

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет**

**Институт механизации и технического сервиса**

Направление «Агроинженерия»

Профиль «Технический сервис в АПК»

Кафедра «Технический сервис»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**на соискание квалификации (степени) «бакалавр»**

Тема: «Проектирование технологического процесса ремонта ведущего моста трактора с разработкой приспособления для восстановления валов»

Шифр ВКР.350306.017.17.00.00.ПЗ

Студент \_\_\_\_\_ Петров И.А.  
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 – 2017 г.

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет**

**Институт механизации и технического сервиса**

Направление «Агроинженерия»

Профиль «Технический сервис в АПК»

Кафедра «Технический сервис»

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

## **ЗАДАНИЕ**

### **на выпускную квалификационную работу**

Студенту \_\_\_\_\_ Петрову Илье Андреевичу \_\_\_\_\_

Тема ВКР «Проектирование технологического процесса ремонта ведущего моста трактора с разработкой приспособления для восстановления валов» \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ утверждена приказом по вузу от 09.01.2017 г. № 7 \_\_\_\_\_

2. Срок сдачи студентом законченной работы 06.02.2017 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. 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-Сборочный чертеж конструкции .

Лист 4-Рабочие чертежи деталей .

Лист 5-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 13.12.2016 г.

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

| №<br>п/п | Наименование этапов ВКР | Срок<br>выполнения | Примечание |
|----------|-------------------------|--------------------|------------|
| 1        | Глава 1                 | 13.01-24.12        |            |
| 2        | Глава 2                 | 24.12-09.01        |            |
| 3        | Глава 3                 | 10.01-24.01        |            |
| 4        | Глава 4 и 5             | 25.02-01.02        |            |
| 5        | Оформление работы       | 02.02-06.02        |            |

Студент \_\_\_\_\_ (Петров И.А.)

Руководитель \_\_\_\_\_ (Шайхутдинов Р.Р.)

## АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе Петрова Ильи Андреевича на тему:  
«Проектирование технологического процесса ремонта ведущего моста  
трактора с разработкой приспособления для восстановления валов»

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

Записка состоит из введения, пяти разделов, заключения и включает рисунков таблиц и спецификации.

В первом разделе дан анализ устройства и работы трактора К-700 и его ведущих мостов. Проведен анализ причин появления и методов устранения неисправностей.

Во втором разделе разработана технология восстановления ведущей шестерни главной передачи. Разработаны ремонтный чертеж и технологическая карта на восстановление детали.

В третьем разделе конструкция приспособления для восстановления валов. Приведены необходимые расчеты параметров конструкции.

В четвертом разделе приведены результаты технико-экономической оценки конструкции.

В пятом разделе рассмотрены вопросы охраны окружающей среды и охраны труда при ремонте машин.

Пояснительная записка оканчивается заключением.

# **I 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 подпрессоренным 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 тормозом;

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.

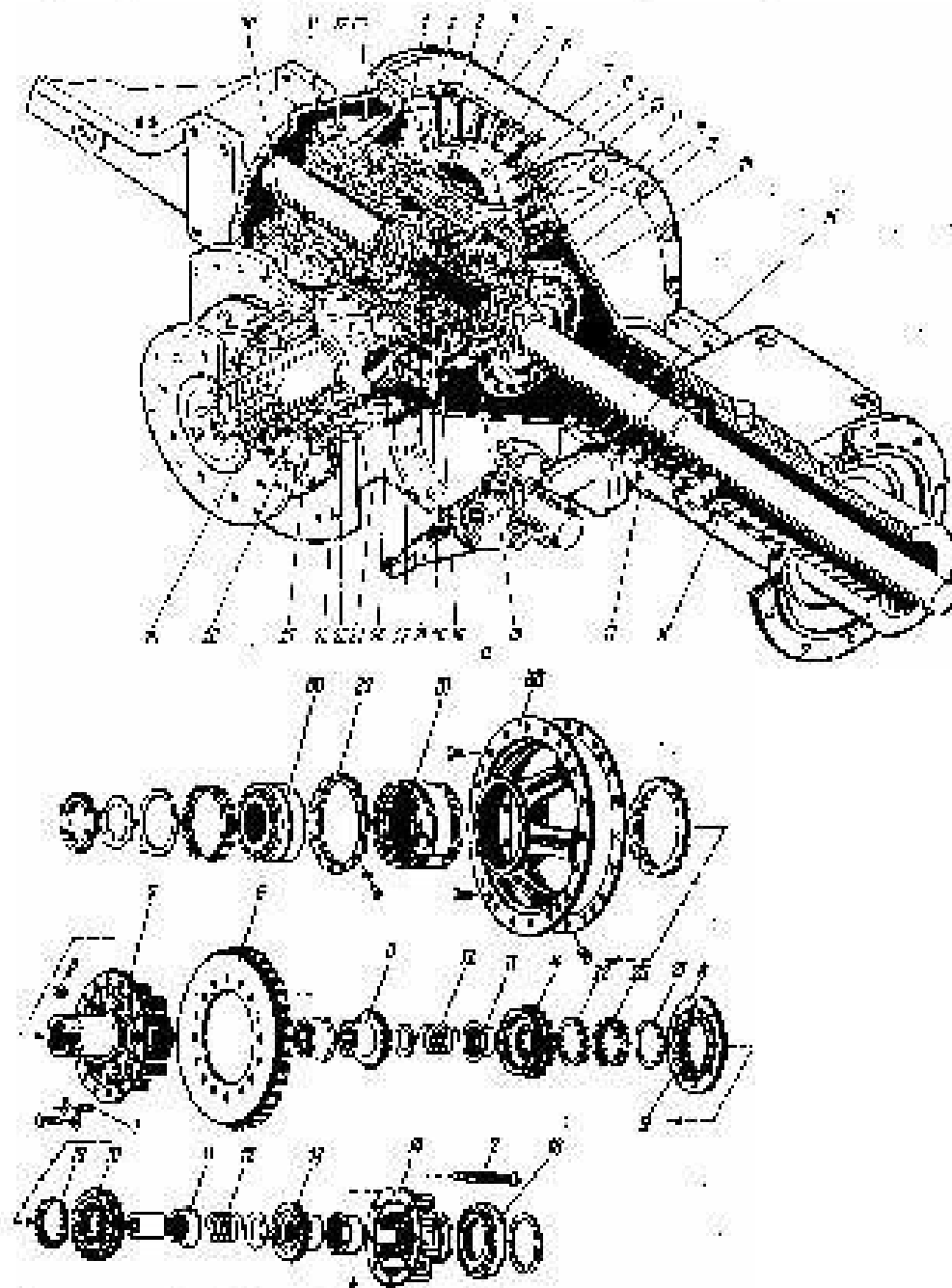
Ведущие мосты трактора взаимозаменяемы. В собранном виде они различаются наличием стояночного тормоза на переднем ведущем мосту. Их жестко крепят к полурамам трактора с помощью стремянок и клиновидных прокладок.

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 — ставаны, 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 — двурядный 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.

Ставан 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 двурядный 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 обеих 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 оттяжными 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 поворачиванием 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 плавную 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 3 (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 3; 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 отверстии 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 трапецевидной 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: с наружи — П-образные, как на ведущей муфте 8, внутри — трапецевидные, как на кольце 20, только меньшей длины. На обработанную наружную цилиндрическую поверхность трапецевидных 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 трапецевидные кулачки, как на полумуфтах 4 и 10. При совмещении кулачков полумуфты и

кольца они становятся как бы едиными кулачками, длина которых равна длине трапецевидных кулачков кольца 20.

Кулачки ведомых полу муфт 4 и 10 и колец 19 и 22 вводятся в зацепление с соответствующими кулачками ведущей муфты 3 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 шпиды. 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 шпидами — 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 3 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 3 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 провернуться и заклинить 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 п.п. 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. 12), ступица 3 и прикрепленная к ней крышка.

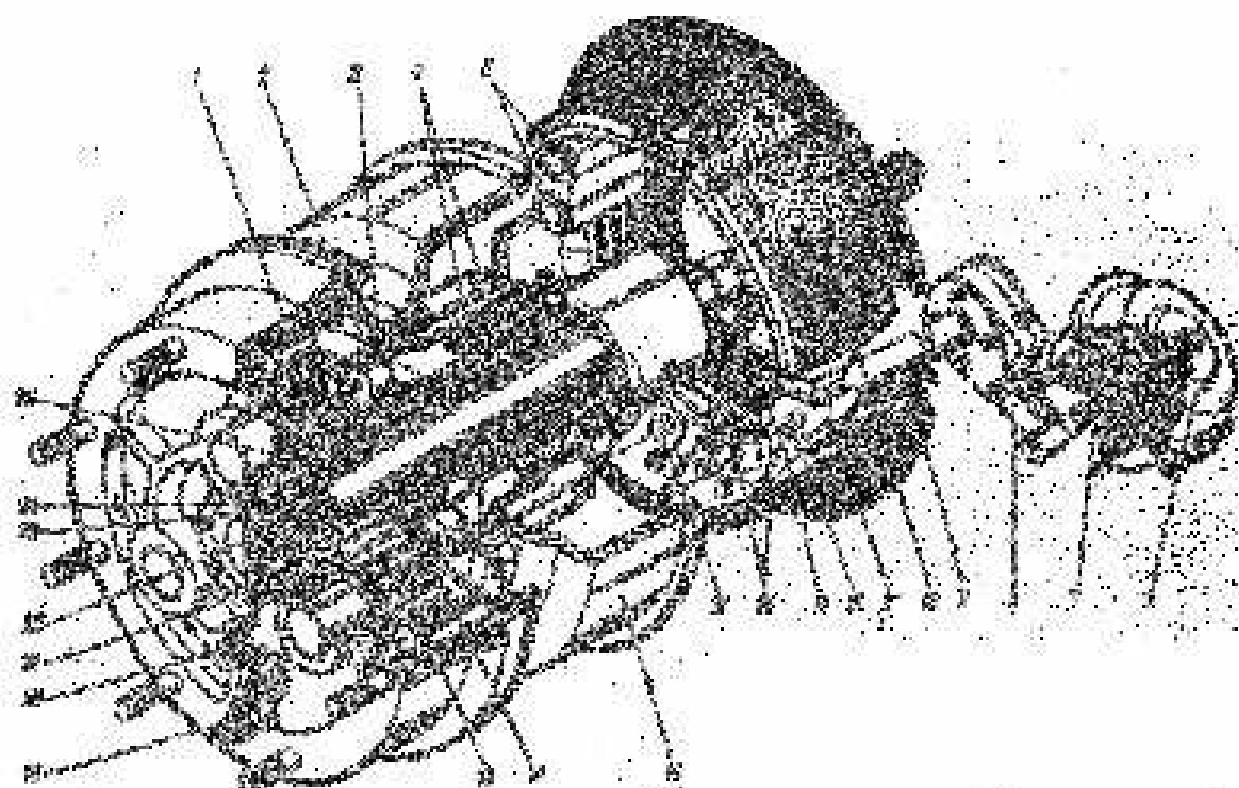
Конечную передачу монтируют на трубе 15, запрессованной в кожух полуоси и закрепленной в нем четырьмя штифтами. На наружном конце трубы нарезаны шлицы и резьба. На шлицы надета венечная шестерня 17, которая удерживается круглой гайкой, накрученной на резьбу. Гайка стопорится планкой, прикрепленной к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

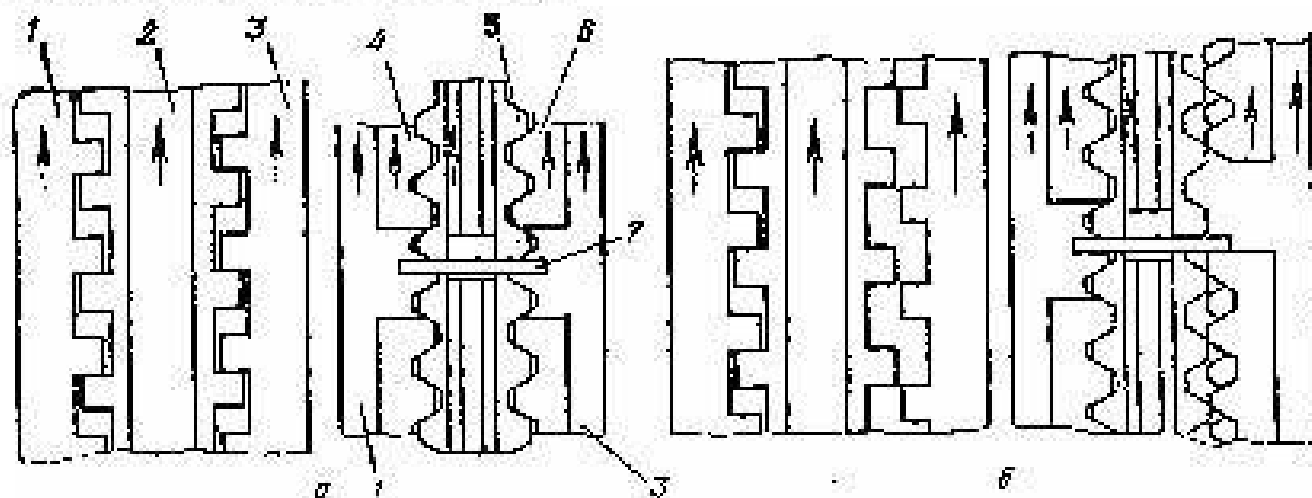
Вал разжимного кулака 12 опирается на две бронзовые втулки, одна из которых расположена в суппорте, а другая — в кронштейне, прикрепленном к кожуху полуоси. Устанавливая прокладки между кронштейном и кожухом полуоси, достигают свободного вращения кулака от усилия руки. На шлицы вала кулака надевают рычаг 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 3 (см. рис. 1.1) через П-

образные кулачки передается ведомым полумуфтам 4 и 10, через их эвольвентные зубья — ступицам 3 и 13, а через шпиды 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 с 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 полу муфт и разрезных колец) а — прямолнейное движение; б — поворот трактора влево.

