

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление «Агроинженерия»

Профиль «Технический сервис в АПК»

Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: «Проектирование технологического процесса восстановления крестовин карданного вала с разработкой приспособления для их контроля»

Шифр ВКР.35.03.06.155.20.ПКК.00.00.00.00.ПЗ

Студент


подпись

Буслаев Денис Вячеславович
Ф.И.О.

Руководитель доцент
ученое звание


подпись

Шайхутдинов Р.Р.
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 10 от 31.01 2020г.)

Зав. кафедрой профессор
ученое звание


подпись

Адигамов Н.Р.
Ф.И.О.

Казань – 2020 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление «Агроинженерия»

Профиль «Технический сервис в АПК»

Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой _____

«14» 12 2019 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Буслаеву Денису Вячеславовичу

Тема «Проектирование технологического процесса восстановления крестовин карданного вала с разработкой приспособления для их контроля»

утверждена приказом по вузу от «10» 01 2020 г. № 4

2. Срок сдачи студентом законченной работы 07.02.2020

3. Исходные данные: материалы преддипломной практики

4. Перечень подлежащих разработке вопросов: 1.Провести анализ устройства, причин отказов машины и дефектацию партии деталей; 2.Провести статистическую обработку результатов микрометража; 3. Разработать технологию восстановления детали; 4.Разработать конструкцию приспособления для контроля крестовин; 5.Провести технико-экономическую оценку разработанной конструкции

5. Перечень графических материалов _____

Лист 1 - Ремонтный чертеж _____.

Лист 2- Закономерности изнашивания детали _____.

Лист 3-Технологическая карта _____.

Лист 4-Сборочный чертеж конструкции _____.

Лист 5-Рабочие чертежи деталей _____.

Лист 6-Сравнительные технико-экономические показатели конструкции _____.

6. Консультанты по дипломному проекту с указанием соответствующих разделов проекта

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

7. Дата выдачи задания 13.12.2020

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Глава 1	13.12-24.12	
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	02.02-07.02	

Студент  (Буслаев Д.В.)

Руководитель  (Шайхутдинов Р.Р.)

АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе Буслаева Дениса Вячеславовича
на тему: «Проектирование технологического процесса восстановления
крестовин карданного вала с разработкой приспособления для их контроля»

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 53 листах машинописного текста и 6 листов формата А1 графической части.

Записка состоит из введения, трех разделов, заключения и включает 9 рисунков, 4 таблицы, и спецификации. Список литературы включает 20 источников.

В первом разделе дан анализ устройства и работы карданной передачи трактора К-700.

Во втором разделе разработана технология восстановления крестовины карданного вала трактора К-700. Разработаны ремонтный чертеж и технологическая карта на восстановление детали. На основании микрометража шеек крестовины выполнена диаграмма износа, а также проведена статобработка данных. Рассмотрены вопросы охраны труда при ремонте машин и окружающей среды.

В третьем разделе разработана конструкция приспособления для контроля крестовин. Приведены необходимые расчеты параметров конструкции. Приведены результаты технико-экономической оценки конструкции.

Пояснительная записка оканчивается заключением.

ANNOTATION

for the final qualifying work of Denis Buslaev
on the topic: "Design of the technological process of restoring the cardan shaft
crosspieces with the development of a device for their control»

The final qualifying work consists of an explanatory note on 53 sheets of typewritten text and 6 sheets of A1 format of the graphic part.

The note consists of an introduction, three sections, and a conclusion, and includes 4 table, 9 drawings, and specifications. The list of references includes 20 sources.

In the first section, an analysis of the device and operation of the K-700 gimbal transmission is given.

In the second section, the technology for restoring the crosspiece of the K-700 tractor driveshaft was developed. A repair drawing and a process map for restoring the part have been developed. On the basis of the micrometer of the crosspiece necks, a wear diagram was performed, as well as data statobrabotka was performed. The issues of labor protection during the repair of machines and the environment are considered.

In the third section, the design of the device is developed to control the crosspieces. The necessary calculations of the design parameters are given. The results of technical and economic evaluation of the structure are presented.

The explanatory note ends with a conclusion.

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

ВВЕДЕНИЕ	7
1 ОПИСАНИЕ УСТРОЙСТВА, АНАЛИЗ РАБОТЫ И ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИЧИН ПОТЕРЬ РАБОТОСПОСОБНОСТИ КАРДАННОГО ВАЛА ТРАКТОРА К-700	8
1.1. Устройство и принцип работы карданной передачи.....	8
1.2 Основные неисправности и причины потери работоспособности карданного вала.	13
1.3.Техническое обслуживание карданной передачи.	14
1.4 Организация и структура метрологического обеспечения диагностирования автомобилей и тракторов.....	15
2 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ КАРДАННОЙ ПЕРЕДАЧИ.....	22
2.1 Основные неисправности карданного вала.....	22
2.2 Разработка карты технологического процесса дефектации детали.....	23
2.3 Выбор рационального способа восстановления крестовины.....	24
2.4 Расчет режимов вибродуговой наплавки	26
2.5 Расчет режимов шлифования.	28
2.6 Нормы времени.	28
2.7 Описание технологии ремонта карданных валов.....	29
2.8 Производственная гимнастика.	32
2.9 Охрана окружающей среды.	37
3 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПРИБОРА ДЛЯ КОНТРОЛЯ КРЕСТОВИН КАРДАННЫХ ВАЛОВ.....	38
3.1 Обзор существующих устройств и приспособлений, и обоснование выбранной конструкции.....	38
3.2 Устройство прибора	40
3.3 Принцип работы прибора	41
3.4 Расчет ходового винта.....	42
3.5 Техничко-экономическое обоснование конструкции.	45
3.6 Обеспечение безопасности в конструкции прибора для контроля крестовин.	50
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	51
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	52
ПРИЛОЖЕНИЯ	
СПЕЦИФИКАЦИИ	

ВВЕДЕНИЕ

Поступление в аграрное производство новой отечественной зарубежной техники неотвратимо предъявляет более жесткие требования к ее эксплуатации, техническому обслуживанию, хранению и ремонту. Учитывая плачевное текущее материально-техническое состояние ремонтно-обслуживающей базы агрофирм и хозяйств, во большинстве случаев требуется ее капитальное перевооружение и восполнение. Современное количественное и качественное состояние ремонтно-технологической базы, ее обеспеченность новыми видами оборудования, приборами, приспособлениями и способы организации труда значительно отстают от скорости смены морально устаревшей сельскохозяйственной техники даже в экономически благополучных хозяйствах и агрофирмах.

Освоение инновационных технологий возделывания с применением сложных посевных и почвообрабатывающих комбинированных машин отечественного и зарубежного производства не снабжены всем необходимым комплексом средств для осуществления их технического сервиса. В результате снижается их экономическая эффективность, которая имеет первостепенное значение в условиях жесткой конкуренции.

Хронически сложившийся в сельскохозяйственном производстве принцип остаточного финансирования обновления технологического оборудования и оснастки технического сервиса следует разрушить, поскольку отдача от вложений в данную сферу произойдет быстрее, чем от вложений в покупку новых технологических машин и оборудования для производства сельскохозяйственной продукции.

В связи с вышесказанным, проектирование технологических процессов на основе технико-экономического обоснования, видится актуальной задачей стоящей перед ремонтно-обслуживающими базами хозяйств.

В настоящей выпускной квалификационной работе проектируется технологический процесс ремонта крестовин с разработкой прибора для их контроля.

1 ОПИСАНИЕ УСТРОЙСТВА, АНАЛИЗ РАБОТЫ И ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИЧИН ПОТЕРЬ РАБОТОСПОСОБНОСТИ КАРДАННОГО ВАЛА ТРАКТОРА К-700

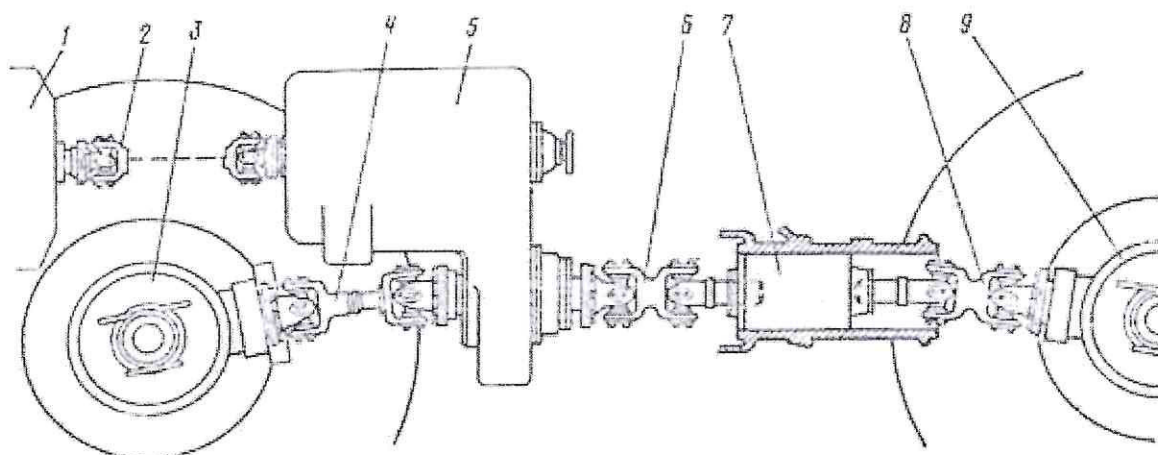
1. Устройство и принцип работы карданной передачи

Карданная передача передает мощность двигателя ведущему валу коробки передач и от раздаточного вала коробки передач переднему и заднему ведущим мостам.

Карданная передача тракторов Кировец (рис. 1.1) включает четыре карданных вала: 2-коробки передач, 4-переднего ведущего моста, 8-заднего ведущего моста, 6-промежуточный, а также промежуточную опору 7.

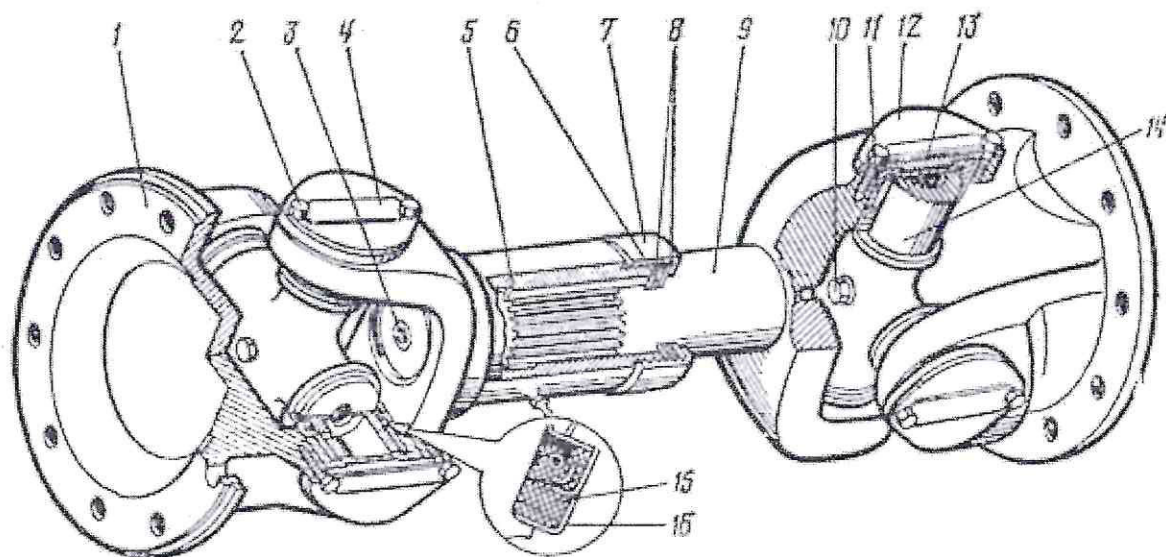
В карданной передаче применяют карданные валы двух типоразмеров: с шипами крестовин диаметром 33,65 мм и с шипами крестовин диаметром 45 мм. К первому типоразмеру относятся карданные валы коробки передач и механизма отбора мощности, ко второму — все остальные. Карданный вал состоит из двух одинаковых карданных шарниров, соединенных между собой с помощью подвижного шлицевого устройства (карданный вал 4 переднего ведущего моста) или жестко (карданные валы 2 коробки передач, 8 заднего ведущего моста и промежуточный 6).

Карданные валы коробок передач тракторов К-701 и К-700А отличаются один от другого тем, что у первого шарниры соединены между собой вилкой двойного шарнира, а у второго — вилками, между которыми вварена труба. В качестве примера рассмотрим карданный вал переднего ведущего моста (рис. 1.2). Карданный шарнир состоит из крестовины 14, четырех игольчатых подшипников 11, фланца-вилки 1 и скользящей вилки 5 (или фланца-вилки 1 и карданного вала 9). Игольчатые подшипники удерживаются в отверстиях вилок и валов крышками 13, которые крепят к вилкам и валам двумя болтами 2, законтренными стопорными планками 4.



1- полужесткая муфта и редуктор привода насосов; 2 - карданный вал коробки дач; 3 - передний мост; 4 - карданный вал переднего моста; 5-коробка передач; 6 - промежуточный карданный вал; 7 - промежуточная опора; 8 - карданный вал заднего моста; 9-задний ведущий мост.

