передачи мощности двигателя непосредственно к колесам, уменьшения частоты вращения и соответственно увеличения силы тяги на колесах, для сообщения колесам разной частоты вращения при повороте трактора, торможения движущегося (остановочные или колесные тормоза) и затормаживания остановленного (стояночный тормоз) трактора.

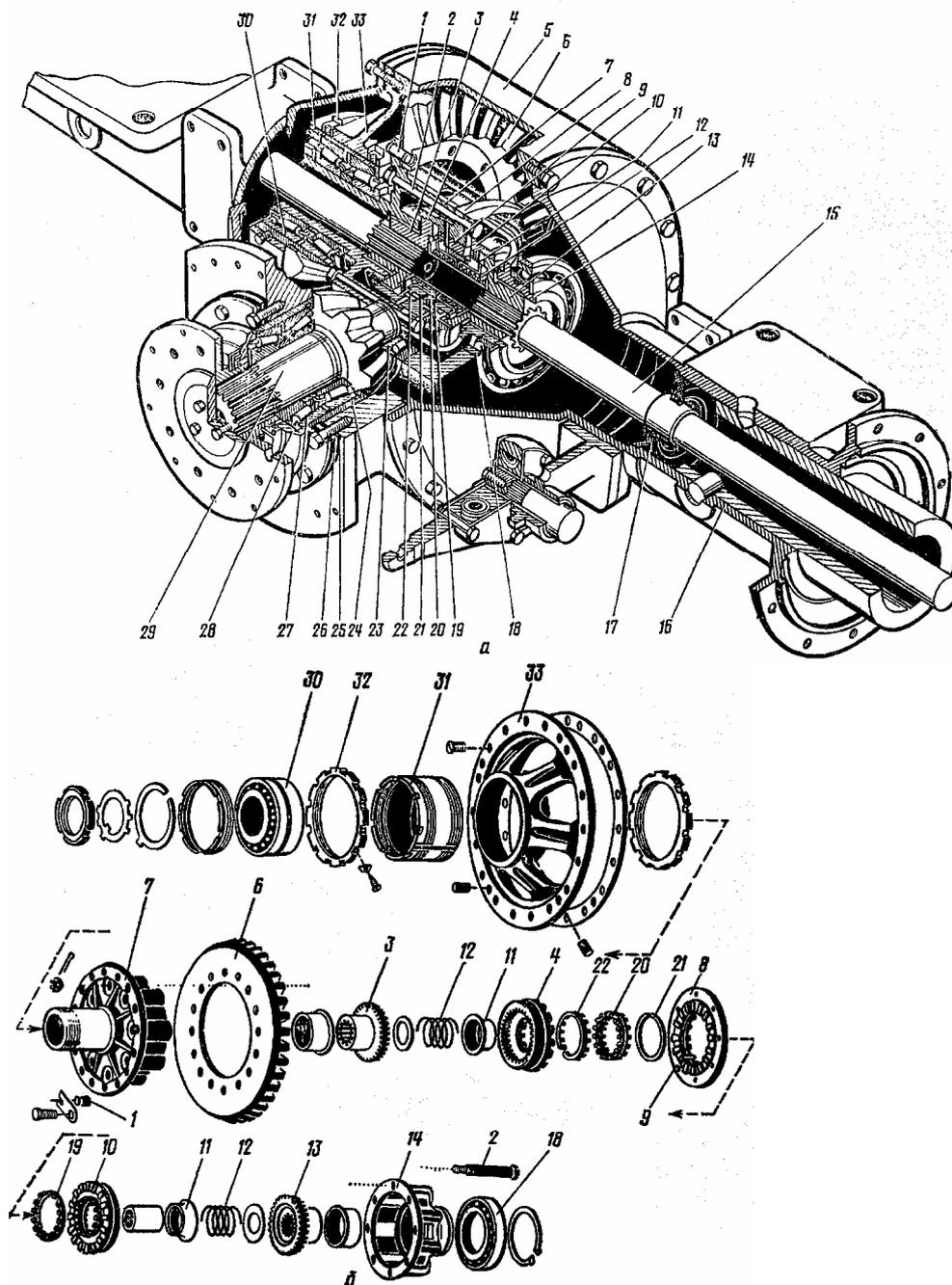
Ведущие мосты трактора взаимозаменяемы. В собранном виде они различаются наличием стояночного тормоза на переднем ведущем мосту. Их жестко крепят к полурамам трактора с помощью стремянок и клиновидных прокладок.

Основные части ведущего моста: главная передача с дифференциалом; конечные передачи; колесные тормоза. Картер моста состоит из литых стальных деталей: картера главной передачи 5 (рис. 1.1), вставки 33, двух кожухов 16 полуосей с запрессованными в них трубами 15 (рис. 79). Детали картера моста соединены между собой болтами.

Главную передачу с дифференциалом собирают в картере 5 (см. рис. 1.1), внутри которого выполнена Г-образная перегородка. Стенки этой перегородки, горловина картера, а также прикрепленная к картеру болтами вставка 33 предназначены для установки подшипников, на которых вращаются ведущая и ведомая (вместе с дифференциалом) конические шестерни. Главная передача — коническая, одинарная.

Ведущая коническая шестерня 29 опирается на двухрядный конический 27 и цилиндрический 23 роликоподшипники. Подшипник 27 установлен в

стакане 24 в горловине картера 5, а подшипник 23 расположен в перегородке картера и застопорен на валу шестерни 2 кольцом.



1 — штифт; 2 — болт; 3 и 13 — ступицы ведомых полумуфт; 4 и 10 — ведомые полумуфты; 5 — картер; 6 — ведомая коническая шестерня; 7 — ступица; 8 — ведущая муфта; 9 — шпонка; 11, 24 и 31 — стаканы; 12 — пружина; 14 — чаша дифференциала; 15 — полуось; 16 — кожух полуоси; 17 — крышка с уплотнением; 18 — шарикоподшипник; 19 и 22 — разрезные кольца; 20 — кольцо ведущей муфты; 21 — стопорное кольцо; 23 — цилиндрический роликоподшипник; 25 — регулировочные прокладки; 26 — прокладки; 27 и 30 — двухрядный конический роликоподшипник; 28 — крышка; 29 — ведущая коническая шестерня; 32 — кольцевая гайка; 33 — вставка.

Рисунок 1.1- Главная передача ведущего моста с дифференциалом:

а — общий вид; б — детали.

Стакан 24 вместе с крышкой 28, в которой установлена резиновая самоподжимная манжета, болтами прикреплен к картеру 5. Между стаканом и крышкой установлены прокладки 26, обеспечивающие фиксацию наружной обоймы подшипника 27, а между стаканом и корпусом — прокладки 25, с помощью которых регулируют зацепление конических шестерен по длине зуба. На шлицы вала шестерни 29 надевают фланец, к которому крепят карданный вал, а у переднего ведущего моста — еще и диск стояночного тормоза.

Ведомая коническая шестерня 6 прикреплена к ступице 7 болтами и штифтами 1, застопоренными планками. Ступица 7, ведущая муфта 8 и чаша 14, соединенные полупризонными болтами 2, образуют корпус дифференциала. Отверстия для болтов 2 в деталях корпуса обрабатывают совместно, взаимное положение деталей отмечают метками, которые при сборке должны быть совмещены.

Корпус главной передачи опирается на двухрядный конический роликоподшипник 30, закрепленный на ступице 7 круглой Гайкой, и шариковый подшипник 18, застопоренный на чаше кольцом. Подшипник 30 установлен в стакане 31 и закреплен в нем внутренней гайкой. На наружной поверхности стакана 31 с обоих концов нарезана резьба, на которую наворачивают кольцевые гайки 32. Эти гайки удерживают стакан с подшипником и корпус дифференциала во вставке 33.

При сборке главной передачи вращением гаек 32 перемещают стакан с подшипником, корпус дифференциала и ведомую коническую шестерню 6 относительно вставки и ведущей конической шестерни 29, регулируя зацепление конических шестерен по высоте зуба. После регулирования гайки 32 стопорят винтами с отгибными шайбами.

После регулирования зацепления конических шестерен гайками 32 и прокладками 25 боковой зазор между зубьями должен быть в пределах 0,25...0,65 мм. Его определяют при заторможенной ведомой конической шестерне 6 покачиванием ведущей конической шестерни 29 за фланец. При

измерении перемещения фланца на радиусе расположения отверстий внутреннего ряда показания индикатора должны быть в пределах 0,3...0,9 мм.

При проверке на краску пятно касания зубьев должно быть по длине зуба не менее 45%, по рабочей высоте зуба не менее 50% и расположено на середине зуба по длине. Допускается смещение пятна к малому модулю. На краску проверяют зубья с обеих сторон.

При регулировании зацепления конических шестерен роликоподшипники 27 и 30 должны быть отжаты наружу. Подшипник 30 может быть отжат весом ведомой конической шестерни 6, для чего главную передачу поворачивают шестерней 6 вниз, а ведущую коническую шестерню 29 следует отжать до упора наружной обоймы подшипника 27 в крышку 28.

После регулирования конические шестерни 29 и 6, а также корпус дифференциала должны свободно вращаться от действия руки без заеданий и заклиниваний.

В картере 5 выполнены три резьбовых отверстия, в которые устанавливают сапун, сливную и контрольную пробки.

Дифференциал. На тракторах «Кировец» в качестве дифференциала применяют автоматическую самоблокирующуюся муфту свободного хода, обеспечивающую блокировку (жесткое соединение) колес моста при прямолинейном движении трактора и автоматическое отключение забегающего (вращающегося быстрее) колеса при повороте.

Основные части дифференциала: ведущая муфта 8 (см. рис.1.1); две ведомые полумуфты 4 и 10, установленные на зубьях ступиц 3 и 13; два разрезных кольца 19 и 22, надетые на полумуфты 4 и 10; кольцо 20, расположенное внутри ведущей муфты 8; две пружины 12 в стальных стаканах 11.

Ведущая муфта 8 представляет собой массивное стальное кольцо, на обоих торцах которого нарезаны одинаковые П-образные кулачки, впадины которых значительно шире кулачков. В отверстиях ведущей муфты выполнены кольцевая канавка и поперечные пазы. В один паз запрессована шпонка 9,

выступающая в отверстие, а остальные пазы служат для разборки дифференциала.

Внутри ведущей муфты 8 устанавливают кольцо 20, на обоих торцах которого нарезаны одинаковые кулачки трапециевидной формы. Размеры кулачков и впадин у кольца 20 одинаковые. На наружной цилиндрической поверхности кольца 20 прорезаны поперечный паз и глубокая кольцевая канавка, в которую установлено стопорное кольцо 21.

При сборке стопорное кольцо 21 утапливают в канавку, а паз кольца 20 располагают против шпонки 9 ведущей муфты. В таком положении кольцо 20 заводят в ведущую муфту 8 до совпадения кольца 21 с канавкой в ведущей муфте 8. Стопорное кольцо 21 разжимается, входит в канавку ведущей муфты и удерживает кольцо 20 от осевого перемещения. Однако кольцо 20 может поворачиваться относительно ведущей муфты на небольшой угол до упора стенки его паза в шпонку 9.

По обе стороны ведущей муфты 8 расположены одинаковые ведомые полумуфты 4 и 10, выполненные в виде массивных стальных колец. На одном из торцов полумуфт 4 и 10 нарезаны кулачки: снаружи — П-образные, как на ведущей муфте 8; внутри — трапециевидные, как на кольце 20, только меньшей длины. На обработанную наружную цилиндрическую поверхность трапециевидных кулачков полумуфт с небольшой канавкой надевают одинаковые разрезные упругие кольца 19 и 22. Выступы на внутренних цилиндрических поверхностях колец входят в канавки на полумуфтах. Однако кольца могут поворачиваться относительно полумуфт.

На одном из торцов колец 19 и 22 нарезаны такие же трапециевидные кулачки, как на полумуфтах 4 и 10. При совмещении кулачков полумуфты и кольца они становятся как бы едиными кулачками, длина которых равна длине трапециевидных кулачков кольца 20.

Кулачки ведомых полу муфт 4 и 10 и колец 19 и 22 вводятся в зацепление с соответствующими кулачками ведущей муфты 8 и кольца 20, при этом прорези упругих колец 19 и 22 располагают против шпонки 9 ведущей муфты.

Полумуфты удерживаются в зацеплении пружинами 12, которые через шайбы упираются в ступицы 3 и 13, а через стаканы 11—в полумуфты.

Ступицы 3 и 13 представляют собой одинаковые шестерни с эвольвентными наружными зубьями и усиленной ступицей, в которой протянуты внутренние шлицы. Ступицы установлены на бронзовых втулках — подшипниках скольжения: одна в чаше 14, другая в ступице 7. В зацепление с наружными эвольвентными зубьями ступиц 3 и 13 входят нарезанные на полумуфтах 4 и 10 внутренние эвольвентные зубья, в зацепление со шлицами — полуоси 15. Для ограничения перемещения полуосей между ступицами 3 и 13 расположены гладкая распорная втулка и две шайбы.

После сборки дифференциал проверяют на функционирование в специальном приспособлении в такой последовательности:

1. При закрепленном корпусе дифференциала проворачивают одновременно ступицы 3 и 13 по ходу часовой стрелки (со стороны конического подшипника). При этом полу муфты 4 и 10 должны войти в зацепление с ведущей муфтой 8 и прекратить поворот ступиц.

2. Продолжая прижимать по ходу часовой стрелки ступицу 3, повернуть против хода часовой стрелки ступицу 13, которая при этом должна вращаться без заклинивания.

3. Не отпуская ступицу 3, повернуть по ходу часовой стрелки ступицу 13. Кулачки полумуфты 10 должны войти в зацепление с кулачками ведущей муфты 8 и остановить ступицу 13.

4. Прижимая ступицу 13 по ходу часовой стрелки, повернуть против хода часовой стрелки ступицу 3. Повторить испытания по п.п. 2 и 3 для ступицы 3.

Когда ступицы 3 и 13 займут начальное положение, одновременно повернуть их против хода часовой стрелки (со стороны конического подшипника). Ступицы должны повернуться и заклиниться вследствие зацепления кулачков полумуфт и ведущей муфты.

6. Продолжая прижимать против хода часовой стрелки ступицу 3, повернуть по ходу часовой стрелки ступицу 13. Повторить испытания по пп. 2, 3 и 4, заменяя направление вращения по ходу часовой стрелки на направление против хода часовой стрелки.

