

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 ремонта гидроусилителя рулевого управления трактора с разработкой хонинговальной головки»

Шифр ВКР.35.03.06.087.18.00.00.ПЗ

Студент _____ Загидуллин С.Т.
подпись Ф.И.О.

Руководитель доцент _____ Шайхутдинов Р.Р.
ученое звание подпись

Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 19 от 13 июня 2018 г.)

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

Казань – 2018 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление «Агроинженерия»

Профиль «Технический сервис в АПК»

Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

«УТВЕРЖДАЮ»

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

« _____ » _____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту _____ Загидуллину Салавату Тагировичу _____

Тема _____ «Проектирование технологического процесса ремонта гидроусилителя рулевого управления трактора с разработкой хонинговальной головки» _____

_____ утвержд
дена приказом по вузу от « _____ » _____ г. № _____

2. Срок сдачи студентом законченной работы _____

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. Конструктивная часть; 5. Безопасность жизнедеятельности и охрана труда; 6. Техничко-экономическая оценка 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.

7. Дата выдачи задания __13.04.2018 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Глава 1	13.04-24.04	
2	Глава 2	24.04 -9.05	
3	Глава 3	10.05-25.05	
4	Глава 4 и 5	25.05-01.06	
5	Оформление работы	01.06-20.06	

Студент _____ (Загидуллин С.Т.)

Руководитель _____ (Шайхутдинов Р.Р.)

АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе Загидуллина Салавата Тагировича на тему: «Проектирование технологического процесса ремонта гидроусилителя рулевого управления трактора с разработкой хонинговальной головки»

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

Записка состоит из введения, 3 разделов, заключения и включает рисунков ____, ____ таблиц и спецификации.

В первом разделе дан анализ устройства и работы рулевого управления, причин его отказов.

Во втором разделе разработана технология восстановления корпуса редуктора рулевого управления. Разработаны ремонтный чертеж и технологическая карта на восстановление детали. На основании проведенного микрометража отверстия редуктора рулевого управления проведена статистическая обработка данных. Рассмотрены вопросы охраны труда при ремонте машин и окружающей среды.

В третьем разделе конструкция головки для хонингования. Приведены необходимые расчеты параметров конструкции и технико-экономической эффективности

Пояснительная записка оканчивается заключением.

ANNOTATION

to the final qualifying work of Zagidullin Salavat Tagirovich
on the topic: "Designing the technological process of repairing the power steering of
the tractor with the development of a honing head"

Graduation qualification work consists of an explanatory note on ____ sheets of
typewritten text and ____ sheets of A1 format graphic part.

The note consists of an introduction, 3 sections, conclusion and includes draw-
ings of ____, ____ tables and specifications.

The first section gives an analysis of the device and operation of the steering,
the reasons for its failure.

In the second section, the technology for restoring the steering gear box has
been developed. A repair drawing and a technological map for the restoration of the
part have been developed. Based on the conducted micrometer opening of the steering
gear reducer, statistical processing of the data was carried out. The issues of labor pro-
tection in the repair of machinery and the environment are considered.

In the third section, the design of the head
for honing. The necessary calculations of design parameters and technical and
economic efficiency

The explanatory note ends with a conclusion.

ВВЕДЕНИЕ	7
1 1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА	8
1.1 Органы управления трактором Т-40	8
1.2 Рулевое управление трактора Т-40	14
1.3 Устройство гидроусилителя	15
1.4 Неисправности гидроусилителя	18
1.5 Ремонт и регулировка гидроусилителя Т-40	19
1.6 Техническое обслуживание гидроусилителя	20
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	22
2.1 Особенности ремонта рулевого управления с гидроусилителем	22
2.2 Ремонт деталей рулевого управления	22
2.3 Сборка рулевого механизма	27
2.4 Сборка и регулировка насоса гидроусилителя	29
2.5 Сборка, регулировка и испытание рулевого механизма и насоса гидроусилителя	30
2.6 Проверка гидросистем усилителей рулевого механизма колесных тракторов	30
2.7 Разработка технологического процесса восстановления корпуса редуктора рулевого управления	33
2.8 Физическая культура на производстве	36
2.9 Защита окружающей среды	37
3 РАЗРАБОТКА ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ХОНИНГОВАНИЯ	38
3.1 Анализ существующих конструкций	38
3.2 Устройство конструкции	45
3.3 Принцип работы конструкции	48
3.4 Расчеты по конструкции	50
3.5. Техничко-экономическая оценка конструкции	53
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	59
ЛИТЕРАТУРА	60

ПРИЛОЖЕНИЯ
СПЕЦИФИКАЦИИ

ВВЕДЕНИЕ

Рулевое управление предназначено для поддержания и изменения направления движения колесного трактора в соответствии с действиями тракториста.

Ремонт рулевого управления имеет ряд особенностей, которые необходимо учитывать при организации ремонта, разработке и осуществлении технологических процессов. Наличие ряда соединений высокой точности в конструкции рулевого механизма и насоса гидроусилителя обуславливает необходимую специализацию, высокую оснащенность технологических процессов, технологическую дисциплину и квалификацию исполнителей, особую чистоту рабочих мест, надежный контроль на всех этапах производства.

При ремонте рулевого управления с гидроусилителем не следует без необходимости раскомплектовывать такие прецизионные сопряжения, как винт с шариковой гайкой, корпус клапана управления с золотником и плунжерами, статор и ротор насоса гидроусилителя, ротор и лопасти, крышки насоса и корпус перепускного клапана.

В данной работе рассматриваются вопросы ремонта рулевого механизма трактора Т-40А.

1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА

1.1 Органы управления трактором Т-40

Устройство универсального трактора Т-40 основывается на традиционной для колесных тракторов схеме.

В конструкцию остова трактора входят: корпус муфты сцепления, полурама, корпус трансмиссии, корпуса и рукава конечных передач.

Между задними крыльями установлены топливный бак и одноместное подрессоренное сиденье тракториста. Сзади сиденья находится ящик для инструментов.

В устройство трактора Т-40 входит гидросистема, включающая в себя: масляный насос, находящийся с левой стороны дизеля; распределитель, смонтированный на задней стенке ящика аккумуляторов; масляный бак, зафиксированный на кронштейне ГУРа; механизм навески, находящийся в задней части трактора; основной цилиндр, размещенный под топливным баком; трубопроводы и шланги, необходимые для соединения агрегатов и узлов гидравлики.

В систему электрооборудования трактора входят четыре фары, аккумуляторы, задний фонарь, реле-регулятор, генератор, сигнальные и лампы освещения панели приборов, плафон, вентилятор, выключатели, провода и звуковой сигнал.

При выполнении трактором транспортных работ применяется гидрофицированный прицепной крюк.

Органы управления трактором Т-40 и приборы, которые контролируют электрооборудование и работу двигателя находятся в кабине и размещены перед трактористом.

Рычаг реверса может находиться в двух положениях — верхнем и нижнем, при наличии ходоуменьшителя рычаг имеет три положения: нижнее — семь передач движения передним ходом и одна передача заднего хода; среднее положение — реверс (семь скоростей для движения задним ходом и одна передним); верхнее — ходоуменьшитель.

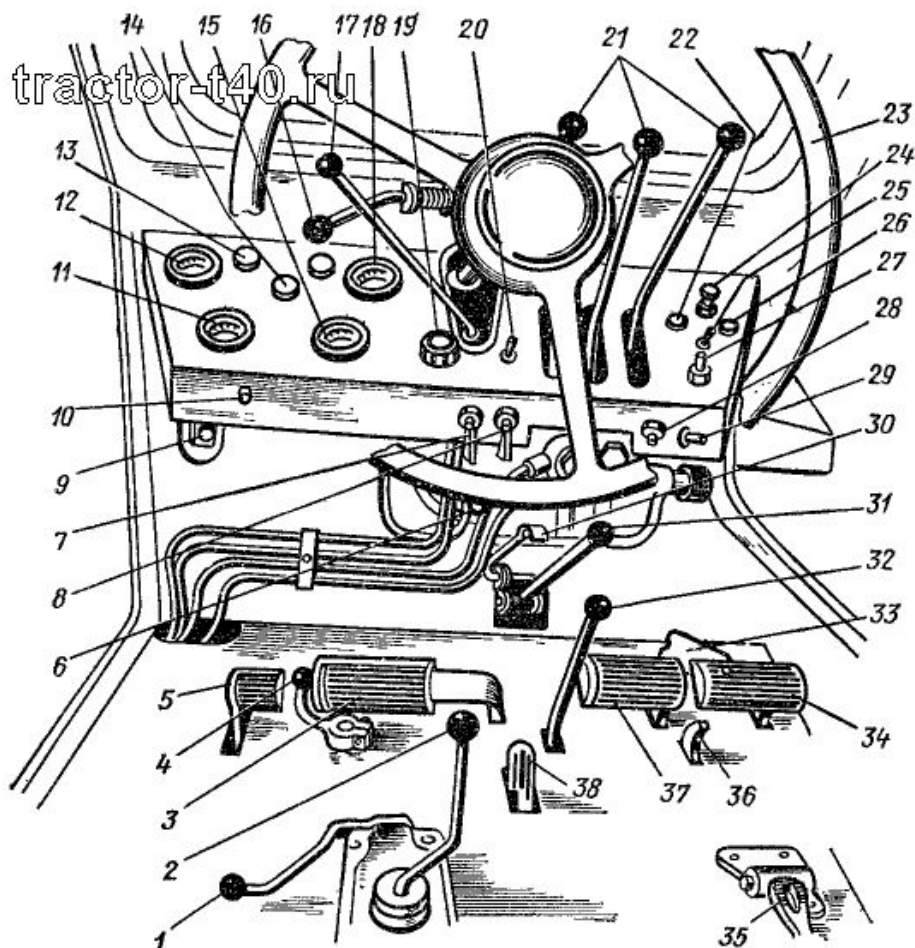


Рисунок 1.1-Органы управления трактором Т-40:

При помощи рычага переключения передач перемещают шестерни в коробке передач.

При нажатии на педаль включения шестерни механизма передачи редуктора пускового агрегата шестерня входит в зацепление с венцом маховика. При нажатии на педаль сцепления вниз, муфта главного сцепления выключается, при отпускании педали — муфта включается автоматически под действием пружины. Педаль сцепления нужно выжимать для включения синхронного привода ВОМ, реверса и включения передач.

Механизм блокировки задних колес включается нажатием на педаль блокировки дифференциала (при выключенной муфте сцепления), при отпускании педали механизм блокировки выключается автоматически.

Рычаг включения бокового вала отбора мощности (при его наличии) может принимать три положения. Рабочие положения рычага включения заднего вала отбора мощности смотрите на изображении. Педаль сцепления ВОМ ис-

пользуется для выключения независимого привода вала отбора мощности.

Количество воздуха, поступающего в камеру сгорания, регулируется путем перемещения тяги управления воздушной заслонкой карбюратора пускового агрегата. При перемещении тяги на себя — уменьшается подача воздуха и наоборот. Стартер пускового агрегата включается выключателем.

Если переместить на себя рычаг муфты сцепления механизма пускового агрегата — муфта выключится. При нажатии на кнопку остановки пускового агрегата выключается его зажигание магнето.

Путем поворота ключа по часовой стрелки включается выключатель свечи накаливания. Выключатель массы аккумуляторов включается нажатием на кнопку; для ее выключения необходимо нажать расположенную сверху кнопку. При коротком замыкании электрическая сеть трактора размыкается тепловым предохранителем. Для освещения панели приборов используется лампа.

Крайнее верхнее положение рычага ручного управления подачи топлива соответствует нулевой подаче топлива; при опускании рычага в нижнее положение — подача топлива увеличивается. Увеличить подачу топлива можно также при помощи ножной педали «газа».

Гидроцилиндрами управляют при помощи рукояток гидрораспределителя: левая и правая рукоятки управляют определенными выносными гидроцилиндрами, средняя — основным гидроцилиндром.