Рисунок 1.1 - Карданная передача тракторов Кировец



1-фланец-вилка; 2 - болт; 3- заглушка; 4 -стопорная планка; 5 - скользящая вилка; 6- сальник; 7 - гайка; 8-шайба; 9-карданный вал; 10 - пробка; 11 - игольчатый подшипник; 12 - балансировочная пластина; 13- крышка подшипника; 14- крестовина; 15- уплотнительное кольцо; 16-обойма.

Рисунок 1.2 – Карданный вал переднего ведущего моста

Этими же болтами крепят балансировочные пластины 12, которые при необходимости подбирают в процессе динамической балансировки карданных валов.

Их общая толщина не должна превышать 3,8 мм с каждой стороны. Валы первого типоразмера балансируют с точностью 5-10-3 Н·м, а валы

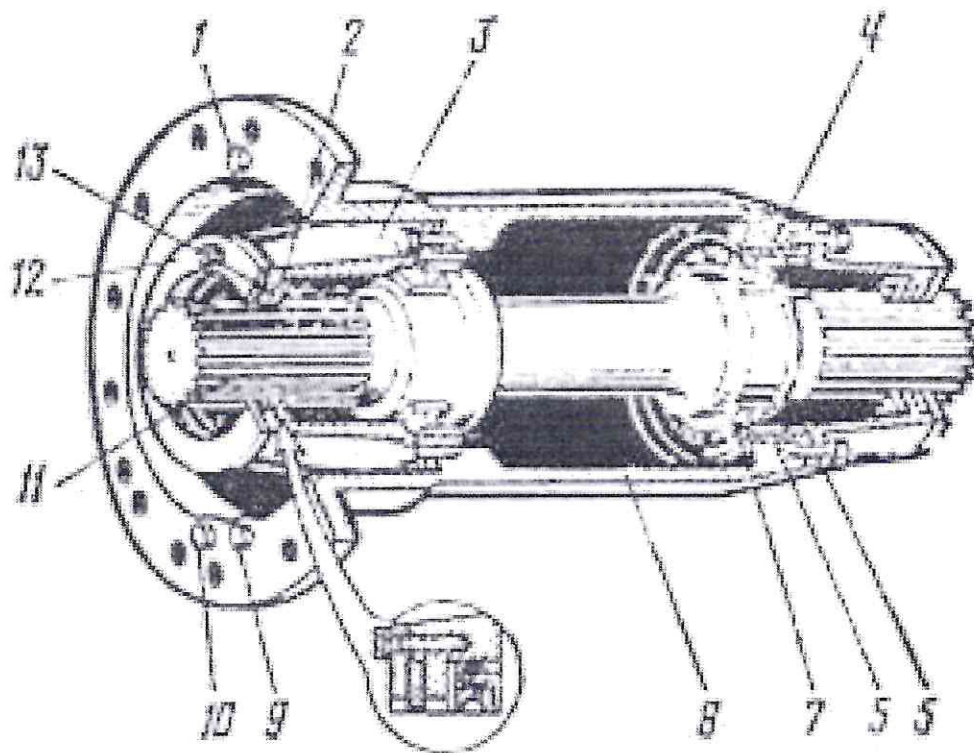
второго типоразмера - с точностью $7,5 \cdot 10^{-3}$ Н-м. При повторной установке карданных валов на балансировочный станок остаточный дисбаланс не должен превышать $25 \cdot 10^{-3}$ Н-м. Для защиты игольчатых подшипников и крестовины от пыли и грязи на шипы крестовин карданных валов второго типоразмера устанавливают комбинированное уплотнение, состоящее из стальной обрезиненной обоймы 16 и поролонового уплотнительного кольца 15. Обойму 16 насаживают на шип крестовины до упора, во внутреннюю полость ее укладывают пропитанное в веретенном масле и отжатое кольцо 15, которое при сборке не должно выступать в зазор между обоймой 16 и колпачком подшипника. Кроме того, в колпачок подшипника устанавливают резиновую самоподжимную манжету. Внутреннюю полость крестовины и подшипников заполняют смазкой № 158 (ТУ 38.101320—72) таким образом, чтобы при сборке карданного шарнира смазка выдавливалась из отверстия крестовины, закрываемого пробкой 10. При нормальной эксплуатации соединения работоспособны без дозаправки смазки до капитального ремонта.

Шлицевое соединение карданного вала 9 со скользящей вилкой 5 уплотняют резиновым сальником 6, по обе стороны которого расположены стальные шайбы 8. Сальник поджимают гайкой 7, накрученной на резьбу скользящей вилки 5. Для смазывания шлицевого соединения применяют смазку № 158. Для защиты внутренней полости скользящей вилки 5 от грязи в отверстие со стороны шарнира устанавливают пластмассовую заглушку 3.

Промежуточная опора (рис.1.3) соединяет промежуточный карданный вал и карданный вал заднего ведущего моста. Ее устанавливают в трубе горизонтального шарнира рамы трактора на два посадочных диаметра и от осевого перемещения крепят десятью болтами.

В литом чугунном корпусе 8 опоры на двух шарикоподшипниках 6 вращается вал 11, на обоих концах которого нарезаны шлицы. На шлицы надевают скользящие вилки карданных валов. В корпусе 8 со стороны фланца выполнены три отверстия с резьбой. В верхнее отверстие

устанавливают сапун 1, в нижние — контрольную пробку 9 уровня масла и сливную пробку 10.



1 — сапун; 2 — манжета; 3 — крышка; 4 — стакан; 5 — прокладка; 6 — подшипник; 7 — стопорное кольцо; 8 — корпус; 9 — контрольная пробка; 10 — сливная пробка; 11 — вал; 12 — кольцо; 13 — уплотнительное кольцо.

Рисунок 1.3 - Промежуточная опора:

Шарикоподшипники размещены в стальных стаканах 4, которые вместе с крышками 3 крепят болтами к корпусу опоры.

Осевое перемещение одного из подшипников предотвращают пружинным стопорным кольцом 7, размещенным в стакане 4, и крышкой 3. В крышках 3 устанавливают резиновые самоподжимные манжеты 2 и уплотнительные кольца 13, удерживающие внутри опоры смазку и защищающие внутреннюю полость ее от пыли и грязи. Кольца 13 прижимают к крышкам 3 стальными кольцами 12. Рабочие кромки манжет и колец 13 прилегают к наружным поверхностям скользящих вилок карданных валов, которые надевают на шлицы вала 11.

Принцип действия карданной передачи заключается в передаче мощности двигателя к коробке передач и от коробки передач к переднему и заднему ведущим мостам при возможном смещении осей их валов. Коробка передач перемещается относительно двигателя и переднего ведущего моста, так как она установлена на передней полураме на резиновых амортизаторах. Задний ведущий мост перемещается относительно коробки передач при повороте трактора (в горизонтальной плоскости) и при переезде неровностей (в вертикальной плоскости). При взаимном перемещении этих механизмов изменяется расстояние между ними, для компенсации которого в карданном вале переднего ведущего моста предусмотрено подвижное шлицевое соединение, а скользящие вилки карданных валов заднего ведущего моста и промежуточного могут перемещаться по шлицам вала промежуточной опоры. Длина карданного вала коробки передач изменяется вследствие перемещения фланца по шлицам вала редуктора привода насосов.

Отличительные особенности карданной передачи трактора К-700. На тракторах К-700, выпущенных до 1970 г., подшипники и внутренние полости крестовины защищены от пыли и грязи войлочным кольцом и стальной обоймой, установленными на шипы крестовин под игольчатыми подшипниками. Для смазывания игольчатых подшипников применяют трансмиссионное масло, которое заправляют через масленку в крестовине каждые 60 мото-ч. Для контроля заправки в центре крестовины установлен предохранительный клапан, через который в конце заправки должно выступать свежее масло.

Карданные валы коробки передач и переднего ведущего моста имеют подвижное шлицевое соединение, которое смазывают солидолом С.

Одна из вилок карданных валов промежуточного и заднего ведущего моста заканчивается шлицевым валом с наружными шлицами.

В промежуточной опоре вместо вала на подшипниках установлена труба с внутренними шлицами. Зазор между трубой и вставленными в нее шлицевыми валами вилок карданных валов уплотнен с каждой стороны

двумя круглыми резиновыми кольцами, установленными в канавки внутри трубы.

1.2 Основные неисправности и причины потери работоспособности карданного вала

В процессе эксплуатации возможно возникновение неисправностей карданной передачи, основные из которых приведены ниже:

1. Обрыв карданного вала.

2. Ослаблена затяжка болтов, соединяющих фланцы карданных валов с фланцами коробки передач или ведущих мостов (несвоевременно были подтянуты болты в процессе эксплуатации, недостаточно затянуты болты при сборке трактора)

3. Разрушение карданного шарнира (изношены или разрушены игольчатые подшипники и шипы крестовин, т.к. в игольчатые подшипники попали пыль и грязь; было недостаточно смазки в полостях крестовин или смазка не соответствует инструкции по эксплуатации)

4. Нарушена балансировка карданного вала (причины: понизилась твердость шипов крестовин, изменились размеры крестовин, вилок, подшипников).

Разбирают карданный вал и заменяют поврежденные детали: игольчатые подшипники 11 (см. рис. 1.2), крестовины 14, обоймы 16 и уплотнительные кольца 15. Перед сборкой уплотнительные кольца 15 пропитывают моторным маслом и отжимают, а полости крестовин и подшипников промывают и заполняют смазкой № 158. После сборки карданный вал балансируют. Если отбалансировать невозможно, то перед разборкой проверяют наличие меток (стрелок) или метят заново все используемые детали и при сборке устанавливают их в первоначальное взаимное положение. Если заменяют только подшипники и крестовины, то карданные валы можно не балансировать

5. Разрушение фланца корпуса и болтов крепления промежуточной опоры (причина: разработаны места посадки корпуса опоры в трубе горизонтального шарнира рамы).

6. Не затянуты болты крепления корпуса опоры к раме. Подтянуть болты крепления. Разобрать собрать опору карданного вала.

Обкатать промежуточную опору при 900 ± 70 об/мин и 1800 об/мин на холостом ходу в течение 5 мин на каждом режиме. Проверить, нет ли течи масла, если необходимо, устранить ее.

Подтягивают болты после обкатки трактора и при ТО-3.

1.3. Техническое обслуживание карданной передачи

В конце каждой смены проверяют на ощупь степень нагрева карданных шарниров. Если рука терпит, то нагрев нормальный. При перегреве карданный вал снимают, разбирают и устраняют неисправность. После обкатки трактора и при ТО-2 проверяют уровень масла в картере промежуточной опоры и при необходимости доливают его. Для проверки уровня масла отворачивают контрольную пробку 9 (см. рис. 1.3). Из отверстия должно показаться масло. Доливают масло через отверстие для сапуна 1 до появления его из отверстия контрольной пробки. Подтягивают крепления фланцев-вилки карданных валов.

При ТО-3 проверяют уровень масла в картере промежуточной опоры и при необходимости доливают его. Снимают сапун, промывают его в дизельном топливе, продувают сжатым воздухом и устанавливают на место.

При сезонном техническом обслуживании заменяют масло в картере промежуточной опоры в соответствии с предстоящим сезоном эксплуатации. Для более полного удаления отработанного масла и осадка из промежуточной опоры рекомендуется наехать правым задним колесом на брус высотой 150...200 мм, чтобы сливное отверстие оказалось в нижнем положении, и сливать масло вскоре после остановки трактора. Заправлять

масло следует через отверстие для сапуна 1 специальным шприцем или мерной посудой вместимостью 2 л. Промывают сапун.

1.4 Организация и структура метрологического обеспечения диагностирования автомобилей и тракторов

Решение проблемы повышения качества эксплуатации автомобилей и тракторов во многом зависит от успехов в области метрологического обеспечения диагностических операций. Эта проблема предполагает стандартизацию правил и положений в области метрологического обеспечения, использование современных средств измерений, установление требований и норм к их метрологическим характеристикам, осуществление стандартизации, аттестации и надзора над этими методами и средствами, а также установление связи с законодательными метрологическими организациями страны на основе Государственной системы обеспечения единства измерений.

В соответствии с ГОСТ 8.010-72 к эксплуатации допускаются только те средства измерения, которые прошли метрологическую аттестацию или стандартизацию. Это требование влечет за собой большую работу по метрологическому надзору за использующимися средствами и метрологической экспертизе технических заданий на стадии создания средств измерения. Причем последняя задача должна привлекать особое внимание, так как она определяет соответствие диагностических приборов современному уровню и требованиям Госстандарта.

Условия метрологического обеспечения диагностирования прежде всего соблюдаются и контролируются метрологическими службами отрасли.

Главная цель метрологической службы - обеспечение единства мер и достоверности измерений.

Техническая диагностика автомобилей и тракторов, выполняющая функции контролера качества в эксплуатации, является основным

инструментом метрологического обеспечения производства в условиях анрофирм, СТО и автотранспортных предприятий.

Она предусматривает оснащенность постов (линий) диагностирования современной и исправной измерительной аппаратурой.