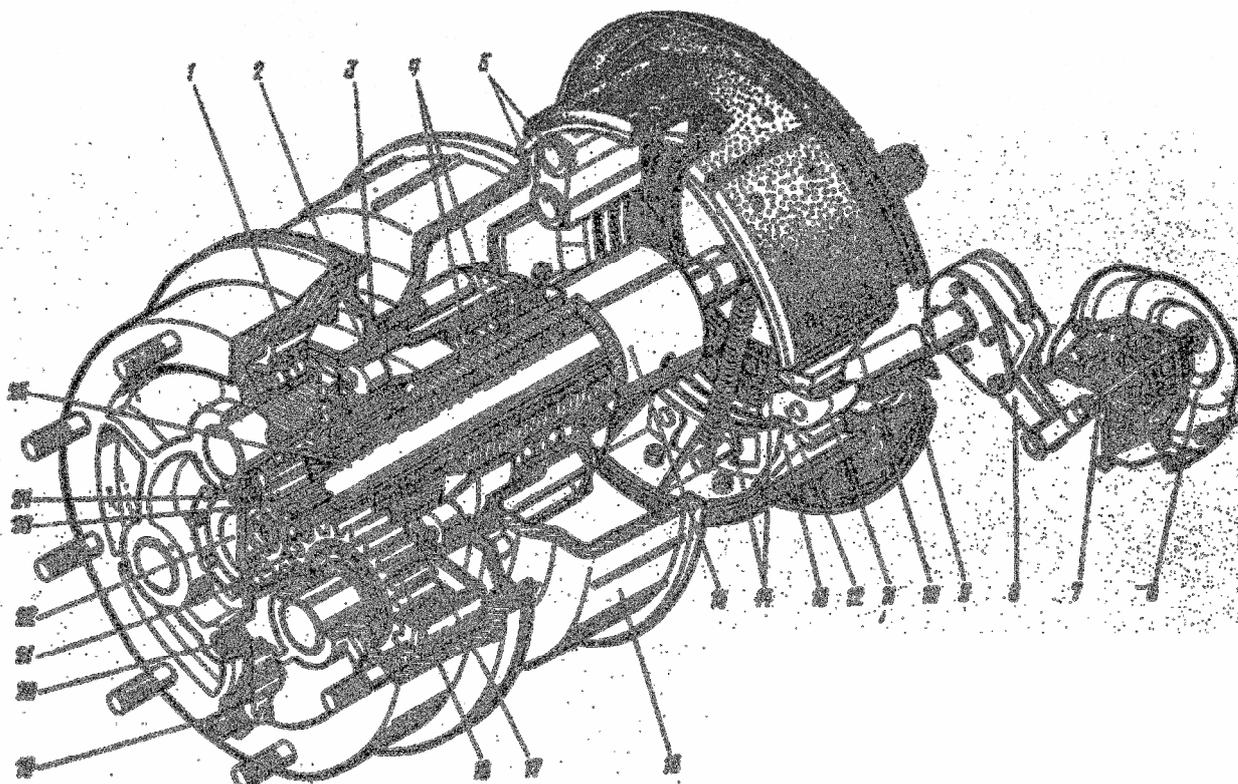
Конечная передача представляет собой планетарный редуктор. Картер ее образуют водило 1 (см. рис. 1.2), ступица 3 и прикрепленная к ней крышка.

Конечную передачу монтируют на трубе 15, запрессованной в кожух полуоси и закрепленной в нем четырьмя штифтами. На наружном конце трубы нарезаны шлицы и резьба. На шлицы надета венечная шестерня 17, которая удерживается круглой гайкой, накрученной на резьбу. Гайка стопорится планкой, прикрепленной к венечной шестерне болтами. Последние контрят проволокой.

Внутреннюю полость конечной передачи уплотняют двумя резиновыми самоподжимными манжетами, размещенными в крышке. Кромки манжет прилегают к втулке, надетой на трубу 15. Уплотнение между трубой и втулкой достигается круглым резиновым кольцом, находящимся в канавке трубы 15.

Ступица 3 установлена на одном цилиндрическом роликовом 2 и двух шариковых 4 подшипниках, причем роликовый подшипник насажен на ступицу венечной шестерни 17, а шариковые — непосредственно на трубу 15. Между внутренними обоймами подшипников 2 и 4 установлена распорная втулка, а между обоймами подшипников 4—стальные кольца. Роликовый подшипник 2 удерживает в ступице 3 стопорное кольцо.

К ступице 3 болтами крепят водило 1 и тормозной барабан 16. В водило запрессованы три оси, на каждой из которых на двух роликоподшипниках установлена шестерня-сателлит 18. Подшипники на осях и сателлит на подшипниках закреплены стопорными кольцами. Сателлиты 18 входят в зацепление с венечной шестерней 17 и солнечной шестерней 23, которая надета на шлицы полуоси 25 и застопорена двумя кольцами.



1 — водило; 2 — цилиндрический роликоподшипник; 3 — ступица; 4 — шарикоподшипник; 5 — эксцентриковая ось; 5 — тормозная камера; 7 — шток тормозной камеры; 8 — рычаг тормоза; 9 — суппорт; 10 — асбофрикционная накладка; 11 — сухарь; 12 — кулак; 13 — тормозная колодка; 14 — пружина; 15 — труба; 16 — тормозной барабан; 17 — венечная шестерня; 18 — шестерня-сателлит; 19 — сливная пробка; 20 — контрольная пробка; 21 — регулировочные прокладки; 22 — крышка; 23 — солнечная шестерня; 24 — шарикоподшипник; 25 — полуось.

Рисунок 1.2 - Конечная передача ведущего моста.

К водилу 1 восемью шпильками, прижимами и высокими гайками крепят колесо трактора. Центральное отверстие в водиле закрывают крышкой 22. В нее запрессовывают шариковый подшипник 24, который служит упором в случае перемещения полуоси 25 наружу. Расстояние между подшипником и полуосью должно составлять 2...3 мм. Его регулируют прокладками 21 между крышкой и водилом при сдвинутых к центру полуосях. В водиле 1 выполнены также два резьбовых отверстия, которые закрывают заливной ('контрольной') 20 и сливной 19 пробками.

Внутренние полости главной и конечных передач разделены уплотнениями, расположенными в кожухах полуосей. Уплотнение представляет собой стальную крышку 17 (см. рис. 1.1), в которой установлена

резиновая манжета без пружинного кольца, прилегающая рабочими кромками к пояску на полуоси 15.

Колесные тормоза — колодочного типа с пневматическим приводом. Суппорт 9 (см. рис. 1.2) тормоза болтами прикреплен к фланцу кожуха полуоси. В отверстиях прилива суппорта расположены две эксцентриковые оси 5, на которых установлены колодки 13 с асбофрикционными накладками 10, прикрепленными к колодкам винтами и гайками. Колодки 13 стянуты двумя мощными пружинами 14, прижимающими их к разжимному кулаку 12. В месте контакта с кулаком на колодки надеты твердосплавные сухари 11.

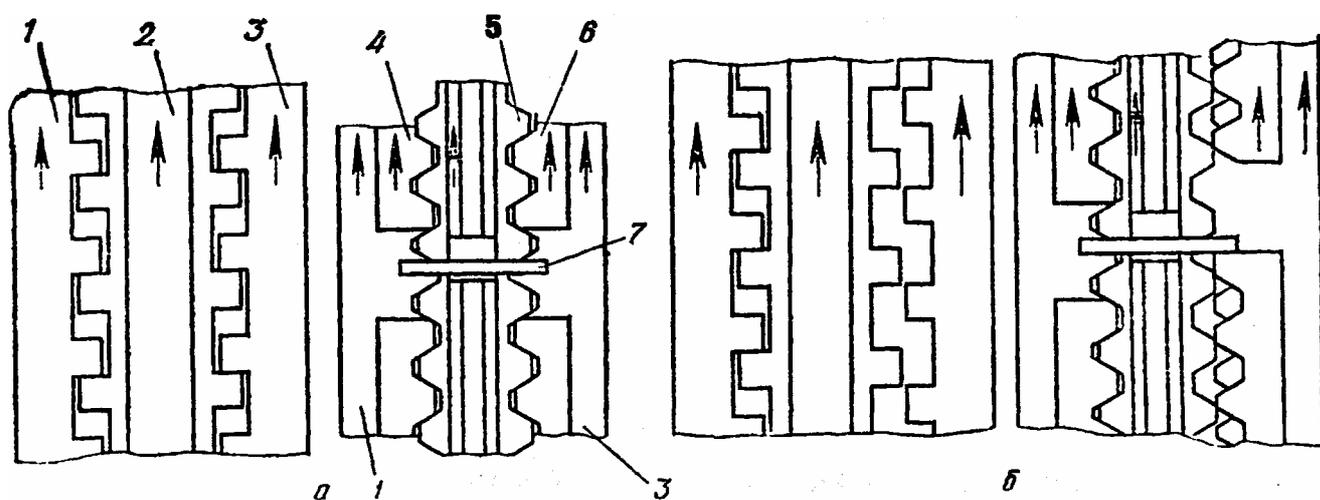
Вал разжимного кулака 12 опирается на две бронзовые втулки, одна из которых расположена в суппорте, а другая — в кронштейне, прикрепленном к кожуху полуоси. Устанавливая прокладки между кронштейном и кожухом полуоси, достигают свободного вращения кулака от усилия руки. На шлицы вала кулака надевают рычаг 8 тормоза. С помощью прокладок между рычагом и кронштейном устанавливают зазор 1...3 мм между рычагом и шайбой, удерживающей его на валу. Зазор измеряют при сдвинутом до упора в суппорт кулаке и установленной тормозной камере 6.

Принцип действия дифференциала. При прямолинейном движении трактора мощность двигателя от ведущей муфты 8 (см. рис. 1.1) через П-образные кулачки передается ведомым полумуфтам 4 и 10, через их эвольвентные зубья — ступицам 3 и 13, а через шлицы ступиц — полуосям 15, конечным передачам и колесам. Так как полу муфты жестко соединены с ведущей муфтой вследствие зацепления П-образных кулачков, то оба колеса моста вращаются с одинаковой частотой (они заблокированы), не реагируя на изменение сопротивления качению в различных дорожных условиях. Таким образом, при прямолинейном движении исключается возможность буксования одного из колес ведущего моста.

Так как у П-образных кулачков впадина значительно шире кулачка, а у трапецевидных их размеры одинаковы, зазор в зацеплении П-образных кулачков значителен, а в зацеплении трапецевидных кулачков настолько мал,

что им можно пренебречь. Плоская развертка зацепления П-образных и трапецевидных кулачков дифференциала при прямолинейном движении трактора показана на рисунке 1.3, а.

При повороте трактора влево «забегающее» (правое) колесо вследствие сцепления с опорной поверхностью и необходимостью пройти больший путь начинает вращаться быстрее левого колеса. Ускоренное вращение «забегающего» колеса передается соединенной с ним ведомой полумуфте 3, частота вращения которой становится больше частоты вращения ведущей муфты 2 и ее кольца 5 (рис. 1.3, б).



1 и 3 — ведомые полумуфты; 2 — ведущая муфта; 4 и 6 — разрезные кольца ведомых полумуфт; 5 — кольцо ведущей муфты; 7 — шпонка.

Рисунок 1.3- Схема работы дифференциала (развертка зацепления кулачков ведущей муфты и ее кольца с кулачками ведомых полумуфт и разрезных колец): а — прямолинейное движение; б — поворот трактора влево.

Вследствие большей ширины впадин П-образные кулачки полумуфты 3 переместятся вперед (в направлении вращения) относительно кулачков ведущей муфты 2, и рабочие боковые поверхности их отойдут одна от другой. Одновременно трапецевидные кулачки полумуфты 3 и разрезного кольца 6 упрутся в такие же кулачки кольца 5 ведущей муфты. Затем наклонные боковые поверхности трапецевидных кулачков полумуфты 3 и разрезного кольца 6 соскользнут по наклонным боковым поверхностям кулачков кольца 5,

вращающегося медленнее, со скоростью, численно равной частоте вращения ведущей муфты и полу муфты. В результате этого полумуфта 3 с разрезным кольцом 6 переместится от ведущей муфты 2 и кольца 5, двигаясь по эвольвентным зубьям ступицы и сжимая пружину. Кулачки полумуфты 3 и разрезного кольца 6 выйдут из впадин кулачков ведущей муфты 2 и кольца 5; их торцы начнут проскальзывать один относительно другого. Полумуфта 3 отключится от ведущей муфты, и «забегающее» колесо будет свободно перекатываться по опорной поверхности. При этом мощность двигателя от ведущей муфты передается только полумуфте 1 и левому колесу, которое движет трактор на повороте.

Разрезное кольцо 6, ускоренно вращающееся вместе с полумуфтой 3, упрется торцом прорези в шпонку 7 ведущей муфты 2 и начнет вращаться с частотой последней. При этом оно проворачивается на полумуфте 3, трапециевидные кулачки полумуфты и кольца раздвигаются и перекрывают впадины. Такое положение трапециевидных кулачков препятствует возвращению полумуфты 3, находящейся под действием сжатой пружины, в зацепление с ведущей муфтой 2 в те моменты, когда П-образные кулачки полумуфты располагаются против впадин кулачков ведущей муфты.

После окончания левого поворота, т. е. при возвращении к прямолинейному движению трактора, частоты вращения правого и левого колес сначала выравниваются, а затем частота вращения правого «колеса» начинает незначительно уменьшаться. Соответственно снижается частота вращения полумуфты 3 по сравнению с частотой вращения ведущей муфты. Тогда кольцо 6 упирается в шпонку 7 противоположным торцом прорези и начинает очень медленно перемещаться относительно полумуфты 3 в обратную сторону.

При совпадении трапециевидных кулачков разрезного кольца 6 и полу муфты 3 со впадинами трапециевидных кулачков кольца 5, а также П-образных кулачков полумуфты со впадинами на ведущей муфте сжатая пружина перемещает полумуфту к ведущей муфте. Кулачки полу муфты 3 и кольца 6

входят в зацепление с кулачками ведущей муфты и кольца 5. Возобновляется подвод мощности двигателя к обоим колесам и их блокировка, т. е. вращение с одинаковой частотой в различных дорожных условиях.

При повороте трактора вправо в отключении забегающего (левого) колеса участвуют ведомая полумуфта 1 с разрезным кольцом 4. Принцип действия дифференциала такой же, как и при повороте трактора влево.

Рассматривая работу дифференциала при изменении направления движения трактора на противоположное (вперед-назад), следует помнить, что ширина паза кольца ведущей муфты больше толщины шпонки той же муфты на значение зазора между находящимися в зацеплении П-образными кулачками ведущей муфты и ведомых полумуфт. При изменении направления вращения ведущей муфты сначала поворачивается на значение зазора между П-образными кулачками только одна ведущая муфта, а ее шпонка перемещается к противоположной стенке паза кольца. Затем П-образные кулачки ведущей муфты соприкасаются с такими же кулачками ведомых полумуфт противоположными боковыми поверхностями, и только тогда все детали начинают вращаться как одно целое, т. е. дифференциал не выключается.

Принцип действия конечной передачи. От ступицы дифференциала мощность двигателя передается через полуось 25 (см. рис. 1.2) солнечной шестерне 23, которая приводит во вращение три сателлита 18. Последние, перекатываясь по зубьям неподвижной венечной шестерни 17, увлекают за собой оси, запрессованные в водило 1. Вместе с водилом вращается закрепленное на нем колесо трактора. Частота вращения водила в 6 раз меньше частоты вращения солнечной шестерни.

Установленный в конечной передаче большой роликовый подшипник 2 передает основную часть нагрузки от веса трактора (радиальной нагрузки), приходящейся на колесо. Небольшую часть радиальной нагрузки передают и шариковые подшипники 4. Кроме того, шарикоподшипники 4 передают осевую нагрузку, возникающую при движении трактора с поперечным наклоном и на

поворотах, причем каждый подшипник передает нагрузку, действующую только в одну сторону.

Отличительные особенности ведущего моста трактора К-700. Расстояние между наружными торцами водил на 100 мм меньше, так как длина кожухов полуосей и самих полуосей на 50 мм меньше. На кожухе полуоси выполнены приливы для крепления рессор, которые устанавливают между передним ведущим мостом и полурамой. Изменены размеры фланца ведущей конической шестерни и крышки, в которой установлена резиновая самоподжимная манжета большего диаметра.

Поскольку ленточный стояночный тормоз установлен на коробке передач, то передний и задний ведущие мосты полностью взаимозаменяемы.

1.3. Техническое обслуживание ведущего моста

При ТО-2 проверяют уровень масла и при необходимости доливают его в картеры главной и конечных передач. Проверяют и при необходимости регулируют ход штоков тормозных камер, зазор между колодками и диском стояночного тормоза. Смазывают опоры разжимных кулаков колесных тормозов.

При ТО-3 подтягивают все крепления ведущих мостов, промывают сапуны главных передач и повторяют операции, выполняемые при ТО-2.