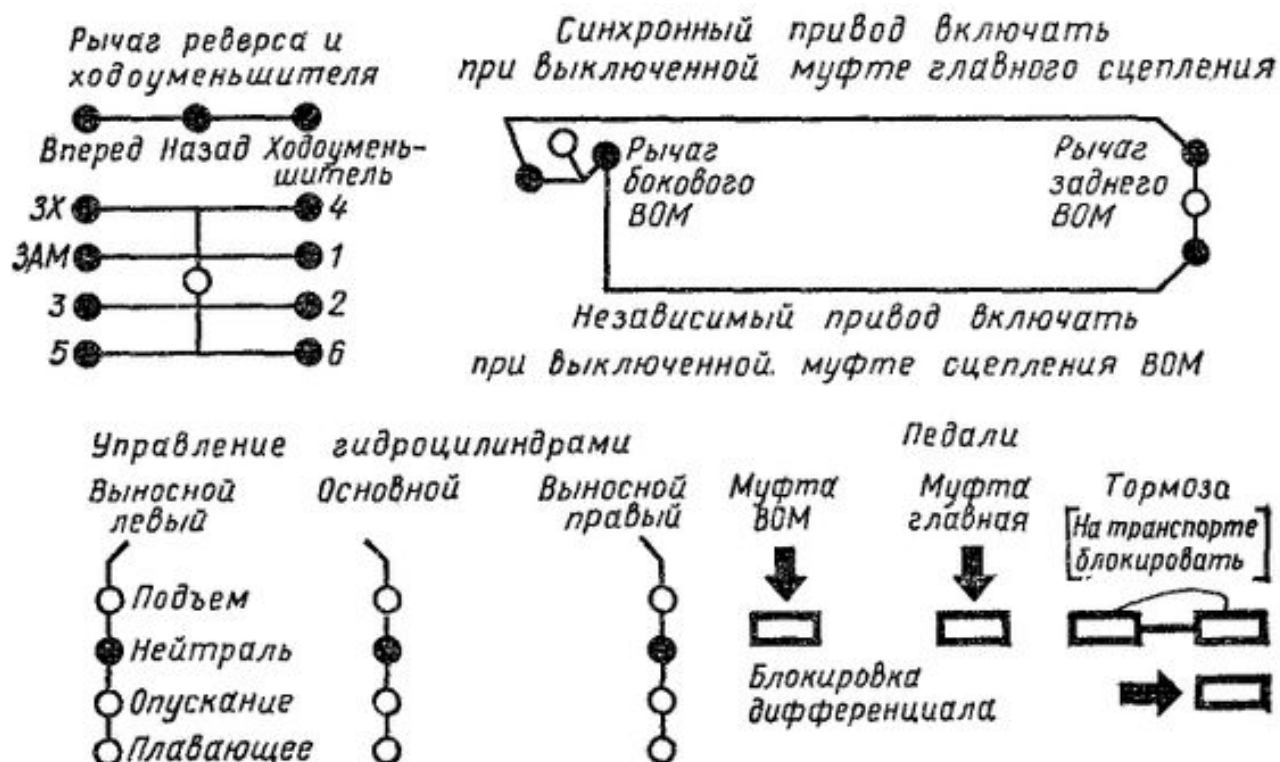
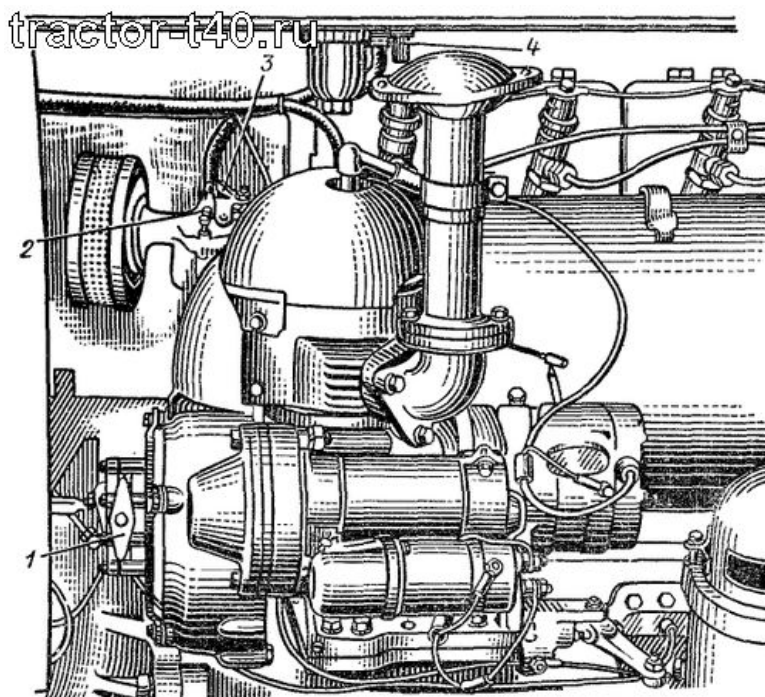


Рисунок 2.2 -Схема положений рычагов управления

3 — кнопка передвинута полностью — включены передние фары и все потребители положения 2. В данном положении можно переключать дальность света фар. О включенном дальнем свете сигнализирует контрольная лампа.

Для включения освещения задними фарами используется выключатель. Для включения указателей поворотов необходимо переместить ручку влево или вправо, соответственно направлению поворота, при этом будет мигать контрольная лампа.

Звуковой сигнал подается нажатием на кнопку включения сигнала. При крайнем нижнем положении рычага декомпрессора компрессия включена, при верхнем — выключена.



1 — ручка ручного стартера; 2 — кнопка-утопитель поплавка карбюратора; 3 — рычаг дроссельной заслонки; 4 — ручка проходного вентиля.

Рисунок 1.3 -Органы управления пусковым агрегатом:

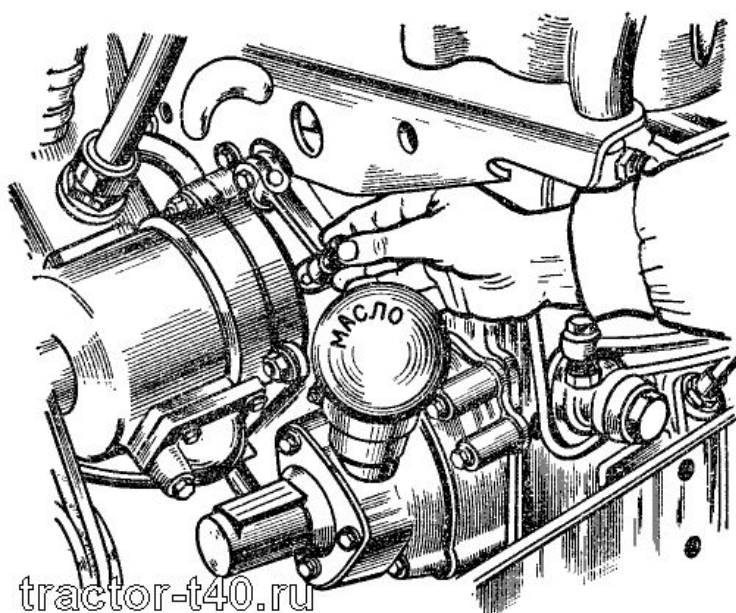


Рисунок 1.4 -Включение насоса гидросистемы

Панель приборов трактора Т-40.

Контрольная лампа включателя «массы» оснащенная рассеивателем красного цвета. Если генератор исправен, то лампа загорается перед пуском двигателя и тухнет после того, как двигатель заведется. По данной лампе не контролируется зарядка аккумуляторов.

Контрольная лампа с рассеивателем зеленого цвета оповещает о включении указателей поворотов и мигает с частотой 60-120 включений в минуту. В случае перегорания одной из ламп в указателях поворота, частота включений увеличивается, а при выходе из строя всех ламп — контрольная лампа не горит.

Температуру масла в масляной системе двигателя отображает указатель температуры масла, соединенный с электрическим датчиком указателя температуры, установленный в масляном фильтре.

Контроль за зарядкой аккумуляторов осуществляется при помощи указателя тока аккумуляторных батарей, который показывает силу тока зарядки или разрядки.

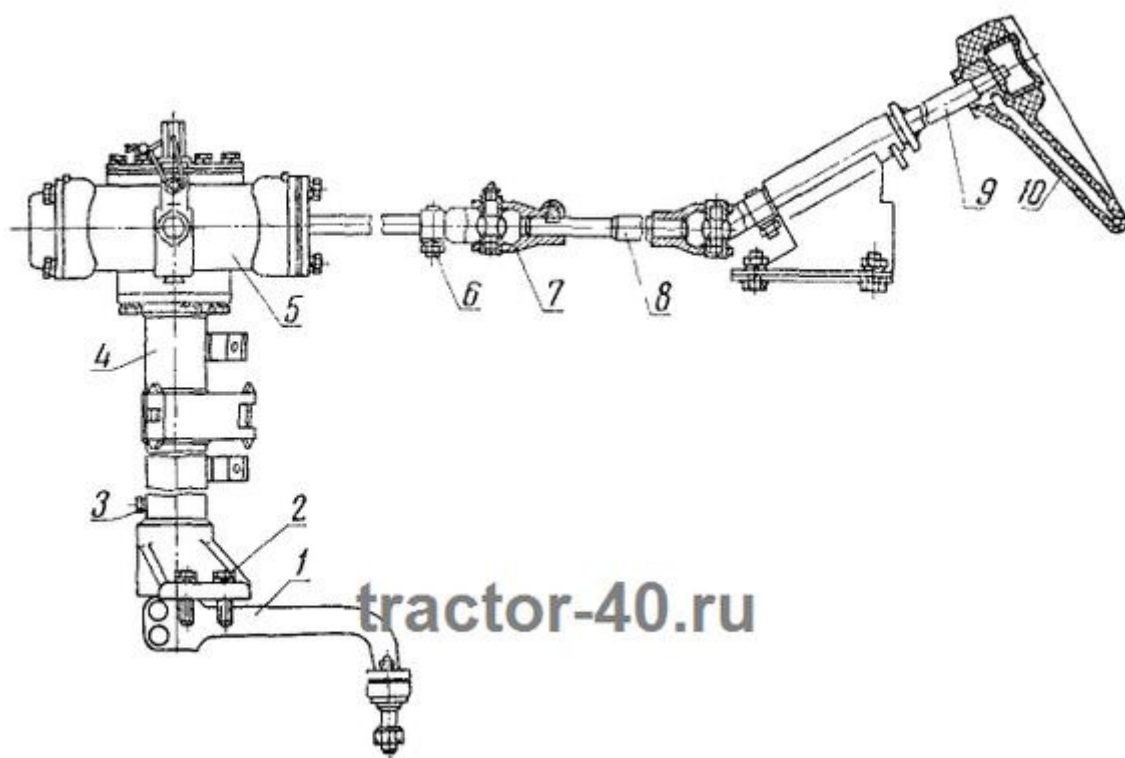
Давление масла в масляной системе двигателя отображает указатель давления масла, соединенный трубкой с нагнетательным масляным каналом центрифуги (масляный фильтр).

Указатель давления воздуха отображает давление в пневматической системе.

Контрольный элемент свечи накаливания включается одновременно с устройством подогрева и отображает величину нагрева спирали свечи накаливания.

1.2 Рулевое управление трактора Т-40

Рулевое управление трактора Т-40 служит для поддержания прямолинейного движения, а также для смены направления движения путем поворота передних направляющих колес. В устройство рулевого управления входят: рулевая колонка, гидроусилитель с сошкой, рулевое колесо с валом и карданными соединениями. Для более легкого управления на тракторах Т-40 рулевое управление оснащено гидроусилителем руля (ГУР).



1 — сошка; 2 — болт крепления кронштейна; 3 — пробка; 4 — кронштейн; 5 — гидроусилитель; 6 — клин кардана; 7 — кардан; 8 — вал с карданом; 9 — вал; 10 — рулевое колесо

Рисунок 1.5- Рулевое управление трактора Т-40

Рулевая колонка трактора Т-40 передает движение от рулевого колеса при помощи карданных валов на гидроусилитель, которые в свою очередь передает усилие сошкам, в следствии чего происходит поворот передних колес в необходимую сторону. Рулевая колонка состоит из рулевого колеса, установленный на стойку рулевого управления. При помощи двух карданных валов, соединенных между собой, передается вращательное движение на гидроусилитель.

Во время эксплуатации необходимо своевременно проверять на исправность рулевое управление Т-40 и следить за надежностью резьбовых соединений, общим состоянием деталей рулевой колонки, а также через каждые 960 часов работы проводить смазывание всех трущихся деталей.

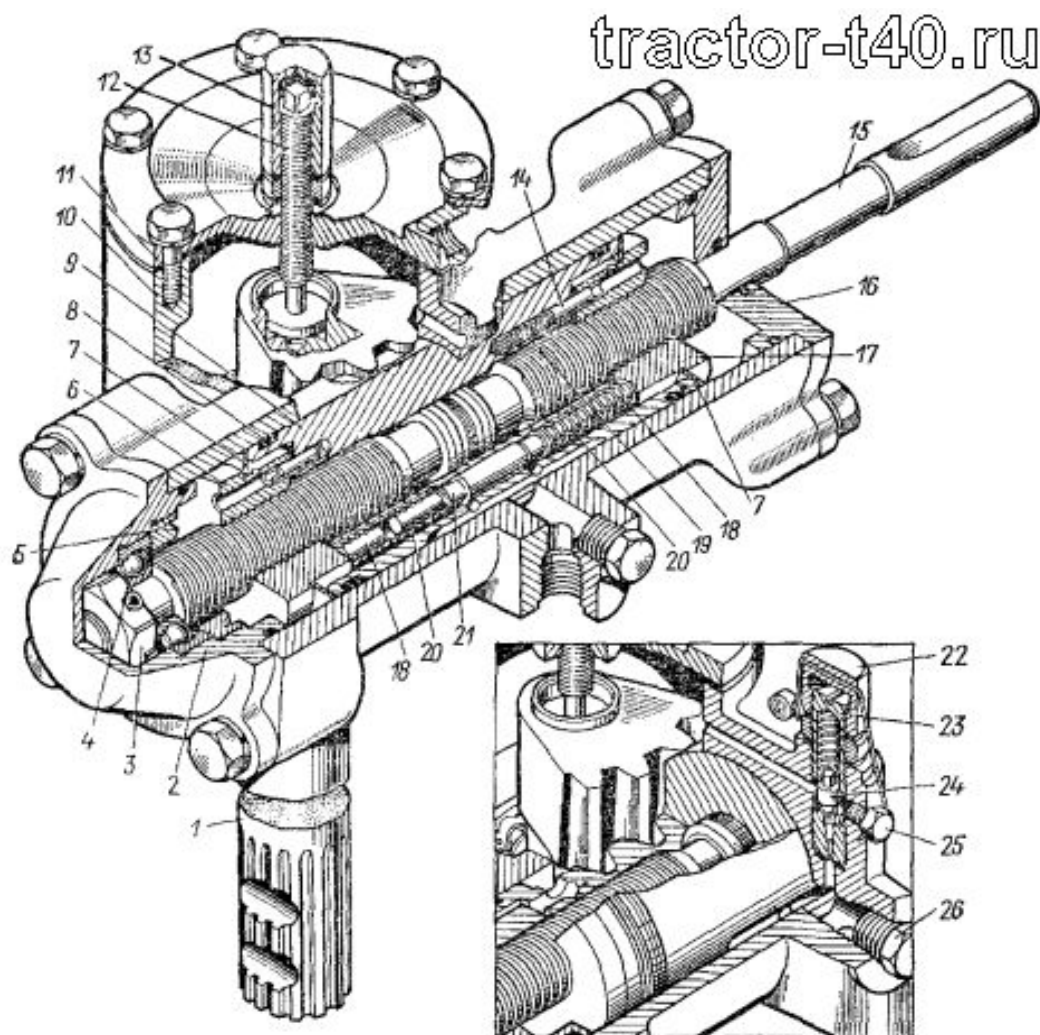
Гидроусилитель руля на тракторе Т-40 для уменьшения усилия на рулевом колесе применяемого трактористом при совершении поворотов. ГУР находится в передней подкапотной части трактора и смонтирован на переднем бруске рамы.