Не останавливаясь на вопросах метрологического надзора за измерительными средствами, выпускаемыми специализированными заводами, аттестация которых строго регламентирована, отметим, что для целей диагностики зачастую используется, так называемое, нестандартизированное оборудование, изготовленное в силу производственной необходимости неспециализированными предприятиями" небольшими партиями или единично.

В то же время от его технического состояния зависит достоверность диагностирования и прогнозирование ходимости остаточного ресурса агрегатов машин.

Поскольку такое оборудование не проходит государственных испытаний, особое значение приобретает тщательность проверки его первого образца. Здесь основной объем работ приходится на метрологическую аттестацию, начиная с метрологической экспертизы технической документации.

Общая схема метрологического надзора за диагностическим оборудованием включает: метрологическую экспертизу документации, метрологическую аттестацию первого образца, а также первичную, периодическую и внеплановую поверки.

К каждому прибору диагностического комплекса должна быть приложена методика поверки, содержащая перечень технических характеристик прибора, подлежащих поверке, требования по каждой характеристике, требования к методу поверки и рекомендации по периодичности ее проведения.

Измерения диагностического параметра классифицируются на прямые, косвенные и совместные.

Прямые заключаются в экспериментальном сравнении измеряемой величины с ее мерой непосредственно в единицах оцениваемого параметра, например измерение свободного хода педалей сцепления и тормоза, схождения управляемых колес с помощью специальных линеек и т. п.

При косвенных измеряемая величина связана с определяемой известной зависимостью. Так, состояние обмотки возбуждения генератора определяют по падению напряжения в ней при пропускании определенной силы тока. Метод используется при известной функциональной связи между структурным и диагностическим параметрами при прямом измерении последнего.

При совместных производят одновременно прямые и косвенные измерения двух или более неоднородных величин, например выявление зависимости между токсичностью отработавших газов автомобиля и техническим состоянием элементов системы питания, зажигания, цилиндро-поршневой группы и механизма газораспределения.

Точность измерений количественно характеризует степень приближения результатов измерения к истинному значению.

Погрешность измерения - алгебраическая разность между полученным и действительным значениями величины.

Погрешности выраженные в единицах оцениваемой величины, называются абсолютными, а в долях или процентах - относительными.

Применительно к условиям диагностирования погрешность измерения приводит к оценке части агрегатов как годных, но по действительным значениям выходящих за границу допуска. Одновременно эта же погрешность вызывает выбраковку некоторых исправных агрегатов как негодных к дальнейшей эксплуатации.

Следует отметить, что выбор и обоснование метода диагностирования должны производиться из условия обеспечения минимума затрат на эксплуатацию и ремонт агрегата, включая и стоимость средств измерений, ибо снижение погрешности влечет за собой повышение их стоимости, но

снижает затраты от недоиспользования ресурса. И наоборот, увеличение допустимой погрешности снижает стоимость средств измерения, но увеличивает затраты, связанные с недоиспользованием ресурса.

Таким образом, следует применять те методы и приборы, которые обеспечивают необходимую точность и при этом не увеличивают значительно стоимость технического обслуживания и ремонта агрегатов.

Для выбора метода и средств диагностирования в первую очередь следует знать допустимую погрешность измерения параметра.

Обязательным условием обоснования допустимых погрешностей при выборе средств измерения является знание законов рассеивания отклонений структурных или диагностических параметров и законов распределения погрешностей их измерения. Закон распределения погрешностей обычно принимают нормальным. Распределение рассеивания параметров зависит от конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов и определяется по результатам статистических наблюдений.

Для сопряжений, подвергающихся в процессе эксплуатации в основном износу, с достаточной точностью можно считать, что закон рассеивания отклонения структурных параметров подчиняется нормальному закону распределения. В этом случае зона их рассеивания характеризуется величиной $2\delta_{\text{тех}}$ и средним квадратическим отклонением $\delta_{\text{тех}}$. Величина поля допуска характеризуется значениями $2\delta_{\text{стр}}$ и $\sigma_{\text{стр}}$ (рис. 2.1). При этом принимается условие, что середина поля допуска рассеивания предельных значений параметров совпадает со средним значением погрешностей распределения. Одновременно принимаем условие, что отношение предельной погрешности измерения к полю допуска предельных значений параметров выражается коэффициентом точности метода измерения.

При применении абсолютно точного метода измерения кривая рассеивания действительных размеров параметров выражалась бы нормальной кривой, резко обрывающейся на границах поля допуска (при $\delta_{\text{стр}} < \delta_{\text{тех}}$). Практически же при применении средств измерений, обладающих

определенными погрешностями, эта кривая получает у каждой границы допуска определенное изменение. Величина этого несоответствия находится в прямой зависимости от погрешности средств измерения.

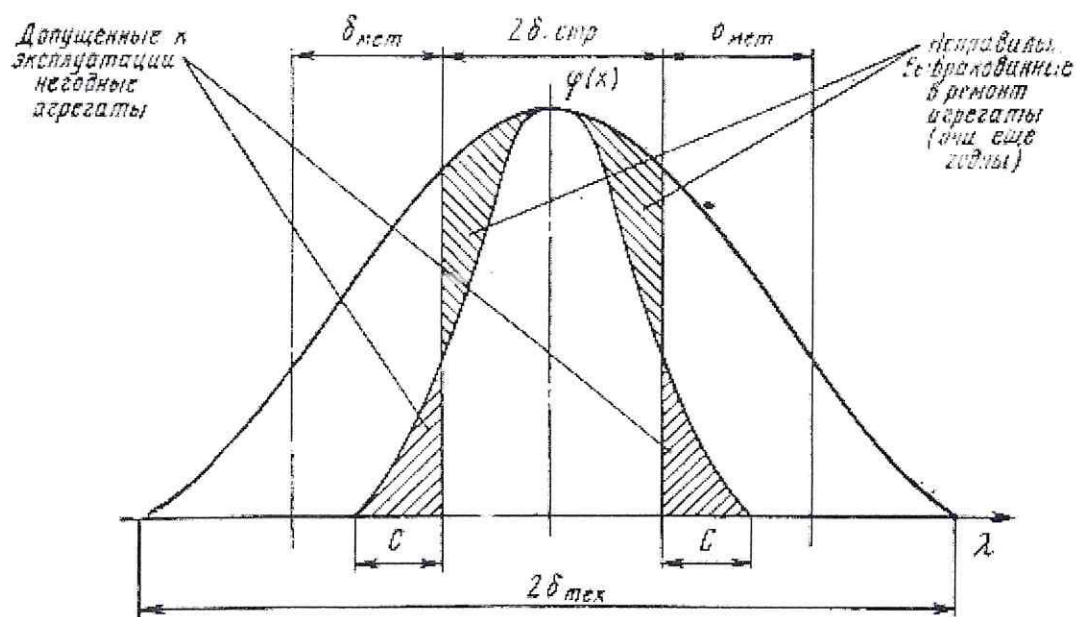


Рисунок. 1.4 - Схема оценки допуска рассеивания предельных значений параметров

Передача размеров единиц от эталонов рабочим мерам и измерительным приборам осуществляется образцовыми средствами измерений, которые предназначены для проверки и градуировки по ним других средств измерений. Хранятся они в органах Государственной метрологической службы или в органах отраслевых метрологических служб.

На образцовые средства измерений выдаются свидетельства с указанием метрологических параметров и разряда по общесоюзной поверочной схеме. Все образцовые средства измерений подлежат обязательной периодической поверке в сроки, установленные правилами Госстандарта.

Правильная передача размера единиц физических величин во всех звеньях метрологической цепи предопределяется поверочными схемами. В поверочной схеме указываются наименования утвержденного государственного эталона, вторичных эталонов, образцовых и рабочих средств измерений и методов поверки. Одновременно приводятся погрешности воспроизведения и передачи единицы каждому средству.

Поверка диагностических приборов производится одним из двух следующих методов:

- измерением величин, воспроизводимых образцовыми мерами соответствующего разряда или класса точности, значения которых выбирают равными соответствующим отметкам шкалы прибора;
- сличением поверяемого и образцового прибора при измерении одной и той же величины.

Осуществление последнего метода производится двумя способами:

- измеряемая величина изменяется до определенных значений, оговоренных в стандартах или технических условиях, устанавливаемых по образцовому прибору, а погрешность определяется по показаниям поверяемого прибора. Этот метод особенно удобен, когда с помощью одного образцового прибора одновременно поверяется несколько однотипных приборов;
- измеряемая величина изменяется до определенных, оговоренных в стандартах или технических условиях, устанавливаемых по поверяемому прибору, а погрешность отсчитывается по образцовому прибору, как отклонение от соответствующего штриха шкалы. Преимущество этого метода в том, что он позволяет точно определять погрешность по образцовому прибору, шкала которого чаще имеет большее число делений, чем поверяемый прибор.

Определение погрешности как разницы между результатом измерения X^1 и истинным значением Q ($\Delta = X - Q$) оказывается практически невозможным, так как наряду с Δ оказывается неизвестным и Q . Поэтому вместо истинного значения обычно используется "действительное". При этом под действительным значением понимается такое значение измеряемой величины, найденной экспериментальным путем, которое для данной конкретной цели может использоваться в качестве истинного.

Истинное и соответственно действительное значения изменяются в зависимости от влияния внешних условий, которые одновременно влияют и

на характеристики измерительных средств. В связи с этим меняются и погрешности измерений.

В целом все факторы, влияющие на погрешность, объединяются в две основные группы:

1. факторы, появляющиеся нерегулярно. К ним относятся, например, изменение внимания оператора, нерегулярные изменения различных величин, например, падение напряжения в сети. Погрешности, зависящие от факторов этой группы, называются случайными;
2. факторы, влияющие постоянно, или закономерно изменяющиеся в процессе опыта. Эти факторы неизменно повторяются при повторении опыта. Погрешности, зависящие от факторов этой группы, называются систематическими, погрешностями измерения. Общая погрешность измерения Δ равна сумме случайной δ и систематической Q погрешностей.

Выбор образцовых измерительных средств осуществляется из условий:

- соотношение погрешностей образцового и поверяемого приборов 1:3, когда при поверке вводят поправки на показания образцовых средств измерений;
- соотношение погрешностей образцового и поверяемого приборов 1:5, когда при поверке поправки по показаниям образцовых средств измерений не вводятся.

В условиях практической поверки измерительных средств эти соотношения могут несколько менять.

2 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ КАРДАННОЙ ПЕРЕДАЧИ

2.1 Основные неисправности карданного вала

Основной неисправностью является стук карданного вала при движении накатом с большой скоростью. Причинами неисправности могут быть: износ игольчатых подшипников, шлицевых соединений, ослабление крепления фланцев, ослабление подшипников промежуточной опоры. Стук карданного вала может быть вызван и неправильной его балансировкой. Балансируют валы при помощи балансировочных пластин на заводе.

При повышенном биении и стуке карданного вала необходимо убедиться, что дребезжание и неравномерный шум исходят именно от карданного вала. Часто на карданный вал списывают стуки, вызванные ослаблением крепления двигателя, коробки передач, сцепления, износом резиновых подушек, рессор, неисправностями шин, неравномерной работой двигателя.

Когда случаются рывки в начале движения, причинами могут быть износ подшипников и крестовины шарниров, шлицев валов и вилок, ослабление крепления фланцев карданов. При повышенном нагреве шарнирных соединений основными причинами могут быть износ шарнирных соединений и отсутствие смазки. При повышенном люфте карданного вала основной причиной является износ крестовины и шлицевого соединения.

При утечке масла основными причинами могут быть:

- ослабление обоймы сальника фланца эластичной муфты;
- износ уплотнения;
- повреждение или износ сальников карданных шарниров.

Крестовина является одной из основных деталей этого узла, который подвергается наиболее интенсивному изнашиванию. И ресурс этой детали определяет весь ресурс карданной передачи.

Поверхность 1 (лист 1) сопрягается с болтом. Основным износом этой поверхности является износ резьбы, срыв ниток, вмятины.

По поверхности 2 крестовина сопрягается с игольчатым роликоподшипником. Основными износами являются - износ схватыванием, то есть в результате контактно циклической нагрузки; тепловой износ.

По поверхности 3 она сопрягается с сальником. Основным износом является коррозионно - механический, то есть при трении крестовина вступает в химическое действие со средой.

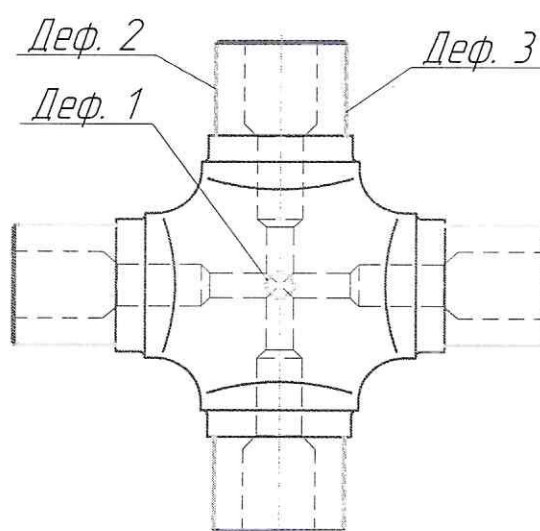


Рисунок 2.1– Крестовина карданного вала трактора К-700.