Вследствие большей ширины впадин П-образные кулачки полу муфты 3 переместятся вперед (в направлении вращения) относительно кулачков ведущей муфты 2, и рабочие базовые поверхности их отойдут одна от другой. Одновременно трапецевидные кулачки полу муфты 3 и разрезного кольца б упрутся в такие же кулачки кольца 5 ведущей муфты. Затем наклонные боковые поверхности трапецевидных кулачков полу муфты 3 и разрезного кольца б соскользнут по наклонным боковым поверхностям кулачков кольца 5, вращающегося медленнее, со скоростью, численно равной частоте вращения ведущей муфты и полу муфты. В результате этого полу муфта 3 с разрезным кольцом б переместится от ведущей муфты 2 и кольца 5, двигаясь по эвольвентным зубьям ступицы и сжимая пружину. Кулачки полу муфты 3 и разрезного кольца б выйдут из впадин кулачков ведущей муфты 2 и кольца 5; их торцы начнут проскальзывать один относительно другого. Полу муфта 3 отключится от ведущей муфты, и «забегающее» колесо будет свободно перекачиваться по опорной поверхности. При этом мощность двигателя от ведущей муфты передается только полу муфте 1 и левому колесу, которое движет трактор на повороте.

Разрезное кольцо б, ускоренно вращающееся вместе с полу муфтой 3, упрется торцом прорези в шпонку 7 ведущей муфты 2 и начнет вращаться с частотой последней. При этом оно проворачивается на полу муфте 3, трапецевидные кулачки полу муфты и кольца раздвигаются и перекрывают впадины. Такое положение трапецевидных кулачков препятствует возвращению полу муфты 3, находящейся под действием сжатой пружины, в зацепление с ведущей муфтой 2 в те моменты, когда П-образные кулачки полу муфты 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 полумуфты 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 полумуфты 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 вожухов 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 четырехгранный ось 1 (см. рис. 1.3) с червяком 4 на  $1/e$  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 солидола нагнетателя через масляный, 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  $20^\circ$ .

#### 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 | Срезаны болты крепления шестерни к ступице из-за недостаточной затяжки их при сборке или ослабления в | Разбирают главную передачу, заменяют дефектные детали. Подтягивают резьбовые соединения. При |

30...45 мм. Разность ходов штоков тормозных камер одного моста не должна превышать 7 мм.

Чтобы отрегулировать ход штоков, необходимо поворачивать за четырехгранный ось 1 (см. рис. 1.3) с червяком 4 на  $1/e$  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 солидола нагнетателя через масляный, 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  $20^\circ$ .

#### 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 | Срезаны болты крепления шестерни к ступице из-за недостаточной затяжки их при сборке или ослабления в | Разбирают главную передачу, заменяют дефектные детали. Подтягивают резьбовые соединения. При |

| Неисправность                                                                         | Причина                                                                                                                                                                      | Способ устранения                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                       | стение или малая глубина закаленного или цементованного слоя, термические или шлифовочные трещины на эвольвентной поверхности зубьев, не выдержаны заданные размеры деталей) |                                                                                          |
| Ослаблено крепление водила к ступице                                                  | Недостаточно или несвоеременно затянуты болты крепления водила к ступице                                                                                                     | Регулярно подтягивают болты крепления водила к ступице                                   |
| Недостаточно эффективное торможение трактора воле снятии тормозов                     | Увеличен ход штокв тормозных камер                                                                                                                                           | Проверяют и регулируют ход штока каждой камеры                                           |
|                                                                                       | В тормозные барабаны попала вода, снег или грязь<br>Недостаточное давление воздуха в пневмосистеме                                                                           | Снимают полукосышки, промывают полость тормозного барабана и просушивают сжатым воздухом |
| Стояночный тормоз не удерживает трактор на уклоне 20°<br>Нарушена регулировка тормоза | Замаслены накладки, тормозных колодок<br>Регулируют зазор между накладками колодок и тормозным диском, а также натяжение троса                                               | Промывают накладки дизельным топливом и устраняют причину попадания масла на накладки    |

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Разработка технологического процесса восстановления детали

#### 2.1.1. Выбор методов восстановления

По технологическому критерию подходят следующие методы восстановления: хромирование, железнение.

Технический критерий оценивает каждый из выбранных способов путем анализа восстанавливаемой поверхности с изучением ее свойств (износостойкость, твердость, сцепляемость) и характеризуется одним общим коэффициентом долговечности.

$$K_d = K_f * K_v * K_c * K_{\Pi} \quad (2.1)$$

где  $K_{\Pi}$  - поправочный коэффициент, учитывающий фактическую работоспособность восстановленной детали в условиях эксплуатации ( $K_{\Pi}=0,8 \dots 0,9$ ).

Для железнения

$$K_d = 0,91 * 0,82 * 0,65 * 0,85 = 0,412$$

Для хромирования

$$K_d = 1,67 * 0,97 * 1,82 * 0,85 = 2,51$$

По техническому критерию предпочтительнее применить метод хромирования

Технико-экономический критерий связывает стоимость восстановления детали с ее долговечностью после устранения дефектов. Условие технико-экономической характеристики эффективности способа восстановления детали предложено профессором Казарцевым В.И.:

$$C_v < K_d * C_{\Pi} \quad (2.2)$$

где  $C_{\Pi}$  - стоимость новой детали, руб.;

$C_v$  - себестоимость восстановления  $1\text{ м}^2$  изношенной поверхности детали, руб./ $\text{м}^2$ .

Если неизвестна стоимость новой детали, критерий оценивают по формуле профессора В.А. Шадричева:

$$K_1 = C_{\text{в}} / K_{\text{д}}, \quad (2.3)$$

где  $K_1$  - коэффициент технико-экономической эффективности;

$C_{\text{в}}$  - себестоимость восстановления  $1 \text{ м}^2$  изношенной поверхности детали, руб./ $\text{м}^2$ . Для хромирования 1772 руб./ $\text{м}^2$ .

Эффективным считают тот метод у которого  $K_1 \rightarrow \min$ .

Для железнения

$$K_1 = 301 / 0,412 = 733 \text{ руб.}$$

Для хромирования:

$$K_1 = 881 / 2,51 = 352,4 \text{ руб.}$$

По технико-экономическому критерию предпочтительнее применить метод хромирования.

Итак, принимаем метод хромирования.

## 2.1.2. Расчет и выбор режимов нанесения покрытий на деталь

### 1. Товарная операция

Точить поверхность 3.

Скорость резания

$$V = \frac{\pi \cdot D_{\text{заг}} \cdot n}{1000} \quad (2.4)$$

где  $D_{\text{заг}}$  - диаметр обрабатываемой детали, мм;

$n$  - частота вращения заготовки,  $\text{мин}^{-1}$ ;

$$V = \frac{\pi \cdot 110 \cdot 1500}{1000} = 0,2 \text{ м/мин.}$$

Глубина резания определяется по формуле:

$$t = \frac{(D_{\text{заг}} - d)}{2} \quad (2.5)$$

где,  $D_{\text{заг}}$  - диаметр заготовки, мм;

$d$  - диаметр обрабатываемой детали, мм.

$$t = \frac{(10,3 - 10)}{2} = 0,15 \text{ мм}$$



## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Разработка технологического процесса восстановления детали

#### 2.1.1. Выбор методов восстановления

По технологическому критерию подходят следующие методы восстановления: хромирование, железнение.

Технический критерий оценивает каждый из выбранных способов путем анализа восстанавливаемой поверхности с изучением ее свойств (износостойкость, твердость, сцепляемость) и характеризуется одним общим коэффициентом долговечности.

$$K_d = K_f * K_v * K_c * K_{\Pi} \quad (2.1)$$

где  $K_{\Pi}$  - поправочный коэффициент, учитывающий фактическую работоспособность восстановленной детали в условиях эксплуатации ( $K_{\Pi} = 0,8 \dots 0,9$ ).

Для железнения

$$K_d = 0,91 * 0,82 * 0,65 * 0,85 = 0,412$$

Для хромирования

$$K_d = 1,67 * 0,97 * 1,82 * 0,85 = 2,51$$

По техническому критерию предпочтительнее применить метод хромирования

Технико-экономический критерий связывает стоимость восстановления детали с ее долговечностью после устранения дефектов. Условие технико-экономической характеристики эффективности способа восстановления детали предложено профессором Казарцевым В.И.:

$$C_v < K_d * C_{\Pi} \quad (2.2)$$

где  $C_{\Pi}$  - стоимость новой детали, руб.;

$C_v$  - себестоимость восстановления  $1\text{ м}^2$  изношенной поверхности детали, руб./ $\text{м}^2$ .

## 2. Хромирование.

Сила тока определяется по формуле :

$$I = D_k \cdot F_k, \text{ A}, \quad (2.6)$$

где,  $D_k$  – катодная плотность тока,  $D_k = 35 \text{ A/dm}^2$ .

$F_k$  – площадь покрываемой поверхности,  $F_k = 6,4 \text{ дм}^2$ .

$$I = 35 \cdot 6,4 = 224 \text{ A}$$

Напряжение:

$$U = 6 \text{ В}.$$

### 2.9.3 нормирование работ

#### 1. Растачивание отверстия

Норма времени  $T_n$  рассчитывается по формуле :

$$T_n = T_* + T_{\text{всп}} + T_d + T_{\text{за}} \text{ мин} \quad (2.7)$$

где  $T_*$  - основное время, мин;

$T_{\text{всп}}$  - вспомогательное время, мин;

$T_d$  - дополнительное время, мин  $T_d = 0,14(T_* + T_{\text{всп}})$ ;

$T_{\text{за}}$  - подготовительно-заключительное время, мин;

Основное время определяют по формуле:

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

где  $L$  - высота корпуса, мм;

$i$  - число проходов;

$S$  - подача.

$$T_* = \frac{108 \cdot 1}{112 \cdot 0,2} = 4,82 \text{ мин};$$

Вспомогательное время  $T_{\text{всп}} = 6,7$  мин. Берётся из таблицы, при этом учитывают закрепление деталей в кондукторе, центрирование и установка вылета реза.

Для растачивания  $T_n = 4,8 + 6,7 + 0,14 \cdot (4,8 + 6,7) + 3,5 = 16,1 \text{ мин}$ ,

Расчетная продолжительность осаждения железа.

$$t_p = \frac{10 \cdot h \cdot \gamma}{D_k \cdot Z \cdot \eta} \quad (2.9)$$

$$t_p = \frac{10 \cdot 1,5 \cdot 7,8}{35 \cdot 1,042 \cdot 0,8} = 12,6 \text{ мин.}$$

Для хромирования  $T_{\text{хр}} = 12,6 + 4,9 + 0,14 \cdot (12,6 + 4,9) + 1,6 = 20,8 \text{ мин}$

## 2.2 Ремонт деталей трансмиссии тракторов, автомобилей и комбайнов.

Основными деталями трансмиссии машин, подвергающихся изнашиванию, являются корпусные детали, подшипники качения, шестерни, валы, стаканы подшипников, детали планетарных передач.

