

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль: Технический сервис в АПК

Кафедра: Эксплуатация и ремонт машин

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

На соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Совершенствование технологического процесса восстановления опорного катка трактора ДТ – 75 М с разработкой стенда для разборки и сборки кареток

Шифр ВКР 35.03.06.569.18 СРК.000.000.ПЗ

Студент группы 242

подпись

Валиев Б.Р.
Ф.И.О.

Руководитель ст. преподаватель
ученое звание

подпись

Ахметзянов Р.Р.
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № ____ от _____ 2018)

Зав. кафедрой д.т.н. профессор
ученое звание

подпись

Адигамов Н. Р.
Ф.И.О.

Казань – 2018 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Кафедра: Эксплуатация и ремонт машин

Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

Адигамов Н.Р. / _____ /

« _____ » _____ 2018 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту: Валиеву Б.Р.

Тема: Совершенствование технологического процесса восстановления опорного катка трактора ДТ – 75 М с разработкой стенда для разборки и сборки кареток

утверждена приказом по вузу от « _____ » _____ 2018 г. № _____

2. Срок сдачи студентом законченной работы _____

3. Исходные данные к выпускной работе: Нормативно справочная литература, технологические карты, материалы курсовых проектов по дисциплине «Ремонт машин».

4. Перечень подлежащих разработке вопросов: 1. Описание устройства, анализ работы и характеристика причин потерь работоспособности сборочной единицы; 2. Разработать карты технологического процесса дефектации детали.; 3. Разработать технологический процесс восстановления; 4. Разработать конструкцию стенда для разборки и сборки кареток трактора ДТ-75М; 5. Разработать мероприятия по безопасности жизнедеятельности. 6. Произвести технико-экономическую оценку конструкции;

5. Перечень графических материалов: Лист 1 – Закономерности изнашивания

опорного катка. Лист 2 – Ремонтный чертеж опорного катка ДТ-75М. Лист 3 – Технологические карты на восстановление. Лист 4 – Общий вид станда для разборки и сборки каретки. Лист 5,6 – Рабочие чертежи деталей. Лист 7 – Сравнительные технико-экономические показатели.

6. Консультанты по выпускной работе с указанием соответствующих разделов

Раздел	Консультант
Безопасность жизнедеятельности	
Конструктивная часть	

7. Дата выдачи задания _____

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов выпускной работы	Срок выполнения	Примечание
	1 раздел выпускной работы		
	2 раздел выпускной работы		
	3 раздел выпускной работы		
	4 раздел выпускной работы		
	5 раздел выпускной работы		
	6 раздел выпускной работы		

Студент _____ (Валиев Б.Р.)

Руководитель работы _____ (Ахметзянов Р.Р.)

АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Валиева Б.Р. на тему «Совершенствование технологического процесса восстановления опорного катка трактора ДТ – 75 М с разработкой стенда для разборки и сборки кареток» Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на _____ листах машинописного текста и графической части на _____ листах формата А1.

Записка состоит из введения, шести разделов, заключения и включает _____ рисунков и _____ таблиц. Список использованной литературы содержит _____ наименований.

В первом разделе дано описание устройства, анализ работы и характеристика основных причин потери работоспособности опорного катка каретки подвески трактора ДТ–75М. Во втором разделе разработана карта технологического процесса дефектации детали.

В третьем разделе разработан технологический процесс восстановления опорного катка, каретки, подобрано необходимые методы восстановления и инструмент.

В четвертом разделе разработана конструкция приспособления для разборки каретки. В пятом разделе спроектированы мероприятия по безопасности труда.

В шестом разделе подсчитаны экономическое обоснование приспособления.

В конце приведены общие выводы по выпускной работе.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.	
	ВВЕДЕНИЕ.....
	1 АНАЛИЗ РАБОТЫ СОПРЯЖЕНИЙ.....
	1.1 Анализ работы и характеристика причин потерь работоспособности сборочной единицы
	1.2 Структурная схема разборки каретки подвески
	1.3 Анализ существующих конструкций стенда для разборки и сборки кареток подвески тракторов.....
	2 РАЗРАБОТКА КАРТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ДЕФЕКТАЦИИ ДЕТАЛИ
	2.1 Выбор контрольно – измерительных приборов.....
	2.2 Микрометраж опорных катков
	2.3 Обработка результатов микрометража опорных катков.....
	3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ.....
	3.1 Выбор рационального способа восстановления опорного катка каретки
	3.2 Разработка маршрута восстановления опорного катка каретки подвески
	3.3 Расчет режимов обработки детали
	3.4 Расчет технических норм времени на обработки детали.....
	3.5 Оформление технических документов
	4 РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ РАЗБОРКИ И СБОРКИ КАРЕТОК ТРАКТОРА ДТ-75М.....
	4.1 Описание конструкции приспособления.....
	4.2 Конструкторские расчеты
	5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....
	5.1 Обеспечение безопасности стенда для разборки каретки
	5.2 Инструкция по безопасности труда слесаря, выполняющего работы со стендом для разборки каретки

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	
6.1 Экономическое обоснование конструкции	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	
СПЕЦИФИКАЦИИ.....	