1.3 Устройство гидроусилителя

Гидроусилитель состоит из корпуса, распределительного устройства, поршня, винта, вала сошки, задней и передней крышек. В корпусе размещен поршень, оснащенный сквозным отверстием для установки винта. В винте имеется левая четырехзаходная трапециевидная резьба, на которую накручены задняя и передняя гайки. Обе гайки фиксируются штифтами от проворачивания. Задний штифт, установленный в отверстия задней гайки и поршня, прижимается пружиной. По условиям эксплуатации винт ГУР не должен иметь осевых перемещений. Вследствие чего, подшипник зафиксирован на винте прорезной гайкой, застопоренная штифтом.

В комплектацию распределительного устройства относятся: гидроуправляемый золотник, упоры, поршень, пружины, задняя и передняя гайки.

Поршень имеет три зуба входящие в зацепление с зубьями вала сошки. Во время сборки средний зуб поршня вставляют в среднюю впадину сектора. Зазор в зацеплении сектора с поршнем регулируется при помощи специального регулировочного винта.



1 — вал сошки; 2 — передняя крышка; 3, 5 — гайки; 4 — шарикоподшипник; 6 — передняя гайка; 7 — пружинная шайба; 8 — уплотнение; 9 — поршень; 10 — корпус; 11 — верхняя крышка корпуса; 12, 23 — регулировочные винты; 13, 22 — гайки-колпачки; 14 — штифт; 15 — винт гидроусилителя; 16 — задняя крышка; 17 — задняя гайка; 18 — упор; 19 — пружина; 20 — пружина золотника; 21 — золотник; 24 — предохранительный клапан; 25, 26 — пробки.

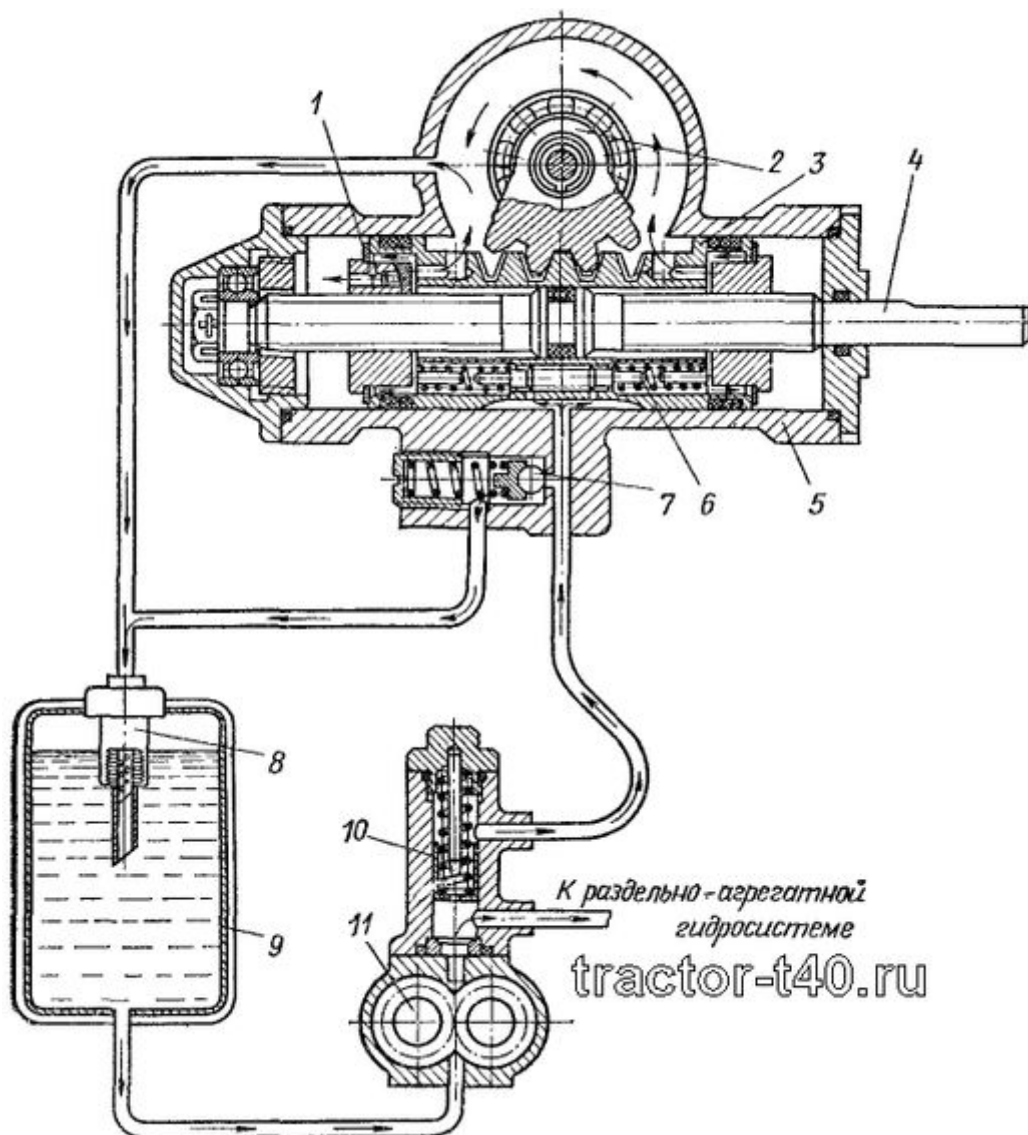
Рисунок 1.6 - Устройство гидроусилителя трактора Т-40.

Принцип действия (работы).

При работе трактора, масляный поток, подающийся из гидросистемы при помощи насоса, разделяется на две ветки: к гидроусилителю и раздельно-агрегатной гидросистеме. Данное деление потока масла осуществляет клапан деления. Дроссельное отверстие золотника клапана потока перепускает 10-12 литров масла в минуту, необходимое для функционирования ГУР трактора Т-40.

Для того, чтобы ограничить сжатие и увеличить срок службы пружин — в них установлены упоры. При повороте одна из гаек деформирует пружинную шайбу, при чем больше будет сопротивление на передних колесах, тем больше

будет усилие на рулевом колесе. В данном случае пружинные гайки выступают в роли имитатора нагрузки на передние колеса. На тракторе Т-40АНМ предохранительный клапан отрегулирован на давление 110-115 кгс/см².



1 — гайка; 2 — вал сошки; 3 — поршень, 4 — винт; 5 — корпус гидроусилителя; 6 — золотник; 7 — предохранительный клапан; 8 — фильтр; 9 — гидробак; 10 — клапан потока; 11 — насос гидросистемы.

Рисунок 1.7 -Схема ГУР трактора Т-40.

1.4 Неисправности гидроусилителя

1. Заклинил золотник клапана потока — поднимите и опустите несколько раз механизм задней навески. Если это не помогло, то разберите и промойте клапан в солярке.

2. Ненормальная сходимость передних колес — установите рекомендованную сходимость направляющих колес (0-4 мм).

3. Не затянут подшипник к передней крышке. Нарушение можно выявить, если остановить трактор и при работающем двигателе вращать руль. Если винт перемещается вперед и назад, значит подшипник не затянут — разберите гидроусилитель, затяните до упора гайки и законтрите винтом.

1.5 Ремонт и регулировка гидроусилителя Т-40

Во время разборки поршня — утопите штифт в задней гайке, отверните гайку и демонтируйте ее вместе с пружинной шайбой; вытолкните винт гидроусилителя в направлении к передней крышки и вытащите золотник с упорами и пружинами.

Сборка происходит в обратном порядке. Подпружиненный штифт должен размещаться со стороны задней крышки. До начала сборки промойте все детали в чистой солярке, а золотник смажьте маслом. Смазанный золотник должен передвигаться без заеданий под собственным весом.

Винт гидроусилителя оснащен многозаходной резьбой, поэтому для правильной установки задней гайки необходимо выбрать соответствующий заход, при котором общий зазор между поршнем и гайками был равен $1 \pm 0,1$ мм. Для этого выполните следующие действия:

1. Установите винт в сборе с передней крышкой и с передней гайкой в поршень таким образом, чтобы штифт (без пружины) был впереди, либо утопление зуба поршня в рабочем положении «смотрело» вниз. Поверните поршень до того момента, когда отверстие гайки совпадет со штифтом, установите подпружиненный штифт со стороны задней гайки.

2. Запомните положение штифта в поршне и наверните заднюю гайку. В случае, если отверстие под штифт закрученной до упора гайки не дошло или прошло до места нахождения штифта превышая 90° , открутите гайку и поверните ее в сторону на величину угла расхождения — грубо говоря, поставьте гайку на другой виток резьбы.

3. Так как гайки устанавливаются с некоторым усилием на пружинные шайбы, закрутите заднюю гайку, для этого необходимо установить в ее торцевое отверстие стержень диаметром 7-8 мм на глубину 15-20 мм и отверткой прокру-

тите гайку до ее фиксации штифтом, т. е. До щелчка.

Вставлять стержень в отверстие гайки на превышающую величину не рекомендуется, т. к. он будет мешать монтажу штифта.

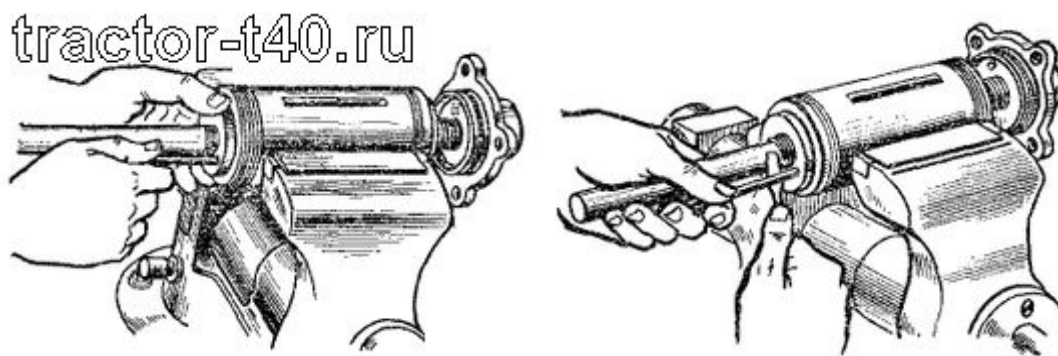


Рисунок 1.8 - Откручивание и установка задней гайки гидроусилителя трактора Т-40

1.6 Техническое обслуживание гидроусилителя

Техническое обслуживание ГУР трактора Т-40 заключается в своевременной доливке масла в бак, устранение течи масла и промывке фильтров.

Отрегулированный в заводских условиях предохранительный клапан гидроусилителя оснащается пломбой. Нарушать заводскую регулировку не рекомендуется, либо можно в случае нарушений регулировки во время эксплуатации трактора. До того, как начать регулировку предохранительного клапана — подсоедините манометр к нагнетательной магистрали, а между передним брусом и сошкой установите брус (с одной из сторон).

Открутите колпачок и контргайку предохранительного клапана. Заведите двигатель и выставьте его на максимальные обороты. Далее, прокручивая сошку в сторону установленного упора, с помощью руля, отрегулируйте давление перепуска масла через предохранительный клапан (при температуре 15-35° С — 8,0...8,5 МПа, при температуре 35-80° С — 7,5...8,0 МПа для тракторов Т-40М и 11,0-11,5 МПа для Т-40АНМ). По завершению регулировки, не меняя положения регулировочного винта, закрутите контргайку и колпачок. Установите коническую пробку.

ТО рулевого управления заключается в периодической подтяжке всех резьбовых соединений, а также в проверке и устранении люфта рулевого колеса. Люфт руля не должен превышать 25° при заглушенном двигателе. Если люфт

увеличен — подтяните резьбовые соединения сошки, карданного вала; проверьте регулировку зацепления зубьев поршня с сектором вала сошки. В случае необходимости замените дефектные детали.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Особенности ремонта рулевого управления с гидроусилителем

Ремонт этого агрегата имеет ряд особенностей, которые необходимо учитывать при организации ремонта, разработке и осуществлении технологических процессов. Наличие ряда соединений высокой точности в конструкции рулевого механизма и насоса гидроусилителя обуславливает необходимую специализацию, высокую оснащенность технологических процессов, технологическую дисциплину и квалификацию исполнителей, особую чистоту рабочих мест, надежный контроль на всех этапах производства.