При СТО заменяют масло в главной и конечных передачах соответственно предстоящему сезону эксплуатации, промывают сапун главной передачи, смазывают трущиеся поверхности привода стояночного тормоза.

Уровень масла в картере главной передачи проверяют, вывинтив пробку контрольного отверстия.

Чтобы проверить уровень масла в картерах конечных передач, трактор устанавливают в положение, при котором контрольная 20 (см. рис. 1.2) и сливная 19 пробки располагаются на одной вертикальной линии в нижней части водила 1. После этого вывинчивают контрольную пробку 20.

В обоих случаях из контрольных отверстий должно показаться масло. При необходимости масло доливают или заменяют через эти отверстия с помощью воронки со шлангом.

Сливают масло вскоре после остановки трактора через отверстие в нижней части картера главной передачи и через сливное отверстие в картере конечной передачи, вывернув пробку 19. Чтобы масло не попало на шину, между водилом и ободом колеса следует установить металлический козырек для отвода его в сторону.

Сапун промывают в дизельном топливе, предварительно сняв его с картера главной передачи, и продувают сжатым воздухом. Ход штоков проверяют следующим образом.

1. Определяют давление воздуха в пневмосистеме, которое должно быть в пределах 0,55...0,7 МПа.

2. Нажимают на педаль тормоза до отказа и линейкой измеряют выход (ход) штока из тормозной камеры, который должен быть в пределах 30...45 мм. Разность ходов штоков тормозных камер одного моста не должна превышать 7 мм.

Чтобы отрегулировать ход штоков, необходимо поворачивать за четырехгранник ось 1 (см. рис. 1.3) с червяком 4 на 1/е оборота (до щелчка фиксатора) каждый раз до получения хода, равного 30..40 мм.

После регулировки проверяют работу тормозов при движении трактора, убеждаясь в одновременном срабатывании левого и правого тормозов, а также отсутствии нагрева тормозных барабанов при свободном качении.

Опоры разжимного кулака смазывают с помощью со-лидолонагнетателя через масленки, установленные на суппорте тормоза и кронштейне, до появления чистого смазочного материала из зазоров между бронзовыми втулками и валом кулака.

Дисковый стояночный тормоз проверяют следующим образом.

1. Устанавливают в крайнее переднее положение рычаг управления стояночным тормозом.

2. Измеряют зазор между накладками колодок и диском. Зазор с каждой стороны должен быть не менее 0,5 мм. При этом тормоз должен срабатывать за один-два полных хода рычага управления и надежно удерживать трактор на уклоне 20°.

1.4 Основные неисправности и способы их устранения

Таблица 1.1- Основные возможные неисправности ведущих мостов и способы их устранения

Неисправность	Причина	Способ устранения
Нарушено соединение ведомой конической шестерни со ступицей	Срезаны болты крепления шестерни к ступице из-за недостаточной затяжки их при сборке или ослабления в процессе эксплуатации Срезаны или выпали штифты крепления шестерни к ступице из-за некачественного изготовления штифтов или развертки отверстий под штифты	Разбирают главную передачу, заменяют дефектные детали. Подтягивают резьбовые соединения. При сборке регулируют зацепление конических шестерен. Заменяют масло в главной передаче
Выкрошены или сколоты зубья конических шестерен	Недостаточен уровень масла в картере главной передачи или применено масло, не соответствующее «Инструкции по эксплуатации» Увеличен зазор в зацеплении конических шестерен Попали посторонние предметы между зубьями конических шестерен	Регулярно проверяют уровень масла и при необходимости доливают или заменяют его Регулируют зазор в зацеплении конических шестерен Разбирают главную передачу, заменяют поврежденные детали и масло
Выкрошены или сколоты зубья шестерен конечной	Недостаточен уровень масла в картере конечной передачи или применено масло, не	Регулярно проверяют уровень масла и при необходимости доливают или заменяют его

Неисправность	Причина	Способ устранения
передачи (солнечной шестерни, сателлитов, венечной шестерни) разрушены сателлиты, смещены их оси	соответствующее «Инструкции по эксплуатации» Некачественно изготовлены детали конечной передачи (низкая твердость сердцевины и цементованной поверхности шестерен, отсутствие или малая глубина закаленного или цементованного слоя, термические или шлифовочные трещины на эвольвентной поверхности зубьев, не выдержаны заданные размеры деталей)	Разбирают конечную передачу, заменяют дефектные детали и масло
Ослаблено крепление водила к ступице	Недостаточно или несвоевременно затянуты болты крепления водила к ступице	Регулярно подтягивают болты крепления водила к ступице
Недостаточно эффективное торможение трактора колесными тормозами	Увеличен ход штоков тормозных камер	Проверяют и регулируют ход штока каждой камеры
	В тормозные барабаны попала вода, снег или грязь Недостаточное давление воздуха в пневмосистеме	Снимают полукозырьки промывают полость тормозного барабана и просушивают сжатым воздухом
Стояночный тормоз не удерживает трактор на уклоне 20° Нарушена регулировка тормоза	Замаслены накладки, тормозных колодок Регулируют зазор между накладками колодок и тормозным диском, а также натяжение троса	Промывают накладки дизельным топливом и устраняют причину попадания масла на накладки

1.5 Технологии и оборудование для запрессовки манжет

Манжеты широко применяются в технике для уплотнения соединений. основные виды манжет представлены на рисунке 1.4. их грубо можно подразделить на обычные и с пыльником (ГОСТ 8752-79).

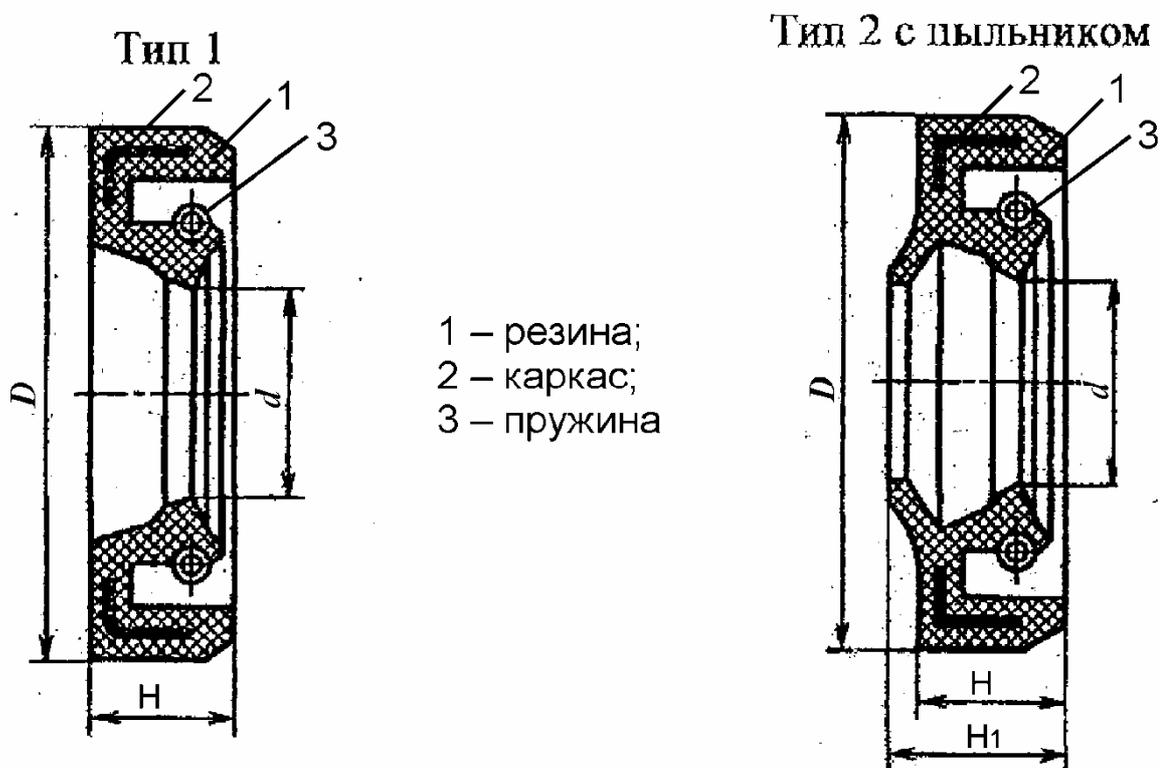


Рисунок 1.4-Основные виды манжет

Существуют правила и рекомендации по монтажу-демонтажу манжет:

1 .Вставляйте уплотнение правильной стороной

При монтаже уплотнение вставляется рабочей кромкой или пружиной во внутрь в сторону уплотняемой среды (рис. 1.5), как правило масла или смазки, кроме некоторых специальных случаев или спаренных уплотнений.

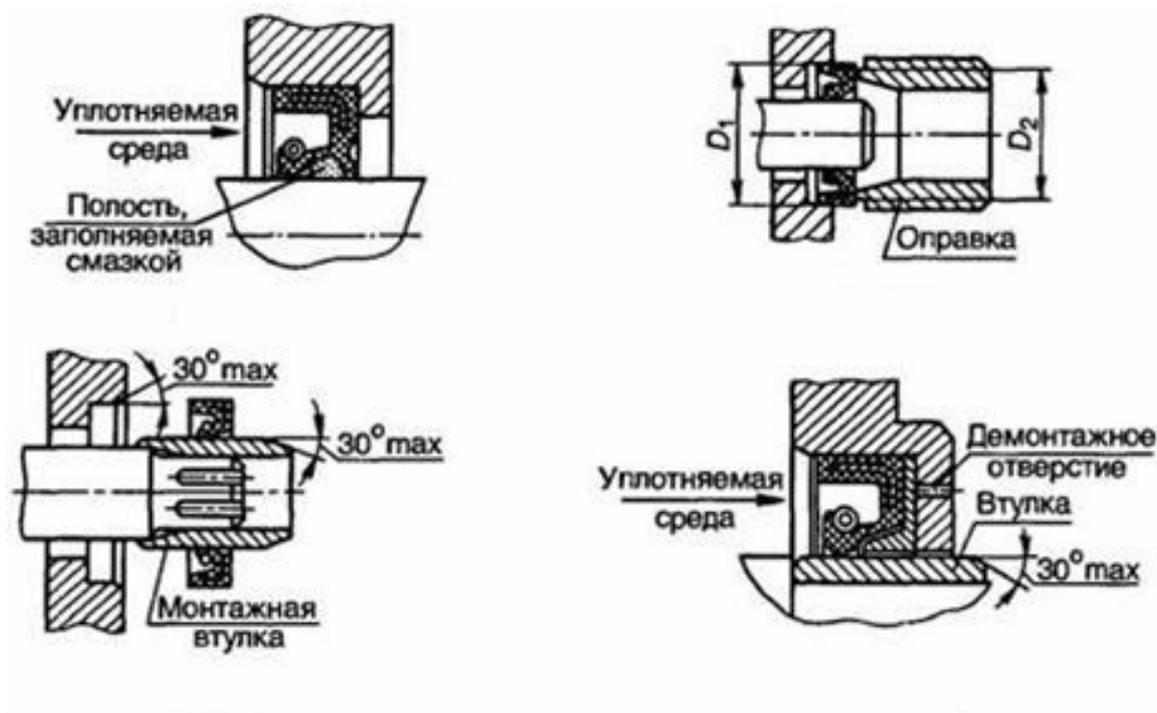


Рисунок 1.5 –Схемы монтажа манжет

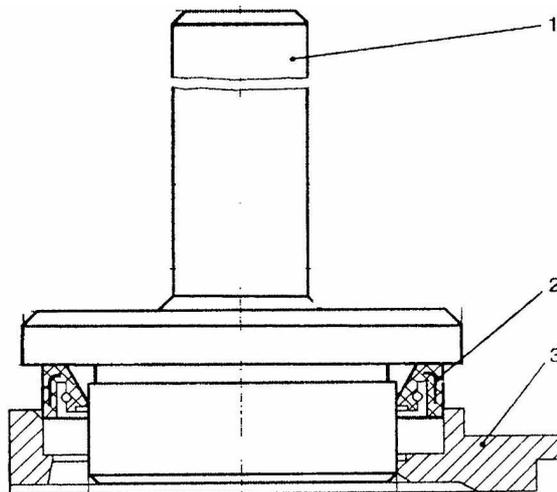
2. Приступая к монтажу, нанесите смазку. Чтобы исключить сухое трение в начальный момент движения в узле уплотнения после замены сальника, манжеты, необходимо хорошо смазать вал и саму манжету такой же смазкой что используется в уплотняемой среде. Смазка должна быть чистая, ее количество должно быть столько что бы исключить ее протечку через грани уплотнения. В уплотнениях в конструкции которых есть пыльник, необходимо заполнить смазку между пыльником и рабочей кромкой. В случае применения сальников более чем одна манжета, смазку следует нанести между каждой из манжет. Для манжет с двойным пыльником смазка заполняется так же в пространство между пыльниками.

3. Применяйте правильно оправки и инструмент

Для правильного монтажа желательно применять механизированные или гидравлические приспособления (пресса). Для того, чтобы убедиться что манжета села в гнездо правильно и за счет сил упругости не отыграет назад, нужно выждать некоторое время.

Нельзя применять молоток и иные тяжелые предметы для вколачивания сальника в гнездо, путем ударов по самому сальнику, это может привести к

повреждению элементов уплотнения и последующей протечке. В ситуации, когда для монтажа требуется определенное усилие можно применять оправки (рис. 1.6), которые должны быть тщательно подобраны по размерам чтобы равномерно закрывала всю торцевую поверхность. Диаметр оправки должен быть всего на 1% меньше диаметра манжеты (ГОСТ 8752-79).



1-оправка; 2- манжета; 3 – гнездо манжеты

Рисунок 1.6 – Схема запрессовки манжеты с помощью оправки.

Усилие на оправку при этом должно быть равномерным. Не допускается перекосов, манжета должна вставляться строго по оси.

В случае если при монтаже уплотняемый узел имеет уже установленный вал, необходимо аккуратно вставить манжету в вал, исключив при этом зацеп за острые грани. Даже наличие монтажной фаски на входе в вал не гарантирует соосности. Необходимо тщательно следить за этим. В валах сложной формы со ступенчатыми переходами (более 5%) от одного размера диаметра в другой или имеющим: шлицы, шпоночные канавки и прочее, желательно применять оправки в виде монтажных втулок.

Допуски на соосности между центром оси гнезда и центром оси вала можно подобрать исходя из ниже приведенного графика (рис.1.7). Необходимо учитывать материал уплотнения. В некоторых случаях применения с улучшенными эластичными свойствами материала эту величину можно увеличить или наоборот уменьшить в других случаях.