Шестерни и валы. Шестерни имеют следующие дефекты: износ зубьев по толщине и длине (у шестерен непостоянного зацепления), износ стенок кольцевых пазов в сопряжениях с выпками вальцовки и внутренних посадочных шлицевых или гладких поверхностей, трещины и выкрашивание зубьев.

Допустимые износы зубьев шестерен по толщине при одностороннем износе у тракторов ДТ-75 — 0,25...0,35 мм, предельные 0,70...1,0 мм; у тракторов К-701 соответственно 0,4...0,5 мм и 1,3...1,5 мм.

Если во время работы зубья парных шестерен находятся не в полном зацеплении по длине, то при использовании шестерен для дальнейшей работы образовавшиеся уступы на зубьях необходимо удалить абразивным кругом.

При одностороннем износе зубьев, превышающем допустимую величину, симметричные шестерни могут быть перевернуты или переставлены с одной стороны трактора на другую. У шестерен с несимметричной ступицей, чтобы они могли работать неизношенной стороной, отрезают часть ступицы, а с другой стороны ступицы приваривают соответствующей толщины кольцо. Если переворачивают шестерни непостоянного зацепления, то для обеспечения их нормальной работы (вальцовки) необходимо закруглить торцы зубьев с другой стороны.

При износе зубьев шестерен с торца со стороны валочения проводят шлифование торцов до одинаковой длины всех зубьев и закругляют торцы. Допускается укорочение зубьев по длине на 8...10%. При большей величине торцевого износа зубьев их восстанавливают до номинальной длины наплавкой под флюсом с последующим шлифованием торцов по наружной поверхности и закруглением торцов с помощью электрохимической обработки. Износ зубьев шестерен по боковой поверхности может быть устранен наплавкой с последующей механической обработкой (шлифование зубьев). Наплавку ведут или вдоль зуба (для крупномодульных шестерен), или сразу по всей длине зуба от впадины до вершины зуба. Восстанавливать зубья шестерен одновременно торцевой и боковой поверхностями можно пластической деформацией (давлением). Для этого вокруг посадочного отверстия со стороны изношенных торцов зубьев наплавляют валик (запас) металла, шестерню нагревают до 1100...1250°C, закладывают в матрицу (форму) и давлением пуансона осаживают и раздают.

При износе шлицев ступицы шестерни ступицу растачивают, запрессовывают новую шлицевую втулку и стопорят ее электросваркой.

Износы стенок кольцевых пазов для вилок переключения у тракторных шестерен допускаются до зазора 1,0...1,2 мм [ 1 ].

Валы шлицевой передачи имеют следующие характерные дефекты: износ боковой поверхности шлицев и посадочных поверхностей под подшипники качения, изгиб и скручивание.

У шлицевых валов, которые сопрягаются с блочными и несимметричными шестернями, наблюдается неравномерный износ шлицев по длине. В случае замены только одной из деталей сопряжения (шестерни или вала) шестерня будет устанавливаться с некоторым перекосом, при этом будут ускоренно изнашиваться зубья, а также появятся дополнительные осевые нагрузки на подшипники качения.

Неравномерность износа боковой поверхности шлицев по длине, непараллельность оси шестерни или вала как у шестерен, так и у валов более

0,03 мм на 100 мм длины в изношенных местах не допускается. Износы же шлицев по толщине допускаются в значительных пределах (до увеличения зазора против нормального в 8... 14 раз, то есть 1,2... 2,3 мм для различных сопряжений силовой передачи).

Перенос шлицев может быть также следствием скручивания вала. При неравномерном износе или перекосе шлицев по длине их стенки выравнивают шлифованием по боковой поверхности. Шлицы, изношенные по боковой поверхности более допустимого, восстанавливают наплавкой. Способ наплавки выбирают в зависимости от размеров шлицев и величины износа. При вибродуговой наплавке или наплавке в защитных газах наплавляют обычно изношенную боковую поверхность шлицев. Наплавку под флюсом ведут либо заплывая впадины, либо круговую по винтовой линии.

После наплавки шлицев их фрезеруют по боковой и шлифуют по наружной поверхностям. Затем при необходимости проводят термообработку. Для восстановления толщины шлицев можно использовать способ пластической деформации.

Напряженные длинные валы трансмиссии могут иметь прогиб и биение, что вызывает усиленный износ шестерен и подшипников. Величина допустимого биения шлицев 0,05 мм в средней части вала. Изгиб валов устраняют холодной правкой прессом.

Изношенные посадочные поверхности вала под подшипники качения восстанавливают электроимпульсным наращиванием или железнением. При износах более 0,4 мм применяют вибродуговую наплавку или напекание металлических порошков. Концы валов с изношенной резьбой восстанавливают наплавкой с последующей механической обработкой на нормальный размер или проточкой и нарезанием резьбы уменьшенного размера.

Карданные Валы. Основными дефектами карданного вала являются износы в шлицевом сопряжении скользящей вилки и карданного вала, цапф

крестовины кардана и игольчатых подшипников, отверстий в вилке и во фланце-вилке кардана в сопряжении с игольчатым подшипником. У карданных валов могут быть погнутость, вмятины, нарушение динамической балансировки.

Крестовины кардана восстанавливают вибродуговой наплавкой порошковой проволокой, а затем шлифуют под номинальный размер.

Овальность и конусность шипов крестовины после шлифования допускается не более 0,01 мм, перпендикулярность 0,1 мм на концах шипов.

Изношенные отверстия под наружные кольца игольчатых подшипников растачивают на токарном или расточном станке и запрессовывают в расточенные отверстия промежуточные втулки.

Изношенные шлицы скользящей вилки восстанавливают обжатием в матрице под прессом с последующим прошиванием протяжкой.

Шлицы вала кардана можно восстанавливать наплавкой.

При прогибе карданного вала в средней части более 0,4 мм его правят вколodную под прессом. Карданные валы после ремонта должны подвергаться динамической балансировке.

Планетарные механизмы Применяются в механизмах поворота тракторов ДТ-75, ДТ-75М и в увеличителях крутящего момента тракторов МТЗ-50, ДТ-75, ДТ-75М. Планетарные механизмы используются и в колесных редукторах тракторов К-700, К-701, Т-150К. В процессе работы у этих механизмов наблюдается износ шеек под ролики игольчатых подшипников у осей сателлитов, износы в соединении ось сателлита — отверстие водила. У солнечной и эпициклической (коронной) шестерни и у сателлитов изнашиваются зубья. Изнашиваются также отверстия под подшипники у сателлитов.

Изношенные посадочные поверхности под подшипники качения у эпициклической шестерни можно восстанавливать электроимпульсным наращиванием, вибродуговой наплавкой, железнением; у оси сателлита —



проводят термическую правку) и подвергают химико-термической обработке (сульфоцианированию поверхности).

Корпусные детали. Основными дефектами корпусных деталей являются трещины, изломы и пробойны корпуса, износ посадочных мест под гнезда подшипников или наружные кольца подшипников, износ установочных штифтов и отверстий под них, повреждение и износ резьбы в отверстиях.

Для устранения трещин, изломов и пробоин применяют холодную электродуговую сварку и приварку накладок электродом ЦЧ-4 диаметром 3...4 мм. Сварку ведут способом отжигающих валиков. Для заварки трещин в корпусных чугунных деталях используют и полуавтоматическую сварку в среде углекислого газа, применяя проволоку Св-08Г2С диаметром 0,8... 1,2 мм.

Большую производительность и хорошее качество дает полуавтоматическая сварка чугунных корпусных деталей самозащитной проволокой ПАНЧ-11 диаметром 1,2 мм.

При ручной газовой сварке используют в качестве присадочного материала чугунные прутки НЧ-1 для многослойной наплавки и сварки тонкостенных деталей и НЧ-2 - для сварки толстостенных деталей.

В трещине в перемычке между отверстиями под подшипники фрезеруют паз, сверлят отверстия, ставят штифты или скобы и производят сварку способом отжигающих валиков электродом.



### 3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1 Обзор устройств для восстановления валов

На валах обычно присутствуют такие элементы как шпонки, шлицы, зубья, лыски. На валах обычно присутствуют такие элементы как шпонки, шлицы, зубья, лыски. Для их выполнения и восстановления необходимы приспособления для закрепления валов на рабочих столах станков.

Заготовки валов для фрезерования в них шпоночных пазов и лысок удобно закреплять в призмах. Для коротких заготовок достаточно одной призмы. При большой длине вала 2 заготовку устанавливают на двух призмах 3 (рис. 3.1).

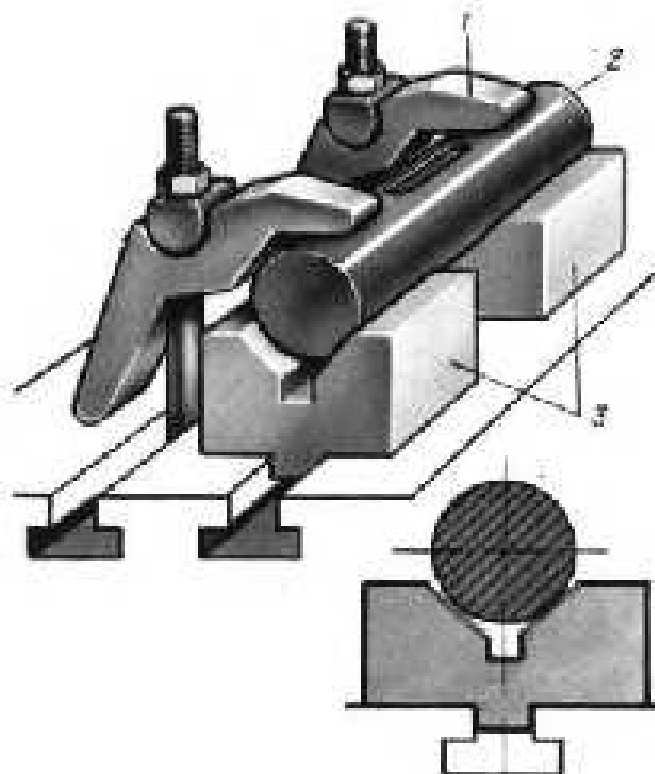


Рисунок 3.1- Закрепление вала на призмах

|           |           |           |       |      |                                            |                       |      |        |
|-----------|-----------|-----------|-------|------|--------------------------------------------|-----------------------|------|--------|
|           |           |           |       |      | ВКР.350306.057.17.00.00                    |                       |      |        |
| Изм.      | Лист      | ИР. Взам. | Подп. | Дата | Приспособление для<br>восстановления валов | Лист                  | Лист | Листов |
| Разраб.   | Петров    |           |       |      |                                            |                       |      |        |
| Провер.   | Шенкманов |           |       |      |                                            |                       | 1    |        |
|           |           |           |       |      |                                            | Калужский ГАУ каф. ТС |      |        |
| Н. Контр. | Нардманов |           |       |      |                                            |                       |      |        |
| Утверд.   | Абизанов  |           |       |      |                                            |                       |      |        |

Правильность расположения призмы на столе станка обеспечивается шипом в основании призмы, входящим в паз стола, как показано на рисунке справа. Валы закрепляют прихватками 1. Во избежание прогиба вала при закреплении необходимо следить, чтобы прихваты опирались на вал над призмами. Под прихваты следует положить тонкую медную или латунную прокладку, чтобы не повредить окончательно обработанной цилиндрической поверхности вала.

На рис. 3.2 показаны тиски для закрепления валов.

Тиски на столе можно закреплять либо в положении, показанном на рис. 3.2, либо можно повернуть их на  $90^\circ$ . Поэтому они пригодны для закрепления валов как на горизонтально-фрезерных, так и на вертикально-фрезерных станках. Вал устанавливается цилиндрической поверхностью на призму 5 и при вращении маховичка 1 зажимается губками 3 и 6, которые поворачиваются вокруг пальцев 2 и 7. Призму 5 можно установить в тисках другой стороной для закрепления вала большего диаметра. Упор 4 служит для установки вала по длине.