При ремонте рулевого управления с гидроусилителем не следует без необходимости раскомплектовывать такие прецизионные сопряжения, как винт с шариковой гайкой, корпус клапана управления с золотником и плунжерами, статор и ротор насоса гидроусилителя, ротор и лопасти, крышки насоса и корпус перепускного клапана.

2.2 Ремонт деталей рулевого управления

Поступающие в ремонт картеры рулевого механизма в сборе с втулкой вала сошки могут иметь приведенные ниже дефекты и соответствующие им способы устранения (для установки и закрепления картера используют рабочую поверхность и торец цилиндра, плоскость и отверстие под боковую крышку, плоскость и отверстия фланца крепления картера):

обломы и трещины (кроме тех, по которым картер выбраковывают)-сварка, наплавка, приварка дополнительной ремонтной детали (ДРД) взамен дефектной части;

износ, риски и задиры рабочей поверхности цилиндра -хонингование до

выведения следов износа, но не более размера, указанного в технической документации; обработка до ремонтного размера; постановка гильзы (ДРД) с обработкой до размера по рабочему чертежу;

износ отверстия во втулке под вал сошки-замена втулки. После ее запрессовки производится пластическое проглаживание поверхности отверстия, затем протягивание или растачивание;

износ отверстия под втулку вала сошки-расточивание до ремонтного размера, постановка втулки (ДРД) ремонтного размера с последующей обработкой, как указано выше.

После восстановления картер рулевого механизма подвергают испытанию на герметичность.

В том же порядке ниже приведены аналогичные данные по другим деталям.

Винт рулевого управления с шариковой гайкой (технологические базы-центровые отверстия и шейки винта, наружная поверхность гайки и торец):

погнутость винта - правка; после правки-проверка на отсутствие трещин;

износ шеек винта-хромирование или железнение, затем шлифование;

износ винтовой канавки винта и (или) гайки до допустимого без ремонта размера-подбор комплекта шариков большей размерной группы. Восстановление винтовых канавок винта и гайки допускается только при наличии соответствующих средств технологического оснащения.

Рейка-поршень (технологические базы-наружная и внутренняя поверхности и торец):

износ по наружному диаметру-хромирование или железнение, затем шлифование;

износ отверстия под шейку винта -обработка до ремонтного размера, электронатирание и развертывание;

ослабление посадки заглушки -раздача заглушки и испытание на герметичность.

Корпус углового редуктора (технологические базы-отверстия под под-

шипники и упорную крышку и торцы) :

отколы фланцев-наплавка;

износ отверстий под подшипники и крышку и центрирующей поверхности под картер рулевого механизма-наплавка, токарная обработка. После восстановления корпус редуктора подвергают испытанию на герметичность.

Корпус ведущей шестерни углового редуктора (технологические базы-отверстия под подшипники и сальник, центрирующая поверхность под корпус редуктора и торцы)-износ отверстий под подшипники и сальник, центрирующей поверхности под корпус редуктора-наплавка или электронатирание, постановка ДРД, механическая обработка.

Ведущая и ведомая конические шестерни углового редуктора (технологические базы-центровые и центральные отверстия, и торцы)-износ шеек-хромирование или железнение, затем шлифование.

Крышка (промежуточная) картера рулевого механизма (технологические базы-центрирующая поверхность и торец, наружная поверхность, отверстия во фланце и торец) (только ЗИЛ):

отколы фланца-наплавка;

износ центрирующей поверхности под картер-наплавка, точение;

износ отверстия под шейку винта рулевого управления-наплавка, электронатирание, растачивание;

износ отверстия под болты крепления-заварка, сверление. После восстановления крышку подвергают контролю на герметичность.

Крышка боковая картера рулевого механизма (технологические базы-шейка и торец):

обломы и трещины-заварка и наплавка;

износ отверстия во втулке -замена втулки, растачивание;

износ отверстия под втулку-растачивание до ремонтного размера, запрессовка втулки (ДРД ремонтного размера), растачивание;

износ, срыв резьбы в отверстии под регулировочный винт-заварка, сверление и нарезание резьбы. После восстановления крышку подвергают контролю на

герметичность.

Вал сошки с зубчатым сектором (технологические базы-центровые отверстия, шейка):

износ шеек-хромирование или же-лезнение, шлифование;

износ резьбы -вибродуговая наплавка, точение и нарезание резьбы. После восстановления вала-контроль на отсутствие трещин.

Корпус клапана управления (технологические базы-центральное отверстие, отверстия под болты, торец):

износ отверстия под золотник-хро-нингование до ремонтного размера, сортировка на размерные группы;

износ отверстий под плунжеры - развертывание до ремонтного размера, сортировка на размерные группы;

износ отверстий под болты-развертывание до ремонтного размера. После восстановления корпус испытывают на герметичность.

Золотник и плунжеры (технологическая база-наружная поверхность)-износ наружной поверхности-хромирование или железнение, шлифование и полирование, сортировка на размерные группы.

Труба колонки рулевого управления (технологические базы-наружная поверхность, торцы):

погнутость трубы-правка;

трещины - заварка;

износ отверстий под подшипники-обжatie или нанесение синтетических материалов;

облом кронштейнов крепления колонки, обрыв пластины токосъемника звукового сигнала -приварка новых элементов.

Вал колонки (технологические базы-центровые фаски, шейки):

износ цилиндрических шеек-хромирование или железнение, шлифование;

износ конусной поверхности-наплавка в среде углекислого газа или железнение, шлифование;

износ шпоночного паза по ширине-заварка, точение, фрезерование паза;

износ резьбы-вибро дуговая наплавка, точение и нарезание резьбы.

Вилка со шлицевой втулкой карданного вала (технологические базы-наружная поверхность втулки, отверстия под подшипники, внутренние торцы вилки);

износ отверстий под подшипники-электронатирание, развертывание;

износ шлицев - замена шлицевой втулки ДРД с приваркой и протачиванием шва.

Вилка со шлицевым стержнем карданного вала (технологические базы-центровые отверстия, отверстия под подшипники, внутренние торцы вилки, наружная поверхность шлицев):

износ отверстий под подшипники-электронатирание, развертывание;

износ шлицев-наплавка под флюсом, точение, фрезерование шлицов, шлифование шлицев по наружному диаметру. Возможна замена шлицевого конца ДРД.

Корпус насоса гидроусилителя (технологические базы-центральное отверстие, торец):

износ отверстий под подшипники-расточивание, электронатирание, растачивание, постановка втулки (ДРД), механическая обработка;

задиры и риски на торцевой рабочей поверхности-шлифование, но не менее установленного размера, углубление кольцевых канавок точением.

Статор насоса гидроусилителя (базы-наружный диаметр и торец):

износ, задиры и риски на внутренней рабочей поверхности-шлифование по копиру, хонингование;

износ торцевых поверхностей-шлифование до ремонтного размера совместно с ротором, сортировка на размерные группы по высоте.

Ротор насоса гидроусилителя (технологические базы-наружный диаметр и торец):

износ торцевых поверхностей-шлифование до ремонтного размера совместно со статором, сортировка на размерные группы по высоте;

износ пазов под лопасти-обработка до ремонтного размера.

Распределительный диск насоса (технологические базы-наружная поверхность и торец)-износ, задиры и риски на рабочем торце-шлифование, углубление канавки точением, а пазов-фрезерованием.

Крышка насоса гидроусилителя (технологические базы-центральное отверстие и торец)-износ отверстия под корпус перепускного клапана-шлифование до ремонтного размера, сортировка на размерные группы. После восстановления-контроль крышки на герметичность.

Корпус перепускного клапана (технологические базы-наружная цилиндрическая поверхность и торец)-износ наружной цилиндрической поверхности - хромирование, шлифование и полирование до ремонтного размера или размера по рабочему чертежу, сортировка на размерные группы.

Вал насоса гидроусилителя (технологические базы-центровые отверстия):
износ шеек-хромирование или железнение, шлифование;
износ шпоночного паза-фрезерование паза в новом месте с поворотом вала на 180°;
срыв резьбы-вибродуговая наплавка, точение и нарезание резьбы.

2.4 Сборка рулевого механизма

Общая сборка рулевого механизма осуществляется на специальном стенде из собранных узлов: винта с шариковой гайкой и рейкой-поршнем, клапана управления, вала рулевой сошки, крышек и углового редуктора.

Сборка винта рулевого механизма с шариковой гайкой и рейкой-поршнем. При сборке винта с шариковой гайкой устанавливают комплект шариков одной размерной группы так, чтобы при плавном без заеданий вращении гайки момент в средней части винта находился в установленных значениях. При большем или меньшем значениях момента заменяют весь комплект шариков соответствующей размерной группы, при этом осевое перемещение винта относительно гайки должно удовлетворять заданному значению. Фиксация шариковой гайки в рейке-поршне осуществляется затяжкой установочных винтов с определенным моментом и раскерниванием этих винтов. На рейку-поршень устанавливают порш-

новые кольца требуемого значения упругости и подогнанные (по калибру или цилиндру) по зазору в замке.

Сборка клапана управления. Сборка корпуса клапана управления с золотником производится из деталей одноименных размерных групп, при этом осевое перемещение золотника, а также реактивных плунжеров должно быть без заедания и заклинивания.

Сборка вала сошки с регулировочным винтом. Сборка осуществляется на специальном приспособлении. Необходимое осевое перемещение винта обеспечивается подбором толщины упорной шайбы.

Сборка углового редуктора. При сборке редуктора особой тщательности требует запрессовка подшипников и регулировка зубчатого зацепления, осуществляемая подбором толщины комплекта регулировочных прокладок, устанавливаемого между корпусом ведущей шестерни и корпусом углового редуктора.

Общая сборка, регулировка и испытание рулевого механизма. Особое внимание при сборке рулевого механизма обращают на обеспечение установленного уровня качества прессовых и подвижных соединений, установленных моментов затяжки резьбовых соединений. При установке и закреплении клапана управления на винте рулевого механизма обеспечивают момент подкручивания клапана относительно винта путем определенной затяжки регулировочной гайки упорных подшипников. После установки верхней крышки в сборе с сальником проверяют момент вращения винта в среднем положении гайки. При установке боковой крышки и вала рулевой сошки контролируют правильность относительного положения зубьев сектора вала и рейки-поршня, полный угол поворота вала, регулируют зазор в зубчатом зацеплении перемещением вала в осевом направлении регулировочным винтом, обеспечивая заданный момент прокручивания винта рулевого механизма и проверяя качество работы реактивных пружин клапана управления, которые при повороте винта до упора в обе стороны, должны обеспечивать четкий возврат винта в осевом направлении к среднему положению.

После полной сборки и регулировки рулевой механизм испытывают на специальном стенде на максимальный момент прокручивания винта рулевого механизма с нагрузкой на валу сошки и без нее, на герметичность в двух крайних положениях рейки-поршня на заданных режимах, на работоспособность редуктора и рулевого механизма в целом.

2.4 Сборка и регулировка насоса гидроусилителя

Сборка и регулировка насоса гидроусилителя требует еще большего внимания и тщательности по сравнению с рулевым механизмом, так как значительная доля соединений насоса характеризуется очень высокой точностью. Общая сборка насоса производится из предварительно собранных и отрегулированных узлов в установленной последовательности. На корпус насоса с запрессованным подшипником и сальником устанавливают вал насоса с подшипником, ротор с лопастями, статор с распределительным диском, крышку с перепускным и предохранительными клапанами, бачок с фильтром. Запрессовка деталей и узлов производится с применением соответствующего оборудования и оснастки, а сборка резьбовых соединений с заданным моментом затяжки – с использованием гайковертов с тарированной муфтой и динамометрических ключей.

На корпус насоса устанавливают в комплекте статор и ротор одной размерной группы, лопасти по толщине подбирают по пазам ротора (перемещение должно быть без заедания и заклинивания). Собранный перепускной клапан в сборе с предохранительным проверяют на качество работы. Последний должен открываться при заданном давлении масла. Регулирование момента открытия производится подбором толщины комплекта регулировочных прокладок. После установки перепускного клапана в крышку (сборка из одноименной размерной группы) контролируют значение давления открытия перепускного клапана и герметичность соединения.

После сборки и регулировки насос гидроусилителя прирабатывают и ис-

пытаются на специальном стенде на установленных режимах на работоспособность, производительность, развиваемое давление и герметичность.

2.5 Сборка, регулировка и испытание рулевого механизма

Узловая и общая сборка рулевого управления производится в условиях, обеспечивающих полную чистоту деталей и узлов. При этом детали должны соответствовать по своим геометрическим параметрам, шероховатости и твердости поверхности требованиям техни-

ческой документации. Все рабочие поверхности смазываются соответствующей смазкой. Пружины клапана управления, перепускного и предохранительного клапанов насоса контролируют по длине в свободном состоянии и под нагрузкой. Такие детали, как прокладки, манжеты, сальники и другие уплотнительные элементы, устанавливают только новые.

Сборка большинства соединений рулевого управления осуществляется методом полной взаимозаменяемости, однако ряд высокоточных соединений (винт-комплект шариков-шариковая гайка, корпус клапана управления-золотник, корпус клапана управления -плунжеры, статор-ротор насоса, ротор насоса-лопасти, крышка насоса-корпус перепускного клапана) требуют применения метода групповой взаимозаменяемости с предварительной сортировкой сопрягаемых деталей на размерные группы.