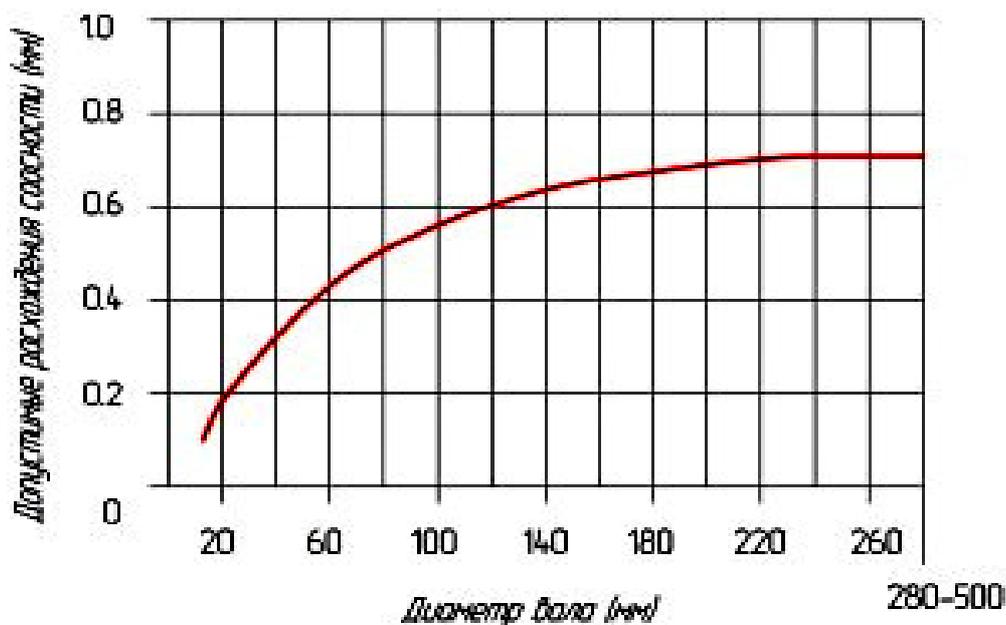


Рисунок 1.7 - Допуски на соосности между центром оси гнезда и центром оси вала

Так же следует внимательно следить за наличием пространства между эластичным элементом манжеты и дном оправки. Особенно для профилей манжет типа L1C или L3C, у которых высота внутреннего диаметра выше высоты по внешнему диаметру, чтобы не допустить деформации манжеты. Нельзя прилагать чрезмерных усилия и продолжать воздействие, после того как манжета уже села в свое гнездо.

Очень важно при монтаже соблюдение соосности в отношении оси гнезда. Нарушение этого требования приведет к сокращению срока работы уплотнения. В случаях, когда торец гнезда хорошо обработан и глубина изготовленной оправки тщательно выверена, будет хорошей гарантией правильного монтажа применение точно подогнанных оправок, с использованием торцевой плоскости в качестве опорной поверхности.

Однако при этом способе необходимо тщательно следить за качеством обработки торцевой поверхности гнезда, поверхность неровная может привести к тому что сальник войдет в гнездо с перекосом.

4. Самовольное изменение длины пружины манжеты не допустимо, это может дать только кратковременный эффект за которым последует быстрый износ рабочих кромок за счет увеличения диаметральных сил и с последующей

протечкой уплотнения. Манжеты в которых длина пружины рассчитана таким образом что бы она идеально обеспечивало плотность в уплотняемом узле и в соответствии с международным стандартом .

5. Особые случаи

В ситуации когда конструкцией узла уплотняемая среда находится во внешнею сторону гнезда, монтаж следует производить с помощью специальных оправок. В валах со сложным профилем применяйте монтажные втулки (рис.1.5).

В ситуации когда на вал устанавливаются какие-либо детали методом напрессовывания, желательно поверхность вала под рабочую кромку уменьшить шлифованием на 0,2 мм. Уплотнение в этом случае будет функционировать так же нормально.

В обрешиненных полностью уплотнениях, что бы монтаж происходил равномерно и без особых усилия нужно смазать смазкой внешнею поверхность манжеты. Манжета должна запрессовываться в гнездо равномерно, с постоянной скоростью без проворотов и при одинаковом усилии.

6. Следите за температурным режимом. В случаях, когда уплотнения хранились в холодном месте, для восстановления эластичных свойств, уплотнение необходимо нагреть до температуры среды. Для этого можно использовать подходящие жидкости. Температура при этом должна быть не более 50°C и время выдержки 10-15 минут.

Не допускается повторное использование уплотнения!

При монтаже необходимо смотреть что бы след от старого уплотнения образуемый на валу не совпадал со следом от нового. След от новой манжеты должен быть ближе к уплотняемой среде. Это достигается путем установки манжет на разную глубину, если позволяют регулировки узла. Для этого используются регулировочные прокладки, шайбы или фиксируется герметиком. В сложных случаях возможно шлифовка вали и в случае если такая шлифовка приводит к уменьшению диаметра более чем 0,2 мм, возможно наплавка и последующее шлифование или запрессовка втулки.

7. Следите за состоянием поверхностей манжеты, вала и гнезда.

Рабочая кромка манжеты, сальника прилегающая или сопрягаемая с валом называется рабочей кромкой уплотнения. В случаях когда конструкцией узла предусмотрены осевые перемещения вала, необходимо учитывать это с следить за состоянием всей поверхности в которой может располагаться рабочая кромка сальника.

Правильная конструкция вала имеет большое значение. Со стороны, которой, производится монтаж уплотнения, должны быть предусмотрены необходимые фаски и закругления, галтели по рекомендации соответствующего ГОСТа.

Все сопрягаемые поверхности должны быть чистыми, без коррозии и раковин и шлифованы.

При изготовлении или ремонте вала методами точения, необходимо произвести шлифовку мест сопряжения и при этом исключить образование спиральных следов от точильного инструмента. Наличие таких дефектов приведет к протечке смазки в период работы узла. В случаях когда эти требования соблюсти не возможно, либо техническими условиями предусмотрено, то необходимо точение производить таким образом чтобы направление винта или спирали направлялось внутрь вращения в сторону уплотняемой среды.

Хромирование поверхностей валов дает неплохие результаты в смысле улучшения эксплуатационных характеристик. Не рекомендуется применять пластические материалы для изготовления валов или их покрытия по причине плохой теплопроводности. Такого типа валы могут применяться разве что только на маленьких скоростях после тестирования.

2 ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Расчет производственной программы участка

Для расчёта программы участка по ремонту агрегатов трансмиссии необходимо иметь следующие исходные данные:

- 1) состав техники в зоне деятельности предприятия;

Таблица 2.1 – Исходные данные

Марка трактора	Кол-во
ДТ-75	29
МТЗ-80/82	60
Т-150К	10
ЮМЗ	10
МТЗ-1221	45
К-701	9
Дон-1500	25
КамАЗ	50
ГАЗ	25
УАЗ	25

- 2) коэффициент охвата ремонтом;

- 3) поправочные коэффициенты, учитывающие возраст машин и зональность.

На проектируемом участке предполагается ремонтировать КПП, ведущие мосты, карданные валы тракторов и автомобилей:

Среднегодовое число ремонтов определяется []:

$$n_i = N_a \cdot K_3 \cdot K_B \cdot K_{\text{охв.}}, \quad (2.1.)$$

где n_i – число ремонтов агрегатов;

N_a – число агрегатов данной марки;

$K_{\text{охв.}}$ – коэффициент охвата ремонтом;

K_B – возрастной поправочный коэффициент (рис 7.6 []);

K_3 – зональный поправочный коэффициент (по таблице П1.12 $K_3 = 1,05$ []).

Тогда количество ремонтов КПП для нужд капитального и текущего ремонтов для Камазов будет равно:

$$n_i = 29 \cdot 0,26 \cdot 1,45 \cdot 1,05 = 11 \text{ ед.}$$

Остальные расчеты сведены в таблицу 2.1.

2.2. Расчет трудоемкости.

Годовая трудоемкость определенных объектов определяется: []

$$T = t_i \cdot n_i \cdot K_{\text{прог}} \cdot K_{\text{юз}}, \quad (2.2.)$$

где T – годовая трудоемкость капитального ремонта определенных объектов, чел.·ч.;

t_i – трудоёмкость капитального ремонта единицы изделия, чел.-ч.;

$K_{\text{прог}}$ – поправочный коэффициент, учитывающий программу ремонта (по приложениям П1.39, П1.14 []);

$K_{\text{юз}}$ – поправочный коэффициент, учитывающий условия эксплуатации машин (по приложению П1.36 [] $K_{\text{юз}} = 1,33$);

n_i – количество ремонтов объектов данной марки, шт.

$$T_1 = 17,1 \cdot 11 \cdot 1,45 \cdot 1 = 272,745 \text{ чел.·ч.}$$

Трудоемкость основных работ:

$$T_{\text{осн}} = \sum T_i, \quad (2.3.)$$

где $T_{\text{осн}}$ – трудоемкость основных работ, чел.·ч.;

T_i – годовая трудоемкость ремонта i -ой марки тракторов, чел.·ч.

Расчет годовой трудоемкости основных ремонтных работ сведен в таблицу .

Общая годовая трудоемкость определяется: []

$$T_{\text{общ}} = T_{\text{осн}} + T_{\text{доп}}, \quad (2.4.)$$

где $T_{\text{общ}}$ – общая годовая трудоемкость, чел.·ч.;

$T_{\text{осн}}$, $T_{\text{доп}}$ – трудоёмкость основных и дополнительная работ, чел.·ч.;

Таблица 2.2 – Расчет дополнительных работ.

Наименование	% от общей трудоемкости ремонта	T _{доп} , чел.·ч
Ремонт собственного оборудования	8	656,97
Восстановление и изготовление деталей	5	410,61
Ремонт и изготовление инструмента и приспособлений	3	246,36
Прочие неучтенные работы	10	821,21
Итого	26	2135,15

Тогда $T_{\text{общ}} = 8212,1 + 2135,15 = 10347,25 \text{ чел.·ч.}$

2.3. Расчёт фондов времени

Номинальный фонд времени определяется по формуле []:

$$\Phi_{\text{н}} = D_{\text{к}} - (D_{\text{в}} + D_{\text{п}}) \cdot t_{\text{см}}, \quad (25)$$

где $\Phi_{\text{н}}$ – номинальный годовой фонд времени работы, ч;

$t_{\text{см}}$ – продолжительность смены, ч. (при пятидневной неделе $t_{\text{см}} = 8 \text{ ч.}$).

$D_{\text{к}}$, $D_{\text{в}}$, $D_{\text{п}}$ – количество календарных, выходных, праздничных дней в году.

$$\Phi_{\text{н}} = (D_{\text{к}} - (D_{\text{в}} + D_{\text{п}})) \cdot t_{\text{см}} = 366 - (106 + 15) \cdot 8 = 1960 \text{ ч.}$$

Действительный годовой фонд времени рабочего определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{д.р.}} = (\Phi_{\text{н}} - K_0 \cdot t_{\text{см}}) \cdot \eta_{\text{р}} \quad (2.6)$$

где K_0 – общее число рабочих дней отпуска;

$\eta_{\text{р}}$ – коэффициент потерь рабочего времени.

$$\Phi_{\text{д.р.}} = (1960 - 24 \cdot 8) \cdot 0,9 = 1573 \text{ ч}$$

Действительный годовой фонд времени оборудования определяется по формуле

$$\Phi_{\text{до}} = \Phi_{\text{н}} \cdot \eta_0 \cdot n_{\text{с}}, \quad (2.7)$$

где $n_{\text{с}}$ – число смен;

η_0 – коэффициент использования оборудования (при односменной работе

$\eta_0 = 0,97 \dots 0,98$, при двухсменной $\eta_0 = 0,95 \dots 0,97$).

$$\Phi_{\text{ДО}} = 1960 * 0,97 * 1 = 1901,2 \text{ ч.}$$

2.4 Определение основных параметров производственного процесса

Общий такт ремонта определяют: []

$$\tau = \Phi_{\text{н}} / N_{\text{пр.}}, \quad (2.8.)$$

где τ – общий такт ремонта, ч;

$\Phi_{\text{н}}$ – номинальный годовой фонд времени, ч;

$N_{\text{пр.}}$ – программа предприятия в приведенных ремонтах.

Поскольку на предприятия ремонтируется агрегаты разных марок, следует привести весь объем ремонтных работ к одной марке, преобладающий в программе:

$$N_{\text{пр.}} = T_{\text{ОБЩ}} / T_{\text{пр.}}, \quad (2.9.)$$

где $T_{\text{ОБЩ}}$ – общая трудоемкость, чел.-ч;

$T_{\text{пр}}$ – трудоемкость ремонта КПП КамАЗ к которой приводится вся программа, чел.·ч.

$$N_{\text{пр.}} = 10347,25 / 25 = 413,9 \text{ прив./рем.};$$

$$\tau = 1960 / 413,9 = 4,73 \text{ ч.}$$

Общая длительность цикла производства с учётом времени на контроль, транспортировку и прочее составит: []

$$t = (1,1 \dots 1,15) \cdot t_{\text{цикл.}}, \quad (2.10.)$$

где t – общая продолжительность цикла, ч;

$t_{\text{цикл.}}$ – продолжительность пребывания объекта в ремонте, ч.

$$t = (1,1 \dots 1,15) \cdot 25 = 27,8 \text{ ч,}$$

Принимаем $t = 27,8$ ч.

Устанавливается главный параметр производства – фронт ремонта, то есть число объектов, одновременно находящихся в ремонте: []

$$f = t / \tau, \quad (2.11)$$

где f – фронт ремонта;

t – общая продолжительность цикла, ч;

τ – такт ремонта, ч.

$f=27,8 / 4,73 = 5,8$ агрегатов. Принимаем $f=6$.

2.5 Распределение трудоемкости по видам работ

В таблице 2.5 приведены данные (в процентах) ориентировочного распределения общей трудоемкости.

Таблица 2.5 – Ориентировочное распределение общей трудоемкости по видам работ

№	Наименование вида работ	% от общей трудоемкости	Трудоемкость, чел.·ч.
1	Разборочно-моечные	26,5	2742,0
2	Дефектовочно-комплектовочные	5,2	538,1
3	Станочные	24	2483,3
4	Кузнечно-сварочные	6,3	651,9
5	Слесарно-сборочные	29,4	3042,1
6	Обкаточно-испытательное	8	827,8
7	Окрасочное	0,6	62,1
	Итого	100	10347,25

2.6 Расчет числа производственных рабочих

Число списочное основных производственных рабочих определяют: []

$$P_{\text{сп.}} = T_{\text{уч.}} / \Phi_{\text{д.р.}} \cdot k, \quad (2.12)$$

где $P_{\text{сп.}}$ – списочное число основных производственных рабочих;

$T_{\text{уч.}}$ – трудоемкость работ по участку или рабочему месту, чел.·ч;

$\Phi_{\text{д.р.}}$ – действительный годовой фонд времени рабочего, ч;

k – коэффициент перевыполнения норм выработки, ($k=1,05 \dots 1,15$)

$$P_{\text{сп.}} = 10347,25 / 1573,5 \cdot 1,1 = 5,97 \text{ чел.}$$

Принимаем $R_{сп.} = 6$

2.7 Расчет и выбор основного производственного оборудования.

Производственное оборудование предназначено для восстановления формы и состояния ремонтируемых объектов. Все станки, станды и другое оборудование, занятые на сборке и испытание объектов относятся к производственному оборудованию.

Число моечных машин периодического действия определяется: []

$$N_M = Q / \Phi_{д.о.} \cdot q \cdot \eta_0 \cdot \eta_t \quad (2.13)$$

где N_M – число моечных машин периодического действия;

Q – общая масса деталей, подлежащих очистке за планируемый период, т;

$\Phi_{д.о.}$ – действительный годовой фонд времени работы моечной машины, ч;

q – производительность моечной машины, т/ч;

η_0 – коэффициент загрузки моечной машины по массе;

η_t – коэффициент, использования моечной машины по времени.

Принимая во внимание, что $\Phi_{д.о.} = 1901$ ч, $q = 0,7$ т/ч, $\eta_0 = 0,6$ и $\eta_t = 0,8$ находим:

$$N_M = 0,35 \cdot 414 \cdot 0,6 / 1901 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 0,8 = 0,15 \text{ шт.}$$

Принимаем $N_M = 1$ шт..

Число стандов для обкатки и испытания определяется: []

$$N_0 = N_a \cdot t_{и} \cdot c / \Phi_{д.о.} \cdot \eta_{и.с.} \quad (2.14)$$

где N_0 – число стандов для обкатки и испытания;

N_a – число агрегатов проходящих обкатку и испытания;

$t_{и}$ – время испытания и обкатки, ч;

c – коэффициент учитывающий возможность повторной обкатки;

$\eta_{и.с.}$ – коэффициент использования стандов.