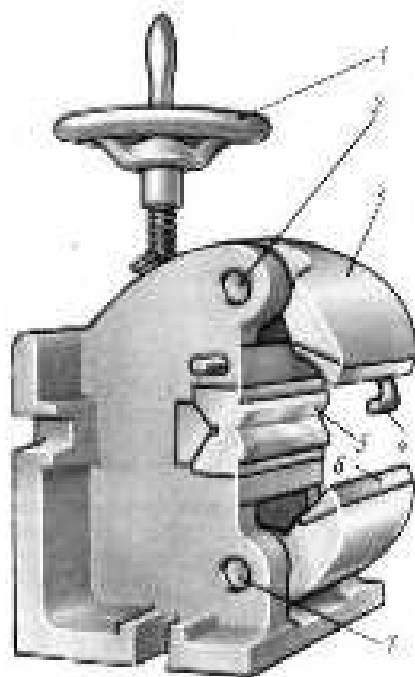


Рисунок 3.2 - Тиски для закрепления валов

|      |      |             |            |      |
|------|------|-------------|------------|------|
|      |      |             |            |      |
| Изм. | Лист | № док. изм. | По чертежу | Дата |

ВКР.350306.057.17.00.00.

Лист

На рис. 3.3 показана- магнитная призма с постоянным магнитом. Корпус призмы состоит из двух частей, между которыми размещен оксидно-бариевый магнит. Для закрепления валика достаточно повернуть рукоятку выключателя на 90°. Сила зажима вполне достаточна для фрезерования на валиках шпоночных пазов, лысок и т. д.

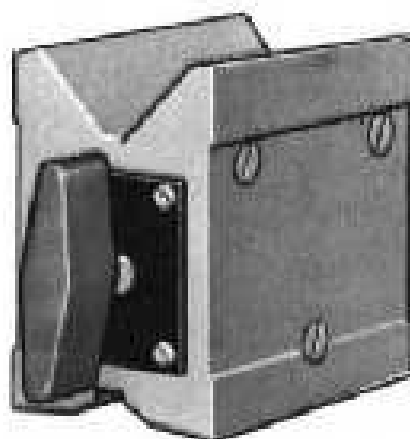


Рисунок 3.3- Магнитная призма для закрепления валов

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

Известны тиски, содержащие основание, корпус с направляющими, подвижную губку с пазом, неподвижную губку, толкатель, расположенный в пазах подвижной губки и имеющий клиновое гнездо на боковой поверхности, и шарнирно соединенный нижним концом с прижимной планкой, а верхним клиновым гнездом с подвижной губкой через самоустанавливающийся элемент (авт.св. N 1178577).

В этих тисках при зажиме детали корпус принимает на себя изгибающий момент, что приводит к его изгибу, нарушая тем самым точность базирования зажимаемой детали.

Известны тиски, содержащие корпус с направляющими, неподвижную и подвижную губки, гидропривод, состоящий из цилиндра, закрепленного в неподвижной губке, и поршня со штоком, ходовой винт, соединенный одним концом со штоком поршня, а другим с подвижной губкой через резьбовую втулку (авт.св. N 1025500).

В этих тисках при зажиме детали корпус принимает на себя изгибающий момент, что приводит к его изгибу, нарушая тем самым точность базирования зажимаемой детали. Подвижная губка не имеет надежной фиксации на направляющих корпуса, что снижает надежность базирования зажимаемой детали. Резьбовое соединение не защищено от внешних факторов вследствие большой длины резьбовой части.

Существует патент на тиски которые содержат корпус с направляющими, неподвижную и подвижную губки, гидропривод с цилиндром, закрепленным в неподвижной губке, и поршнем со штоком, ходовой винт, соединенный одним концом со штоком, а другим с подвижной губкой через резьбовую втулку.

Тиски снабжены двуплечим рычагом, закрепленным на резьбовой втулке. Одно плечо рычага соединено с корпусом, а другое плечо с подвижной губкой.

На боковой поверхности одного из плеч рычага выполнено клиновое гнездо, а тиски снабжены самоустанавливающимся элементом, размещенным на подвижной губке с возможностью взаимодействия с наклонной поверхностью клинового гнезда рычага.

Соединение ходового винта со штоком выполнено в виде винтовой пары с возможностью перемещения ходового винта по штоку.

При зажиме детали рычаг принимает изгибающий момент на себя, оставляя корпус тисков разгруженным. Клиновое гнездо, выполненное на боковой поверхности рычага, взаимодействуя наклонной поверхностью с подвижной губкой через самоустанавливающийся элемент, надежно фиксирует подвижную губку на направляющих. Резьба ходового винта расположена во втулке и в поршневом штоке, где она укрыта от воздействия внешних факторов.

На рисунке 3.4 приведены тиски, общий вид, содержащие корпус 1, неподвижную губку 2, подвижную губку 3, установленную на направляющих 4, цилиндр гидропривода 5, закрепленный в неподвижной губке 2, поршень

|      |      |          |         |      |                          |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР.350306.057.17.00.00. | Лист |
|      |      |          |         |      |                          |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                          |      |

со штоком 6, ходовой винт 7, образующий винтовую пару со штоком поршня 6 на одном конце ходового винта 7, втулку 8, образующую винтовую пару с ходовым винтом 7 на другом его конце, двулепный рычаг 9, шарнирно закрепленный на втулке 8, нижнее плечо рычага 9 соединено с корпусом 1 с помощью быстросъемного пальца 10, установленного в одном из отверстий 11, верхнее плечо рычага 9 соединено с подвижной губкой 3 через самоустанавливающийся элемент 12.

Тиски работают следующим образом.

Зажимаемая деталь (не показана) устанавливается между губками 2 и 3. Быстросъемный палец 10 вынимается из отверстия 11, освобождая нижнее плечо рычага 9. Вращением ходового винта 7 передвигается втулка 8 вместе с рычагом 9 навстречу детали. При этом конец ходового винта 7, имеющий правую резьбу, ввинчивается в шток поршня 6, который предохранен от вращения относительно цилиндра гидропривода 5, а конец, имеющий левую резьбу, свинчивается с себя втулку 8. Втулка 8, установленная в подвижной губке 3 с продольным зазором, выбирает этот зазор и толкает подвижную губку 3 к детали. После подвода подвижной губки 3 к детали нижний конец рычага 9 закрепляют с помощью пальца 10 в одном из отверстий 11.

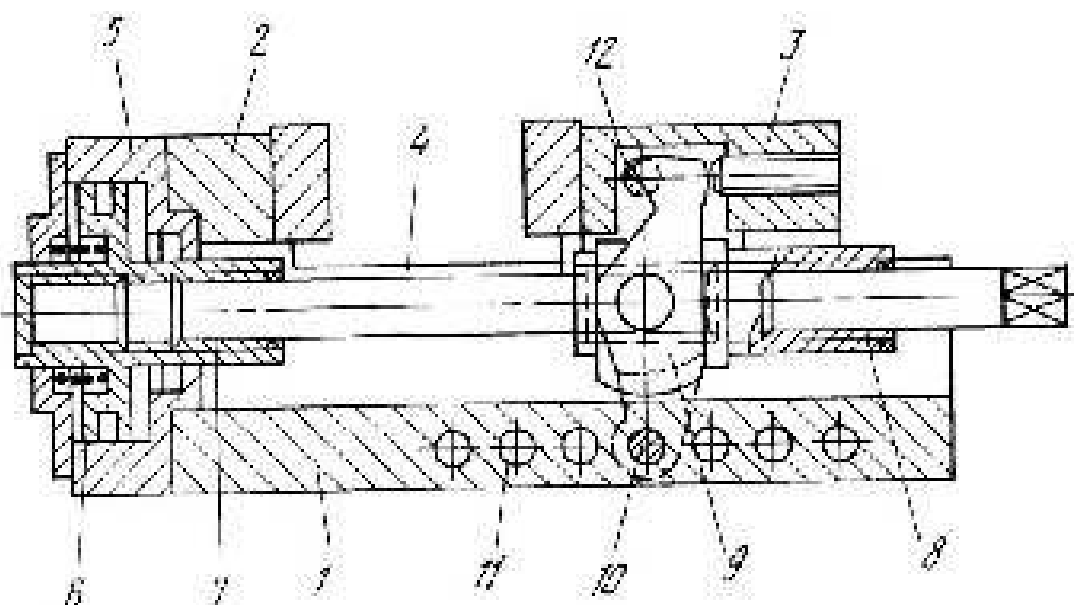


Рисунок 3.4 –Тиски (патент РФ 2091203).

|      |      |             |         |      |
|------|------|-------------|---------|------|
|      |      |             |         |      |
| Изм. | Лист | № док. изм. | Подпись | Дата |

ВКР.350306.057.17.00.00.

Лист

со штоком 6, ходовой винт 7, образующий винтовую пару со штоком поршня 6 на одном конце ходового винта 7, втулку 8, образующую винтовую пару с ходовым винтом 7 на другом его конце, двулепный рычаг 9, шарнирно закрепленный на втулке 8, нижнее плечо рычага 9 соединено с корпусом 1 с помощью быстросъемного пальца 10, установленного в одном из отверстий 11, верхнее плечо рычага 9 соединено с подвижной губкой 3 через самоустанавливающийся элемент 12.

Тиски работают следующим образом.

Зажимаемая деталь (не показана) устанавливается между губками 2 и 3. Быстросъемный палец 10 вынимается из отверстия 11, освобождая нижнее плечо рычага 9. Вращением ходового винта 7 передвигается втулка 8 вместе с рычагом 9 навстречу детали. При этом конец ходового винта 7, имеющий правую резьбу, ввинчивается в шток поршня 6, который предохранен от вращения относительно цилиндра гидропривода 5, а конец, имеющий левую резьбу, свинчивается с себя втулку 8. Втулка 8, установленная в подвижной губке 3 с продольным зазором, выбирает этот зазор и толкает подвижную губку 3 к детали. После подвода подвижной губки 3 к детали нижний конец рычага 9 закрепляют с помощью пальца 10 в одном из отверстий 11.

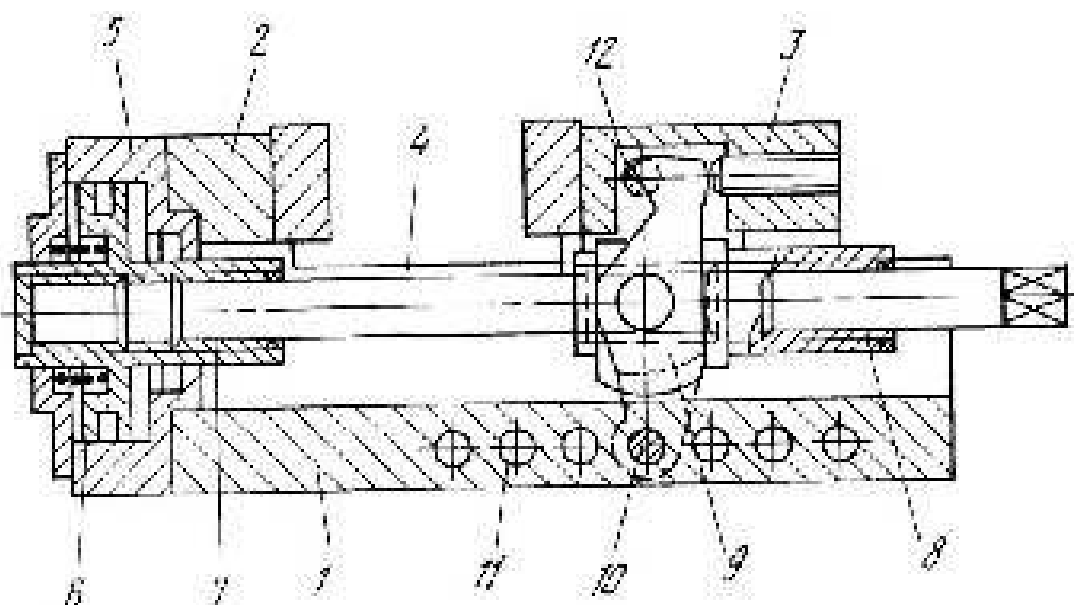


Рисунок 3.4 –Тиски (патент РФ 2091203).

|      |      |             |         |      |
|------|------|-------------|---------|------|
|      |      |             |         |      |
| Изм. | Лист | № док. изм. | Подпись | Дата |

ВКР.350306.057.17.00.00.

Лист

Недостатком известных тисков является большая затрата вспомогательного времени на установку изделия.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому эффекту к предложенному техническому решению является быстродействующий зажим по авторскому свидетельству СССР N 1000263, В 25 В 1/10, 1981 г. Данный зажим содержит корпус, установленные на нем неподвижную и подвижную губки, винт, имеющий на концах соответственно разнонаправленную и разношаговую резьбу, один конец которого, имеющий меньший шаг, соединен с подвижной губкой, а другой с корпусом, и предохранительную муфту, конец винта, соединенный с корпусом, выполнен в виде хвостовика и соединенной с ним посредством предохранительной муфты втулки, имеющей на наружной поверхности резьбу. Данный быстродействующий зажим выбран авторами за прототип.