2.2 Разработка карты технологического процесса дефектации детали

Дефектацию осуществляют по специальным картам технологического процесса на дефектацию, в этих картах имеется информация о материале детали: физико-механические свойства, наименование дефектов, используемые средства контроля и измерения используемого дополнительного оснащения нормы времени.

При дефектации обращают внимание на следующие размеры: номинальный размер – это размер, установленный рабочими чертежами детали; допустимый размер – это такой размер, при котором разрешается

использование детали без ремонта; предельный размер – это размер, при достижении которого деталь направляется в ремонт.

После очистки и разборки карданного вала принимаем на дефектацию крестовину. При выборе средств измерения для контроля размеров надо руководствоваться следующими положениями:

- точность измерительного средства должна быть достаточно высокой по сравнению с заданной точностью;
- трудоемкость измерений и их стоимость должны быть по возможности наиболее низким.

Для каждого средства измерения установлена и дана в его характеристике предельная погрешность измерения. Инструмент выбирают так, чтобы его предельная погрешность Δ_{lim} была меньше или равна допустимой погрешности измерения δ , то есть $\Delta_{lim} < \delta$.

1. Износ поверхности под игольчатый роликоподшипник: прибор для контроля крестовин.
2. Износ поверхности под сальник: прибор для контроля крестовин.
3. Повреждение резьбы отверстия: калибр.
4. Трещины, сколы средства измерения: лупа – 3 – 10.

Таблица 2.1 – Выбор средств измерений

Наименование детали, её размер, поле допуска	Величина допуска изделия JT, мм	Допустимая погрешность измерения $\pm \delta$, мкм	Предельная погрешность средства измерения $\pm \Delta_{lim}$, мкм	Наименование обозначения измерительного средства, ГОСТ
Вал, $\varnothing 45\text{мм}$, f4	0,015	5	3,5	Прибор для контроля крестовин
Вал, $\varnothing 45\text{мм}$, f6	0,015	5	4	Прибор для контроля крестовин

2.3 Выбор рационального способа восстановления крестовины

Для устранения каждого дефекта должен быть выбран рациональный способ, т.е. технически обоснованный и экономически целесообразный.

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

Для восстановления крестовины выбираем следующие способы: вибродуговая наплавка (1), хромирование (2), осталивание (3).

Выбор рационального способа восстановления производится по оценивающим критериям: технологическому, техническому, технико-экономическому.

Технологический критерий. Нас устраивают все выше перечисленные способы.

Технический критерий.

$$K_d = K_i \times K_v \times K_c \times K_p, \quad (2.1)$$

где K_d - коэффициент долговечности,

K_i - коэффициент износостойкости, $K_{i1} = 1$, $K_{i2} = 1,67$, $K_{i3} = 0,91$;

K_v - коэффициент выносливости, $K_{v1} = 0,62$, $K_{v2} = 0,97$, $K_{v3} = 0,82$;

K_c - коэффициент сцепления, $K_{c1} = 1$, $K_{c2} = 0,82$, $K_{c3} = 0,65$ [1];

K_p - поправочный коэффициент, $K_p = 0,85$ [1].

$$K_{d1} = 1 \times 0,62 \times 1 \times 0,85 = 0,527.$$

$$K_{d2} = 1,67 \times 0,97 \times 0,82 \times 0,85 = 1,129;$$

$$K_{d3} = 0,91 \times 0,82 \times 0,65 \times 0,85 = 0,41.$$

По техническим критериям нас не устраивает способ электролитическое покрытие – осталивание.

Технико-экономический критерии.

$$K_T = C_v / K_d \rightarrow \min \quad (2.2)$$

$$K_{T1} = 1040 / 0,527 = 1973,43;$$

$$K_{T2} = 1772 / 1,129 = 1569,4.$$

По этому критерию нас устраивает 2 способ восстановления – хромирование. Но так как крестовина может подвергаться значительному износу, то ее целесообразней восстановить наплавкой. Исходя из этого

выбираем окончательно 1 способ восстановления (вибродуговая наплавка) с последующей механической обработкой.

Преимуществами этого способа являются: 1) незначительный нагрев детали; 2) отсутствие требований последующей термической обработки; 3) возможность регулирования толщины наплавляемого слоя; 4) возможность автоматизации процесса; 5) отсутствие требований по специальной подготовке детали перед наплавкой; 6) меньшее выгорание углерода и других легирующих элементов; 7) незначительная стоимость оборудования.

Недостатки: 1) невозможность использования для наплавки деталей толщиной менее 8 мм; 2) снижение усталостной прочности наплавленной детали; 3) неоднородность микроструктуры, пористость наплавленного слоя.

Таблица 2.2 – Последовательность выполнения операций по восстановлению крестовины карданного вала вибродуговой наплавкой.

Операции	Оборудование	Приспособление, инструмент
005 Моечная	Ванна моечная ОМ-1316 ГОСНИТИ.	Моющее средство МС-37, концентрация 10г/л, $t=70^0\text{C}$
010 Дефектовочная	Стол для дефектации ОРГ-14-6801-090 А ГОСНИТИ	Прибор для контроля крестовин
015 Токарная	Токарно-винторезный 1К62	Резец 2102-025 ГОСТ 18868-73
020 Наплавочная	Универсальная наплавочная головка ГВМК-I	Переоборудованный токарный станок 1А62
025 Шлифовальная	Станок круглошлифовальный 3151 3Б646;	Круг шлифовальный ПП 300×40×124 СТ1 27 К5 ГОСТ 2424-83
030 Контрольная	Контрольный стол	Прибор для контроля крестовин, калибр, лупа.

2.4 Расчет режимов вибродуговой наплавки

Сила сварочного тока I_{CB} , А: [10]

$$I_{CB} = (60...75)\pi d^2 / 4, \quad (2.3)$$

где d – диаметр электродной проволоки, мм.

$$I_{CB} = 60 \times 3,14 \times 2^2 / 4 = 190 \text{ А}. \quad (2.4)$$

Напряжение принимаем в пределах 12...30В.

Скорость наплавки V_H , м/ч:

$$V_H = 0,785d^2 \times V_{\text{Э}}\eta/h \times S \times a, \quad (2.5)$$

где h – толщина наплавляемого слоя, мм;

S – шаг наплавки, мм/об.;

η – коэффициент перехода электродного материала в наплавленный металл ($\eta = 0,8 \dots 0,9$),

a – коэффициент, учитывающий отклонение фактической площади сечения наплавленного слоя от площади четырехугольника с высотой h ($a = 0,7 \dots 0,85$).

Скорость подачи электродной проволоки $V_{\text{Э}}$, м/ч: [10]

$$V_{\text{Э}} = 0,1 \times I_{\text{СВ}} \times U/d^2, \quad (2.6)$$

где U – напряжение источника питания, В.

$$V_{\text{Э}} = 0,1 \times 190 \times 20/2^2 = 95 \text{ м/ч};$$

$$V_H = 0,785 \times 2^2 \times 95 \times 0,8/2 \times 3 \times 0,85 = 46,7 \text{ м/ч}.$$

Частота вращения детали n , мин⁻¹:

$$n = 1000 \times V_H / 60\pi \times D, \quad (2.7)$$

где D – диаметр детали, мм.

$$n = 1000 \times 46,7/60 \times 3,14 \times 45 = 5,5 \text{ мин}^{-1}.$$

Шаг наплавки S , мм/об:

$$S = (1,6 \dots 2,2) \times d; \quad (2.8)$$

$$S = (1,6 \dots 2,2) \times 2 = 3 \text{ мм/об}.$$

Вылет электродной проволоки H , мм:

$$H = (5 \dots 8) \times d;$$

$$H = (5 \dots 8) \times 2 = 10 \dots 16 \text{ мм}.$$

Амплитуда колебаний электродной проволоки A , мм:

$$A = (0,75 \dots 1,0) \times d; \quad (2.9)$$

$$A = (0,75 \dots 1,0) \times 2 = 1,5 \dots 2,0.$$

Индуктивность электрической цепи L , Гн:

$$L = 51\pi \times d^2 \times V_{\text{Э}} \times \gamma / I^2 \times f, \quad (2.10)$$

где γ – плотность электродной проволоки, г/см³, ($\gamma = 7,85$);

I – максимальная сила тока в цепи, А (принимается в 2 раза больше силы тока по амперметру);

f – частота колебаний, Гц.

$$L = 51 \times 3,14 \times 2^2 \times 95 \times 7,85 / 424^2 \times 65 = 0,04 \text{ Гн.}$$

2.5 Расчет режимов шлифования

Станок круглошлифовальный 3151:

Диаметр точильного круга- 300 мм.

Мощность привода – 2,2 кВт.

Принимаем: подачу S – 0,78 мм/об.

$$V_d = \pi \times D \times n / 60, \quad (2.11)$$

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

D – диаметр круга, м.

$$V_d = 3,14 \times 0,3 \times 5000 / 60 = 7,85 \text{ м/сек.}$$

2.6 Нормы времени

Нормируемое время – это время полезной работы, связанной с выполнением производственного задания. Оно классифицируется на основное, вспомогательное, дополнительное и подготовительно-заключительное время. Все названные категории включают в состав технической нормы времени, которая выражается формулой: [1]

$$T_n = T_{осн} + T_{всп} + T_{доп} + T_{пз} / n, \quad (2.12)$$

где T_n - норма времени;

$T_{осн}$ - основное время, мин.;

$T_{всп}$ - вспомогательное время, мин.;

$T_{доп}$ – дополнительное время, мин.;

$T_{пз}$ – подготовительно–заключительное время, мин.;

n – количество обрабатываемых деталей в партии, шт.

Сумма основного и вспомогательного времени составляет оперативное время:

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{осн}} + T_{\text{в}}. \quad (2.13)$$

В технологических картах обычно проставляется штучное время $T_{\text{шт}}$ и подготовительно-заключительное время $T_{\text{пз}}$.

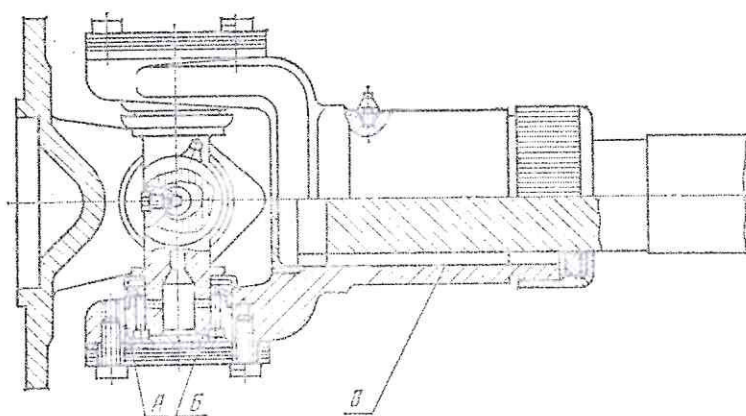
$$T_{\text{шт}} = T_{\text{осн}} + T_{\text{всп}} + T_{\text{доп}};$$

$$T_{\text{н}} = 2,92 + 1,17/3 = 3,31 \text{ ч.}$$

2.7 Описание технологии ремонта карданных валов

Основными дефектами карданного вала (рис. 2.2) 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.



А — отверстия в скользящей вилке — подшипник игольчатый (наружное кольцо); *Б* — крестовина — подшипник игольчатый;

В — скользящая вилка — вал карданный.

Рисунок 2.2 - Места износа сопряжений карданного вала трактора К-701

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 в холодную под прессом. Карданные валы после ремонта должны подвергаться динамической балансировке.

Крестовина карданного вала – шарнир, применяющийся для передачи крутящего момента к мосту в условиях меняющегося положения автомобиля в пространстве. Присутствует в авто и тракторах, в которых для передачи усилий от двигателя к колесам используется карданный вал и мосты.

Геометрически крестовина представляет собой перпендикулярные оси, опирающиеся на подшипники игольчатого типа. Данная деталь изготавливается из легированной стали, проходит закалку и обладает высокой прочностью. Благодаря этому, крестовина способна длительное время выдерживать высокие нагрузки.

В состав карданного шарнира входит:

- две вилки;
- четыре шипа;
- игольчатые подшипники;
- стопорные кольца.

Признаки неисправности крестовины:

Ремонт крестовины кардана необходимо производить при наличии следующих внешних признаков:

1. вибрация карданного вала;
2. стуки при начальном движении автомобиля;
3. скрип при разгоне;
4. ощущение биения в ходовой части.

Основные неисправности карданной передачи, требующие ее ремонта и сопровождающиеся вышеприведенными симптомами, заключаются в

заклинивании или разрушении крестовины кардана, а также в ее значительной выработке. Последнее приводит к появлению люфта.

Неисправная крестовина требует замены, после которой возникает необходимость в отцентровке отремонтированного карданного вала.

Замена неисправной крестовины. Опытные механики за сутки до работ по замене крестовины кардана обильно заливают деталь жидкостью типа WD-40 для облегчения выкручивания болтов.

Замена крестовины карданного вала начинается с нанесения меток, с помощью которых отмечается взаимное расположение частей вала относительно друг друга. В некоторых случаях это позволяет избежать дальнейшей балансировки детали. Работу выполняют на подъемнике.