Учитывая что $N_a = 414$, $t_{и} = 2$ ч, $c = 1,1$, $\Phi_{д.о.} = 1901$ ч, $\eta_{и.с.} = 0,9$

Находим:

$$N_o = 414 \cdot 2 \cdot 1,1 / 1901 \cdot 0,9 = 0,59 \text{ шт.}$$

Принимаем $N_o = 1$ шт.

Остальное ремонтно-технологическое оборудование подбирается согласно технологическому процессу. Все оборудование приведено в приложении А.

2.8 Расчет производственных площадей участка по ремонту агрегатов.

Расчет производственных площадей участка проводится по формуле:

$$F_{\text{уч}} = F_{\text{об.}} \cdot g, \quad (2.15)$$

где $F_{\text{уч.}}$ - производственная площадь участка, кв.м.;

$F_{\text{об.}}$ - площадь, занимаемая оборудованием, м²;

g – коэффициент, учитывающий рабочие зоны и проходы.

В нашем случае, цех по ремонту агрегатов расположен в мастерской общего назначения, поэтому такие работы кузнечно-сварочные, станочные производятся соответствующих отдельных специальных участках в общем объеме их работы.

$$F_{\text{уч}} = 13,75 \cdot 4 = 55 \text{ м}^2$$

Принимаем $F_{\text{уч}} = 54 \text{ м}^2$.

2.9 Разработка технологического процесса восстановления детали.

2.9.1 Дефекты и ремонт крышки вала главной передачи моста К-700

При износе наружных поверхностей крышки под подшипник и посадочного отверстия под манжету до диаметров соответственно 179,75 мм и 134,5 мм их восстанавливают с помощью вибродуговой наплавки. Перед наплавкой поверхности шлифуют с уменьшением диаметров на 1,5...2 мм, а затем наплавляют до диаметров на 2,5...1,3 мм больше нормального. До нормального размера после наплавки обрабатывают на токарном станке.

При износе отверстий под болты крепления их заваривают, сверлят и развертывают под нормальный размер. Крышку выбраковывают при изломах аварийного характера.

2.9.2 Выбор рационального способа восстановления детали.

Для устранения каждого дефекта должен выбираться рациональный способ, т.е. технически обоснованный и экономически целесообразный. Рациональный способ восстановления деталей определяют, пользуясь критериями: технологическим (или критерием применяемости), техническим (долговечности) и технико – экономическим (обобщающим).

По технологическому критерию выбираем следующие способы восстановления: 1 – вибродуговая наплавка; 2 – осталивание.

Технический критерий. Этот критерий оценивает каждый способ (выбранный по технологическому признаку) устранения дефектов деталей с точки зрения восстановления (иногда и улучшения) свойств поверхности, т.е. обеспечение работоспособности.

Для каждого выбранного способа дают комплексную качественную оценку по значению коэффициента долговечности (Кд), который определяется по формуле:

$$K_d = K_{и} * K_{в} * K_{с} * K_{п}, \quad (2.15)$$

где Кд – коэффициент долговечности,

К_и – коэффициент износостойкости,

К_в – коэффициент выносливости,

К_с – коэффициент сцепляемости,

К_п – поправочный коэффициент.

Для вибродуговой наплавки

$$K_d 1 = 1,0 * 0,62 * 1,0 * 0,8 = 0,5.$$

Для осталивания

$$K_d 2 = 0,91 * 0,82 * 0,65 * 0,8 = 0,23.$$

Выбираем способ у которого K_d наиболее максимальное т.е. вибродуговую наплавку.

Технико-экономический критерий. Этот критерий связывает себестоимость восстановления детали с ее долговечностью после устранения дефектов. По формуле профессора В.А. Щадричева коэффициент технико-экономической эффективности будет равен:

$$K_T = C_v / K_d, \quad (2.16)$$

где C_v – себестоимость восстановления 1 м^2 поверхности детали.

Для вибродуговой наплавки.

$$K_{T1} = 52,0 / 0,5 = 104.$$

Для осталивания.

$$K_{T2} = 30,2 / 0,23 = 77,43.$$

эффективным считают способ , у которого K_T минимальный. Выбираем вибродуговую наплавку.

2.9.3. Маршрут восстановления детали.

Таблица 2.2- Путь восстановления детали.

№ операции	Содержание операции	Оборудование	Приспособление и инструмент
1	Шлифовальная. Шлифовать поверхность до 179 мм на длине 30 мм.	Станок кругло-шлифовальный 3Б151	круг шлифовальный ПП 50*50*305 мм. хомутик поводковый
2	Наплавочная. Наплавить поверхность до диаметра 182 мм на длине 30 мм.	Станок токарно-винторезный 1К62	головка ГМВК-1 ГОСНИТИ патрон поводковый
3	Шлифовальная. Шлифовать поверхность до диаметра 180 мм на длине 30мм.	Станок кругло-шлифовальный 3Б151	круг шлифовальный ПП 50*50*305 мм. хомутик поводковый
4	Контрольная	Стол контрольный ОРГ-1468-01-080А ГОСНИТИ	микрометр МК-25-50 ГОСТ 6507-60

2.9.4. Расчет режимов

2.9.4.1 Расчет вибродуговой наплавки

Наплавить поверхность диаметром 179 на длине 30 миллиметров до диаметра 181 миллиметра.

Согласно рекомендации для получения достаточной твердости поверхности выбираем электрод из пружинной проволоки 2-го класса по ГОСТ 9389-60 из стали У7 ГОСТ 1435-54.

Толщина наплавленного слоя равна :

$$h = (D_2 - D_1) / 2 \quad , \quad (2.17)$$

где D_2 – диаметр детали после наплавки мм,

D_1 – диаметр детали до наплавки , мм.

$$h = (181 - 179) / 2 = 1 \quad \text{мм.}$$

Рекомендуемый диаметр проволоки $d_{\text{пр}} = 1,6$ мм и напряжение на дуге $U = 12 \dots 15$ В.

Сила тока равна :

$$J = j * F_{\text{эл}} \quad , \quad (2.18)$$

где j – коэффициент в зависимости от диаметра электрода ,($j = 75$);

$$J = 70 * (3,14 * 1,6^2) / 4 = 140,7 \text{ А.}$$

Скорость подачи электродной проволоки:

$$V_{\text{эл.}} = 0,1 * J * U / d^2 = 0,1 * 140,7 * 13,5 / 1,6^2 = 74,2 \text{ м./мин.} \quad (2.19)$$

Шаг наплавки – $S = (1,6 \dots 2,0) * d = 28$ мм,

Амплитуда колебаний – $A = (0,75 \dots 1,0) * d = 2,8$ мм,

Вылет электрода – $H = (5 \dots 8) * d = 11,2$ мм..

Основное время равно:

$$T_0 = L * i / (n * S) \quad , \quad (2.20)$$

$$T_0 = 30 * 1 / (12,5 * 2,8) = 0,86 \text{ мин.}$$

2.9.4.2 Расчет механической обработки.

Припуск на обработку.

Шлифовать поверхность до диаметра = $180^{+0,008}$ мм.

$$h = (181-180)/2 = 0,50 \text{ мм.}$$

Согласно [] принимаем :

продольная подача $S = 0,3$ В,

скорость вращения заготовки $V = 25$ м/мин.

Частота вращения равна :

$$n = 1000*25/(3,14*37,0) = 215,2 \text{ мин}^{-1}$$

Принимаем частоту вращения шпинделя равной $= 200 \text{ мин}^{-1}$. (4).

Действительная скорость резания равна :

$$V_d = 3,14*200*37,0/1000 = 23,23 \text{ м/мин.}$$

Основное время работы равно :

$$T_0 = L*i*k/(n*S_B), \quad (2.21)$$

$$T_0 = 30*11*1,25/(200*0,3) = 6,87 \text{ минут.}$$

2.10 Охрана труда при проведении слесарных и сборочно-разборочных работ

Рабочим местом слесаря являются специальный верстак, стенд для сборки-разборки агрегатов, непосредственно сам автомобиль (при демонтаже и промывке узлов и агрегатов). Характер выполняемых работ весьма разнообразен и при нарушении технологии, применении неисправного или несоответствующего инструмента резко возрастает число травмирующих факторов.

Убирают и чистят рабочее место ежедневно. О всех поломках, неисправностях, обнаруженных в процессе работы, сообщается руководителю производственного участка]

Рубку и резку металла ручным инструментом можно выполнять только при фиксированном положении изделий, деталей или заготовок, применяя

для этого тиски, зажимы для тонкого листового металла, а также плиты и наковальни — для толстого и полосового металла. Работу необходимо выполнять в защитных очках

Режущий инструмент (кусачки, ручные ножницы) выбирают в соответствии с толщиной обрабатываемого материала. Более эффективна и безопасна резка металла механическими ножовками, гильотинными ножницами. Безопасность работы такими приспособлениями обуславливается общими требованиями охраны труда для станочного оборудования

Работа по ручному опиливанию металлов не является тяжелой или опасной, но использование напильников без ручек, с острыми хвостовиками может привести к ранению рук. Нельзя сдвигать опилки с обрабатываемой поверхности или плоскости напильника. Их необходимо сметать щеткой

Соединение деталей склепыванием выполняют вручную или, на прессах. Механическая клепка с применением пневматических молотков, обжимов, прессов более производительна и безопасна. Используя ударный пневмоинструмент, необходимо обращать внимание на исправность и надежное крепление (при помощи хомутиков) воздушных-шлангов, плотность их соединения проверять штуцерами и ниппелями. Во время работы нельзя допускать запутывания и перегибов шланга, пересечения его тросами, электропроводкой и шлангами газосварки. При обрыве или отсоединении шланга требуется немедленно отключить (перекрыть) подачу воздуха. Во время перерыва в работе воздух также должен быть отключен.

Пневматический инструмент необходимо смазывать 2—3 раза за смену. Новые инструменты в конце смены следует промыть керосином, а у приработавшихся 2—3 раза в неделю следует промывать только движущиеся части. Эти операции можно выполнять только после того, как будет перекрыт воздушный вентиль.

На рукоятках пневматического инструмента должны быть вибронакладки. Работать с пневмоинструментом следует в рукавицах.

Запрещается клепка пневматическим инструментом с приставных лестниц или на неогражденной площадке. Площадка или помосты должны иметь перила высотой не менее 0,8 м. При срубке и выбивке заклепок рабочее место надо оградить щитами (сеткой).

По окончании работы очищенный, смазанный и протертый пневматический инструмент с аккуратно свернутым шлангом следует сдать в инструментальное отделение.

2.11 Защита окружающей среды

В результате хозяйственной деятельности человека происходит множество негативных процессов, приводящих к загрязнению окружающей среды, истощению природных ресурсов и их разрушению.

Основными источниками загрязнения окружающей среды на ремонтном предприятии являются:

- выхлопные газы автотранспортных двигателей;
- вещества, образующиеся при сварочных, наплавочных и кузнечных работах;
- отработавшие газы котельной установки;
- промышленные отходы;
- горюче-смазочные материалы, сливаемые из систем тракторов и автомобилей.

Для улучшения экологической обстановки необходимо провести следующие мероприятия:

- озеленить территорию, оборудовать газоны, в результате чего, за счет поглощения растениями углекислого газа и выделения кислорода будет частично компенсировать вред, нанесенный выхлопными газами;
- установить над наплавочными станками, сварочными постами и горном пыле-газоулавливающие фильтры.

2.6 Физическая культура на производстве

Занятия физическими упражнениями имеют большой воспитательный смысл, содействуют укреплению дисциплины, увеличению ощущения ответственности, развитию напористости в достижении установленной цели. Это в схожей степени касается занимающихся всех возрастов, общественного положения, профессии.

Спорт - составная часть в «физической культуры», для его свойственны более действующие способы и способы влияния на физиологическую и духовную сферу человека.

Одним из видов производственной физической культуры является производственная гимнастика. Производственная гимнастика состоит из 4-х видов:

- 1)ФК пауза
- 2)Вводная гимнастика
- 3)ФК минутка
- 4)Микро-пауза.

Производственная гимнастика - это форма активного отдыха, представляющая собой систему физических упражнений, которая применяется в режиме рабочего дня с целью:

1. подготовка систем и функции организма к более быстрому входу в рабочее состояние
2. повышение эффективности отдыха в процессе труда
3. повышение работоспособности ее производительности труда
4. профилактики профессиональных заболеваний и травматизма
5. восстановление двигательных качеств и навыков.

Вводная гимнастика - подготавливает организм к работе, включает в себя 6-8 упражнений и более, проводится перед работой.

ФК-пауза - включает в себя 8-10 упражнений не более 12. Проводится через 2-3 часа от начала работы. Предупреждает развитие утомления, способствует поддержке на высоком уровне рабочего ритма, улучшает

физическое состояние организма. Проводится в тот момент, когда может наступить утомление. Проводится до обеда и после обеда. Проводится организованно под музыку инструктором-методистом.

ФК-минутка - состоит из 2-3 упражнений как в состоянии стоя так и сидя (водители, конструкторы, педагоги). Проводится индивидуально, в зависимости от состояния здоровья.

Микро-пауза - одна из разновидностей производственной гимнастики, которая занимает 20-30 секунд. Широко используется, позволяет снизить утомление за возбуждения ЦНС и расслабления.

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Обзор существующих и обоснование предлагаемой конструкции

Как было указано в первой главе для запрессовки- выпрессовки манжет используется большое количество оправок, выколоток , втулок. Для качественной работы рекомендуется выполнять такие работы не вручную с помощью молотка, а на прессах и стендах.

Известно устройство для запрессовки манжет и подшипников в корпус (А.С. SU1344567) . Оно относится к механосборочному производству, и частности к оборудованию для сборки прессовых соединений, например для запрессовки подшипников и манжет в корпуса.

Целью устройства является расширение технологических возможностей за счет обеспечения запрессовки в корпус подшипников и манжет различных типоразмеров. На рис.3.1 изображено устройство для запрессовки манжет и подшипников в корпус, общий вид; на рис 3.2 рабочая головка, продольный разрез и вид сбоку; на рис 3.3 рабочая головка в момент запрессовки в корпус манжеты; в момент запрессовки подшипника; на рис 3.6 развертка фигурного паза толкателя.

Устройство содержит смонтированную на станине 1 рабочую головку 2, закрепленную на штоке пневмоцилиндра 3, имеющую осевую полость 4 в которой размещен толкатель 5, установленный с возможностью осевого перемещения и подпружиненный посредством пружины 6.