К недостаткам прототипа можно отнести малый диапазон регулирования размера между зажимными губками.

Повышение производительности за счет сокращения вспомогательного времени на развод и свод губок тисков (патент РФ 2075373) достигается за счет того, что в тисках, содержащих корпус, установленный в нем винт, размещенные на винте подвижную и неподвижную губки, первую резьбовую втулку, установленную в подшипниках, и фиксатор резьбовой втулки, винт выполнен с разношаговой однонаправленной резьбой, первая резьбовая втулка выполнена с резьбой на внутренней поверхности, тиски снабжены двумя направляющими втулками, одна из которых предназначена для размещения винта и установлена в неподвижной губке, другая предназначена для размещения в ней первой резьбовой втулки и установлена в корпусе, второй резьбовой втулки с большим, чем у первой резьбовой втулки шагом резьбы, установленной в подвижной губке, а фиксатор установлен в корпусе.

На рис. 3.5 изображены предлагаемые тиски.

На основании 1 установлен неподвижный корпус 2 с установочной, направляющей и упорной базовыми поверхностями. Механизм зажима

|      |      |          |         |      |                          |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР.350306.057.17.00.00. | Лист |
|      |      |          |         |      |                          |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                          |      |

выключает неподвижную губку 3, установленную на корпусе 2 и подвижную губку 4, перемещающуюся по винту 5 через вторую резьбовую втулку 6.

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

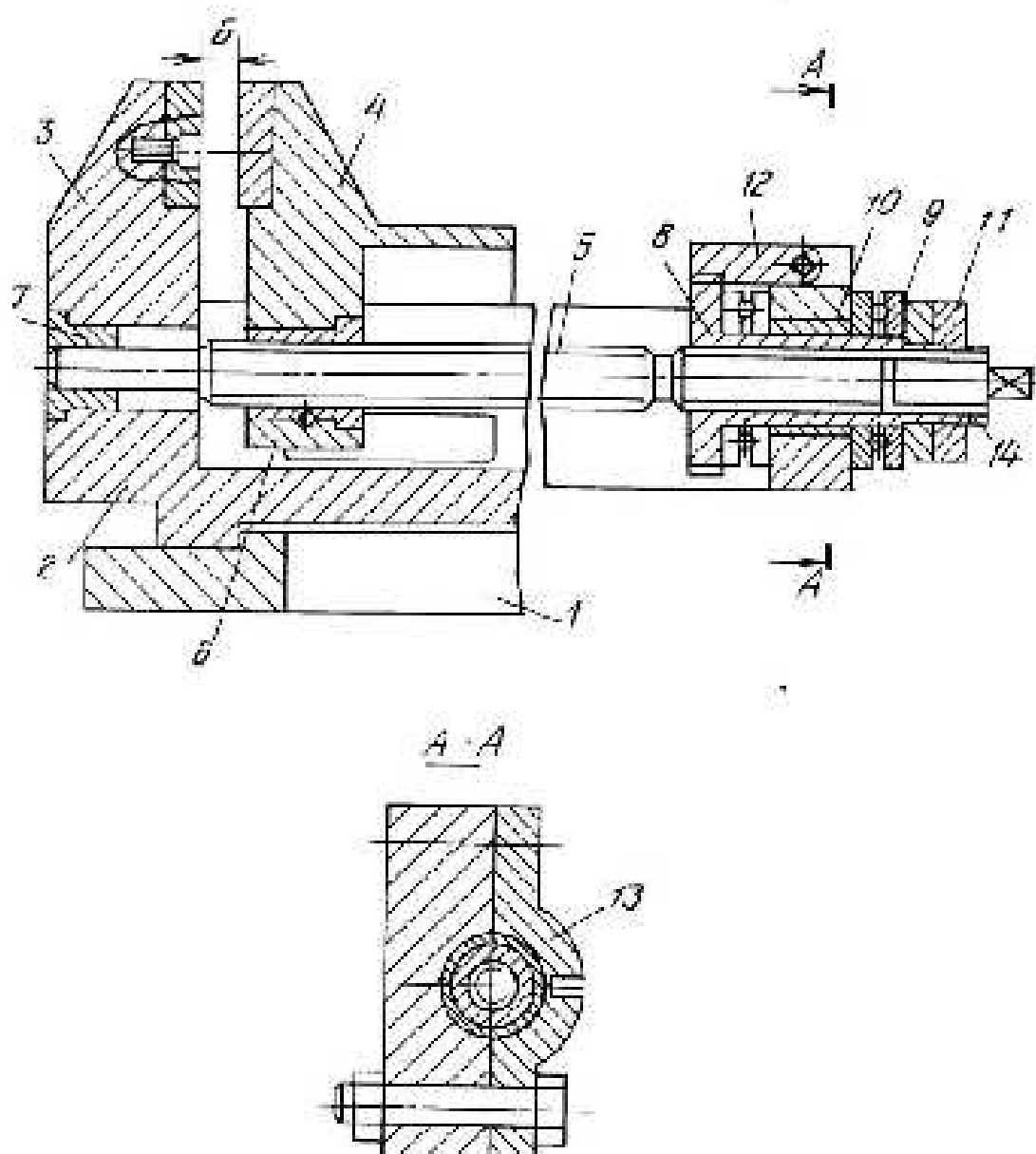


Рисунок 3.5 – Тиски (патент РФ 2075373)

|      |      |             |         |      |
|------|------|-------------|---------|------|
|      |      |             |         |      |
| Изм. | Лист | № док. изм. | Подпись | Дата |

ВКР.350306.057.17.00.00.

Лист



Натяг этого соединения осуществляется гайкой 11. Для стопорения первой резьбовой втулки 8 служит фиксатор 12 и скоба 13. Для зацепления рабочей рукоятки ключа на первой резьбовой втулке 8 имеются прорези 14.

Работа происходит следующим образом.

Вращением винта 5 обеспечивается необходимый размер Б для установки обрабатываемой детали, при этом фиксатор 12 должен быть выведен из зацепления с втулкой 8. При дальнейшем вращении винта 5 и введенным в зацепление фиксатором 12 с втулкой 8 происходит зажим обрабатываемой детали. Перемещение подвижной губки 4 происходит за счет вращения винта 5, имеющего разношаговую однонаправленную резьбу. Первая резьбовая втулка 8 при этом свободно вращается во втулке 10. Для обеспечения вращения втулки 8 имеется ключ, который своими выступами вводится в зацепление в прорези 14. В момент подхода подвижной губки 4 к детали, фиксатор 12 вводится в зацепление с ближайшей прорезью 14 первой резьбовой втулки 8. Затем ключ выводится из зацепления с первой резьбовой втулкой 8. При дальнейшем вращении винта 5 при неподвижной первой резьбовой втулке 8 винт 5 начинает выворачиваться из нее, при этом подвижная губка 4 переместится за один оборот винта на величину, равную разнице шагов резьбы резьбовых втулок 8 и 6. Происходит зажим детали. Для освобождения детали винт 5 вращается в обратном направлении.

Использование предлагаемых тисков дает возможность повысить производительность, тиски просты в обращении, надежны в работе.

Известен быстродействующий зажим, содержащий корпус, установленные на нем неподвижную и подвижную губки, винт, имеющий на концах разнонаправленную и разношаговую резьбу, один конец которого, имеющий меньший шаг, соединен с подвижной губкой, а другой - с корпусом. Конец винта выполнен в виде хвостовика и соединен с корпусом посредством предохранительной муфты (см. авт. свид. № 1000263 от 28.02.83 г.).

|      |      |          |         |      |                          |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР.350306.057.17.00.00. | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                          |      |

Недостатком известного устройства являются большие габариты, вследствие того что ускоренное перемещение подвижной губки определяется главным образом большим шагом резьбы. Чем больше шаг резьбы, тем, соответственно, и больше диаметр резьбы, а следовательно, и габариты устройства. Также недостатком является открытая резьба устройства.

Существуют тиски, содержащие корпус, размещенные в нем неподвижную и подвижную губки, соединенные между собой пружиненным вдоль оси винтом с несамотормозящейся резьбой, приводной элемент в виде установленного вдоль винта маховика со стопором и шарнирно установленного в корпусе неравноплечего рычага с размещенным на его большем плече зажимного элемента, взаимодействующего со стопором маховика (см. авт. свид. № 977140, МКЛЗ В25В 1/10 от 30.11.82). Недостатками известного устройства, принятого за прототип, являются:

- сложность изготовления, связанная с невозможностью использования в качестве заготовок стального проката с минимальным объемом механических работ;
- увеличенная металлоемкость тисков, связанная с размещением рычага в корпусе;
- открытость резьбы винта, создающая трудности при эксплуатации, необходимость в чистке и смазке резьбы винта и т.д.

Признаки прототипа, являющиеся общими с заявляемым изобретением

- корпус с размещенными в нем подвижной и неподвижной губками, соединенными между собой пружиненным вдоль оси винтом с несамотормозящейся резьбой, приводной элемент в виде установленного на винте маховика с возможностью фиксации его относительно винта от проворота.

Задачей изобретения является упрощение конструкции при изготовлении и эксплуатации.

|      |      |          |         |      |                          |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР.350306.057.17.00.00. | Лист |
| Изм. | Лист | № доп.л. | Подпись | Дата |                          |      |

Поставленная задача решается за счет того, что известные тиски, содержащие корпус с размещенными в нем подвижной и неподвижной губками, соединенными между собой подпружиненными вдоль оси винтом с несамотормозящейся резьбой, приводной элемент в виде маховика, установленного на винте с возможностью фиксации от проворота относительно последнего, снабжены гайкой, установленной на винте и соединенной с ним самотормозящейся резьбой, корпус приварен к неподвижной губке с образованием угольника и снабжен неподвижно установленной на нем направляющей в виде трубы, подвижная губка выполнена трубчатой и установлена с возможностью перемещения по упомянутой направляющей корпуса, винт размещен в указанной направляющей с упором в подвижную губку посредством установленных на нем роликов и подпружинен относительно подвижной губки, а маховик расположен с зазором относительно подвижной губки. Маховик выполнен с рифленной поверхностью на торце, обращенном к подвижной губке, для исключения его вращения при рабочем зажиме.

Отличительные признаки предлагаемого устройства от прототипа - гайка, установленная на винте и соединенная с ним самотормозящейся резьбой, корпус приварен к неподвижной губке с образованием угольника и снабжен неподвижно установленной на нем направляющей в виде трубы, подвижная губка выполнена трубчатой и установлена с возможностью перемещения по упомянутой направляющей корпуса, винт размещен в указанной направляющей с упором в подвижную губку посредством установленных на нем роликов и подпружинен относительно подвижной губки, маховик расположен с зазором относительно подвижной губки и выполнен с рифленной поверхностью на торце, обращенном к подвижной губке, для исключения его вращения при рабочем зажиме.

Благодаря выполнению корпуса в виде угольника с закрепленной в нем трубой, которая является направляющей для перемещения трубчатой подвижной губки, размещения в ней винта, подпружиненного относительно

|      |      |             |         |      |                          |      |
|------|------|-------------|---------|------|--------------------------|------|
|      |      |             |         |      | ВКР.350306.057.17.00.00. | Лист |
| Изм. | Лист | № доп. изм. | Подпись | Дата |                          |      |

подвижной губки, и установки на конце винта гайки, связанной с ним самотормозящейся резьбой, упрощается конструкция и уменьшается ее металлоемкость. Благодаря размещению винтовой передачи в закрытой полости труб корпуса и подвижной губки и возможности установки тисков в горизонтальном и вертикальном положении упрощается эксплуатация тисков.