Работу начинают с демонтажа карданного вала. Перед тем, как снять кардан, рекомендуется легкими ударами молотка обстучать все имеющиеся резьбовые соединения. После этого ключом на 13 выкручивают болты крепления подвесного подшипника и гайки, крепящие вал к хвостовику. После этого деталь снимают с автомобиля.

Сняв с крестовины стопорные кольца, вал устанавливают таким образом, чтобы подлежащая замене деталь была на весу. После этого молотком и оправкой с крестовины сбивают чашки и извлекают элемент.

Перед тем, как собрать карданную передачу, следует тщательно очистить от загрязнений посадочные места крестовину и стопорных колец. Края отверстий можно обработать наждачной бумагой.

Перед началом монтажа с новой крестовины необходимо снять чашечки, после чего не полностью вставить их в посадочные отверстия.

Сама крестовина вставляется в уже установленные чашечки, после чего они набиваются на нее до конца. Для удобства можно использовать мощную струбцину, позволяющую запрессовать элементы без ударных нагрузок. Аналогичным образом осуществляют монтаж крестовины с другой стороны. После этого устанавливают стопорные кольца.

Перед тем, как проверить правильность работ на ходу, следует завести авто и понаблюдать за ним. Наличие вибрации может свидетельствовать о неправильной установке деталей относительно друг друга и необходимости балансировки карданного вала.

2.8 Производственная гимнастика

2.8.1 Общие сведения

Современный человек большую часть своей жизни проводит сидя. Стоит понимать, что малоподвижный образ жизни рано или поздно отразится на самочувствии.

Во время СССР для работников была разработана специальная производственная гимнастика. Все работники должны были строго выполнять все упражнения в отведенное время. Сейчас подобная практика на предприятиях отсутствует. Однако, вы сами можете заботиться о своем здоровье и делать специальные упражнения, во время выполнения трудовых обязанностей.

Производственная гимнастика — это комплекс из нескольких упражнений, которые сотрудники должны делать, находясь на своем рабочем месте, для поддержания здоровья и повышения работоспособности.

Задачи производственной гимнастики:

- Поддержка работоспособности;
- Подготовка сотрудника к рабочему процессу;
- Подготовка к конкретному виду деятельности;
- Поддержание здорового образа жизни.

Преимущества гимнастики в рабочее время:

- Получение энергии на весь рабочий день;
- Эффективное выполнение поставленных задач;
- Снижение эмоционального напряжения;
- Поддержание организма в тонусе.

Чтобы не уставать на работе и после работы, необходимо делать комплекс простых упражнений, всего 5-10 минут. Самое главное – никакого специального оборудования и тренажеров для производственной зарядки не нужно.

Регулярная производственная гимнастика может предотвратить появление таких заболеваний, как:

- геморрой;
- простатит;
- ожирение;
- гастрит;
- болезни суставов;
- болезни спины и шеи.

Чтобы избежать этого, каждый сотрудник должен думать о своем здоровье и во время рабочего процесса не только принимать правильную позу, но и делать полезные перерывы.

Все упражнения достаточно просты и не требуют специальной физической подготовки.

Несколько минут производственной гимнастики помогут улучшить:

- кровоток;
- обменные процессы в организме;
- самочувствие;
- настроение;
- работоспособность.

Как показывает практика, сотрудник, который находится в хорошем настроении и физической форме, способен лучше выполнять свою работу и добиваться больших успехов.

Формы (виды) производственной гимнастики

Если говорить о формах гимнастики, то тут можно выделить 4 основных вида. Рассмотрим более подробно каждый.

1. Микропауза.

Эта форма гимнастики доступна абсолютно каждому. Обычно – это ослабление напряжения мышц или обычный самостоятельный массаж. Для микропаузы достаточно несколько минут.

Самый простой пример, это разминание спины, если вы сидите долго на стуле. Чтобы размяться, вы просто отталкиваетесь назад и потягиваетесь. Или можно поднять руки вверх и потянуться назад, чтобы «размять» спину.

2. Вводная гимнастика.

Пожалуй, лучшее начало трудового дня – это утренняя гимнастика. Упражнения можно сделать перед началом рабочего процесса. Все упражнения достаточно простые и длятся по времени не более 5 минут. Достаточно выполнять 5-7 упражнений для получения максимального результата. Сотрудники, которые приходят на работу после такой зарядки, бодр и полны сил, в то время как другие пытаются взбодриться чашечкой кофе. Если есть возможность, то запишитесь в бассейн и посещайте его до начала работы или после.

3. Физкультурная пауза.

Эта форма производственной зарядки нужна для быстрого снятия напряжения в течение рабочего дня. Как правило, это простое упражнение, на выполнение которого уходит не больше минуты. Если у вас стандартный 8-часовой рабочий день, то можете разминаться каждый час. При этом упражнения можно постоянно чередовать.

4. Физкультминутка.

Во время физкультурной минутки вам необходимо встать со стула и сделать небольшие упражнения, так сказать «размять тело». Как правило, это могут быть обычные наклоны. Разминаться, выполняя наклоны в разные стороны можно каждый час.

2.8.2 Упражнения для производственной гимнастики

Производственная гимнастика включает большой комплекс упражнений. Ваша задача – подобрать наиболее подходящие для себя или составить комплекс гимнастических упражнений.

Упражнения без опоры.

Для выполнения разминки обязательно иметь под рукой стул.

Чтобы снизить нагрузку, можете выполнить несколько простых упражнений:

- Обычные наклоны. Вам необходимо просто встать прямо и делать наклоны в разные стороны. Для упражнения можете задействовать руки и поднимать их вверх или раздвигать в стороны.
- Чтобы снизить нагрузку в спине, необходимо ровно встать и руки поднять вверх. В таком положении потянуться вверх, при этом встать на носочки максимально высоко и тянуть пальцы вверх. В таком состоянии оставаться 10 секунд. Для достижения положительного результата упражнение сделать 10 раз.
- Ходьба на месте – отличное упражнение. Необходимо выполнять ходьбу на месте 5-7 минут.
- Ну и, конечно, не стоит забывать про обычные приседания. Необходимо делать по 15-20 приседаний в течение зарядки. Для достижения положительного результата не забывайте подключать руки, во время приседания, и выдвигать их вперед.

Зарядка для глаз

Как уже говорили, многие весь день сидят за компьютером, читают книги, печатают материал или занимаются проверкой важных бумаг. Работа – это хорошо, но вот глаза необходимо беречь. Даже если вы выполняете работу в специальных очках, необходимо делать специальную гимнастику для глаз.

Комплекс упражнений для глаз:

- Закройте глаза и максимально сильно их зажмурьте буквально на 5-10 секунд. После этого широко откройте. Можно делать до 10 повторений.
- Чтобы глаза отдыхали, необходимо раз в несколько часов переключать зрение с близкого расстояния на дальнее. Сделать это очень просто. Все что необходимо, это просто подойти к окну и постараться

3 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПРИБОРА ДЛЯ КОНТРОЛЯ КРЕСТОВИН КАРДАННЫХ ВАЛОВ

3.1 Обзор существующих устройств и приспособлений, и обоснование выбранной конструкции

Использование различных приспособлений при ремонте машин позволяет повысить производительность труда, улучшить качество продукции ремонтных предприятий, расширяет технологические возможности оборудования. Облегчает условия труда ремонтников, повышая безопасность их работы и т.д.

Для проектирования приспособления необходимо располагать: рабочими чертежами восстанавливаемой детали или сборочным чертежом узла, схемой базирования и закрепления детали в приспособлении, технологическим процессом дефектации деталей, размерами и сведениями о форме посадочных мест оборудования, на котором приспособление будет устанавливаться, справочными материалами и альбомами чертежей аналогичных приспособлений.

Так как дипломный проект связан с ремонтом крестовины карданного вала, то конструкция будет называться: «Прибор для контроля крестовин».

Дефектация - это очень важная операция технологического процесса по определению степени годности деталей бывших в эксплуатации. При дефектации определяются изменения геометрических размеров, формы и расположение поверхности, изменения физико-механических свойств материала.

Известно, что дефектация одна из самых трудоёмких процессов, и как правило требует высокой точности. Для обеспечения выполнения этого условия нужно максимально облегчить (механизировать) этот процесс. Это становится, возможно, с разработкой различных устройств и приспособлений которые позволяют повысить производительность труда, улучшить качество контроля

					ВКР.35.03.06.155.20.ПКК.00.00.00.ПЗ					
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Прибор для контроля крестовин			Литера	Лист	Листов
Разраб.	Буслаев Д.В.	С.А.	02.20	у				1		
Проверил	Шайхутдинов Р.Р.	Шайх	02.20	Казанский ГАУ каф. ЭРМ						
Н. контр.	Шайхутдинов Р.Р.	Шайх	02.20							
Утв.	Абдусамов Н. Р.									

продукции ремонтных предприятий. Облегчает условия труда ремонтников, повышая безопасность их работы и т.д.

На сегодняшний день известны электронные приборы для контроля крестовин такие, как например: Прибор для контроля крестовины карданного вала БП-1 (рисунок 1.)

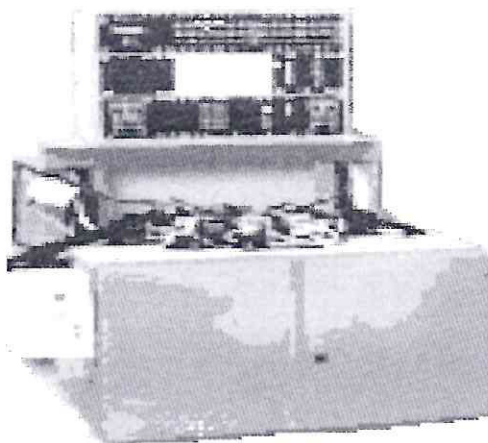


Рисунок 3.1 – Прибор для контроля крестовины карданного вала БП-1.

Этот прибор позволяет измерить следующие параметры: диаметр отверстий цапф; отклонение профиля продольного сечения цапф; длина в двух направлениях; отклонение от симметричности цапф; отклонение от соосности парных цапф; отклонение от перпендикулярности осей цапф. Дискретность отсчета составляет 0,1; 1,0 мкм. Но покупка этого прибора бала бы нецелесообразной, т.к. он имеет большую стоимость и в хозяйстве он бы не был полностью загружен.

Из самых распространенных средств контроля и дефектации крестовин являются микрометры и штангенциркули. Однако сам процесс является долгим, т.к. приходится замерять несколько раз и в разных плоскостях, что в свою очередь приводит к снижению производительности труда и к увеличению трудоемкости процесса.

Взамен всем этим приборам и средствам контроля предлагается «Прибор для контроля крестовин» (рисунок 3.2). Это механизированное приспособление обслуживаемое одним человеком. Цель изобретения – повышение производительности труда за счет сокращения времени на дефектовку и контроль крестовины карданного вала трактора К-701.

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.155.20.ПКК.00. 00. ПЗ.