2.6 Проверка гидросистем усилителей рулевого механизма колесных тракторов

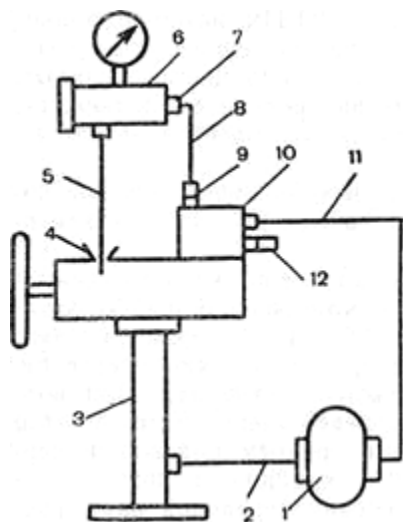
Для проверки и регулирования гидросистем усилителей рулевого механизма используют прибор КИ-5473 ГОСНИТИ.

Проверка гидросистем усилителей рулевого механизма колесных тракторов заключается в определении подачи насоса высокого давления, утечек масла в распределителе. Кроме того, с помощью прибора КИ-5473 ГОСНИТИ можно

проверить правильность регулировки и отрегулировать предохранительный клапан, клапан расхода у трактора Т-150К и регулятор расхода у трактора К-701. Проверяют и регулируют гидроусилитель при нормальной частоте коленчатого вала двигателя (кроме тракторов К-700, К-701), противодавлении 4,9 МПа по манометру прибора КИ-5473 и температуре масла в гидросистеме не ниже 50—60 °С. В каждом случае, подсоединив прибор, запускают двигатель, создают давление в системе 4,9 МПа и по шкале определяют количество масла, протекающего через прибор. У тракторов МТЗ-80, МТЗ-82 для проверки подачи насоса гидроусилителя рулевого механизма подключают прибор КИ-5473 по схеме, представленной на рисунке 2.1. У тракторов МТЗ (кроме МТЗ-100, МТЗ-102) подача масла должна быть не ниже 8,5 л/мин. При меньшей подаче насос отправляют в ремонт или заменяют.

У гидроусилителя тракторов Т-40М, Т-40АМ количество масла, подаваемое клапаном деления потока, проверяют путем подключения к нему входа прибора КИ-5473 с помощью переходного штуцера. Если количество масла, подаваемого клапаном деления потока, ниже 6 л/мин, насос заменяют.

У трактора Т-150К проверяют количество масла, протекающего через клапан расхода. Если расход масла ниже 20 л/мин, регулируют клапан расхода вращением регулировочного винта.

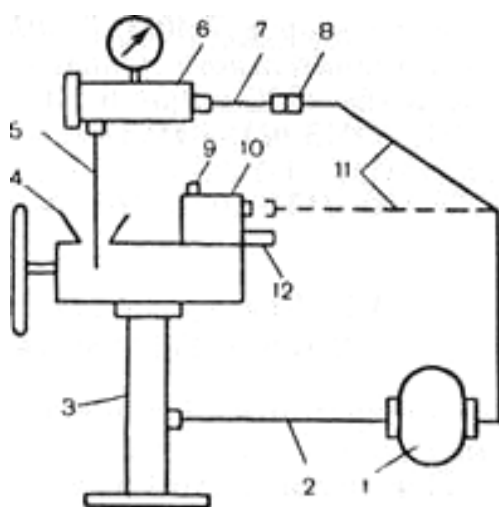


1 — насос; 2 — маслопровод всасывающий; 3 — гидроусилитель; 4 — горловина заливная; 5 — рукав сливной прибора КИ-5473; 6 — прибор КИ-5473; 7 — штуцер; 8 — рукав входной прибора КИ-5473; 9 — штуцер переходной; 10 — корпус предохранительного клапана; 11 — маслопровод нагнетательный; 12 — винт регулировочный предохранительного клапана.

Рисунок 2.1- Схема проверки подачи насоса гидроусилителя рулевого управления трактора МТЗ-80.

Аналогично проверяют количество масла, подаваемого к гидроусилителю регулятором расхода, у тракторов К-700, К-701, только предельное значение расхода масла через прибор должно быть 40 л/мин. У тракторов МТЗ-80, МТЗ-82 для определения утечек масла в гидроусилителе рулевого механизма прибор КИ-5473 подсоединяют по схеме, представленной на рисунке 2.2.

У тракторов Т-150К, К-701 прибор подключают к нагнетательному трубопроводу одного из цилиндров поворота. Сливной рукав прибора соединяют с баком гидросистемы. Наличие утечек масла проверяют у трактора Т-150К при номинальной частоте вращения коленчатого вала двигателя, у трактора К-701 — 900 мин⁻¹. Разница в показаниях прибора при проверке количества масла, подаваемого в гидроусилитель, и проверке наличия утечек в его распределителе не должна превышать 5 л/мин. При увеличенных утечках масла снимают распределитель и отправляют его в ремонт.



1 — насос; 2 — маслопровод всасывающий; 3 — гидроусилитель; 4 — горловина заливная; 5 — рукав сливной прибора КИ-5473; 6 — прибор КИ-5473; 7 — рукав входной прибора КИ-5473; 8 — штуцер переходной; 9 — пробка технологическая; 10 — корпус предохранительного клапана; 11 — маслопровод нагнетательный; 12 — винт регулировочный предохранительного клапана

Рисунок 2.2 - Схема для проверки утечек масла в гидроусилителе рулевого управления трактора МТЗ-80.

Давление срабатывания предохранительного клапана гидроусилителей тракторов всех марок проверяют при той же схеме подключения прибора. Для этого при работе двигателя трактора на номинальном скоростном режиме руко-

яткой прибора полностью перекрывают слив масла, поворачивают рулевое колесо в одну сторону до упора (полного поворота трактора) и по показаниям манометра определяют фактическое давление, при котором срабатывает предохранительный клапан гидроусилителя. В случае необходимости регулируют предохранительный клапан, не отключая прибор от гидроусилителя. У тракторов Т-40М, Т-40АМ давление срабатывания предохранительного клапана 8...8,5 МПа при температуре масла 15...35 °С и 7,5...8 МПа при температуре масла 35... 80°С; ЮМЗ-6М, ЮМЗ-6Л -8 МПа; МТЗ-80, МТЗ-82 - 8,8 МПа; Т-150К- 7...7,3 МПа; К-701 -10+01 МПа; МТЗ-100, МТЗ-102- 10+1 МПа.

2.7 Разработка технологического процесса восстановления корпуса редуктора рулевого управления

По заданию преподавателя был проведен микрометраж внутреннего отверстия корпуса рулевого управления результаты обработки приведены в приложении А.

2.7.1 Выбор рационального способа восстановления

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

$$K_D = K_i \cdot K_B \cdot K_C \cdot K_{II}, \quad (2.1)$$

где K_i , K_B , K_C , K_{II} – коэффициенты износостойкости, выносливости и сцепляемости покрытий;

K_{II} – поправочный коэффициент, учитывающий фактическую работоспособность восстановленной детали в условиях эксплуатации, $K_{II}=0,8...0,9$.

Для никелирования:

$$K_D = 0,91 * 0,82 * 0,65 * 0,85 = 0,41$$

Для хромирования:

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

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.:

$$C_B \leq K_d \times C_H, \quad (2.2)$$

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

$$K_T = C_B / K_d, \quad (2.3)$$

Где K_T – коэффициент технико-экономической эффективности;

C_B – себестоимость восстановления 1 м² изношенной поверхности детали, руб/м².

Для никелирования:

$$K_T = 604/0,41=1473,17$$

Для хромирования:

$$K_T = 1772/2,51=705,97$$

Полученный коэффициент технико-экономической эффективности хромирования, говорит об эффективности этого способа восстановления вала, $K_T > \min$.

2.7.2. Расчет и выбор параметров режимов нанесения покрытий и на обработку детали

Основные режимы процесса хромирования рассчитываются по следующим формулам.

Необходимая сила тока I , А:

$$I = D_K \cdot F_O, \quad (2.4)$$

где D_K - катодная плотность тока, А/дм² (для износостойкого покрытия детали $D_K=15$ А/дм²);

F_o - общая поверхность покрываемая хромом, дм^2 .

$$F_o = \pi \cdot D \cdot L = 3.14 \cdot 88 \cdot 284 = 78474,9 \text{ мм}^2 = 7,84749 \text{ дм}^2$$

$$I = 35 \cdot 7,84749 = 274.67 \text{ А} .$$

Расчетная продолжительность осаждения хрома t_p , ч:

$$t_p = \frac{10 \cdot h \gamma}{D_k \cdot E \cdot \eta} , \quad (2.5)$$

где h – толщина слоя покрытия на сторону, мм (0,04...0,15);

γ - плотность покрытия ($\gamma=6,9 \text{ г/см}^3$);

E – электрохимический эквивалент хрома ($E=0,324 \text{ г/А*ч}$);

η - выход хрома по току ($\eta=0,13...0,18$).

$$t_p = \frac{10 \cdot 0,09 \cdot 6,9}{35 \cdot 0,324 \cdot 0,15} = 3.6 \text{ ч.}$$

2.7.3 Определение норм времени выполнения операций

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 следующей формулой:

$$T_n = T_{осн} + T_{всп} + T_{доп} + \frac{T_{пз}}{n} \quad (2.6)$$

где T_n - норма времени (штучно - калькуляционное время); $T_{осн}$ - основное время; $T_{всп}$ - 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:

$$T_{оп} = T_{осн} + T_{всп}, \quad (2.7)$$

В технологических картах обычно проставляется штучное время $T_{шт}$ и подготовительно-заключительное время $T_{пз}$ []

$$T_{шт} = T_{осн} + T_{всн} + T_{доп}$$

$$T_{н} = 8,1 + 0,4 + 0,5 + \frac{0,75}{10} = 9,1 \text{ мин.}$$

2.8 Физическая культура на производстве

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

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

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

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

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

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

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

ФК-пауза - включает в себя 8-10 упражнений не более 12. Проводится через 2-3 часа от начала работы. Предупреждает развитие утомления, способствует поддержке на высоком уровне рабочего ритма, улучшает физическое состояние организма. Проводится в тот момент, когда может наступить утомление. Проводится до обеда и после обеда. Проводится организованно под музыку инструктором-методистом.

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

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

2.9 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.

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Обзор существующих конструкций

Создание надежных машин с высокими технико-экономическими показателями связано с неуклонным повышением требований к точности и качеству их изготовления. Поэтому необходимо развивать и совершенствовать технологические методы механической обработки деталей этих машин, особенно чистовые и отделочные операции, так как они оказывают большое влияние на показатели долговечности и надежности.

Среди многочисленных способов чистовой обработки деталей ведущее место занимает абразивная обработка, разновидностью которой является хонингование. Этот способ обработки позволяет успешно решать ряд технологических задач, к числу которых относятся получение высокой точности размеров и малой шероховатости обрабатываемых поверхностей и исправление погрешностей формы. Хонингованием обрабатывают отверстия диаметром от 2,5 до 1500 мм (с максимальной длиной хонингуемых отверстий до 25 м).

Головка обычно состоит из трех кинематически связанных друг с другом основных частей: 1) привода разжима брусков; 2) механизма трансформации усилия привода разжима брусков; 3) рабочего элемента головки.

Привод разжима брусков, преобразуя определенный вид энергии, развивает исходное усилие, которое передается непосредственно на рабочий элемент головки или с помощью соответствующего механизма трансформации усилия привода преобразуется в прижимное усилие брусков к обрабатываемой поверхности.

Механизм трансформации усилия привода разжима брусков многократно увеличивает и передает исходное усилие привода толкателям или колодкам с брусками, получающим при этом возможность радиального перемещения.

Рабочий элемент головки — это элемент, непосредственно осуществляющий процесс хонингования. Наиболее часто он выполняется в виде абразивных брусков, закрепленных на колодках. Конструкция хонинговальной головки в значительной степени определяет возможности исправления погрешностей и получения правильной геометрической формы обрабатываемого отверстия, а также производительность процесса хонингования.

Тип и конструкцию хонинговальной головки выбирают в зависимости от размеров и формы обрабатываемого отверстия (сквозное, глухое, гладкое, шлицевое, конусное), от принятой схемы обработки и вида производства.

В зависимости от вида обрабатываемого отверстия хонинговальные головки предназначаются для обработки: 1) цилиндрических отверстий (гладких сквозных, шлицевых сквозных, гладких глухих); 2) конических отверстий (сквозных); 3) некруглых отверстий (сквозных).

Конструкция хонинговальной головки для обработки гладких сквозных цилиндрических отверстий [] показана на рис. 3.1. В центральном отверстии корпуса 5 головки размещены с возможностью осевого перемещения конусы 2, при движении которых осуществляется радиальное перемещение подавателей 1 с колодками 4 и с брусками 3. Для направления хонинговальной головки при вводе ее в отверстие детали служат направляющие планки 22. Диаметр D_1 направляющих планок принимают на 0,3...0,5 мм меньше диаметра хонингуемого отверстия. При выводе инструмента из отверстия детали колодки удерживаются в гнездах 21 корпуса пружинами 23. Колодки в гнездах корпуса должны двигаться без заеданий, чтобы избежать заклинивания и поломки брусков в процессе хонингования.