На рисунке 3.6 показаны тиски, продольный разрез

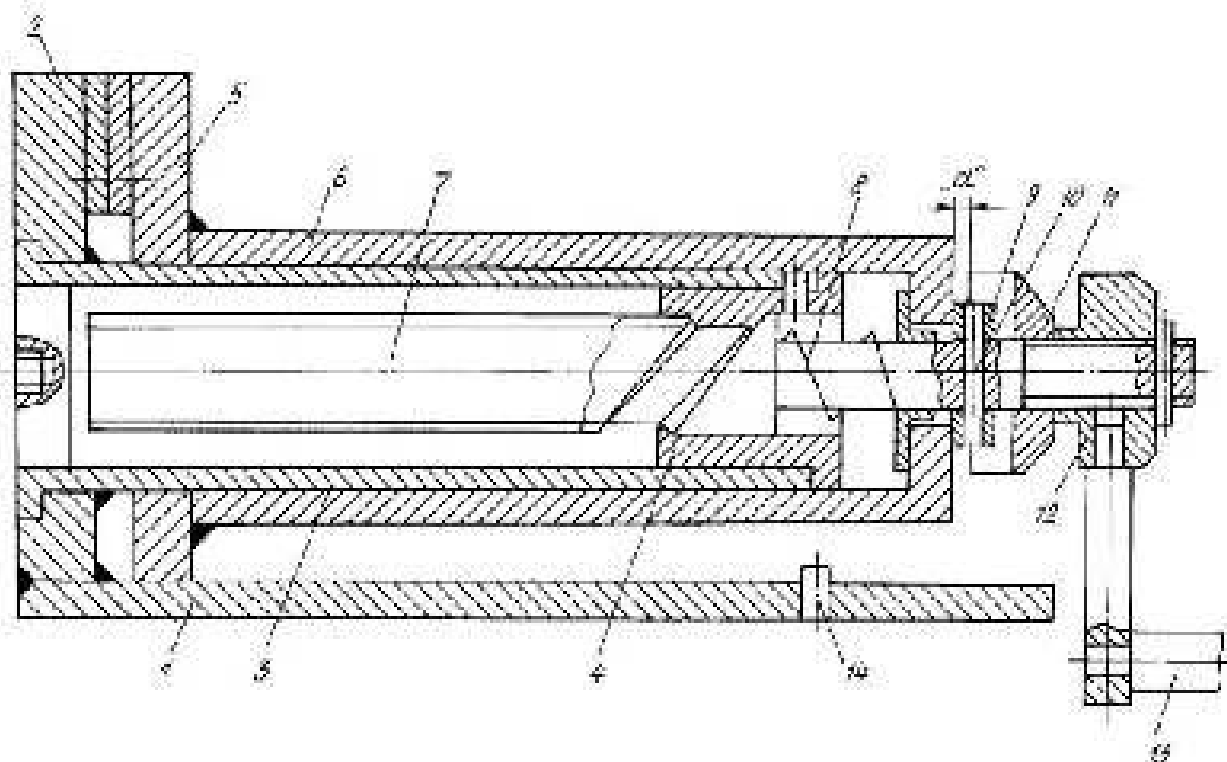


Рисунок 3.6 – Тиски (патент № 2362667)

Тиски содержат корпус 1 с приваренной к нему неподвижной губкой 2 с образованием угольника. К корпусу 1 приварена труба 3, на конце которой неподвижно установлена гайка 4. Подвижная губка 5 выполнена в виде вертикальной стойки с приваренной к ней трубой 6. Труба 6 подвижной губки 5 сопрягается подвижно с трубой 3 корпуса 1. Подвижная губка 5 зафиксирована от проворота относительно корпуса 1. В гайку 4 подвижно по несамотормозящейся резьбе входит винт 7, подпружиненный относительно подвижной губки 5 пружиной 8 с упором в два ролика 9, установленных с возможностью вращения на валике 10. На винте 7 подвижно с ограниченным осевым перемещением относительно подвижной губки 5 установлен маховик 11. Торец маховика 11, обращенный к губке 5, имеет дифференциальную поверхность.

|      |       |          |        |      |       |
|------|-------|----------|--------|------|-------|
|      |       |          |        |      | Листа |
|      |       |          |        |      |       |
| Изм. | Листа | № до зм. | По зм. | Дата |       |

для увеличения трения. Между маховиком 11 и трубой 6 имеется зазор «а». На конце винта 7 подвижно по самотормозящейся резьбе установлена гайка 12 с ручкой 13. Для ограничения подвижной губки 5 в корпусе установлен упор 14.

Устройство работает следующим образом.

Вращением маховика 11 подвижная губка 5 перемещается до упора в зажимаемое изделие (не показано). Можно также осуществить перемещение подвижной губки 5 с трубой 6, прикладывая ручное усилие к ней. При этом винт 7 совместно с маховиком 11 и гайкой 12 проворачивается. Рабочий зажим изделия осуществляется вращением гайки 12 с помощью ручки 13 без вращения маховика 11, выбирая зазор «а» и сжимая пружину 8. Вращение маховика 11 при рабочем зажиме исключается за счет того, что момент трения его рифленной поверхности относительно подвижной губки 5 больше момента трения его относительно торца гайки 12. Для отвода подвижной губки 5 от изделия гайка 12 вращается в обратную сторону, между маховиком 11 и трубой 6 образуется зазор «а», пружина 8 переместит губку 5 до упора в ролики 9. После чего губка 5 ускоренно отводится, винт 7 на роликах 9 проворачивается относительно торца трубы 6, и совместно с ним проворачиваются маховик 11 и гайка 12. При вертикальной установке тисков работа производится в таком же порядке, но ускоренное перемещение подвижной губки 5 к изделию осуществляется под ее собственным весом.

Известны машинные тиски, содержащие корпус, установленные в нем неподвижную и подвижную губки, С-образную раму, свободно установленную в корпусе, один конец которой жестко закреплен в неподвижной губке, а другой конец рамы связан с подвижной губкой через ходовой винт, и ходовой винт, ось которого расположена выше верхней кромки губок (см. Япония, заявка N 60-23850). В этих тисках изгибающий момент, возникающий в поперечном сечении тисков при зажиме детали, принимает на себя рама, исключая деформацию корпуса, чем обеспечивается точность базирования обрабатываемой детали. Для того чтобы рама

|      |      |          |         |      |                          |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР.350306.057.17.00.00. | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                          |      |

полностью принята на себя изгибающий момент, необходимо, чтобы сила, зажимающая деталь, не выходила за внешний контур С-образной рамы. В данных тисках верхней границей такого контура является ось ходового винта. Так как ось ходового винта расположена выше верхней кромки подвижной губки, то, следовательно, все внешние силы, возникающие при зажиме детали и лежащие на верхней кромке губок, полностью воспринимает рама, и корпус остается не нагруженным.

Недостатком этой конструкции является необходимость располагать ходовой винт и элементы привода над верхней кромкой подвижной губки, где они попадают в зону работы режущего инструмента, которым обрабатывается деталь. Это затрудняет обработку детали и ухудшает безопасность труда. Недостатками также являются отсутствие надежной фиксации подвижной губки на направляющих и необходимость применять цельную раму, которая делает конструкцию тисков громоздкой.

Известны тиски, которые содержат корпус, неподвижную и подвижную губки, и раму, свободно установленную в корпусе, один конец которой жестко закреплен в неподвижной губке, а другой связан с подвижной губкой через ходовой винт. В этих тисках подвижная губка имеет клиновой замок, который удерживает подвижную губку на направляющих в момент зажима детали (см. Япония, заявка N 59-46745).

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

|      |      |          |         |      |                          |        |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|--------|
|      |      |          |         |      | ВКР.350306.057.17.00.00. | Лист 1 |
|      |      |          |         |      |                          |        |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                          |        |

Существует приспособление для фрезерования шпоночных пазов на валах 70-7215-1510 ГОСНИТИ (рис. 3.7). Приспособление состоит из плиты 5, на которой закреплены две призмы 2 с винтовыми прижимами. Для фиксации передней шейки имеется упор 6. Также имеется призма 1. Плоскости симметрии призм должны лежать в одной плоскости, отклонение не более 0,05мм.

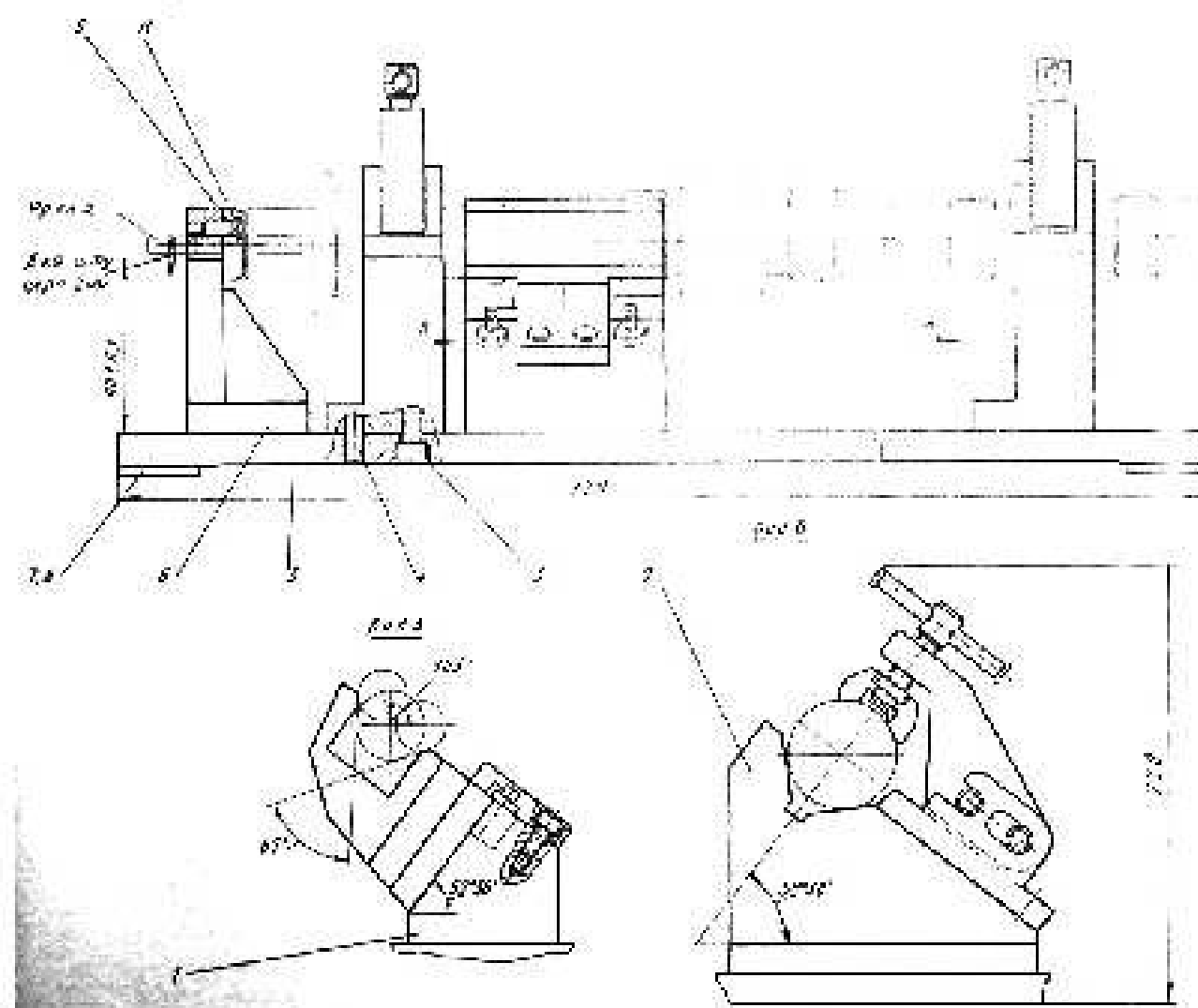


Рисунок 3.7 - Приспособление для фрезерования шпоночных пазов на валах 70-7215-1510 ГОСНИТИ.

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

Предлагаемое приспособление имеют высокую точность и надежность базирования зажимаемой детали, безотказно.

|      |      |        |            |      |
|------|------|--------|------------|------|
|      |      |        |            |      |
| Изм. | Лист | №-изм. | По чертежу | Дата |

ВКР.350306.057.17.00.00.