Лист

2

3.2 Устройство прибора

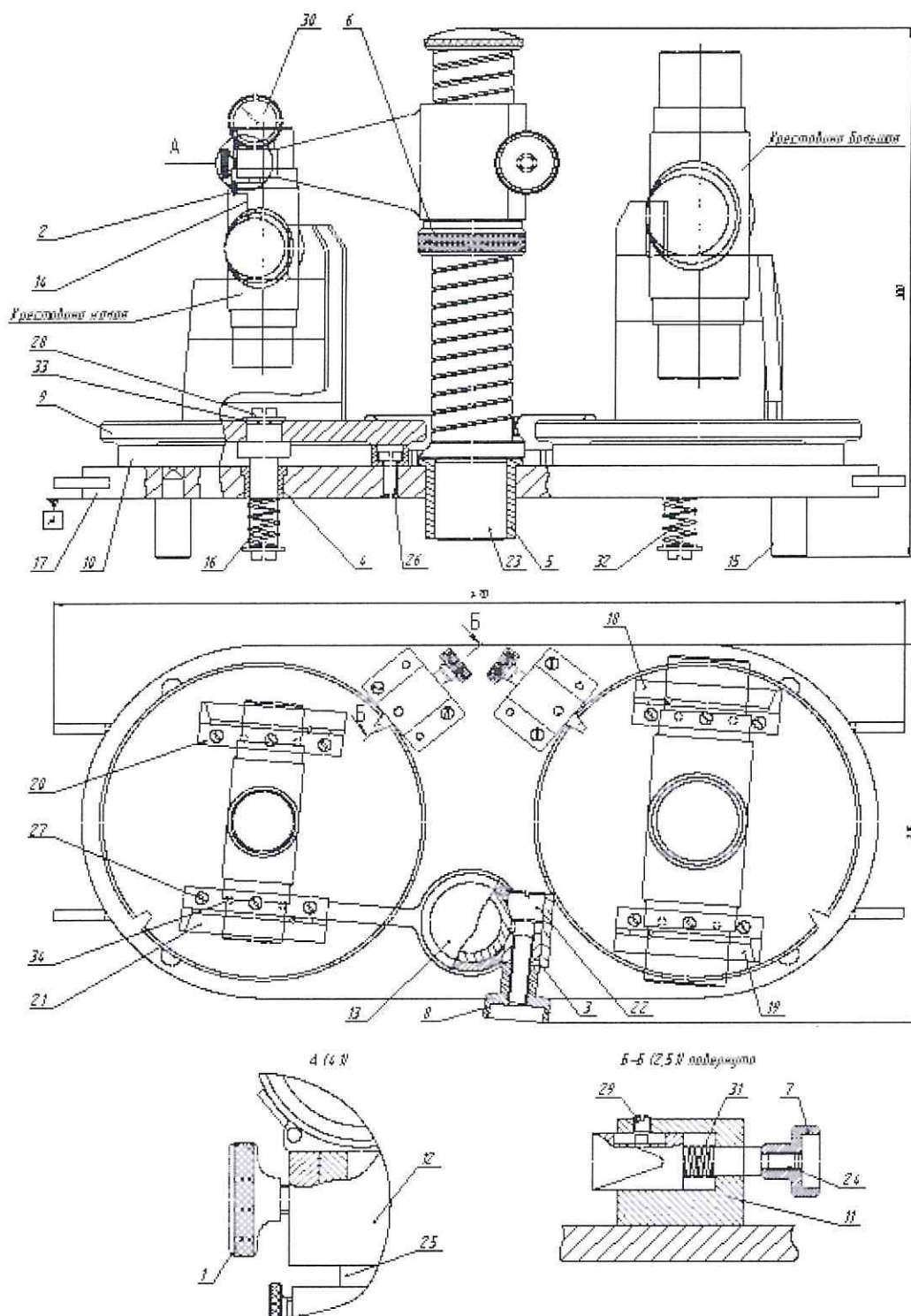


Рисунок 3.2 – Принципиальная схема устройства

Прибор состоит из плиты 17, на которой размещены диски 9 с призмами 18, 19, 20, 21 для установки крестовин. Для предотвращения перекоса дисков они установлены на подпружиненной оси 16 и опирается на кольца 10. Фиксация дисков в необходимом при контроле положении осуществляется стопорами 24.

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.155.20.ПКК.00. 00. ПЗ.

Лист

3

Измерение параметров цапф производится индикатором 30, закрепленным в кронштейне 12 при помощи винта 1. Кронштейн перемещается по стойке 23 при помощи гайки 6 и фиксируется прихватом 22 с гайкой 8.

Крышка 13 ограничивает перемещения кронштейна. Для лучшего соприкосновения измеряемой поверхности с измерительным прибором на ножку индикатора накручен удлинитель 25. для удобства переноса прибора на основании имеются рукоятки.

3.3 Принцип работы прибора

Для определения конусности, овальности и бочкообразности цапф крестовин необходимо:

а) гайкой 6 подтянуть кронштейн в верхнее положение до упора в крышку 13;
б) уложить контролируемую крестовину на призмы 18, 19, 20, 21 согласно чертежу;

в) опустить кронштейн до упора удлинителя 25 в цапфу контролируемой крестовины, создав натяг в 0,5 мм;

г) установить стрелку индикатора на «0»;

д) для определения овальности вращать крестовину: конусности – перемещать по призмам, бочкообразности – перемещать и вращать в 3 положениях (удлинитель установлен на конце цапфы, в середине и в месте перехода цапфы в крестовину);

е) снять крестовину с призмы и повернуть, проверив 2, 3 и 4-ю цапфы. Отклонения должны быть в пределах, указанных в технических условиях на восстановление крестовин.

Таким образом, при помощи разработанного устройства можно значительно ускорить и облегчить дефектацию крестовины, и как следствие увеличить производительность труда.

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.155.20.ПКК.00. 00. ПЗ.

Лист

4

3.4 Расчет ходового винта

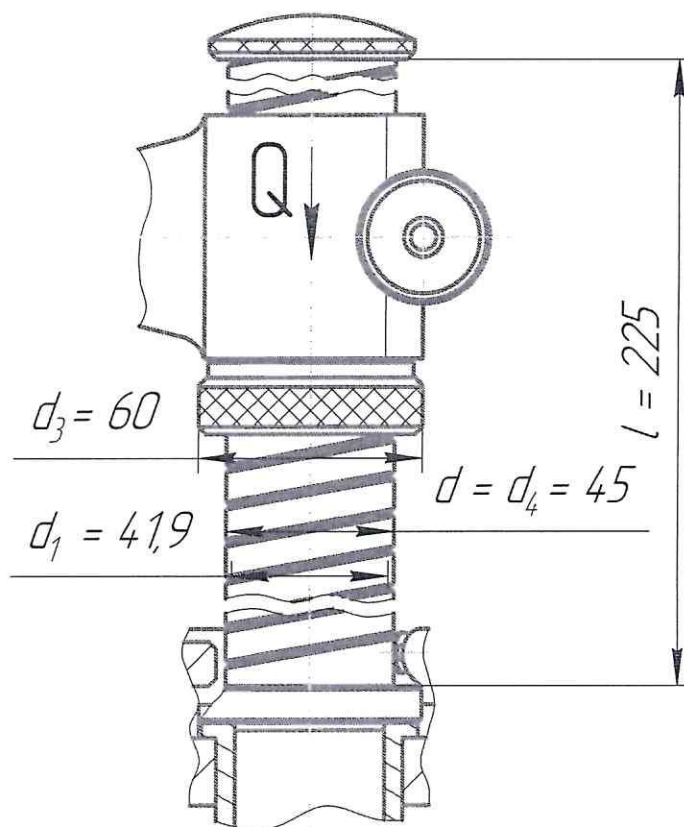


Рисунок 3.3. – Схема для расчета.

Исходные данные.

Усилие $Q=15\text{H}$; наружный диаметр $d=45\text{мм.}$; средний диаметр $d_2=43,45\text{ мм.}$; внутренний диаметр $d_1=41,9\text{ мм.}$; длина гайки $l=20\text{ мм.}$ Винт изготовлен из стали 35, гайка из стали 45, резьба однозаходная с шагом $P=10\text{ мм.}$

Определение КПД передачи [14]

а) угол β подъема винтовой линии трапецидальной резьбы (при среднем диаметре d_2):

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{P}{\pi \times d_2} = \frac{10}{3,14 \times 43,45} = 0,073, \quad (3.1)$$

или $\beta=4^{\circ}15'$;

б) угол трения ρ при $f=0,12$ $\operatorname{tg} \rho = 0,12$, или $\rho = 6^{\circ}51'$;

в) условие самоторможения $\beta = 4^{\circ}15' \leq \rho = 6^{\circ}51'$ выполняется;

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.155.20.ПКК.00. 00. ПЗ.

Лист

5

г) условие преобразования поступательного движения во вращательное будет при $\beta \geq 2\rho$;

д) работа за один оборот винта, необходимая для подъема груза и преодоления силы трения в резьбе:

$$A_p = Q\pi d_2 \operatorname{tg}(\beta + \rho), \quad (3.2)$$

$$A_p = 15 \times 3,14 \times 43,9 \times \operatorname{tg}(4,15 + 6,51) = 388,73 \text{ НЧмм.};$$

е) работа за один оборот винта, необходимая для преодоления трения на торцевой части винта при $f=0,14$:

$$A_T = \frac{2}{3} \times \frac{Q \times f_1 \times (d_3^3 - d_4^3)}{d_3^2 - d_4^2} \pi, \quad (3.3)$$

$$A_T = \frac{2}{3} \times \frac{15 \times 0,14 \times (60^3 - 45^3)}{60^2 - 45^2} \times 3,14 = 348,54 \text{ НЧмм.};$$

ж) полезная работа подъема груза:

$$A_{\Pi} = Q \times P, \quad (3.4)$$

$$A_{\Pi} = 15 \times 10 = 150 \text{ НЧмм.};$$

з) КПД:

$$\eta = \frac{A_{\Pi}}{A_p + A_T} \times 100, \quad (3.5)$$

$$\eta = \frac{150}{388,73 + 348,54} \times 100 = 20,35\%.$$

Проверка напряжения в винте [14]

а) радиус инерции круга диаметром $d_1 = 42,8$ мм:

$$i = \frac{d_1}{4} = \frac{41,9}{4} = 10,475 \text{ мм}; \quad (3.6)$$

$$\lambda = \frac{l}{i} = \frac{225}{10,475} = 21,47, \quad (3.7)$$

при такой малой гибкости проверки на устойчивость не требуется.

б) нормальное напряжение:

					ВКР.35.03.06.155.20.ПКК.00. 00. ПЗ.	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		6

$$\sigma_{сж} = \frac{Q}{F} = \frac{15}{\frac{3,14 \times 41,9^2}{4}} = 0,01 \text{ МПа}; \quad (3.8)$$

в) касательное напряжение:

$$\tau = \frac{M_{кр}}{0,2d_1^2}, \quad (3.9)$$

где крутящий момент $M_{кр}$:

$$M_{кр} = Q \frac{d_2}{2} \operatorname{tg}(\beta + \rho) = 15 \times \frac{43,45}{2} \times \operatorname{tg}(4^\circ 15' + 6^\circ 51') = 59,27 \text{ НЧмм.}; \quad (3.10)$$

$$\tau = \frac{59,27}{0,2 \times 41,9^2} = 0,0038 \text{ МПа};$$

г) приведенное напряжение:

$$\sigma_{пр} = \sqrt{\sigma_{сж}^2 + 4\tau^2} = \sqrt{0,01^2 + 4 \times 0,0038^2} = 0,0125 \text{ МПа}, \quad (3.11)$$

где для винта из стали 35 при статической нагрузке допустимо $\sigma_b = 85 \text{ МПа}$.

Проверка высоты гайки [14]

а) число витков в гайке:

$$z = \frac{H}{P} = \frac{20}{10} = 2. \quad (3.12)$$

б) удельное давление:

$$q = \frac{4Q}{z\pi(d^2 - d_1^2)} = \frac{4 \times 15}{2 \times 3,14(45^2 - 41,9^2)} = 0,049 \text{ МПа}. \quad (3.13)$$

Результат расчета удовлетворительный, так как $q = 0,049 \leq [q] = 7 \div 13 \text{ МПа}$.

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.155.20.ПКК.00. 00. ПЗ.

Лист

7

3.5 Технико-экономическое обоснование конструкции

3.5.1 Расчет массы конструкции

За базу для сравнения при технико-экономической оценке принимаются показатели приспособления.

Определяем массу конструкции по формуле: [11]

$$G = (G_K + G_T) \cdot K, \quad (3.14)$$

где G_K -масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов, кг;

G_T -масса готовых деталей, узлов и агрегатов, кг;

K -коэффициент, учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкции монтажных материалов ($K=1,05 \dots 1,15$).

$$G = (22 + 3,7) \cdot 1,05 = 27 \text{ кг.}$$

Исходной конструкцией принимаем микрометр МК 50-75.

Таблица 3.1 – Исходные данные для расчета технико-экономических показателей

Наименование	Варианты	
	исходный (базовый)	проекти- руемый
Масса конструкции, кг	0,4	27
Балансовая стоимость, руб.	4523	25412
Потребляемая мощность, кВт	0	0
Количество обслуживающего персонала, чел.	1	1
Разряд работы	5	5
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.	200	200
Время цикла,	30	8
Срок службы	5	5

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.155.20.ПКК.00. 00. ПЗ.

Лист

8

3.4.2. Расчет показателей эффективности конструкции

Часовая производительность машин на стационарных работах периодического действия определяется по формуле: [11]

$$W_{\text{ч}} = \frac{60 \cdot n}{T_{\text{ц}}}, \text{ед./ч} \quad (3.15)$$

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

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

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

$$W_{\text{ч}_1} = \frac{60}{8} = 7,5 \text{ ед./ч.}$$

Металлоемкость процесса определяется по формуле:

$$M_{\text{е}} = \frac{G}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}}, \text{кг/ед} \quad (3.16)$$

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

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

$$M_{\text{е}_0} = \frac{0,4}{2 \cdot 200 \cdot 5} = 0,0002 \text{ кг/ед};$$

$$M_{\text{е}_1} = \frac{27}{7,5 \cdot 200 \cdot 5} = 0,0036 \text{ кг/ед.}$$

Фондоемкость процесса определяется по формуле:

$$F_{\text{е}} = \frac{C_{\text{б}}}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \text{руб./ед.} \quad (3.17)$$

$$F_{\text{е}_0} = \frac{4523}{2 \cdot 5 \cdot 200} = 11,38 \text{ руб./ед.},$$

$$F_{\text{е}_1} = \frac{25412}{75 \cdot 5 \cdot 200} = 16,94 \text{ руб./ед.}$$

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

					<i>ВКР.35.03.06.155.20.ПКК.00. 00. ПЗ.</i>	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		9

$$S = C_{\text{зп}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рто}} + A, \text{ руб./ед.} \quad (3.18)$$

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

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

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

A – амортизационные отчисления по стенду, руб./ед.