Хонинговальная головка шарнирно соединена с полой штангой 9, имеющей в нижней части шаровой наконечник 6. Внутри штанги перемещается шток 8, сообщающий осевое движение конусам 2 от гидромеханиз-

ма подачи станка. Чтобы не нарушать подвижности шарнирного соединения, шток 8 связан с конусами головки также с помощью сферических пальцев 7. Осевое перемещение конусам сообщает механизм подачи станка через шток 17, промежуточный стержень 13, штифт 12, детали узла компенсации износа брусков 11, штифт 10 и шток 8. Усилие подачи от гидросистемы станка действует лишь в одну сторону — вниз. Отвод в верхнее положение конусов 2 и

всех передаточных звеньев осуществляется под действием пружины 20. При подъеме конусов абразивные бруски убираются внутрь корпуса головки кольцевыми пружинами 23.

Обычно станок настраивают на определенную длину хода штока, поэтому по мере износа абразивных брусков необходимы дополнительные перемещения штока вниз. Это осуществляется поворотом гайки механизма компенсации износа 11, сообщающей дополнительное осевое перемещение промежуточному штоку 8 и пальцам 7.

Для быстрого снятия и установки оправки с хонинговальной головкой в нижней части патрона имеется байонетный замок 14. Штанга со штифтом 19 входит в патрон и запирается поворотом кольца 18. Байонетный замок 15 качается на шарнире 16. Таким образом, головка подвешена на двух шарнирах, позволяющих ей самоустанавливаться по обрабатываемому отверстию.

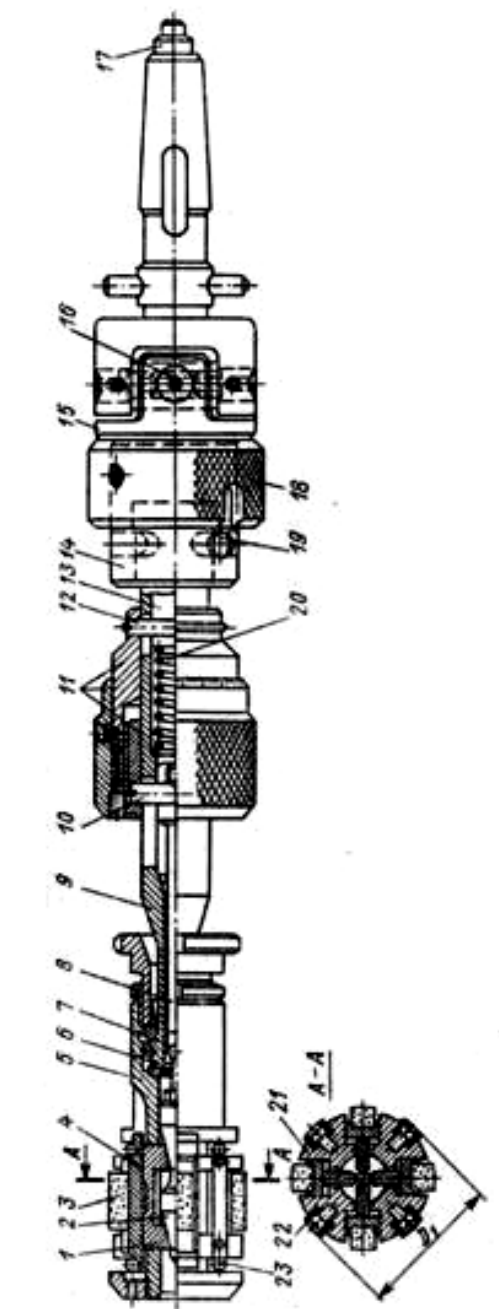


Рисунок 3.1 —Хонинговальная головка для обработки гладких отверстий.

Классификация хонинговальных головок, применяемых при обычном хонинговании отверстий, приведена на рис. 1.5.

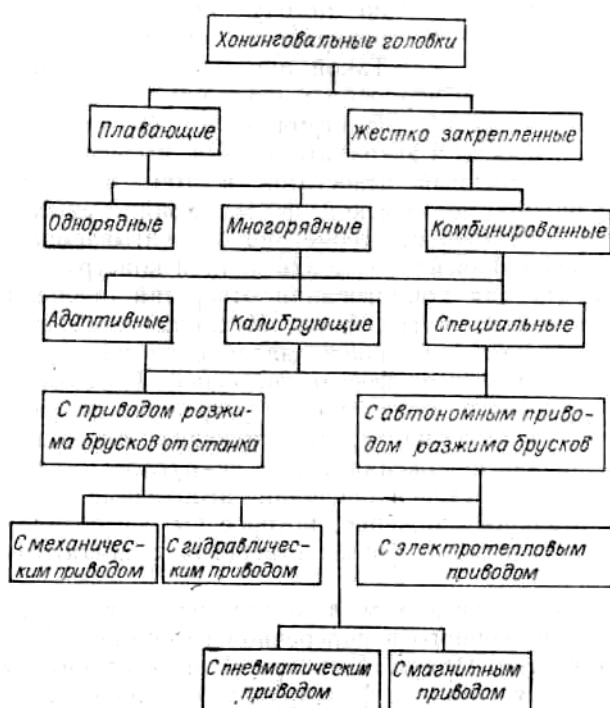


Рисунок 3.2 - Классификация хонинговальных головок.

Из классификационной схемы видно, что хонинговальные головки по способу соединения со шпинделем станка делятся на плавающие и жестко закрепленные, а по числу рядов и типу брусков — на однорядные, многорядные и комбинированные.

В зависимости от поведения брусков в процессе хонингования головки подразделяются на адаптивные, калибрующие и специальные.

К адаптивным отнесены головки с самоустанавливающимися по обрабатываемой поверхности в процессе хонингования брусками, а к калибрующим — головки с жесткой рабочей частью, исключаяющей самоустанавливаемость брусков.

В свою очередь калибрующие головки подразделяются на два вида: 1. Калибрующие головки с изменяющейся при изменении нагрузки жесткостью, исключаяющие поломку рабочего элемента при значительных исходных погрешностях формы обрабатываемого отверстия, но, с другой стороны, затрудняющие исправление последних

2. Калибрующие головки с неизменяющейся при изменении нагрузки же-

сткостью. Такие хонинговальные головки обеспечивают правильность формы обрабатываемого отверстия, но склонны при перегрузках к поломкам.

По виду привода разжима брусков головки бывают двух классов: 1) головки с приводом разжима брусков от станка; 2) головки с автономным приводом разжима брусков.

Особое внимание при разработке классификации было уделено головкам с автономным приводом разжима брусков, поскольку такие головки находят все большее применение в промышленности, а изучены крайне мало.

Составлены подробные классификационные схемы головок с автономным приводом: механическим; гидравлическим или пневматическим; магнитным и электротепловым.

Детальной классификации подвергнут также механизм трансформации усилия привода разжима брусков, так как с точки зрения технологического применения хонинговальных головок этот механизм является принципиально важным, поскольку им непосредственно осуществляется радиальное перемещение абразивных брусков и обуславливается взаимная работа брусков и установка их относительно обрабатываемой поверхности.

Кроме того, в процессе классификации даны определения основных частей хонинговальных головок и принципов их работы, а также при разборе конкретных конструкций подробно рассмотрена не только их работа, но и отмечены достоинства, недостатки и технологическое применение рассматриваемых головок.

Приведены силовые расчеты основных частей хонинговальных головок, позволяющие произвести упрощенный силовой расчет практически любой головки.

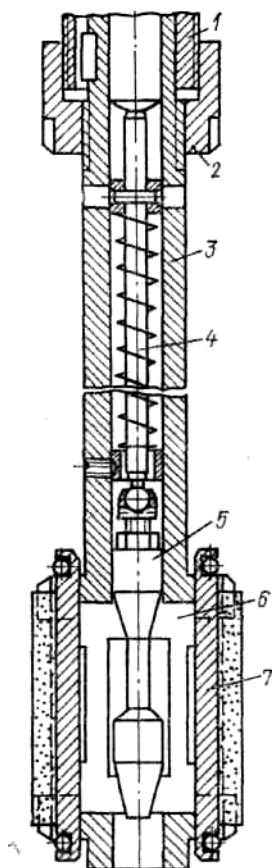
При хонинговании инструмент и деталь обычно самоустанавливаются, что обеспечивает высокую точность обрабатываемых отверстий. При этом отпадает необходимость правки инструмента, а припуски могут быть сведены до минимума.

Как видно из классификационной схемы (рис. 3.2), хонинговальные го-

ловки в зависимости от вида соединения со шпинделем станка делятся на плавающие и жестко закрепленные.

Плавающие хонинговальные головки являются плавающим инструментом. В этом случае у головки есть два шарнира (расстояние между ними 200—400 мм), которые могут свободно разворачиваться в любом направлении под углами 5—15°. При обработке таким инструментом деталь закрепляется неподвижно на столе станка или в приспособлении. При использовании плавающего инструмента (благодаря шарнирному соединению) можно добиться весьма малой несоосности головки и отверстия заготовки. При значительной несоосности появляются переменные боковые усилия, что приводит к отклонениям геометрической формы отверстия заготовки. Инструмент такого типа применяется преимущественно при хонинговании тяжелых изделий и длинных труб.

При обработке жестко закрепленным инструментом заготовку обычно устанавливают в плавающем приспособлении. Это позволяет расширить технологические возможности процесса хонингования. Деталь устанавливается в приспособлении, обеспечивающем определенное перемещение в горизонтальной плоскости. После подвода инструмента деталь точно центрируется. В зависимости от размеров обрабатываемой детали горизонтальное перемещение колеблется в пределах 0,2—1,0 мм. Жестко закрепленный инструмент имеет ряд преимуществ. При его использовании значительно упрощается конструкция крепежных приспособлений (благодаря простоте центрирования детали) и появляется возможность более полной автоматизации хонинговальных станков. Кроме того, в плавающем изделии не возникают перекосы и деформации, неизбежные при его зажиме. Применяя этот метод, можно хонинговать тонкостенные детали, детали малой массы и с небольшим диаметром отверстия. С увеличением диаметра обрабатываемого отверстия возрастает устойчивость жестко закрепленной хонинговальной головки. Таким методом можно обрабатывать детали значительной массы, например, блоки цилиндров двигателей и другие детали.



Жестко закрепленная хонинговальная головка [] представлена на рис. 3.3. Корпус 3 головки жестко закреплен в шпинделе 1 станка посредством затяжной гайки 2; разжим брусков осуществляется штоком хонинговального станка, воздействующим через толкатель 4 на разжимные конусы 5, которые, действуя на скосы подавателей 6, заставляют последние и колодки с брусками 7 перемещаться в радиальном направлении. Применяются эти головки для предварительного и окончательного хонингования отверстий в гильзах цилиндров, кольцах, шатунах и других деталях.

Рисунок 3.3 - Жестко закрепленная хонинговальная головка

Хонингование проводят в два или три этапа – черновое, чистовое и доводочное – двумя-тремя хонинговальными головками, оснащенными абразивными или алмазными брусками соответствующей зернистости. Для осуществления такой ступенчатой обработки приходится останавливать станок, снимать менять хонинговальные головки, на что тратится большое количество рабочего времени.

Избежать этого можно, применяя хонинговальные головки, содержащие два комплекта колодок с брусками различной характеристики, установленных в пазах корпуса, внутри которого размещен с возможностью поворота разжимной шток с чередующимися рабочими и нерабочими участками. Смена работающих комплектов осуществляется поворотом штока поворота разжимного штока осуществляется за счет реверса шпинделя хонинговального станка.

Это позволит сократить непроизводительные затраты времени на смену хонинговальных головок.

3.2. Устройство конструкции

На рисунке 3.1 представлен поперечный разрез комбинированной хонинговальной головки.

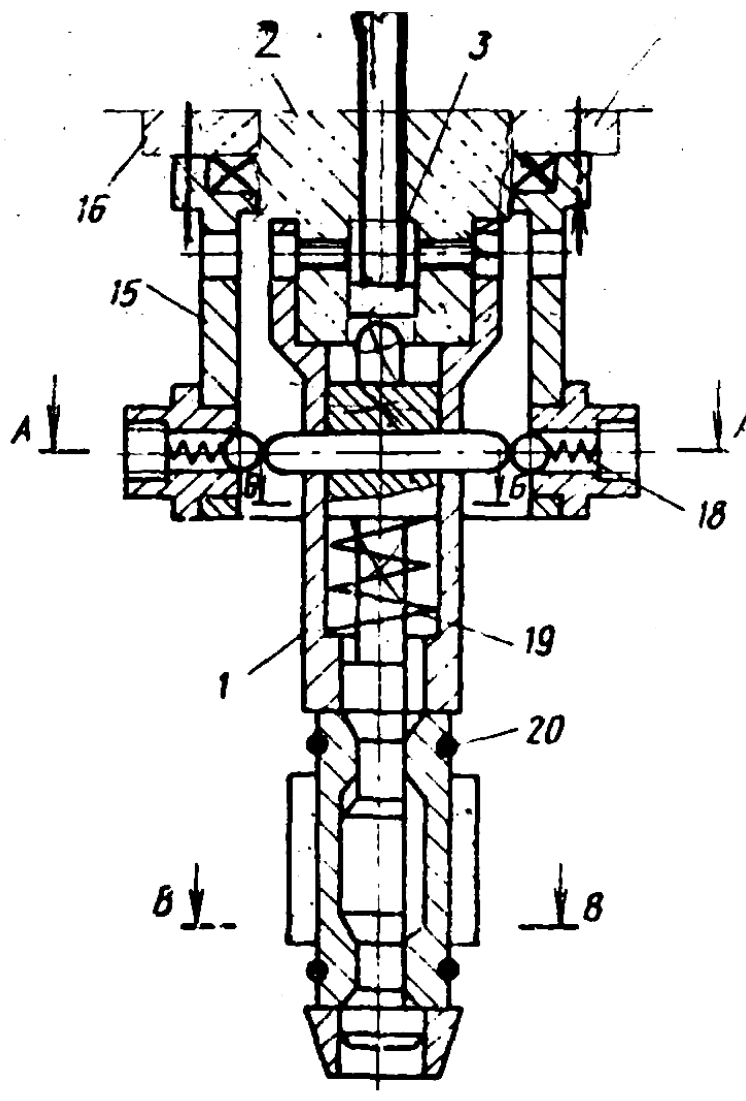


Рисунок 3.1 – Поперечный разрез хонинговальной головки.