Лист

### 3.2 Устройство предлагаемого приспособления

Схема приспособления приведена на рис. 3.9

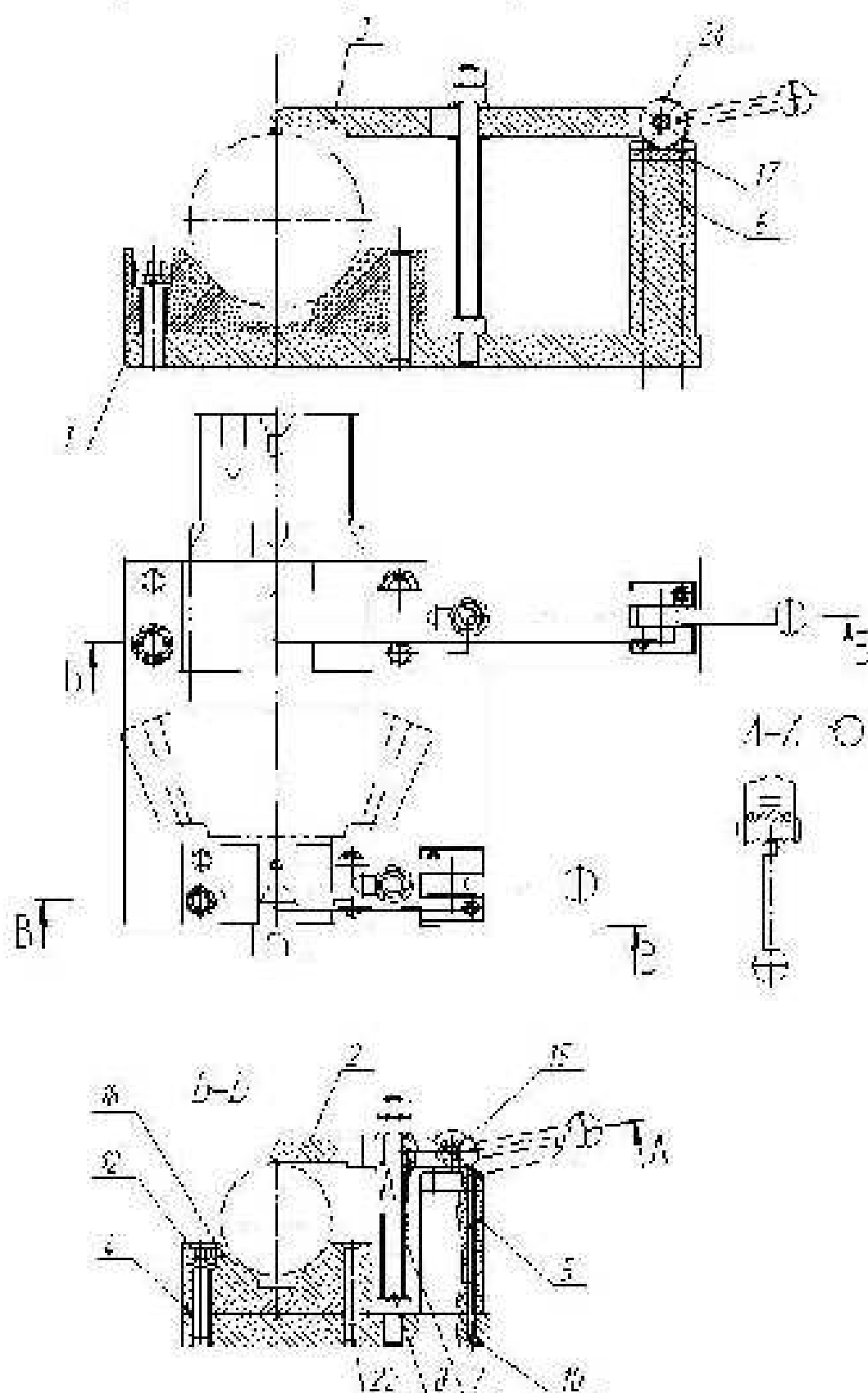


Рисунок 3.8 - Схема приспособления

|      |      |             |            |      |
|------|------|-------------|------------|------|
|      |      |             |            |      |
| Изм. | Лист | № доп. изм. | По чертежу | Дата |

ВКР.350306.057.17.00.00.

Лист



Приспособление закрепляют болтами на столе фрезерного станка и состоит из основания и двух зажимных устройств, которые состоят из призм установленных на основании с помощью винтов и штифтов, планка 2 с эксцентриковым механизмом 15, на шпильке 8 с пружиной 7. Эксцентрик опирается на опору 17, которая установлена на проставке 5 или 6.

### 3.3 Принцип работы приспособления

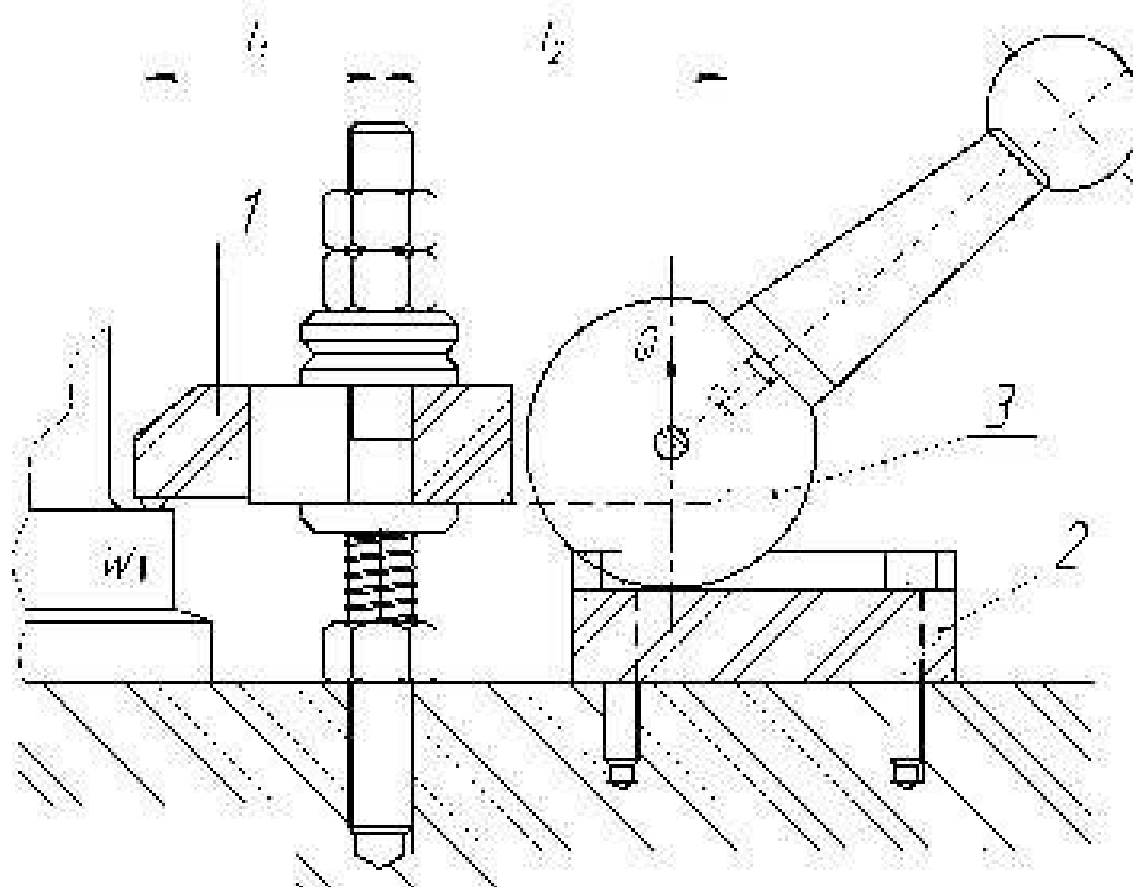
Вал устанавливается на призмы зажимных устройства. Затем посредством поворота рукоятки эксцентрика, планка 2 зажимного механизма фиксирует вал на призмах. Далее проводят фрезерование шлицев, либо шлифование зубьев. Затем происходит отжим вала поворотом ручки эксцентрика и пружина 7 удерживает планку зажимного механизма на шпильке 8 в верхней её части. Это положение регулируется гайками. Вал извлекается из приспособления и процесс повторяется с новым валом.

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

|      |      |            |            |      |                          |      |
|------|------|------------|------------|------|--------------------------|------|
|      |      |            |            |      | ВКР.350306.057.17.00.00. | Лист |
|      |      |            |            |      |                          |      |
| Изм. | Лист | № доп.изм. | По чертежу | Дата |                          |      |

### 3.4 Расчет зажимающего усилия приспособления

Схема зажимного устройства приспособления показана на рисунке 3.9.



1- планка; 2- опора; 3- эксцентрик

Рисунок 3.9 - Схема зажимного устройства

Усилие зажима определяется по формуле:

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

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

$l_1, l_2$  - длины плеч рычага,

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

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

|      |      |          |           |      |
|------|------|----------|-----------|------|
|      |      |          |           |      |
| Век. | Лист | № докум. | № чертеж. | Дата |

ВКР.350306.057.17.00.00.

Лист

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

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

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

Принимается  $e = 1,7$  мм.

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

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

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

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

Принимаем диаметр цапфы 10 мм.

В соответствии с ГОСТ 9061-68 выбирается эксцентрик крупный 18х50 из стали 20, с эксцентриситетом  $e = 1,7$  мм, шириной  $B_э = b_э = 14$  мм; диаметром  $D_э = 32$  мм и диаметром цапфы  $d = 10$  мм.

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

Длина рукоятки определяется из уравнения

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

|      |      |        |          |      |                          |      |
|------|------|--------|----------|------|--------------------------|------|
|      |      |        |          |      | ВКР.350306.057.17.00.00. | Лист |
| Изм. | Лист | №-изм. | По-дпись | Дата |                          |      |

где -  $W$  - сила зажима заготовки, Н;

-  $Q_1$  - усилие, приложенное к рукоятке, Н;

-  $L$  - длина рукоятки, мм;

-  $\varphi_1$  - углы трения на площадке контакта заготовки и эксцентрика;

-  $\alpha_{\text{ср}}$  - средний угол клина эксцентрика, град,  $\alpha_{\text{ср}} \sim 4^\circ$ .

$$L = \frac{1,7 \times 3000}{1,50 [1 + \sin(53 + 6)]} = 18,3 \text{ мм.}$$

По ГОСТ 8923-69 выбирается рукоятка 7061-0077 (исполнение 1) общей длиной 100 мм, диаметром 12 мм и диаметром хвостовика  $\varnothing 10 \pm 6$ .

## 4 ТЕХНИКО – ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ

### 4.1 Расчет массы конструкции

За базу для сравнения при технико-экономической оценке принимаются показатели приспособления Исходной конструкцией принимаем приспособление 70-7215-1510 ГОСНИТИ.

Определяем массу конструкции по формуле:

$$C_{\text{н}} = \frac{C_{\text{б}} \cdot G_1}{G_0}, \quad (4.1)$$

где  $C_{\text{б}}$  – стоимость существующей конструкции, руб.;

$G_1$  – масса проектируемой конструкции, кг;

$G_0$  – масса существующей конструкции, кг.

$$C_{\text{н}} = \frac{3610 \cdot 45}{16} = 2908 \text{ руб.}$$

Таблица 4.1 – Исходные данные для расчета технико-экономических показателей

| Наименование                              | Варианты              |               |
|-------------------------------------------|-----------------------|---------------|
|                                           | исходный<br>(базовый) | проектируемый |
| Масса конструкции, кг                     | 45                    | 16            |
| Балансовая стоимость, руб.                | 3610                  | 2908          |
| Потребляемая мощность, кВт                | 4                     | 4             |
| Количество обслуживающего персонала, чел. | 1                     | 1             |
| Разряд работы                             | 2                     | 2             |
| 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.        | 1000                  | 1000          |
| Время цикла,                              | 3                     | 2,5           |
| Срок службы                               | 5                     | 5             |

### 4.2. Расчет показателей эффективности конструкции

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

$$W_{\text{ч}} = \frac{60 \cdot n}{T_{\text{ц}}}, \text{ ед./ч} \quad (4.2)$$

где  $n$  – количество обрабатываемых деталей (в нашем случае количество обкатываемых катков) за один рабочий цикл, ед.;

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

$$W_{\text{ч}} = \frac{60}{3} = 20 \text{ ед./ч.}$$

$$W_{\text{ч}} = \frac{60}{2,5} = 24 \text{ ед./ч.}$$

Металлоемкость процесса определяется по формуле:

$$M_{\text{м}} = \frac{G}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{см}}}, \text{ кг/ед} \quad (4.3)$$

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

$T_{\text{см}}$  – срок службы станда, лет.

$$M_{\text{м}} = \frac{45}{20 \cdot 1000 \cdot 5} = 0,00045 \text{ кг/ед.};$$

$$M_{\text{м}} = \frac{16}{24 \cdot 1000 \cdot 5} = 0,00013 \text{ кг/ед.}$$

Фондоемкость процесса определяется по формуле:

$$F_{\text{с}} = \frac{C_{\text{с}}}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \text{ руб./ед} \quad (4.4)$$

$$F_{\text{с}} = \frac{8610}{20 \cdot 5 \cdot 1000} = 0,431 \text{ руб./ед.},$$

$$F_{\text{с}} = \frac{2908}{24 \cdot 5 \cdot 1000} = 0,121 \text{ руб./ед.}$$

Себестоимость работы, выполняемой с помощью спроектированного станда и в исходном варианте, определяется по формуле:

$$S = C_{\text{зм}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рем}} + A, \text{ руб./ед.} \quad (4.5)$$

где  $C_{\text{зм}}$  – затраты на оплату труда, руб./ед.;

$C_{\text{э}}$  – затраты на электроэнергию, руб./ед.;

$C_{\text{рем}}$  – затраты на ремонт и техническое обслуживание станда, руб./ед.;

$A$  – амортизационные отчисления по станду, руб./ед.