Затраты на оплату труда вычисляются по формуле:

$$C_{\text{зп}} = z \cdot T_{\text{е}}, \text{ руб./ед.} \quad (3.19)$$

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

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

Трудоемкость процесса определяется по формуле:

$$T_{\text{е}} = \frac{n_{\text{р}}}{W_{\text{ч}}}, \text{ чел.} \cdot \text{ч.} \quad (3.20)$$

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

$$T_{\text{е}_0} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ чел.} \cdot \text{ч.},$$

$$T_{\text{е}_1} = \frac{1}{7,5} = 0,133 \text{ чел.} \cdot \text{ч.}$$

$$C_{\text{зп}_0} = 0,5 \cdot 100 = 50 \text{ руб./ед.},$$

$$C_{\text{зп}_1} = 0,133 \cdot 100 = 13,3 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание стенда определяются по формуле:

$$C_{\text{рто}} = \frac{C_{\text{б}} \cdot H_{\text{рто}}}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \text{ руб./ед.} \quad (3.21)$$

$$C_{\text{рто}_0} = \frac{4523 \cdot 4}{100 \cdot 2 \cdot 200} = 0,452 \text{ руб./ед.},$$

$$C_{\text{рто}_1} = \frac{25412 \cdot 4}{100 \cdot 7,5 \cdot 200} = 0,678 \text{ руб./ед.}$$

Амортизационные отчисления по стенду определяется по формуле:

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.155.20.ПКК.00. 00. ПЗ.

Лист

10

$$A = \frac{C_{\bar{o}} \cdot a_n}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \text{ руб./ед.} \quad (3.22)$$

$$A_0 = \frac{4523 \cdot 19,8}{100 \cdot 2 \cdot 200} = 2,239 \text{ руб./ед.},$$

$$A_1 = \frac{25412 \cdot 19,8}{100 \cdot 7,5 \cdot 200} = 3,354 \text{ руб./ед.}$$

Тогда $S_0 = 50 + 4,8 + 0,452 + 2,239 = 57,49 \text{ руб./ед.},$

$$S_1 = 13,33 + 1,28 + 0,678 + 3,354 = 18,64 \text{ руб./ед.}$$

Приведенные затраты на работу станда определяются по формуле:

$$C_{\text{прив}} = S + E_n \cdot k, \text{ руб./ед.} \quad (3.23)$$

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

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

$$C_{\text{прив}0} = 57,49 + 0,15 \cdot 11,3 = 59,18 \text{ руб./ед.},$$

$$C_{\text{прив}1} = 18,64 + 0,15 \cdot 16,94 = 21,18 \text{ руб./ед.}$$

Годовая экономия определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}, \text{ руб.} \quad (3.24)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (57,49 - 18,64) \cdot 7,5 \cdot 200 = 58268,72 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле:

$$E_{\text{год}} = (C_{\text{прив}0} - C_{\text{прив}1}) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}, \text{ руб.} \quad (3.25)$$

$$E_{\text{год}} = (59,18 - 21,18) \cdot 7,5 \cdot 200 = 57001,1 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений определяется по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\bar{o}_1}}{\mathcal{E}_{\text{год}}}, \text{ лет} \quad (3.26)$$

где $C_{\bar{o}_1}$ – балансовая стоимость спроектированной конструкции, руб.

$$T_{\text{ок}} = \frac{25415}{58268,72} = 0,436 \text{ лет.}$$

					ВКР.35.03.06.155.20.ПКК.00. 00. ПЗ.	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		11

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяется по формуле:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{C_{\delta}} = \frac{1}{T_{\text{ок}}}, \quad (3.27)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{58268}{25412} = 2,29 \text{ лет}^{-1}$$

Таблица 3.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

Наименование показателей	Варианты	
	исходный (базовый)	проекти- руемый
Часовая производительность, ед./ч	2,000	7,500
Фондоемкость процесса, руб./ед.	11,308	16,941
Энергоемкость процесса, кВт/ед.	0	0
Металлоемкость процесса, кг/ед.	0,00020	0,00360
Трудоемкость процесса, чел.-ч.	0,500	0,133
затраты на оплату труда	50,000	13,333
затраты на ремонт и ТО	0,452	0,678
амортизационные отчисления	2,239	3,354
Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.	57,49	18,64
Уровень приведенных затрат, руб./ед.	59,18	21,18
Годовая экономия, руб.	-	58268,72
Годовой экономический эффект, руб.	-	57001,1
Срок окупаемости капитальных вложений, лет	-	0,436
Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	2,293

Экономически эффективной считается конструкция в том случае, если $T_{\text{ок}}$ меньше 7 лет и $E_{\text{эф}}$ больше 0,15. Как видно из расчетов наш стенд является экономически эффективным.

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.155.20.ПКК.00. 00. ПЗ.

Лист

12

3.6 Обеспечение безопасности в конструкции прибора для контроля крестовин

Разработанная конструкция прибора для контроля крестовин состоит из плиты, на которой размещены диски с призмами для установки крестовин. Для удобства переноса прибора на основании имеются рукоятки.

В конструкции данного прибора учтены следующие требования технической безопасности:

- все сварные швы плиты отполированы, острые кромки отсутствуют;
- крестовина легко и просто устанавливается и снимается с прибора.

При разработке требований технической безопасности предъявляемых к конструкции прибора были использованы:

1. Единые требования безопасности и производственной санитарии к конструкции ремонтно — технологического оборудования, оснастки и технологического оборудования, оснастки и технологическим процессом ремонта сельскохозяйственной техники.

2. Единые требования к конструкции тракторов и сельскохозяйственных машин по безопасности и гигиены труда.

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.155.20.ПКК.00. 00. ПЗ.

Лист

13

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе рассмотрены вопросы работоспособности карданной передачи трактора типа «Кировец». Разработана технология восстановления крестовины карданного вала трактора К-700.

Проведена статистическая обработка данных микрометража шеек крестовины трактора К-700. Получены закономерности износа.

Разработана конструкция приспособления для контроля крестовин. Внедрение конструкции позволит повысить производительность труда. Годовой экономический эффект от применения данной конструкции составит 57001 руб. при сроке окупаемости 0,436 года.

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

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адигамов Н.Р. Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Технология ремонта машин» / Адигамов Н.Р. Кочадамов А.В, Гималтдинов И.Х.. – Казань: Изд-во КГАУ, 2007. – 41 с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т.1...3-5-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 2008.
3. Выпускная квалификационная работа / под ред. К. А. Хафизова. – Казань: КГАУ, 2014. – 316 с.
4. Зотов Б.И., Курдюмов В.И.. Безопасность жизнедеятельности на производстве. – М.: Колос, 2000. – 424 с.: ил. (Учебники и учеб. пособия для студентов высших учебных заведений).
5. Иванов М.Н. Детали машин: Учеб. для студентов втузов/ Под ред. В.А. Финогенова. 6-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2000. – 383 с.: ил.
6. Комплексная система технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве: часть 1 /.- М.: ГосНИТИ, 1981.
7. Курсовое и дипломное проектирование по надежности и ремонту машин. Серый Н.С., Смелов А.П., Черкун В.Е.- 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Агропромиздат, 1991- 184с.
8. Лимарёв В.Я., Ерохин М.Н. Материально – техническое обеспечение агропромышленного комплекса – М.: Известия, 2002. – 464 с
9. Карагодин В.И. Ремонт автомобилей и двигателей: Учеб. для студ. сред. проф. учеб. заведений/ В.И. Карагодин, Н.Н. Митрохин. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр Академия, 2003. – 496 с.
10. Матвеев В.А., Пустовалов И.И. Техническое нормирование ремонтных работ в сельском хозяйстве. – М.: Колос, 1979. – 288 с., ил.
11. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ / Г.Г. Булгариев, Р.К. Абдрахманов, А.Р. Валиев. – Казань.: КГАУ, 2009.- 16 с
12. Надежность и ремонт машин. В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов и др., Под ред. В.В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – 776 с.: ил.

13. Сервисное обслуживание автомобильного транспорта: Учебное пособие / В.А. Стуканов. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 208 с.
14. Справочник по восстановлению деталей / Е.Л. Воловик.. – М.: Колос, 2009. - 351 с.
15. Справочник инженера по техническому сервису машин и оборудования в АПК.- М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003.-604 с. Техническое обслуживание автомобилей. Книга 1. Техническое обслуживание и текущий ремонт автомобилей : учеб. пособие / И.С. Туревский. — М. : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2018. — 432 с.
16. Текущий ремонт колесных тракторов / Ю.М. Копылов.- М : Росагропромиздат, 1988.-287с.
17. Технологические процессы диагностирования и технического обслуживания автомобилей [Электронный ресурс] : лаб. практикум / В. И. Гринцевич, С. В. Мальчиков, Г. Г. Козлов. - Красноярск, 2012. - 204 с.
18. 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.
19. Черноиванов В.И. Организация и технология восстановления деталей машин. – М:ГОСНИТИ, 2003.- 488 с.
20. Экологическая безопасность при техническом обслуживании и ремонте автомобильного транспорта. Пахомова В.М., Бунтукова Б.К., Прохоренко Н.Б., Доминова А.И.- Казань.: КГСХА., 2005.- 34 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Инструкция по охране труда при эксплуатации прибора для контроля крестовин

«Утверждено»
на заседании профкома

«Утверждено»
Директор ООО

Инструкция по охране труда при эксплуатации прибора для контроля крестовин

1. Общие требования безопасности.

1.1. К работе допускаются лица не моложе 18 лет, после прохождения стажировки и инструктажа.

1.2. Запрещается на рабочем месте заниматься посторонними делами, курить, распивать спиртные напитки, отвлекать других.

1.3. Избегать попадания горюче – смазочных материалов на поверхность кожи, глаза.

1.4. Работать только в специальной одежде: костюм х/б, перчатки.

1.5. В случае пожара звонить в пожарную охрану, уметь пользоваться пожарным инвентарём, огнетушителем.

1.6. В случае неисправности оборудования, аварии и несчастном случае в результате поломки, сообщить руководству о случившемся.

1.7. При необходимости рабочий должен уметь оказать первую медицинскую помощь: наложить жгут, шину, сделать искусственное дыхание, массаж сердца и т.д.

1.8. За несоблюдение правил инструкции рабочий несет ответственность.

2. Требования безопасности перед началом работы.

2.1. Надеть специальную одежду и подготовить рабочее место.

2.2. Проверить техническое состояние приспособления.

2.3. Проверить наличие исправного инструмента.

2.4. Соблюдать все требования производственной санитарии: уборка рабочего места и прилегающей территории, чистка инструмента.

3. Требования безопасности во время работы.

3.1. Во время работы использовать исправный инструмент и приспособление.

3.2. При работе с прибором не загромождать рабочую зону.

3.3. Рабочая зона прибора должна находиться в чистоте, не допускаются разливы масел и других нефтепродуктов.

3.4. После каждой смены проверять конструкцию на наличие трещин, деформаций или других неисправностей.

4. Требования безопасности в аварийных ситуациях.

При возникновении аварий и аварийных ситуаций поставить в известность руководителя подразделения и принять меры по устранению аварийной ситуации.

При несчастных случаях с людьми оказать им доврачебную медицинскую помощь.

5. Требования безопасности по окончании работы.

5.1. При передаче рабочего места необходимо убедиться в рабочем состоянии и комплектности приспособления, чистоты рабочего места.

5.2. По окончании работы, привести рабочее место в порядок, подмести пол, вытереть масляные пятна, удалить мусор и ненужные детали.

5.3. При наличии во время работы приспособления недостатков, отклонений сообщить о фактах начальнику цеха или главному инженеру предприятия.

Разработал: Буслаев Д.В.

Согласовано: специалист по ТБ

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Изучение износов деталей

2.1. Микрометраж деталей

Микрометраж цапф шеек крестовины проводится для выявления и анализа характера и величины износа.

Микрометраж партии шеек крестовины поступивших в ремонт двигателей проводится с целью получения первичной информации для дальнейшей статистической обработки.

Измерения проведем микрометром в нескольких сечениях. Величина износа в каждом сечении определяется по формуле:

$$h_i = D_0 - D_i, \text{ мм} \quad (2.1)$$

где h_i – величина износа в i -ом сечении, мм;

D_0 – диаметр в ее верхней неизношенной части, мм;

D_i – диаметр в i -ом сечении, мм.

2.2 Обработка результатов микрометража деталей

2.2.1 Предварительные вычисления

В результате измерения партии шеек крестовины в сечении наибольшего износа получены следующие значения износа в мм, которые расположены в порядке возрастания:

0,02;0,03;0,07;0,09;0,09;0,09;0,10;0,11;0,11;0,12;0,13;0,15;0,15;0,16;0,16;0,17;0,17; 0,18;0,18;0,19; 0,19;0,21;0,22;0,23;0,25;0,26;0,27;0,29;0,30. Всего 29.

Определение зоны рассеивания (размах ряда) S :

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

где $h_{\max}$ – наибольшее значение износа;

$h_{\min}$ – наименьшее значение износа.

$$S = 0,30 - 0,02 = 0,28 \text{ мм.}$$

Определяем число разрядов (интервалов) K :

$$K = \sqrt{n}, \quad (2.3)$$

где n – общее число испытаний.

$$K = \sqrt{29} = 5,38 \quad \text{принимаем } K=5.$$

Определяем длину разряда l :

$$l = \frac{S}{K}. \quad (2.4)$$

$$l = \frac{0,28}{5} = 0,056 = 0,06 \text{ мм}$$

Определяем величину сдвига по формуле (4).