					<i>ВКР.35.03.06.282.18.00.00.</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	<i>Приспособление для заправки манжеты</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		<i>Халилов Н.Н.</i>					<i>1</i>	
<i>Провер.</i>		<i>Шайхутдинов Р.Р.</i>						
<i>Н. контр.</i>		<i>Шайхутдинов</i>				<i>Казанский ГАУ каф.ЭРМ</i>		
<i>Утверд.</i>		<i>Адигамов Н.Р.</i>						

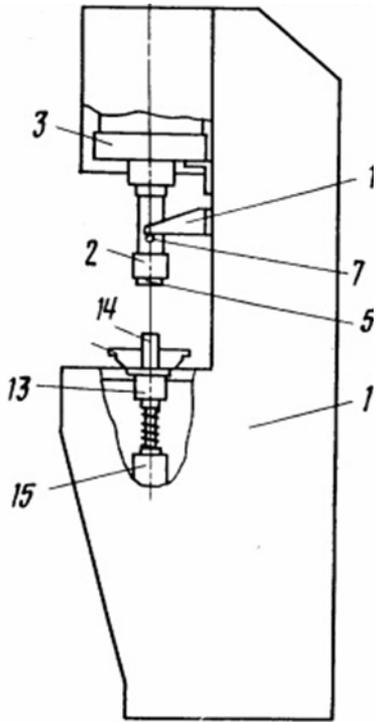


Рисунок 3.1 - Устройство для запрессовки манжет и подшипников в корпус, общий вид (А.С. SU1344567)

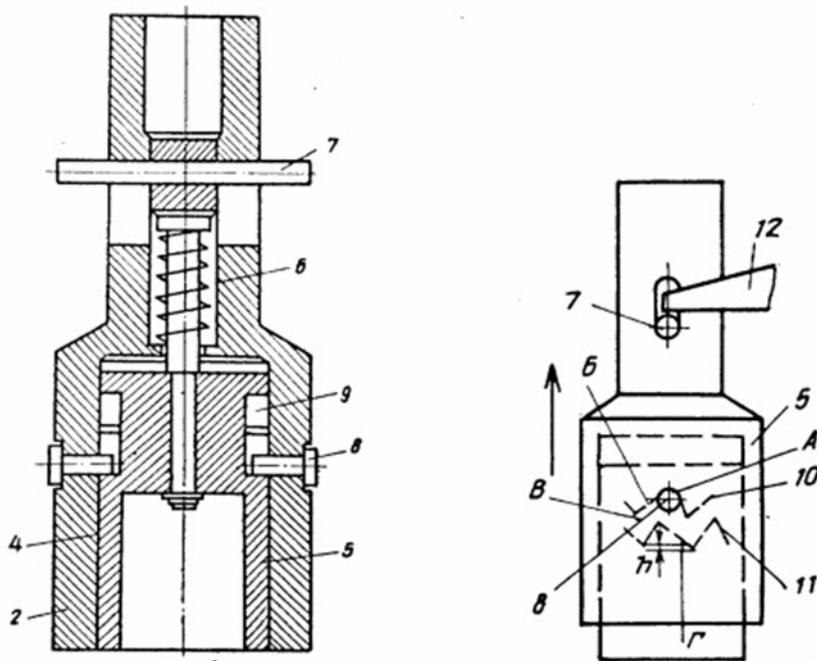


Рисунок 3.2 - рабочая головка, продольный разрез и вид сбоку (А.С. SU1344567)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.282.18.00.00.

Лист

На хвостовике толкателя размещен рычаг 7, а на внутренней поверхности рабочей головки смонтированы радиальные выступы 8, входящие в поперечный фигурный паз 9, расположенный по периметру на наружной боковой поверхности толкателя. Расположенная со стороны пневмоцилиндра 3 боковая стенка 10 фигурного паза 9 выполнена в виде расположенных с одинаковым шагом и имеющих одинаковую высоту треугольных выступов, одна боковая сторона (А) каждого из которых расположена под углом, меньшим, чем угол наклона другой стороны Б.

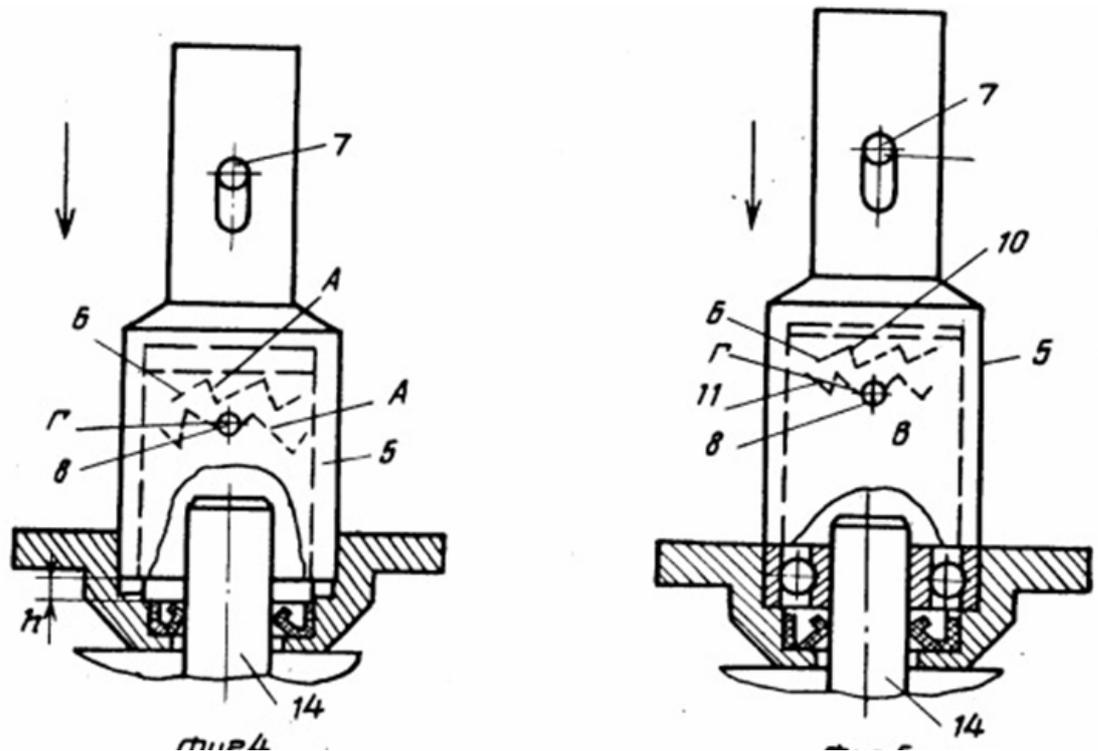


Рисунок 3.3 - Рабочая головка в момент запрессовки в корпус манжеты и в момент запрессовки подшипника (А.С. SU1344567)

Противолежащая боковая стенка 11 выполнена в виде чередующихся с впадинами разной глубины треугольных выступов, одна сторона (В) каждого из которых расположена под углом к оси рабочей головки, меньшим, чем вторая (Г), а шаг равен шагу выступов противоположной стенки паза. Расположенные под большим углом стороны выступов (Б и Г) боковых стенок имеют противоположное направление, а вершина каждого выступа расположена против стороны противоположного выступа, имеющей больший наклон. Разность глубин впадин h обеспечивает движение толкателя 5 за

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.282.18.00.00.

Лист

пределы рабочей головки 2 на величину, необходимую для запрессовки манжеты.

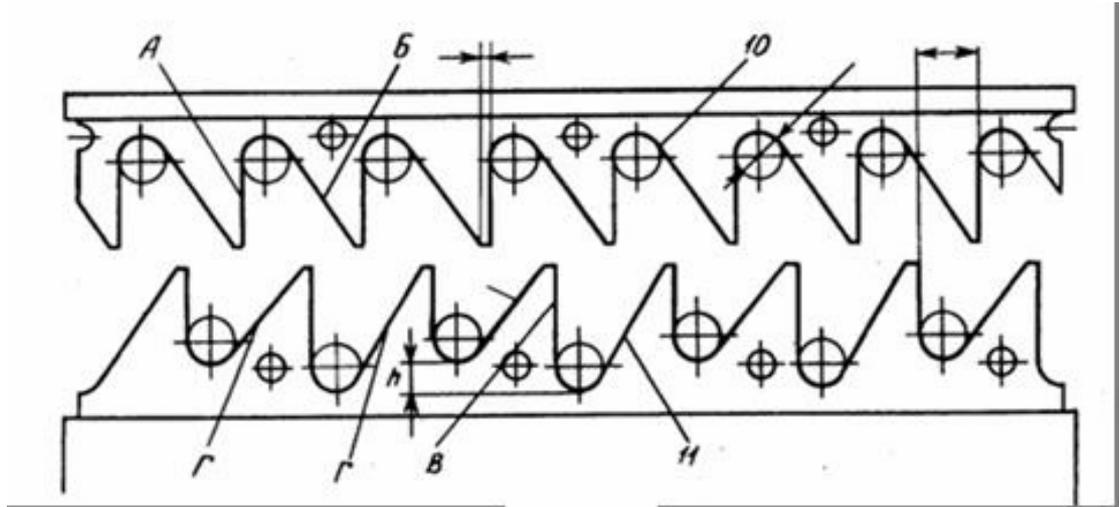


Рисунок 3.4 - Развертка фигурного паза толкателя (А.С. SU1344567)

В верхней части станины 1 закреплен упор 12, контактирующий с рычагом 7. Соосно с рабочей головкой 2 в нижней части станины 1 закреплен ложемент 13, служащий для установки корпуса подшипника, и подпружиненная пружиной оправка 14, имеющая возможность осевого перемещения внутри ложемента 13, соединенная со штоком пневмоцилиндра 15 и служащая для базирования манжеты и подшипника

Устройство работает следующим образом.

В исходном положении упор 12 через рычаг 7 сжимает пружину 6, а радиальные выступы 8 расположены против сторон Г боковой стенки 11 во впадинах стенки 10. В бесштоковую полость пневмоцилиндра 15 подается давление и оправка 14 поднимается в верхнее положение, на оправку 14 устанавливается манжета. В бесштоковую полость пневмоцилиндра 3 подается давление и рабочая головка 2 перемещается вниз. При этом рычаг 7 выходит из взаимодействия с упором 12, пружина 6 разжимается и перемещает толкатель 5 вверх. При этом последний поверхностью сторон Г боковой стойки 11 взаимодействует с радиальными выступам 8, проворачивается и фиксируется в положении, при котором он выступает за

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>ВКР.35.03.06.282.18.00.00.</i>				

Известен автомат для установки упругих колец во внутренние канавки базовых деталей, содержащий размещенные на станине стол с базирующими приспособлениями, выполненными в виде цилиндрических оправок, механизм установки упругих колец, выполненный в виде двух цилиндрических пуансонов, при этом основной пуансон выполнен ступенчатым, имеющим возможность вертикального перемещения, механизм загрузки базовых деталей, механизм загрузки упругих колец, снабженный лотком с закрытым сквозным пазом, и механизм выгрузки собранного изделия.

Недостатком описанной конструкции является то, что наличие в автомате описанной цилиндрической оправки, верхний торец которой достигает нижней кромки канавки базовой детали в сочетании с перемещаемым сверху вниз профильным пуансоном, захватывающим упругое кольцо, подающим его в отверстие базовой детали и прижимающим это кольцо одной из поверхностей своего профильного торца к верхнему торцу цилиндрической оправки приводит к защемлению упругого кольца между пуансоном и цилиндрической оправкой, к деформации его поперечного сечения и к повреждению этого кольца, что в конечном счете приводит к снижению качества собираемого изделия. При обратном ходе пуансона за счет сил трения между поверхностью пуансона и поверхностью упругого кольца в совокупности с упругими свойствами последнего происходит выдергивание края кольца из канавки базовой детали, что при досылании кольца на отдельной сборочной позиции приводит к ненадежной сборке.

В этой связи важнейшей задачей является создание надежного процесса автоматической сборки уплотнительных упругих колец с внутренними канавками базовых деталей путем обеспечения точности взаимного расположения сопрягаемых поверхностей деталей собираемого изделия.

					<i>ВКР.35.03.06.282.18.00.00.</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Известен автомат для установки упругих колец во внутренние канавки базовых деталей (А.С. 2043899). Одновременно с установкой базовой детали 10 на оправку упругое кольцо 11 подается по лотку 22 и размещается над деталью 10, приобретая эллипсоидную форму. Затем пуансон 16 опускается, захватывает ползуном 19 кольцо 11, придает ему вогнутую форму и заводит в отверстие базовой детали. При этом ползун 19 упирается в выступ 9 оправки 8 и останавливается, а пуансон 16 при своем дальнейшем движении вниз досылает кольцо 11 в канавку детали 10. Данное устройство позволяет создать новую конструкцию базирующего механизма, снабженного цилиндрическим выступом для центрирования совместно с внутренней поверхностью базовой детали упругого кольца, и механизм установки упругих колец, расположенный на одной рабочей позиции и выполненный в виде основного пуансона с плоским ползуном для надежной фиксации и установки упругих колец во внутренние канавки отверстий базовых деталей.

На рис. 3.6 показан автомат, общий вид; на рис.3.7 разрез Б-Б.

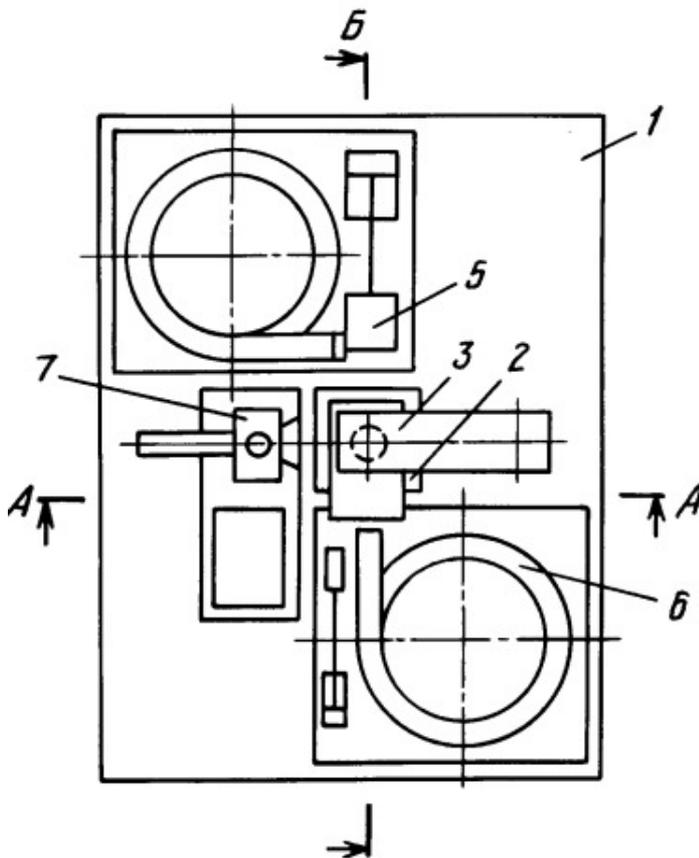


Рисунок 3.6 –Автомат (А.С. 2043899), общий вид

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.282.18.00.00.

Лист

Это достигается тем, что автомат для установки упругих колец во внутренние канавки базовых деталей содержит размещенные на станине стол с базирующими приспособлениями, траверсу с механизмом установки упругих колец, имеющую возможность вертикального перемещения, а также механизмы выгрузки собранных изделий, загрузки базовых деталей и упругих колец, снабженный лотком с закрытым сквозным пазом, причем механизм установки упругих колец выполнен в виде основного пуансона, в центральном торцовом пазу которого установлен плоский ползун с возможностью осевого перемещения, упруго поджатый к периферийному торцу основного пуансона, причем профиль поперечного сечения плоского ползуна ограничен по периферии цилиндрической поверхностью, диаметр которой равен диаметру отверстий в базовых деталях, а на торцовой поверхности базирующего механизма дополнительно выполнен цилиндрический выступ, высота которого равна ширине канавки в базовых деталях, а радиус разности между радиусом отверстия в базовой детали и диаметром сечения упругого кольца.

Автомат для установки упругих колец круглого поперечного сечения во внутренние канавки базовых деталей содержит станину 1, стол 2, траверсу 3 с приводом 4 вертикального перемещения, механизм 5 загрузки базовых деталей, механизм 6 загрузки упругих колец и механизм 7 выгрузки собранных изделий. На столе 2 установлено базирующее приспособление оправка 8, торцовая поверхность которой имеет цилиндрический выступ 9, высота которого равна ширине канавки в базовой детали 10, а радиус разности между радиусом отверстия в базовой детали 10 и диаметром сечения упругого кольца 11.