Затраты на оплату труда вычисляются по формуле:

$$C_{\text{зм}} = z \cdot T_{\text{с}}, \text{ руб./ед} \quad (4.6)$$

где  $z$  – тарифная ставка, руб./чел.ч.,

$T_{\text{с}}$  – трудоемкость процесса, чел.ч.

Трудоемкость процесса определяется по формуле:

$$T_{\text{с}} = \frac{n_{\text{п}}}{W_{\text{ч}}}, \text{ чел.ч} \quad (4.7)$$

где  $n_{\text{п}}$  – количество обслуживающего персонала, чел.

$$T_{\text{с1}} = \frac{1}{20} = 0,05 \text{ чел.ч.},$$

$$T_{\text{с2}} = \frac{1}{24} = 0,042 \text{ чел.ч}$$

$$C_{\text{зм1}} = 0,05 \cdot 100 = 5 \text{ руб./ед.},$$

$$C_{\text{зм2}} = 0,042 \cdot 100 = 4,2 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание станка определяются по формуле:

$$C_{\text{рем}} = \frac{C_6 \cdot H_{\text{рем}}}{100 \cdot W_{\text{т}} \cdot T_{\text{год}}}, \text{ руб./ед.} \quad (4.8)$$

$$C_{\text{рем}_1} = \frac{8610 \cdot 4}{100 \cdot 20 \cdot 1000} = 0,017 \text{ руб./ед.},$$

$$C_{\text{рем}_2} = \frac{2908 \cdot 4}{100 \cdot 24 \cdot 1000} = 0,005 \text{ руб./ед.}$$

Амортизационные отчисления по станку определяются по формуле:

$$A = \frac{C_6 \cdot a_{\text{ст}}}{100 \cdot W_{\text{т}} \cdot T_{\text{год}}}, \text{ руб./ед.} \quad (4.9)$$

$$A_1 = \frac{8610 \cdot 19,8}{100 \cdot 20 \cdot 1000} = 0,085 \text{ руб./ед.},$$

$$A_2 = \frac{2908 \cdot 19,8}{100 \cdot 24 \cdot 1000} = 0,024 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на электроэнергию вычисляются по формуле:

$$C_{\text{э}} = C_{\text{э}_1} \cdot \Theta_{\text{э}}, \text{ руб./ед.} \quad (4.10)$$

где  $C_{\text{э}_1}$  – отпускная цена электроэнергии, руб./кВт·ч,

$$C_{\text{э}_1} = 4,8 \cdot 0,2 = 0,96 \text{ руб./ед.},$$

$$C_{\text{э}_2} = 4,8 \cdot 0,167 = 0,8 \text{ руб./ед.}$$

Тогда  $S_1 = 5 + 0,96 + 0,017 + 0,085 = 6,062 \text{ руб./ед.},$

$$S_2 = 4,167 + 0,8 + 0,005 + 0,024 = 4,996 \text{ руб./ед.}$$

Приведенные затраты на работу станка определяются по формуле:

$$C_{\text{прив}} = S + E_{\text{ст}} \cdot k, \text{ руб./ед.} \quad (4.11)$$

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

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

$$C_{\text{прив}_1} = 6,062 + 0,15 \cdot 0,43 = 6,127 \text{ руб./ед.},$$

$$C_{\text{прив}_2} = 4,996 + 0,15 \cdot 0,121 = 5,014 \text{ руб./ед.}$$

Годовая экономия определяется по формуле:

$$\Theta_{\text{год}} = (S_1 - S_2) \cdot W_{\text{т}} \cdot T_{\text{год}}, \text{ руб.} \quad (4.12)$$

$$\Theta_{\text{год}} = (6,06 - 4,99) \cdot 24 \cdot 1000 = 25606,91 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений определяется по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{с}_1}}{\Theta_{\text{год}}}, \text{ лет} \quad (4.14)$$

где  $C_{\text{с}_1}$  – балансовая стоимость спроектированной конструкции, руб.

$$T_{\text{эк}} = \frac{2908}{25606,91} = 0,114 \text{ лет.}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяется по формуле:

$$E_{\text{з.ф}} = \frac{Э_{\text{зд}}}{C_{\text{з}}} = \frac{1}{T_{\text{эк}}}, \quad (4.15)$$

$$E_{\text{з.ф}} = \frac{25606,91}{2908} = 8,8 \text{ лет}^{-1}$$

Таблица 5.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции.

| Наименование показателей                       | Варианты              |               |
|------------------------------------------------|-----------------------|---------------|
|                                                | исходный<br>(базовый) | проектируемый |
| Часовая производительность, ед./ч              | 20,000                | 24,000        |
| Фондоемкость процесса, руб./ед.                | 0,431                 | 0,121         |
| Энергоемкость процесса, кВт/ед.                | 0,200                 | 0,167         |
| Металлоемкость процесса, кг/ед.                | 0,00045               | 0,00013       |
| Трудоемкость процесса, чел.-ч.                 | 0,050                 | 0,042         |
| Затраты на оплату труда, руб./ед.              | 5,000                 | 4,167         |
| Затраты на электроэнергию, руб./ед.            | 0,960                 | 0,800         |
| Затраты на ремонт и ТО, руб./ед.               | 0,017                 | 0,005         |
| Амортизационные отчисления, руб./ед.           | 0,035                 | 0,024         |
| Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.      | 6,062                 | 4,996         |
| Уровень приведенных затрат, руб./ед.           | 6,127                 | 5,014         |
| Годовая экономия, руб.                         | -                     | 25606,912     |
| Срок окупаемости капитальных вложений, лет     | -                     | 0,114         |
| Коэффициент эффективности капитальных вложений | -                     | 8,806         |

Экономически эффективной считается конструкция в том случае, если  $T_{\text{эк}}$  меньше 7 лет и  $E_{\text{з.ф}}$  больше 0,15. Как видно из расчетов наша конструкция является экономически эффективной.



## **5 ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ**

### **5.1 Обеспечение безопасности конструкции**

Устройство крепится на верстаке болтами. Все острые кромки приспособления обработаны. Проведены прочностные расчеты деталей конструкции с повышенными коэффициентами запаса прочности, что исключает возможность их разрушения и повышает безопасность труда.

### **5.2 Техника безопасности для фрезеровщика**

Фрезеровщик – это специалист, выполняющий работы на фрезерном станке. Он должен уметь хорошо читать чертежи и пользоваться измерительными инструментами.

На работу фрезеровщиком принимают лиц старше 18 лет, прошедших инструктаж, проверку на знание данной профессии и годных по состоянию здоровья.

Опасные производственные факторы, с которыми может столкнуться фрезеровщик:

Работая на фрезерном станке можно столкнуться со следующими опасными факторами:

- Опасность поражения электрическим током.
- Высокие и низкие температуры в производственных цехах.
- Большие физические нагрузки.
- Плохая освещенность рабочего места.
- Отлетающая стружка, кусочки металла.
- Наличие шума и вибрации на рабочем месте.
- Открытые движущиеся механизмы, заготовки.

Должностные обязанности фрезеровщика

Каждый фрезеровщик обязан:

- Знать расположение аптечки, огнетушителя, наличие путей эвакуации в случае возникновения пожара.

- Уметь оказывать первую помощь.

- Содержать рабочее место в чистоте.

- Выполнять фрезерные работы на станках, оборудовании в соответствии с его квалификацией.

- Выполнять работы непосредственного начальства.

Правила техники безопасности для фрезеровщика перед началом работы.

Перед тем как приступить к работе фрезеровщику следует:

- Надеть спецодежду и скрепить ее на все пуговицы, так, чтобы не было свисающих элементов.

- Получить рабочее задание у мастера.

- Проверить станок, защитный экран, предохранительные устройства.

- Проверить заземление станка.

- Подготовить и проверить инструмент.

- Освободить проходы от посторонних предметов.

- Изучить все последние записи в журнале о неполадках оборудования, если все в порядке, можно приступить к работе.

Правила техники безопасности для фрезеровщика во время работы

Работая за фрезерным станком, каждый фрезеровщик должен следовать следующим рекомендациям:

- Перед установкой детали необходимо тщательно очистить все приспособления от стружки и масла.

- Тяжелые детали разрешено устанавливать только с помощью грузоподъемных механизмов.

- Во время работы нельзя прислоняться к станку.

- При наличии вибрации станка, необходимо прервать работу, выключить станок и перепроверить крепление, где надо подтянуть.

- При фиксации приспособлений всегда пользоваться только надежным инструментом.

- Деталь закреплять так, чтобы она садилась в приспособление прочно.

- При работе использовать только надежные, хорошо заточенные фрезы.

- При смене любой детали после обработки, нужно обязательно отключить питание станка, подождать полной остановки, а затем отодвинуть фрезу на безопасное расстояние.

Что запрещается делать во время работы

Во время работы фрезеровщику запрещено:

- Надевать тапочки и другую не приспособленную для работы обувь.

- Приподнимать защитный экран при работе.

- Производить замеры детали при включенном станке.

- Пользоваться попорченными и плохо заточенными фрезами.

- Смакивать стружку руками.

- Работая за фрезерным станком надевать рукавицы или перчатки.

- Подтягивать болты, гайки при работе станка.

Техника безопасности для фрезеровщика по окончании работы

По окончании работы фрезеровщик должен:

- Выключить станок, убрать в ящик инструменты.

- Привести порядок на рабочем месте.

- Смазать станок, там, где это необходимо.

- Сделать запись в журнале о неполадках возникших во время работы, сообщить руководителю о неполадках.

- Вымыть руки, принять душ.

### **5.3 Защита окружающей среды**

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;

## 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.

Вышесказанное 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., Гималетдинов 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. Финюгина. 6-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2000. – 383 с.: ил.
6. Курсовое и дипломное проектирование по надежности и ремонту машин / И.С. Серый, А. П. Смелов, В.Е. Черкун. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: «Агропромиздат», 1991. – 184 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для высш. учеб. заведений).
7. 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.
8. Матвеев В.А., Пустовалов И.И. Техническое нормирование ремонтных работ в сельском хозяйстве. – М.: Колос, 1979. – 288 с., ил.
9. 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.
10. 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.
11. Справочник по восстановлению деталей / Е.Л. Воловик. – М.: Колос, 2009. – 351 с.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адигамов, Н.Р. Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Технология ремонта машин» / Адигамов Н.Р. Кочадамов А.В., Гималетдинов 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. Курсовое и дипломное проектирование по надежности и ремонту машин / И.С. Серый, А. П. Смелов, В.Е. Черкун. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: «Агропромиздат», 1991. – 184 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для высш. учеб. заведений).
7. 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.
8. Матвеев В.А., Пустовалов И.И. Техническое нормирование ремонтных работ в сельском хозяйстве. – М.: Колос, 1979. – 288 с., ил.
9. 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.
10. 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.
11. Справочник по восстановлению деталей / Е.Л. Воловик. – М.: Ко-лос, 2009. – 351 с.

12. Справочник по тракторам «Кировец» [Текст] / М.Г. Пантюхин, Л.И. Без-верхний, Н.А. Березин [и др.] - М., «Колос», 1982.-271с.
13. Справочник инженера по техническому сервису машин и оборудования в АПК.- М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003.-604 с.
14. Текущий ремонт колесных тракторов [Текст] / Ю.М. Копылов.- М.: Росаг-ропромиздат, 1988.-287с.
15. 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.
16. Черноиванов В.И. Организация и технология восстановления деталей машин. – М.ГОСНИТИ,2003.- 488 с.
17. 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.