В нашем случае имеет смысл принять $c=0$ мм. Начало первого разряда принимаем равным величине сдвига, т.е. $a_1=c=0$ мм. В соответствии с формулой (5) принимаем $b_k=0,3$ мм.

Тогда длина разряда в соответствии с формулой (6) будет равна:

$$l = \frac{0,30 - 0}{5} = 0,06$$

2. 2.2 Построение таблицы статистического ряда и статистических графиков

Таблица 2.7 – Статистический ряд износа

i	разряды		h_i	l_i	m_i	$\hat{q}_i = \frac{m_i}{n}$	$\hat{f}_i$	$\hat{F}_i$
	a_i	b_i						
1	0	0,06	0,03	0,06	2	0,067	1,2	0,067
2	0,06	0,12	0,09	0,06	8	0,266	4,43	0,333
3	0,12	0,18	0,15	0,06	9	0,333	5,55	0,666
4	0,18	0,24	0,21	0,06	5	0,167	2,78	0,833
5	0,24	0,30	0,27	0,06	5	0,167	2,78	1,0

$$\Sigma=29 \quad \Sigma=1$$

Здесь a_i – начало i -го разряда;

b_i – конец i -го разряда;

$l_i = b_i - a_i$ – длина i -го разряда, мм;

$t_i = \frac{a_i + b_i}{2}$ – середина i -го разряда, мм;

m_i – частота или число отказавших объектов в i -ом разряде, т. е. в промежутке наработки от a_i до b_i , мм;

$q_i = \frac{m_i}{n}$ – частость или статистическая вероятность отказа в i -ом разряде;

$f_i = \frac{q_i}{l_i}$ - статистическая плотность распределения износа в i -ом разряде, мм^{-1} ;

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

Представим результаты расчетов в виде графиков.

2.2.3 Определение математического ожидания, среднеквадратического отклонения и коэффициента вариации

Статистическую оценку математического ожидания и среднеквадратического отклонения σ определяем по формулам:

$$\hat{m} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k h_i m_i \quad (2.5)$$

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^k (h_i - \hat{m})^2 m_i}. \quad (2.6)$$

Расчеты сведем в таблицу 2.8.

Таблица 2.8 – К расчету m

i	h_i	m_i	$h_i m_i$	$(h_i - \hat{m})^2 m_i$
1	0,03	2	0,06	0,0233
2	0,09	8	0,18	0,0184
3	0,15	9	1,35	0,0014
4	0,21	5	1,05	0,0259
5	0,27	5	1,35	0,0871
			$\Sigma=4,14$	$\Sigma=0,156$

$$\hat{m} = \frac{4,14}{30} = 0,138 \text{ мм}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{29-1} \cdot 0,156} = 0,073 \text{ мм}$$

Определяем коэффициент вариации по формуле :

$$V = \frac{\sigma}{m - c}, \quad (2.7)$$

$$V = \frac{0,073}{0,138 - 0} = 0,53$$

2.2.4 Подбор теоретического закона распределения и определение его параметров

Решение о том, какому закону распределения подчиняется величина износа детали принимаем с учетом 3-х факторов. По физической сущности в данном случае нас устраивает 2 закона: закон нормального распределения и закон распределения Вейбулла, поскольку речь идет об износе детали. По внешнему виду гистограммы скорее всего подходит закон распределения Вейбулла, так как гистограмма ассиметрична. По величине коэффициента вариации также подходит закон Вейбулла, поскольку $V > 0,5$.

Таким образом, мы можем предположить, что величина износа детали подчиняется закону распределения Вейбулла:

$$f(h) = \frac{b}{a} \left(\frac{h-c}{a} \right)^{b-1} e^{-\left(\frac{h-c}{a} \right)^b}; \quad (2.8)$$

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

где h – величина износа детали, мм;

a, b, c – параметры закона распределения.

Параметр сдвига $c=0,00$ мм – определен ранее.

По значению коэффициента вариации из таблицы 2п приложения [12] находим значение параметра b и коэффициента c_b .

При $V=0,53$ $v=1,96$ и $c_b=0,47$.

Находим значение параметра a по формуле:

$$a = \frac{\sigma}{c_b}. \quad (2.10)$$

В нашем случае $a = \frac{0,073}{0,47} = 0,13$ мм.

Итак, принимаем $a=0,13$; $v=1,96$; $c=0$.

Тогда предполагаемый теоретический закон примет вид:

$$f(h) = \frac{1,96}{0,13} \left(\frac{h-0}{0,13} \right)^{0,96} e^{-\left(\frac{h-0}{0,13} \right)^{1,96}}, \quad (2.11)$$

$$F(h) = 1 - e^{-\left(\frac{h-0}{0,13} \right)^{1,96}}, \quad (2.12)$$

2.2.2.5 Построение теоретических графиков функции распределения износа

Для построения теоретических графиков произведем расчеты и сведем результаты в таблицу 2.9.

Таблица 2.9 – К расчету $F(h)$ и $f(h)$

h	0	0,03	0,06	0,09	0,12	0,15	0,18	0,21	0,24	0,27
F(h)	0	0,013	0,13	0,3	0,47	0,63	0,76	0,85	0,92	0,95
f(h)	0	2,5	4,6	5,7	6	5,4	4,2	2,6	1,87	0,67

0,30
0,97
0,31

Теоретические кривые для наглядности наложим на статистически графики.

2.2.6 Проверка соответствия принятого теоретического закона статистическим данным

Определяем меру расхождения χ^2 . Расчеты сведем в таблицу 2.10.

Значение q_i вычисляем по формуле (2.26), а значения $F(b_i)$ и $F(a_i)$ берем из таблицы 2.9.

i	m_i	q_i	nq_i	$\frac{(m_i - nq_i)^2}{nq_i}$
1	2	0,13	3,9	0,925
2	8	0,34	10,2	0,474
3	9	0,29	8,7	0,194
4	5	0,16	4,8	0,008
5	5	0,1	3	1,33

$$\Sigma=3,1$$

Итак, $\chi^2=3,1$.

По формуле определяем число степеней свободы:

$$r = 6 - (2 + 1) = 3,$$

так как для закона распределения Вейбулла $\varphi=2$.

Зная χ^2 и r по таблице 1п [12] находим $p = 0,2$. Так как $0,2 > 0,1$, можем сделать вывод о том, что принятый теоретический закон распределения Вейбулла не противоречит статистическим данным. Следовательно, износ

шеек крестовины подчиняется закону распределения Вейбулла с параметрами: $a=0,13$; $b=1,96$; $c=0$.

2.2.2.7 Анализ кривых и определение процента крестовин, подлежащих использованию без ремонта

Знание закона распределения износа деталей позволяет решать целый ряд задач:

- определять процент деталей, годных к дальнейшему употреблению;
- обоснованно подходить к выбору способа восстановления детали;
- определять процент деталей подлежащих восстановлению;
- прогнозировать потребность в запасных частях.

Определим процент крестовин, подлежащих использованию без ремонта.

Максимально допустимый износ при этом составит:

$$h_{max} = D_n - D_{дон}, \text{ мм}, \quad (2.13)$$

где D_n – номинальный диаметр шейки крестовины, мм;

$D_{дон}$ – допустимый диаметр шейки крестовины, мм.

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

$$P(h < h_{max}) = F(h_{max}) = 1 - e^{-\left(\frac{h_{max}-c}{a}\right)^b}. \quad (2.14)$$

В нашем случае номинальный диаметр шейки крестовины $D_n = 16,3$ мм, а допустимый диаметр без ремонта $D_{дон} = 16,16$ мм.

$$h_{max} = 16,3 - 16,16 = 0,14 \text{ мм};$$

$$F(0,04) = 1 - e^{-\left(\frac{0,14-0,00}{0,13}\right)^{1,96}} = 0,685.$$

Таким образом, 68,5 % крестовин можно использовать без ремонта, так как их износ не превышает 0,14 мм, а 31,5 % крестовин с износом более 0,14 мм можно восстановить только наращиванием.

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						Документация			
		A1			ВКР.35.03.06.155.20.ПКК 00. 00. СБ.	Сборочный чертеж			
		A4			ВКР.35.03.06.155.20.ПКК 00. 00. ПЗ.	Пояснительная записка			
						Детали			
				1	ВКР.35.03.06.155.20.ПКК 00. 00. 01.	Винт	1		
				2	ВКР.35.03.06.155.20.ПКК 00. 00. 02.	Винт	1		
		A4		3	ВКР.35.03.06.155.20.ПКК 00. 00. 03.	Втулка	1		
				4	ВКР.35.03.06.155.20.ПКК 00. 00. 04.	Втулка	2		
				5	ВКР.35.03.06.155.20.ПКК 00. 00. 05.	Втулка	1		
		A4		6	ВКР.35.03.06.155.20.ПКК 00. 00. 06.	Гайка	1		
				7	ВКР.35.03.06.155.20.ПКК 00. 00. 07.	Гайка	2		
				8	ВКР.35.03.06.155.20.ПКК 00. 00. 08.	Гайка	1		
		A3		9	ВКР.35.03.06.155.20.ПКК 00. 00. 09.	Диск	2		
		A4		10	ВКР.35.03.06.155.20.ПКК 00. 00. 10.	Кольцо	2		
		A4		11	ВКР.35.03.06.155.20.ПКК 00. 00. 11.	Корпус	2		
		A4		12	ВКР.35.03.06.155.20.ПКК 00. 00. 12.	Кронштейн	1		
		A4		13	ВКР.35.03.06.155.20.ПКК 00. 00. 13.	Крышка	1		
		A4		14	ВКР.35.03.06.155.20.ПКК 00. 00. 14.	Наконечник	1		
		A4		15	ВКР.35.03.06.155.20.ПКК 00. 00. 15.	Опора	4		
		A4		16	ВКР.35.03.06.155.20.ПКК 00. 00. 16.	Ось	2		
		A3		17	ВКР.35.03.06.155.20.ПКК 00. 00. 17.	Плита	1		
				18	ВКР.35.03.06.155.20.ПКК 00. 00. 18.	Призма	1		
		A3		19	ВКР.35.03.06.155.20.ПКК 00. 00. 19.	Призма	1		
		ВКР.35.03.06.155.20.ПКК.01.00.00.							
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
		Разраб.	Буслаев Д.В.	Шайхутдинов Р.Р.	02.20	02.20			
		Пров.	Шайхутдинов Р.Р.	Шайхутдинов Р.Р.	02.20	02.20			
		Н.контр.	Шайхутдинов Р.Р.	Шайхутдинов Р.Р.	02.20	02.20			
		Утв.	Адигамов Н.Р.	Адигамов Н.Р.	02.20	02.20			
Инв. № подл.		Прибор для контроля крестовин					Лит.	Лист	Листов
							4	1	2
							Казанский ГАУ каф.ЭРМ		

РЕЦЕНЗИЯ

на выпускную квалификационную работу

Выпускника Буслаева Дениса Вячеславовича

Направление 35.03.06 Агроинженерия

Профиль Технический сервис в АПК

Тема ВКР Проектирование технологического процесса восстановления крестовин карданного вала с разработкой приспособления для их контроля

Объем ВКР: текстовые документы содержат: 53 страницы, в т.ч. пояснительная записка 65 стр.; включает: таблиц 4, рисунков и графиков 9, фотографий — штук, список использованной литературы состоит из 20 наименований; графический материал состоит из 6 листов.

1. Актуальность темы, ее соответствие содержанию ВКР: тема ВКР актуальна и содержание работы соответствует теме
2. Глубина, полнота и обоснованность решения инженерной задачи: Инженерная задача решена в достаточном объеме
3. Качество оформления текстовых документов хорошее
4. Качество оформления графического материала хорошее
5. Положительные стороны ВКР (новизна разработки, применение информационных технологий, практическая значимость и т.д.) Предлагаемую разработку вполне можно использовать в ремонтном хозяйстве сельскохозяйственных организаций

3) Инструкцию по охране труда при работе с разработанным приспособлением
следовало бы привести в третьей главе, а не в
приложении

ОТЗЫВ

о работе студента института механизации и технического сервиса
Буслаева Дениса Вячеславовича над выпускной квалификационной работой
на тему: «Проектирование технологического процесса восстановления
крестовин карданного вала с разработкой приспособления для их контроля»

Студент Буслаев Д.В. приступил к выполнению выпускной квалификационной работой сразу после получения задания. За время преддипломной практики собрал практически всю необходимую информацию.

В период работы показал умение пользоваться научно-технической литературой и самостоятельно решать сложные инженерные задачи ремонтного производства.

Выпускная квалификационная работа содержит все необходимые разделы, которые разработаны в полном объеме. Оформление работы отличное. Разработанная им технология восстановления детали и конструкция удачно вписываются в тему ВКР. Разработанные им мероприятия по охране труда на производстве могут быть применены в жизни.

Считаю, что студент Буслаев Д.В. с поставленной перед ним задачей справился и заслуживает присвоения ему квалификации (степени) бакалавра.

Руководитель работы

доцент кафедры ЭРМ, к.т.н.



/Шайхутдинов Р.Р./

С отзывом ознакомлен



подпись

Буслаев Д.В. /
Ф.И.О

« 06 » 02 2020 г.