					<i>ВКР.35.03.06.282.18.00.00.</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

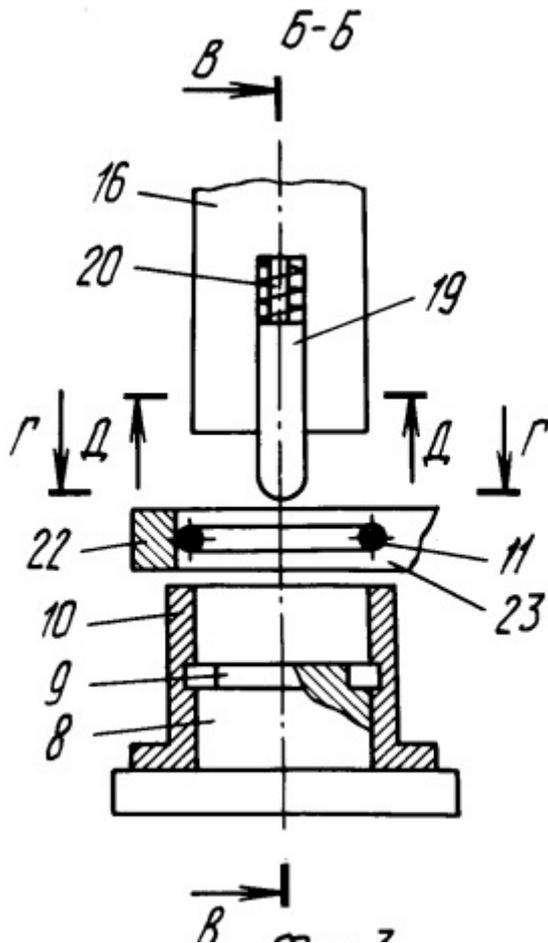


Рисунок 3.7 - Автомат (А.С. 2043899). , разрез Б-Б

На траверсе 3 закреплен с помощью болта 12, шайбы 13 и штифтов 14 механизм 15 установки упругих колец, выполненный в виде основного пуансона 16, в центральном торцовом пазу которого установлен с помощью шпильки 17 и гаек 18 плоский ползун 19 с возможностью осевого перемещения, упруго поджатый к периферийному торцу основного пуансона 16 с помощью пружины 20 (фиг. 4, 6, 7, 8), причем профиль поперечного сечения плоского ползуна 19 ограничен по периферии цилиндрической поверхностью, диаметр которой равен диаметру отверстия в базовых деталях 10, при этом рабочая торцовая поверхность плоского ползуна 19 выполнена, например, по галтели.

При перемещении плоского ползуна 19 в осевом направлении высота перемещения выбирается в соответствии с наружным диаметром кольца и диаметром отверстия в совокупности с упругими свойствами кольца, например для определения величины перемещения берется корень

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.282.18.00.00.

Лист

пуансона 16, а торцовая поверхность оправки 8 способствует заведению упругого кольца 11 по периметру канавки базовой детали 10, что также повышает надежность сборки.

Далее траверса 3 с помощью привода вертикального перемещения 4 поднимается, освобождая собранное изделие, после чего последнее с помощью механизма выгрузки готовых изделий 7 удаляется с рабочей позиции. После этого цикл работы автомата повторяется.

Известен способ установки манжеты на базовую деталь, по которому основная головка при движении вперед захватывает своей оправкой манжету из загрузочного механизма в который последняя поступает в вертикальном положении, а затем в этом же положении, при перемещении основной головки в поперечном направлении, транспортирует манжету к месту установки на базовую деталь, причем для лучшего удержания манжеты на оправке посадочный диаметр последней выполнен с кольцевыми проточками. Далее манжету выворачивают, базируя ее по конической базовой поверхности дополнительной оправки, которая также снабжена кольцевыми проточками для надежного удержания манжеты, после чего с помощью дополнительного корпуса, подвижного в осевом направлении, манжету принудительно сталкивают с дополнительной оправкой и, одновременно выворачивая ее в исходное положение, устанавливают на базовую деталь .

Недостатками известного способа являются его трудоемкость, сложность конструкции захватывающих устройств, а также ограниченное только горизонтальной плоскостью направление перемещения манжеты.

Известен способ установки манжеты на базовую деталь (патент RU2031766), которое относится к машиностроению, в частности к сборочному производству, и может быть использовано для сборки узла запрессовкой.

Предварительную посадку манжеты на оправку осуществляют с усилием, соответствующим минимально допустимой деформации рабочего

					<i>ВКР.35.03.06.282.18.00.00.</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

диаметра манжеты, благодаря чему последняя надежно удерживается на оправке и может транспортироваться к месту установки в любом пространственном положении. После поворота оправки с манжетой на 90° последнюю запрессовывают ее наружным диаметром в базовую деталь, в данном случае в кожух полуоси заднего моста автомобиля ГАЗ 31-029, после чего оправку свободно вынимают из внутреннего диаметра манжеты, так как посадка ее по этим диаметрам сильно различается, поскольку усилие запрессовки манжеты в базовую деталь во много раз больше (примерно в 100 раз) усилия, необходимого для снятия манжеты с оправки.

Снижение трудоемкости, упрощение конструкции захватывающих устройств за счет использования упругих деформаций материала манжеты, а также расширение технологических возможностей путем транспортирования манжеты к месту установки в любом пространственном положении.

Для этого перед установкой манжеты на базовую деталь ее предварительно размещают на оправке, перемещают с помощью оправки к торцу базовой детали, устанавливают ее на базовую деталь и извлекают оправку из манжеты, при этом предварительное размещение на оправке осуществляют по внутреннему диаметру манжеты с минимальным натягом, обеспечивающим ее удержание на оправке при перемещении к торцу базовой детали, а установку на базовую деталь выполняют запрессовкой манжеты по ее наружному диаметру оправкой.

На рисунке 3.6 показан захват манжеты с позиции загрузки; на рис. 3.7 - запрессовка манжеты в базовую деталь.

Перед сборкой манжеты 1 с базовой деталью 2 манжета высекается из магазина (не показан) под оправку 3. Далее движением вниз оправка 3 входит диаметром d во внутреннее отверстие манжеты, растягивая резину и пружинное кольцо. Тем самым осуществляют предварительную посадку манжеты ее рабочим диаметром на оправку 3, при этом усилие предварительной насадки соответствует минимально допустимой деформации рабочего диаметра манжеты и не превышает 3-5 кг.

					<i>ВКР.35.03.06.282.18.00.00.</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

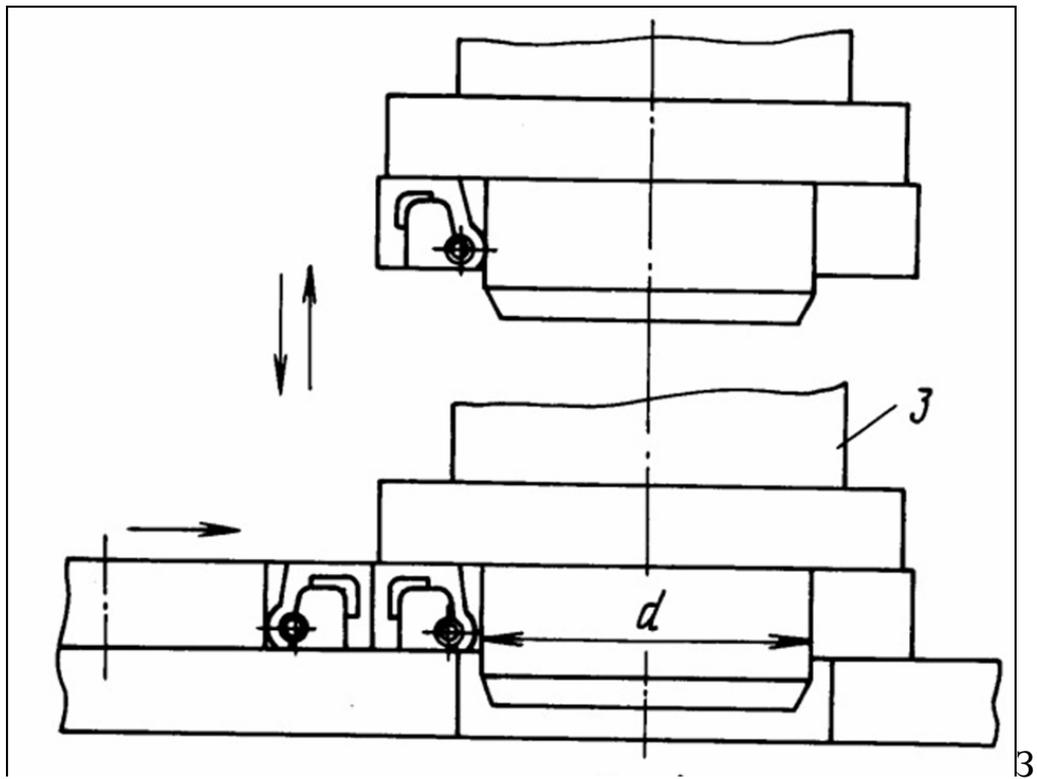


Рисунок 3.6 - Захват манжеты с позиции загрузки

Способ осуществляется следующим образом.

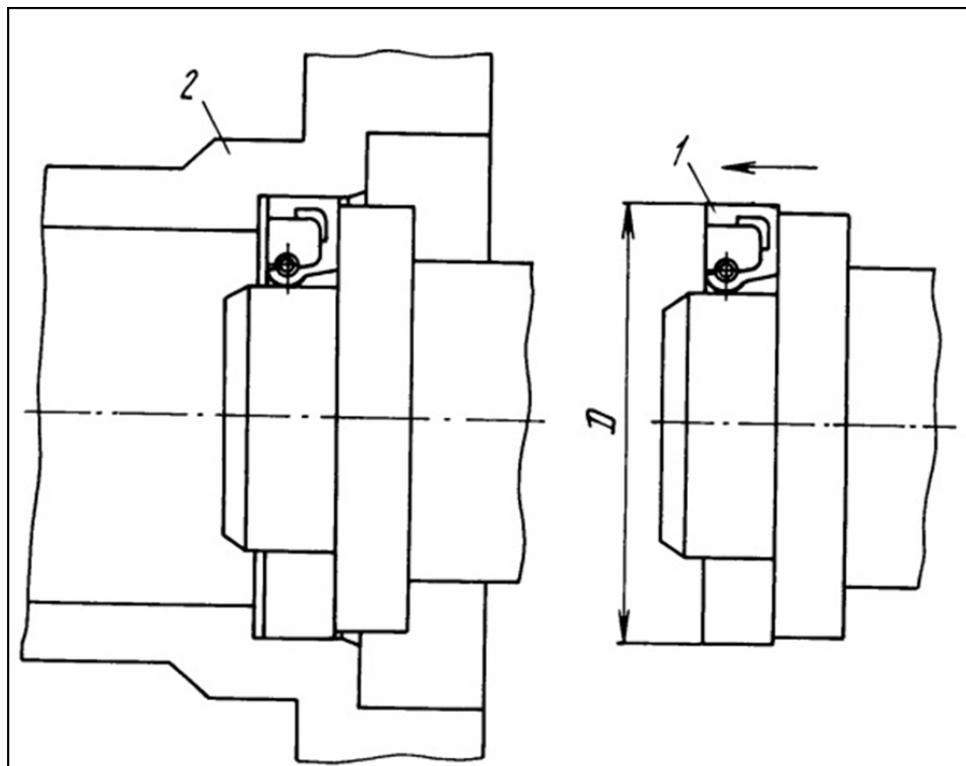


Рисунок 3.7 - Запрессовка манжеты в базовую деталь

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.282.18.00.00.

Лист

В результате этого, манжета, имея малый вес, надежно удерживается на оправке, и ее можно транспортировать в любом пространственном положении. Затем путем поворота оправки с помощью пневмоцилиндра (не показан) на 90° манжету перемещают к месту ее установки, после чего за счет продольного перемещения оправки запрессовывают манжету ее наружным диаметром D в базовую деталь, в данном случае в кожух полуоси заднего моста автомобиля ГАЗ 31-029. При этом усилие запрессовки манжеты составляет 400-500 кг. После запрессовки манжеты в базовую деталь по наружному диаметру D оправку свободно вынимают из внутреннего диаметра манжеты, так как площадь контакта манжеты с базовой деталью значительно больше площади контакта манжеты с оправкой. К тому же посадка манжеты по этим диаметрам сильно отличается, так как усилие запрессовки манжеты в базовую деталь во много раз больше (примерно в 100 раз) усилия, необходимого для снятия манжеты с оправки. Далее цикл повторяется.

Чаще всего манжеты на ремонтном производстве запрессовываются с помощью оправки (рис. 1.6) или ей подобных с помощью молотка или прессы винтового.

Производительность таких работ довольно низкая. Поэтому нами предлагается пневматическое приспособление для запрессовки манжет в различные крышки или корпуса.

Преимуществами:

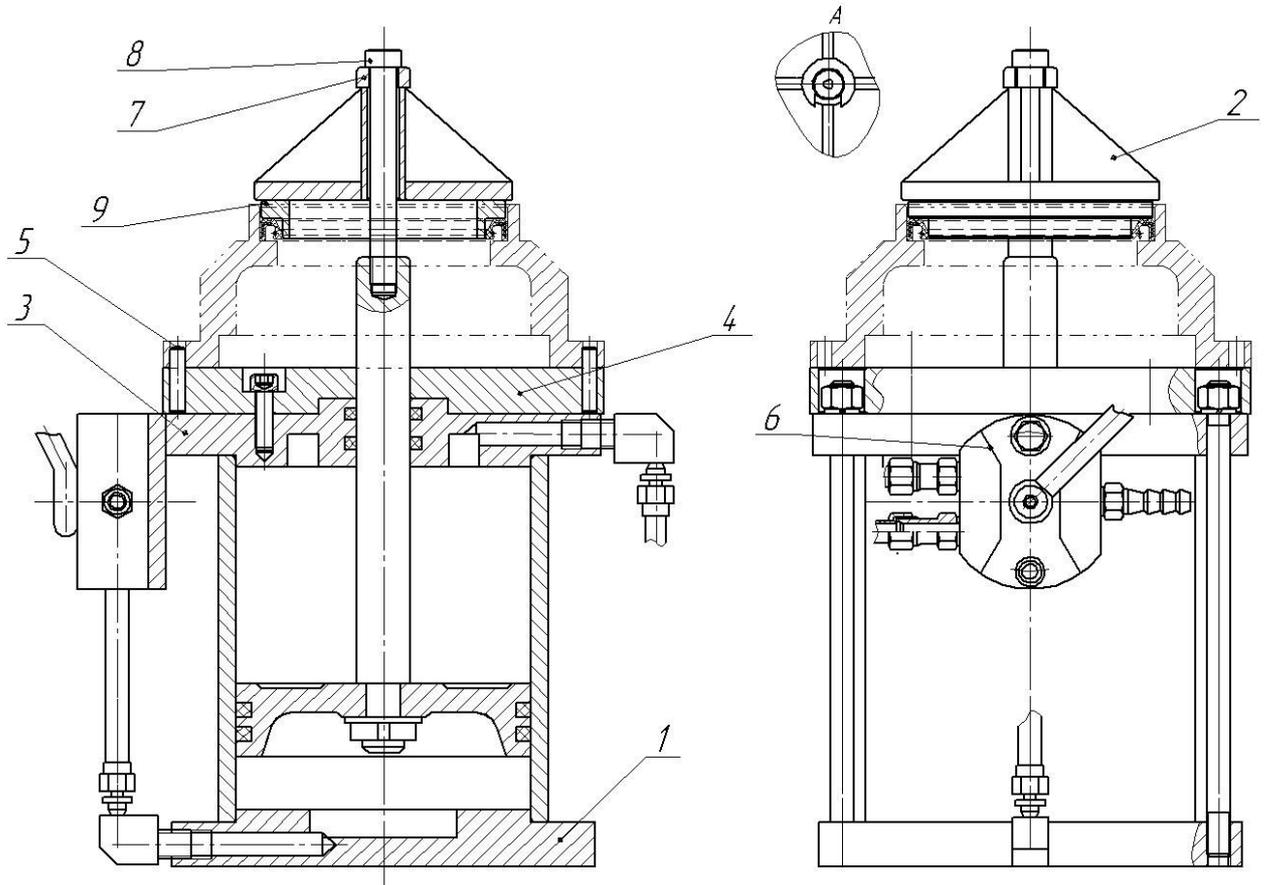
1. малая масса;
2. более технологичный и экологичный пневмопривод приспособления.
3. меньшая стоимость.