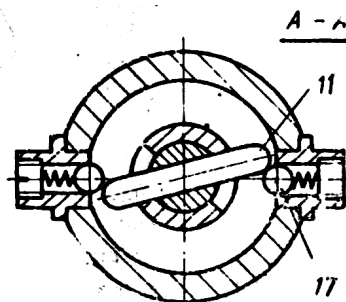


Рисунок 3.2 - Сечение по А—А на рис. 3.1

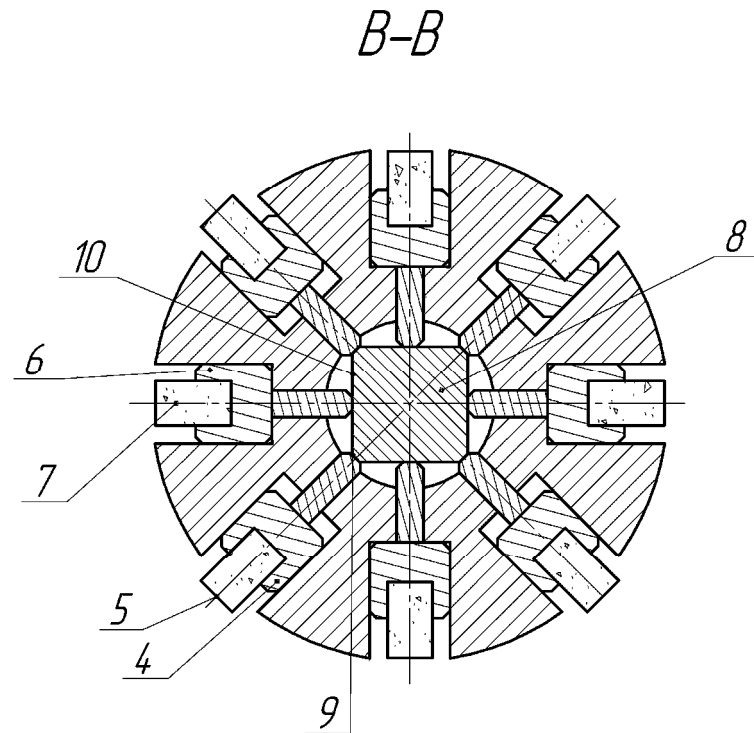


Рисунок 3.3 - Сечение по Б—Б на фиг. 1;

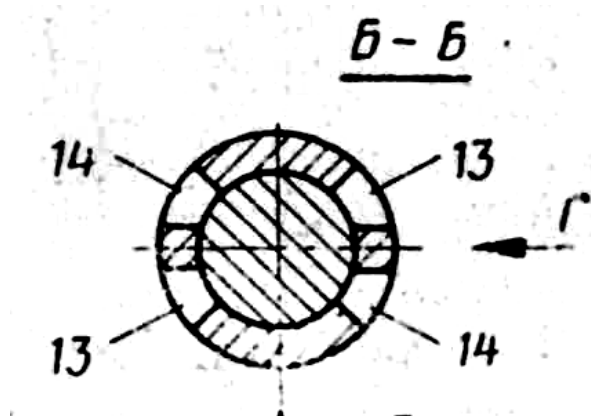


Рисунок 3.4— Сечение по В—В на рис. 1;

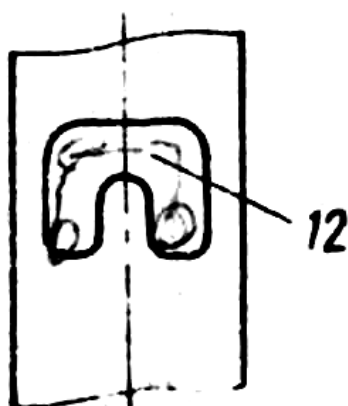
Вид Г повернуто

Рисунок 3.5 — Вид по стрелке Г на рис. 3, без поводкового пальца.

Предлагаемая головка включает составной корпус 1, который жестко соединен со шпинделем 2 хонинговального станка. Внутри шпинделя 2 имеется шток 3 гидравлического механизма разжима брусков хонинговального станка. В сквозных пазах корпуса звездообразно расположены четыре колодки 4 крупнозернистых брусков 5, осуществляющих предварительное хонингование, и четыре колодки 6 мелкозернистых брусков 7, осуществляющих окончательное хонингование. Внутри корпуса также расположен составной разжимной конус 8. Разжимной конус 8 содержит чередующиеся конические рабочие 9 и аксиально выполненные в виде лысок нерабочие 10 участки. В верхней части разжимного конуса 8 неподвижно установлен поперечный поводковый палец 11. Концы поводкового пальца 11 расположены в двух П-образных окнах 12, 13, 14 (12 — полка окна, 13, 14 — продольных пазы окна), выполненных в корпусе. В верхней части хонинговальной головки на шпиндель 2 хонинговального станка, надет стакан 15, который неподвижно крепится к головке 16 хонинговального станка. Стакан содержит тормозные шарики 17, которые поджимаются пружинами 18. Пружина 19 возврата служит для перемещения разжимного конуса 8 вверх, а пружины 20 удерживают бруски 5, 7 от выпадения и перемещают их в радиальном направлении к центру хо-

нинговальной головки.

3.3. Принцип работы конструкции.

Предлагаемая хонинговальная головка действует следующим образом.

Кнопкой «Пуск» включается хонинговальный станок, и далее процесс последовательного предварительного и окончательного хонингования отверстия производится в автоматическом цикле. Автоматический цикл обеспечивается благодаря модернизации электросхемы цепи управления хонинговального станка. После прекращения предварительного хонингования автоматически выключаются гидравлический механизм разжима брусков хонинговального станка, при этом шток 3 упомянутого механизма перемещается вверх. Под действием пружины 19 разжимной конус 8 также перемещается вверх до упора поводкового пальца 11 в верхние стенки окон 12, выполненных в корпусе, при этом поводковый палец 11 выходит из пазов П-образных окон. Одновременно пружины 20 сжимают колодки крупнозернистых брусков 5 до упора в конические рабочие участки 9 разжимного конуса 8. После осуществления сжима брусков автоматически производится изменение направления вращения (реверс) шпинделя 2, а следовательно, и неподвижно соединенного с ним корпуса головки. При изменении направления вращения корпуса оба конца поводкового пальца 11 упираются в радиально подпружиненные тормозные шарики 17, которые установлены в неподвижном стакане 15. Благодаря тому, что оба конца поводкового пальца 11 упираются в тормозные шарики 17, а корпус головки продолжает вращательное движение, поводковый палец 11 совершает угловой поворот в противоположном вращению корпуса направлении до упора в противоположные стенки окон 12, выполненных в корпусе. Далее поводковый палец 11 вращается вместе с корпусом головки, при этом тормозные шарики 17 при прохождении через них поводкового пальца 11 сжимают пружины 10 и перемещаются в радиальном направлении от центра хона (будут утоплены). Поскольку поводковый палец 11

неподвижно соединен с разжимным конусом 8, то разжимной конус 8 также совершает поворот на тот же угол, что и поводковый палец 11 (в данном случае на 60°). При повороте разжимного конуса 8 его конические рабочие участки 9 установятся напротив колодок 6 мелкозернистых брусков 7, осуществляющих окончательное хонингование, а нерабочие участки 10 в виде лысок устанавливаются напротив колодок 4 крупнозернистых брусков 5, осуществляющих предварительное хонингование. После реверса шпинделя 2 и поворота разжимного конуса 8 на 60° включается гидравлический механизм разжима брусков хонинговального станка. Шток 3 движется вниз, сжимает пружину 19 и перемещает разжимной конус 8 вниз. При этом поводковый палец 11 также движется вниз по пазам 14 П-образных окон 12 и фиксирует положение конических рабочих участков 9 разжимного конуса 8 относительно колодок 6 мелкозернистых брусков 7, осуществляющих окончательное хонингование. При дальнейшем движении вниз разжимного конуса 8 происходит разжим колодок 6 мелкозернистых брусков 7, осуществляющих окончательное хонингование. Поскольку был произведен поворот разжимного конуса 8 на 60° , то крупнозернистые бруски 5 не работают, так как их колодки 4 утоплены на нерабочие участки 10 разжимного конуса 8. Идет процесс окончательного хонингования. После прекращения окончательного хонингования станок отключается, и готовая деталь снимается. При обработке очередной детали производится реверс шпинделя, поворот разжимного конуса, перемещение последнего вниз и его фиксация путем ввода поводкового пальца 11 в пазы П-образных окон 12, а следовательно, и замена мелкозернистых брусков 7 на крупнозернистые бруски 5. Таким образом, при обработке каждой детали реверс шпинделя производится дважды: перед началом предварительного хонингования и после предварительного хонингования.

3.4 Расчеты по конструкции

3.4.1 Расчет пальца.

Окружная сила резания вычисляется при хонинговании по формуле [1]:

$$P_{ок} = \mu_{ок} \cdot F_{бр} \cdot p, \quad (3.1.)$$

где $\mu_{ок}$ – коэффициент окружной силы при хонинговании (при обработке деталей из чугуна и стали, ($\mu_{ок} = 0,3...0,5$ по [1]));

P – удельное давление брусков, МПа ($P = 0,7...0,8$);

$F_{бр}$ – площадь брусков, мм².

Площадь брусков вычисляется по формуле [1]:

$$F_{бр.} = b \cdot l_{бр} \cdot n, \quad (3.2.)$$

где b – ширина бруска, мм;

$l_{бр}$ – длина бруска, мм.

n – количество брусков в хонголке, шт.

$$F_{бр.} = 8 \cdot 90 \cdot 8 = 5760 \text{ мм}^2,$$

$$P_{ок} = 0,4 \cdot 5760 \cdot 0,6 = 1382,4 \text{ Н};$$

Действующая сила на палец составляет 1382,4 Н.

Расчет диаметра пальца проводится из условия прочности на срез, о стенки штока.

Диаметр пальца находится из выражения:

$$\tau_{ср} = \frac{P}{F} \leq [\tau_{ср}], \quad (3.3)$$

где P – сила, действующая на палец, Н;

F – площадь поперечного сечения пальца мм²;

$[\tau]_{ср}$ – допускаемое напряжение среза, Н/мм².

Площадь поперечного сечения пальца определяется выражением:

$$F = \pi \cdot D^2 / 4, \quad (3.4)$$

где D – диаметр пальца, мм.

Учитывая, что палец срезается в двух сечениях и подставив выражение (3.4) в формулу (3.3) получим следующее выражение:

$$D_n = \frac{4 \cdot P}{\pi \cdot 2 \cdot [\tau]_{cp}}, \quad (3.5)$$

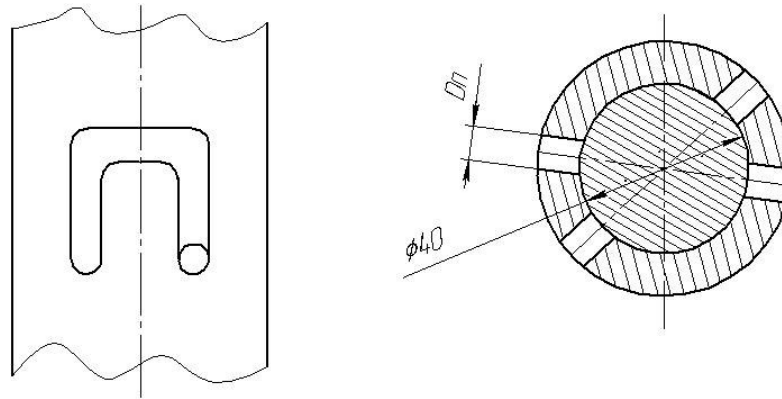


Рисунок 3.6 - Схема к расчету диаметра пальца

При колебаниях нагрузки допускаемое напряжение среза $[\tau]_{cp} = 140 \text{ Н/мм}^2$ [].

Подставив в формулу (3.4) значения

$$D_n = \frac{4 \cdot 1382,4}{3,14 \cdot 2 \cdot 140} = 6,28 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр отверстия в штоке 8,2 мм, диаметр пальца берем $D_n = 8 \text{ мм}$.

3.4.2 Расчет болтового соединения

1. Выбираем материал болтов:

Выбираем класс прочности болтов 5,8 предел прочности материала болта:

$$\sigma_B = 5 \cdot 10 = 50 \frac{\text{кГ}}{\text{мм}^2} = 500 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}.$$

Предел текучести болта:

$$\sigma_T = 5 \cdot 8 = 40 \frac{\text{кГ}}{\text{мм}^2} = 400 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}.$$

Допускаемое напряжение на растяжение определяется по формуле:

$$[\sigma]_p = \frac{\sigma_T}{[n]}. \quad (3.5)$$

Предел текучести для материала Ст.3 $\sigma_T = 240 \frac{H}{мм^2}$.

где $[n]$ – коэффициент запаса прочности, $[n] = 1,6$;

$$[\sigma]_p = \frac{240}{1,6} = 150 \frac{H}{мм^2};$$

Допускаемое напряжение на смятие:

$$[\sigma]_{см} = 0,8 \cdot \sigma_T = 0,8 \cdot 240 = 192 \frac{H}{мм^2}. \quad (3.6)$$

Допускаемое напряжение на срез:

$$[\tau]_{ср} = 0,3 \cdot \sigma_T = 0,3 \cdot 240 = 72 \frac{H}{мм^2}. \quad (3.7)$$

Определяем максимальную нагрузку:

$$P_{\max} = \sqrt{P_R^2 + P_M^2} = \sqrt{195^2 + 156^2} = 249 \text{ Н}. \quad (3.8)$$

Определяем необходимое усилие затяжки болта по формуле

$$F_{mp} > P_2; \quad (3.9)$$

$$f \cdot R_{\phi} = k \cdot P_2. \quad (3.10)$$

где k – коэффициент запаса сцепления, ($k=1,3$).

f – коэффициент трения, $f=0,13$;

$$R_{\phi} = \frac{k \cdot P_{\max}}{f} = \frac{1,3 \cdot 249}{0,13} = 2490 \text{ Н}.$$

7. Определяем диаметр стержня болта по формуле :

$$\tau_{ср} = \frac{P_2}{F} = \frac{4 \cdot P_2}{\pi \cdot d_{см}^2} \leq [\tau]_{ср}; \quad (3.11)$$

$$d_{см} = \sqrt{\frac{4 \cdot P_{\max}}{\pi \cdot [\tau]_{ср}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 249}{3,14 \cdot 72}} = 2,09 \text{ мм}.$$

Выбираем из стандартных болт М4-6g×6 ГОСТ 7805 – 70.

8. Проверка стенок на смятие проводится по формуле

$$\sigma_{см} = \frac{P_2}{F_{см}} = \frac{P_2}{d_{см}^2 \cdot \delta} \leq [\sigma]_{см}; \quad (3.12)$$

$$\sigma_{см} = \frac{249}{4 \cdot 2} = 31,1 \frac{H}{мм^2};$$

$$\sigma_{см} = 31,1 \frac{H}{мм^2} < [\sigma]_{см} = 192 \frac{H}{мм^2}.$$

Условие прочности выполняется.

3.5 Технико-экономическая оценка конструкции

Масса приспособления определяется по формуле:

$$G = (G_k + G_g) \cdot k, \text{ кг} \quad (3.13)$$

где G_k – масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов, кг;

G_g – масса готовых деталей, узлов и агрегатов, кг;

k – коэффициент, учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкции монтажных материалов (для расчетов применяются $k = 1,05 \div 1,15$).

Тогда $G = (4,95 + 1,5) \cdot 1,1 = 7,1$ кг.

Стоимость конструкции определяется по формуле:

$$C_{Б1} = \frac{C_{Б0} \cdot G_1}{G_0}, \quad (3.14)$$

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

G_1 – масса проектируемой конструкции, кг;

G_0 – масса существующей конструкции, ($G_0 = 17$) кг.

$$C_{Б1} = \frac{31235 \cdot 7,1}{8,5} = 24786 \text{ руб.} \quad (3.15)$$

Время процесса хонингования на предлагаемом приспособлении и использовании существующей установки составляет 3,5 мин 4 мин соответственно.

Таблица 3.1 – Исходные данные

Наименование	Варианты	
	исходный	проектируемый
Масса конструкции, кг	8,5	7,1
Балансовая стоимость, руб.	31235	24786
Потребляемая (установленная) 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.	550	550
Время цикла, мин	4	3,5
Количество одновременно обраб. деталей, шт	1	1

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

$$W_{\text{ч}} = \frac{60 \cdot n}{T_{\text{ц}}}, \quad (3.16)$$

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

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

$$W_{\text{ч}0} = \frac{60 \cdot 1}{4} = 15 \text{ ед./час},$$

$$W_{\text{ч}1} = \frac{60 \cdot 1}{3,5} = 17,14 \text{ ед./час}.$$

Металлоемкость процесса определяется по формуле:

$$M_{\text{е}} = \frac{G}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}}, \quad (3.17)$$

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

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

$$M_{\text{е}0} = \frac{8,5}{15 \cdot 550 \cdot 5} = 0,00021 \text{ кг/ед.};$$

$$M_{\text{е}1} = \frac{7,1}{17,14 \cdot 550 \cdot 5} = 0,00015 \text{ кг/ед.}$$

Срок службы станда определяется по формуле:

$$T_{\text{сл}} = \frac{100}{a_{\text{н}}}, \quad (3.18)$$

где $a_{\text{н}}$ – норма амортизации, %.

$$T_{\text{сл}} = \frac{100}{19,8} = 5 \text{ лет}.$$

Фондоемкость процесса определяется по формуле:

$$F_{\text{е}} = \frac{C_{\text{б}}}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.19)$$

$$F_{\text{е}0} = \frac{31235}{15 \cdot 550} = 3,78 \text{ руб./ед.}$$

$$F_{e1} = \frac{24786}{17,14 \cdot 550} = 2,63 \text{ руб./ед.}$$

руб./ед.

Энергоемкость процесса определяется по формуле:

$$\mathfrak{E}_e = \frac{N_e}{W_q}, \quad (3.20)$$

где N_e – потребляемая устройством мощность, кВт.

$$\mathfrak{E}_{e_0} = \frac{4}{15} = 0,267 \text{ кВт} \cdot \text{ч/ед.};$$

$$\mathfrak{E}_{e_1} = \frac{4}{17,14} = 0,233 \text{ кВт} \cdot \text{ч/ед.}$$

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

$$S = C_{зп} + C_э + C_{рто} + A, \quad (3.21)$$

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

$C_э$ – затраты на электроэнергию, руб./ед.;

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

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

$$S_0 = 6,67 + 1,28 + 0,15 + 0,749 = 8,85 \text{ руб./ед.};$$

$$S_1 = 5,833 + 1,12 + 0,105 + 0,52 = 7,57 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на оплату труда вычисляются по формуле:

$$C_{зп} = z \cdot T_e, \text{ руб./ед.} \quad (3.22)$$

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

T_e – трудоемкость процесса, чел.·ч.

$$C_{з.п.0} = 100 \cdot 0,0667 = 6,667 \text{ руб./ед.};$$

$$C_{з.п.1} = 100 \cdot 0,0583 = 5,833 \text{ руб./ед.};$$

Трудоемкость процесса определяется по формуле:

$$T_e = \frac{n_p}{W_q}, \text{ чел.} \cdot \text{ч.} \quad (3.23)$$

где n_p – количество обслуживающего персонала, чел.

$$T_{e0} = \frac{1}{15} = 0,0667 \text{ чел.-ч/ед.}$$

$$T_{e1} = \frac{1}{20} = 0,0583 \text{ чел.-ч/ед.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание стенда определяются по формуле:

$$C_{\text{рто}} = \frac{C_{\text{б}} \cdot N_{\text{рто}}}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.24)$$

$$C_{\text{рто0}} = \frac{31235 \cdot 4}{100 \cdot 15 \cdot 550} = 0,15 \text{ руб./ед.};$$

$$C_{\text{рто1}} = \frac{24786 \cdot 4}{100 \cdot 17,14 \cdot 550} = 0,105 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на электроэнергию вычисляются по формуле:

$$C_{\text{э}} = C_{\text{э}} \cdot \text{Э}_{\text{е}}, \text{ руб./ед.} \quad (3.25)$$

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

$$C_{\text{э0}} = 4,8 \cdot 0,266 = 1,28 \text{ руб./ед.},$$

$$C_{\text{э1}} = 4,8 \cdot 0,233 = 1,12 \text{ руб./ед.}$$

Амортизационные отчисления по стенду определяется по формуле:

$$A = \frac{C_{\text{б}} \cdot a_{\text{н}}}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.26)$$

Приведенные затраты на работу стенда определяются по формуле:

$$C_{\text{прив}} = S + E_{\text{н}} \cdot k, \quad (3.27)$$

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

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

$$C_{\text{прив0}} = 8,84 + 0,15 \cdot 3,78 = 9,41 \text{ руб./ед.},$$

$$C_{\text{прив1}} = 7,57 + 0,15 \cdot 2,63 = 7,97 \text{ руб./ед.}$$

Годовая экономия определяется по формуле:

$$\text{Э}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{ч1}} \cdot T_{\text{год1}}, \quad (3.28)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (8,85 - 7,57) \cdot 17,14 \cdot 550 = 11962,56 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле:

$$E_{\text{год}} = \mathcal{E}_{\text{год}} - E_{\text{н}} \cdot \Delta k, \text{ руб.} \quad (3.29)$$

$$E_{\text{год}} = 11962,56 - (31235 - 24786) \cdot 0,17 = 10866,23 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений определяется по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{б}_1}}{\mathcal{E}_{\text{год}}}, \quad (3.30)$$

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

$$T_{\text{ок}} = \frac{24786}{11962,56} = 2,07 \text{ года}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяется по формуле:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{C_{\text{б}}} = \frac{1}{T_{\text{ок}}}, \quad (3.31)$$

$$E = \frac{11962,56}{24786} = 0,48$$

Результаты расчета технико-экономической эффективности конструкции сведены в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

Наименование показателей	Варианты		Проект. в % к базовому
	исходный (базовый)	проекти- руемый	
1	2	3	4
Часовая производительность, ед./ч	15,00000	17,14286	114,29
Фондоемкость процесса, руб./ед.	3,78606	2,62882	69,43
1	2	3	4
Энергоемкость процесса, кВт/ед.	0,26667	0,23333	87,50
Металлоемкость процесса, кг/ед.			73,09

	0,00021	0,00015	
Трудоемкость процесса, чел.-ч.	0,06667	0,05833	87,50
Затраты на оплату труда, руб./ед.	6,66667	5,83333	87,50
Затраты на электроэнергию, руб./ед.	1,28000	1,12000	87,50
Затраты на ремонт и ТО, руб./ед.	0,15144	0,10515	69,43
Амортизационные отчисления, руб./ед.	0,74964	0,52051	69,43
Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.	8,84775	7,57899	85,66
Уровень приведенных затрат, руб./ед.	9,41566	7,97331	84,68
Годовая экономия, руб.	-	11 962,56	-
Годовой экономический эффект, руб.	-	10 866,23	-
Срок окупаемости капитальных вложений, лет	-	2,07	-
Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	0,48	-

Как видно из расчетов наше устройство является экономически эффективным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе был проведен анализ устройства и работы рулевого управления трактора Т-40 и разработана технология восстановления корпуса редуктора рулевого управления трактора Т-40 и конструкция приспособления для хонингования отверстия корпуса.

Внедрение приспособления для хонингования отверстия корпуса позволит уменьшить уровень эксплуатационных затрат при восстановлении детали. Годовой экономический эффект от применения данного приспособления составит 10866,23 руб. при сроке окупаемости 2,07 года.

В работе также были предложены мероприятия по улучшению состояния окружающей среды и охраны труда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адигамов Н.Р. Кочедамов А.В, Гималтдинов И.Х. Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Технология ремонта машин». – Казань: Изд-во КГАУ, 2007. – 41 с.
2. Анурьев В. И. Справочник конструктора- машиностроителя. В 3-х т. Т.2.- 6-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 2001.- 584 с..
3. Кондратьев Г.И., Фасхутдинов Х.С., Шайхутдинов Р.Р. Курсовое проектирование по надежности технических систем: методические указания. – Казань: Изд-во КГАУ, 2010. – 44 с.
4. 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.
5. Кондратьев Г. И., Фасхутдинов Х.С., Шайхутдинов Р.Р. Курсовое проектирование по надежности технических систем: методические указания. – Казань: Изд-во КГАУ, 2010. – 44 с.
6. Кукин П.П. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда. – Изд. «Высшая школа», 2002. -300с.
7. Матвеев В.А., Пустовалов И.И.. Техническое нормирование ремонтных работ в сельском хозяйстве – М.: Колос, 1979. – 189с.
8. 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.
9. Тракторы Т-40М, Т-40АМ, Т-40АНМ/ под ред. Е.А. Педченец и др. – Липецк.: ЛТЗ, 1990.-174с.
- 10.Технология ремонта машин: Учебник для вузов / Е. А. Пучин, О. Н. Дидманидзе, В. С. Новиков и др.; Под ред. Е. А. Пучина. – М.: Изд-во УМЦ «Триада». – Ч. I. – 2006 . – 348 с.
11. Технология ремонта машин и оборудования. Под общ. ред. И.С.Левитского. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., «Колос», 1975. -560 с.

12. Технологическое оснащение хонингования/Н. Н. Богородицкий, К. К. Чубаров, Б. А. Лебедев — Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-е, 1984.- 237 с.
13. Черноиванов В.И. Организация и технология восстановления деталей машин. – М:ГОСНИТИ,2003.- 488 с.
14. 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.
15. Шнейдер Ю.Г. Эксплуатационные свойства деталей с регулярным микро-рельефом. -Л.: Машиностроение, 1982. -248 с.