3.2 Устройство конструкции

Приспособление (рисунок 3.8) состоит из пневмоцилиндра, нижняя крышка которого является опорной плоскостью всего приспособления. На

					<i>ВКР.35.03.06.282.18.00.00.</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

верхней крышке пневмоцилиндра закреплен пневмокран и опорная плита, на который устанавливается корпус или крышка для установки манжеты. На шток пневмоцилиндра установлен болт который прижимает упор с помощью разрезной шайбы.



1- нижняя крышка- плита пневмоцилиндра; 2- упор; 3- верхняя крышка пневмоцилиндра; 4- опорная плита; 5- штифт; 6- пневмокран; 7- разрезная шайба; 8- болт, 9-кольцо.

Рисунок 3.9 –Схема устройства запрессовки манжет

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.282.18.00.00.

Лист

3.3 Принцип работы конструкции

На плиту устанавливают крышку для запрессовки манжеты. Сверху на отверстие укладывают кольцо с предварительно надетой манжетой и упор. Далее на болт одевается разрезная шайба, внутренний диаметр которой равен диаметру стрежня болта.

Затем поворотом рукоятки пневмокрana осуществляется подача сжатого воздуха из пневмосети цеха в рабочую полость пневмоцилиндра. Это обуславливает перемещение поршня со штоком. Шток вызывая перемещение вниз тяги упора запрессовывает манжету в посадочное место.

После этого поворотом рукоятки пневмокрana осуществляется перевод поршня пневмоцилиндра из нижнего положения в верхнее. Затем снимается разрезная шайба, упор и кольцо. После чего можно снимать деталь с плиты.

Приспособление также можно использовать и для обратной операции - выпрессовки манжеты из корпуса. Для этого нужно установить соответствующее кольцо изнутри, затем корпус крышки поставить на другое кольцо и сверху поставить упор с разрезной шайбой. Затем поворотом рукоятки пневмокрana осуществляется подача сжатого воздуха из пневмосети цеха в рабочую полость пневмоцилиндра. Это обуславливает перемещение поршня со штоком. Шток вызывая перемещение вниз тяги упора выпрессовывает манжету из посадочного места.

					<i>ВКР.35.03.06.282.18.00.00.</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.4. Расчеты по конструкции

3.4.1 Определение усилия запрессовки манжеты

Прессовые соединения обычно собирают путем силового воздействия на собираемые детали.

Расчетный натяг в соединении определяется по формуле:

$$\delta = \Delta d - 1,2(R_{Z1} + R_{Z2}), \text{ мкм} \quad (3.1)$$

где Δd – разность диаметров охватывающей и охватываемой деталей, мкм;

R_{Z1}, R_{Z2} – высота микронеровностей охватывающей и охватываемой деталей, мкм;

$$\delta = 11 - 1,2*(0,32+0,16)=10,424 \text{ мкм.}$$

Усилие запрессовки определяется по формуле:

$$P = (1,10 \dots 1,15) f * \pi * d * L * p, \text{ Н} \quad (3.2)$$

где f – коэффициент трения на контактной поверхности (зависит от параметров шероховатости поверхности, смазочного материала, давления и других факторов, приближенно при сборке стальных и чугунных деталей $f=0,08 \dots 0,1$); d – номинальный диаметр соединения, мм; L – длина соединяемых поверхностей, мм; p – давление на поверхности контакта, МПа.

$$p = \frac{\delta * 10^{-3}}{d \left(\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2} \right)}, \quad (3.3)$$

Здесь

где δ – натяг в соединении, мкм; C_1 и C_2 – коэффициенты жесткости; E_1, E_2 – модули упругости, МПа (для стали $E=2,1*10^5$, для алюминия $E=10^5$).

$$C_1 = [1 + (d_1/d)^2] / [1 - (d_1/d)^2] - \mu_1, \quad (3.4)$$

$$C_2 = [1 + (d/d_2)^2] / [1 - (d/d_2)^2] + \mu_2 \quad (3.5)$$

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>ВКР.35.03.06.282.18.00.00.</i>					

3.4.3. Определение фактического усилия создаваемого пневмоцилиндром

Определим фактическое усилие создаваемое пневмоцилиндром:

$$P_{\phi} = \frac{\pi * D^2}{4} * P_{\text{КОМ}}, \quad (3.7)$$

где D – принятый стандартный диаметр цилиндра, мм;

$$P_{\phi} = \frac{3,14 * 180^2}{4} * 0,8 = 20347 \text{ Н.}$$

Как видно, фактическое усилие создаваемое пневмоцилиндром превосходит требуемое .

3.4.4 Расчет болта проверочный

Болт находится под действием сил растяжения $F = 7200 \text{ Н.}$

Материал болта выбираем сталь Ст. 3 ГОСТ 380-85

Для пружины с внутренним диаметром $D_{\text{в}} = 30 \text{ мм}$ выбираем болт резьбой М24 с диаметром резьбы $d_1 = 20,752 \text{ мм}$

Расчет прочности болта при растяжение:

$$\sigma_p = F / (\pi \cdot d_1^2 / 4) \leq [\sigma_p] \quad (3.8)$$

Для того что бы упростить расчет кручение учитываем при увеличенном растягивающем усилиии большей на 25...30 %.

Значит :

$$\sigma_p = 1,3 \cdot F / (\pi \cdot d_1^2 / 4) \leq [\sigma_p], \quad (3.9)$$

Предел текучести $\sigma_T = 240 \text{ МПа}$ для стали Ст. 3 принимаем по ГОСТ 380-85

Допускаемый коэф-нт запаса прочности для болтов $[S] = 4.$

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>ВКР.35.03.06.282.18.00.00.</i>					

Учитывая это допустимое напряжение для растяжения в МПа

$$[\sigma_p] = \sigma_T / [S], \quad (3.10)$$

$$[\sigma_p] = 240 / 4 = 60 \text{ МПа}$$

$$\sigma_p = 1,3 \cdot 7200 / (3,14 \cdot 20,752^2 / 4) = 27,7 \text{ МПа}$$

$$27,7 < 60$$

Соответственно условие прочности выполнено.

3.5 Технико-экономическая оценка конструкции

3.5.1 Расчет стоимости приспособления

Стоимость конструкции определяется по формуле:

$$C_{Б1} = \frac{C_{Б0} \cdot G_1}{G_0}, \quad (3.11)$$

где $C_{Б0}$ – стоимость существующей конструкции, руб.;

G_1 - масса проектируемой конструкции, кг;

G_0 - масса существующей конструкции, кг.

Итак, $G = (33 + 0,83) \cdot 1,07 = 36,2 \text{ кг}.$

$$C_{\sigma_1} = \frac{3657 \cdot 36,2 \cdot 0,95}{30,5} = 4340 \text{ руб.} \quad (3.12)$$

В качестве базового оборудования принимаем винтовой пресс с оправками. Время процесса запрессовки на проектируемом приспособлении будет меньше за счет пневмопривода.

					<i>ВКР.35.03.06.282.18.00.00.</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.5.2 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции.

Таблица 3.2 – Исходные данные для расчета технико-экономических показателей

Наименование	Варианты	
	исходный (базовый)	проектируемый
Масса конструкции, кг	25	37
Балансовая стоимость, руб.	1650	4335
Потребляемая (установленная) мощность, кВт	0	0
Количество обслуживающего персонала, чел.	1	1
Разряд работы	3	3
Тарифная ставка, руб./чел.·ч.	100	100
Норма амортизации, %	19,8	19,8
Норма затрат на ремонт и ТО, %	4	4
Годовая загрузка конструкции, час.	150	150
Время цикла, мин	2	0,7
Срок службы, лет	5	5

Часовая производительность машин на стационарных работах периодического действия определяется по формуле:

$$W_{\text{ч}} = \frac{60 \cdot n}{T_{\text{ц}}}, \text{ ед./ч} \quad (3.13)$$

где n – количество обрабатываемых деталей за один рабочий цикл, ед.;

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

$$W_{\text{ч}_0} = \frac{60 \cdot 1}{2} = 30 \text{ ед./ч.};$$

$$W_{\text{ч}_1} = \frac{60 \cdot 2}{0,7} = 85,7 \text{ ед./ч.}$$

Металлоемкость процесса определяется по формуле:

$$M_{\text{е}} = \frac{G}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}}, \text{ кг/ед} \quad (3.14)$$

где $T_{\text{год}}$ – годовая загрузка устройства, ч;

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

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>ВКР.35.03.06.282.18.00.00.</i>					

Трудоемкость процесса определяется по формуле:

$$T_e = \frac{n_p}{W_{\text{ч}}}, \text{ чел.} \cdot \text{ч.} \quad (3.22)$$

где n_p – количество обслуживающего персонала, чел.

$$T_{e_0} = \frac{1}{3,75} = 0,267 \text{ чел.} \cdot \text{ч.},$$

$$T_{e_1} = \frac{1}{6} = 0,167 \text{ чел.} \cdot \text{ч.}$$

$$C_{\text{зн}_0} = 0,033 \cdot 100 = 3,33 \text{ руб./ед.},$$

$$C_{\text{зн}_1} = 0,1167 \cdot 100 = 1,167 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание устройства определяются по формуле:

$$C_{\text{рто}} = \frac{C_{\text{б}} \cdot N_{\text{рто}}}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \text{ руб./ед.} \quad (3.23)$$

$$C_{\text{рто}_0} = \frac{1650 \cdot 4}{100 \cdot 30 \cdot 150} = 0,015 \text{ руб./ед.},$$

$$C_{\text{рто}_1} = \frac{4335 \cdot 4}{100 \cdot 85,7 \cdot 150} = 0,013 \text{ руб./ед.}$$

Амортизационные отчисления по устройству определяется по формуле:

$$A = \frac{C_{\text{б}} \cdot a_{\text{н}}}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \text{ руб./ед.} \quad (3.24)$$

$$A_0 = \frac{1650 \cdot 19,8}{100 \cdot 30 \cdot 150} = 0,073 \text{ руб./ед.},$$

$$A_1 = \frac{4335 \cdot 19,8}{100 \cdot 85,7 \cdot 150} = 0,067 \text{ руб./ед.}$$

$$S_0 = 3,33 + 0,015 + 0,073 = 3,42 \text{ руб./ед.},$$

$$S_1 = 1,167 + 0,13 + 0,067 = 1,297 \text{ руб./ед.}$$

Приведенные затраты на работу устройства определяются по формуле:

					<i>ВКР.35.03.06.282.18.00.00.</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$C_{\text{прив}} = S + E_{\text{н}} \cdot k, \text{ руб./ед.} \quad (3.25)$$

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

k – удельные капитальные вложения или фондоемкость процесса, руб./ед.

$$C_{\text{прив}0} = 3,42 + 0,15 \cdot 0,367 = 3,476 \text{ руб./ед.},$$

$$C_{\text{прив}1} = 1,167 + 0,15 \cdot 0,337 = 1,297 \text{ руб./ед.}$$

Годовая экономия определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}1}, \text{ руб.} \quad (3.26)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (3,421 - 1,247) \cdot 85,7 \cdot 150 = 27947,41 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле:

$$E_{\text{год}} = (C_{\text{прив}0} - C_{\text{прив}1}) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}1}, \text{ руб.} \quad (3.27)$$

$$E_{\text{год}} = (3,476 - 1,297) \cdot 85,7 \cdot 150 = 28004,3 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений определяется по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{б}1}}{\mathcal{E}_{\text{год}}}, \text{ лет} \quad (3.28)$$

где $C_{\text{б}1}$ – балансовая стоимость спроектированной конструкции, руб.

$$T_{\text{ок}} = \frac{4335}{27947,41} = 0,155 \text{ лет.}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяется по формуле:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{C_{\text{б}}} = \frac{1}{T_{\text{ок}}}, \text{ лет}^{-1} \quad (3.29)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{27947,41}{4335} = 6,44 \text{ лет}^{-1}$$

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.282.18.00.00.					

Таблица 3.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции.

Наименование показателей	Варианты		Проект. в %% к базовому
	исходный (базовый)	проекти- руемый	
Часовая производительность, ед./ч	30,00	85,71	2,857
Фондоемкость процесса, руб./ед.	0,367	0,337	0,920
Металлоемкость процесса, кг/ед.	0,01667	0,07048	4,22857
Трудоемкость процесса, чел.-ч.	0,033	0,012	0,350
затраты на оплату труда	3,333	1,167	0,350
затраты на ремонт и ТО	0,015	0,013	0,920
амортизационные отчисления	0,073	0,067	0,920
Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.	3,421	1,247	0,365
Уровень приведенных затрат, руб./ед.	3,476	1,297	0,373
Годовая экономия, руб.	-	27947,413	-
Годовой экономический эффект, руб.	-	28004,306	-
Срок окупаемости капитальных вложений, лет	-	0,155	-
Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	6,447	-

Как видно из расчетов наше приспособление является экономически эффективным.

					<i>ВКР.35.03.06.282.18.00.00.</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе были рассмотрены устройство, принцип работы и причины выхода из строя агрегатов трансмиссии на примере ведущего моста трактора К-700.

Разработана технология восстановления ведущего вала главной передачи ведущего моста трактора К-700.

Разработана конструкция приспособления для восстановления валов. Приспособление может использоваться для проведения дефектовки, фрезерных или шлифовальных операций. Внедрение приспособления позволит повысить производительность труда, позволит обеспечить безопасность работ при ремонте. Годовой экономический эффект от применения данной конструкции составит 11217 руб. при сроке окупаемости 1,4 года.

Вышеизложенное позволяет сделать заключение о том, что внедрение данной конструкторской разработки в производство позволит повысить экономические показатели и эффективность производства предприятия.

Также в работе были рассмотрены вопросы по охране труда и охране 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 вузов/ Под ред. В.А. Финогенова. 6-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2000. – 383 с.: ил.
6. Комплексная система технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве: часть 1 /.- М.: ГосНИТИ , 1981.
7. Курсовое и дипломное проектирование по надежности и ремонту машин. Серый Н.С., Смелов А.П., Черкун В.Е.- 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Агропромиздат, 1991- 184с.
8. Лимарёв В.Я., Ерохин М.Н. Материально – техническое обеспечение агропромышленного комплекса – М.: Известия, 2002. – 464 с
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. Матвеев В.А., Пустовалов И.И. Техническое нормирование ремонтных работ в сельском хозяйстве. – М.: Колос, 1979. – 288 с., ил.
11. 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
12. 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.

13. Справочник по восстановлению деталей / Е.Л. Воловик.. – М.: Колос,2009. -351 с.
14. Справочник по тракторам «Кировец» [Текст] / М.Г. Пантюхин, Л.И. Безверхний, Н.А. Березин [и др.]..- М., «Колос», 1982.-271с.
15. Справочник инженера по техническому сервису машин и оборудования в АПК.- М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003.-604 с.
16. Текущий ремонт колесных тракторов [Текст] / Ю.М. Копылов.- М : Росагропромиздат, 1988.-287с.
17. Технология ремонта машин/ Е. А. Пучин, В. С. Новиков, Н. А. Очковский и др.; Под ред. Е. А. Пучина. — М.: КолосС, 2007. — 488 с: ил.
18. Черноиванов В.И. Организация и технология восстановления деталей машин. – М:ГОСНИТИ,2003.- 488 с.
19. 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.