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время основную долю парка техники в сельском хозяйстве составляют отремонтированные машины и лишь незначительную часть — новые. Важным звеном обеспечения качественного ремонта техники является соблюдение технологии его проведения. На сегодняшний день во многих предприятиях ремонт производится с нарушениями технологического процесса мойки, дефектации деталей и обкатки. Все это приводит к снижению срока эксплуатации отремонтированной техники, и как следствие, повышению затрат производителей сельскохозяйственной продукции. Также, поскольку ремонт агрегатов сводится главным образом к замене их неисправных деталей на годные, наибольшие затраты (до 60% и более) в себестоимости ремонта составляет стоимость израсходованных запасных частей.

Инновационный научно-производственный центр «ООО СПЦ Ресурс» при кафедре «Эксплуатация и ремонт машин» призван объединить научный и технический потенциал для развития восстановительных технологии и внедрения их в производство. В этих условиях необходимо развивать и изучать возможности как давно зарекомендовавших себя, так и новых ремонтных технологии.

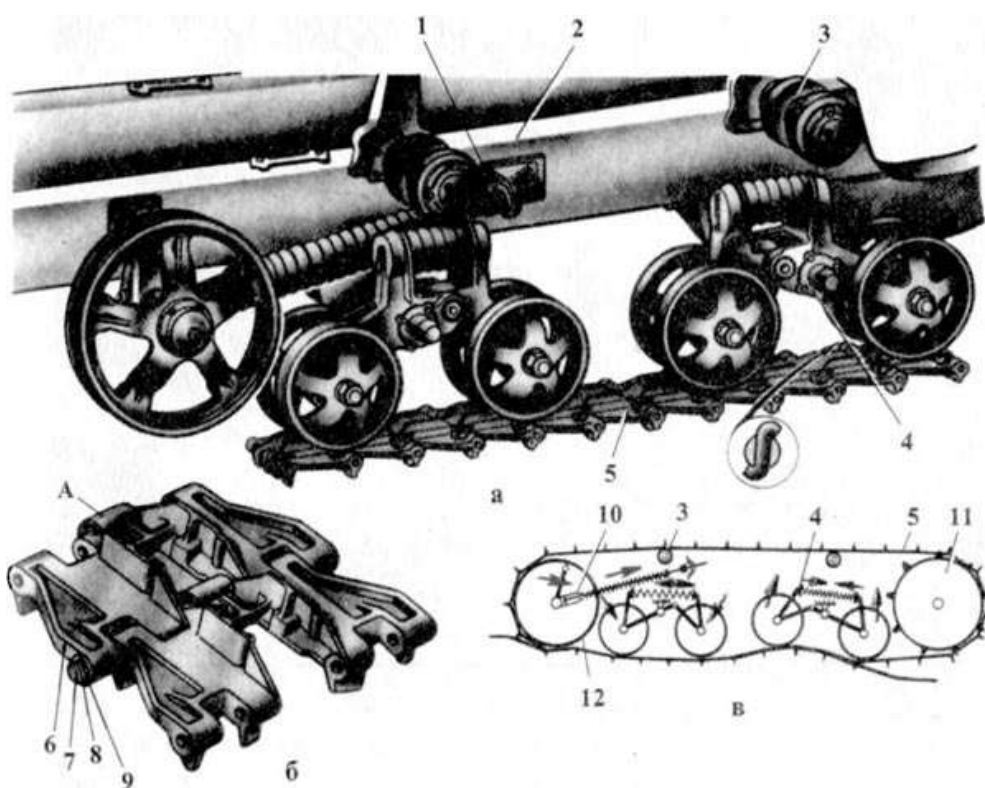
Разработанный нами выпускная работа направлена на расширение производственной деятельности кафедры. С этой целью рассмотрены вопросы организации ремонта опорных катков, разработана технология ремонта опорных катков и конструкция приспособления для разборки каретки. В работе освещены мероприятия по обеспечению безопасности и экологичности проекта, а также определены технико-экономические показатели.

1 АНАЛИЗ РАБОТЫ СОПРЯЖЕНИЙ

1.1 Анализ работы и характеристика причин потерь работоспособности сборочной единицы

Ходовая часть трактора ДТ-75М служит для преобразования вращательного движения зубчатого ведущего колеса конечной передачи в поступательное движение трактора. Вместе с тем она является опорой для корпуса трактора и обеспечивает необходимое сцепление его с почвой.

Ходовая часть трактора ДТ-75М состоит из подвески, направляющих колес с пружинными амортизаторами, поддерживающих роликов и гусениц ДТ-75М.



а — устройство; б — звенья гусеницы; в — схема; 1 — регулировочная гайка натяжного механизма; 2 — рама; 3 — поддерживающий ролик; 4 — балансир; 5 — гусеничная цепь; 6 — звено; 7 — палец; 8 — шайба; 9 — шплинт; 10 — натяжной механизм; 11 — ведущая звездочка; 12 — направляющее колесо;

Рисунок 1.1 - Общая схема ходовой ДТ-75М.

Каретка ДТ-75М представляет собой тележку, состоящую из двух балансиров, внешнего и внутреннего. Балансиры шарнирно соединяются друг с другом при помощи оси качания. На нижних концах балансиров

укреплены попарно опорные катки. А сверху балансиры распираются цилиндрической пружиной-рессорой.

Внешний балансир ДТ-75М свободно насаживается на цапфу поперечного бруса рамы. Каретка подвески ДТ-75М удерживается от смещения во внешнюю сторону трактора на цапфе.

От перемещения по цапфе внутрь трактора каретка ДТ-75М удерживается крышкой, прикрепленной к внешнему балансиру. Для предотвращения вытекания смазки и ее загрязнения к внешнему балансиру крепится корпус уплотнения.

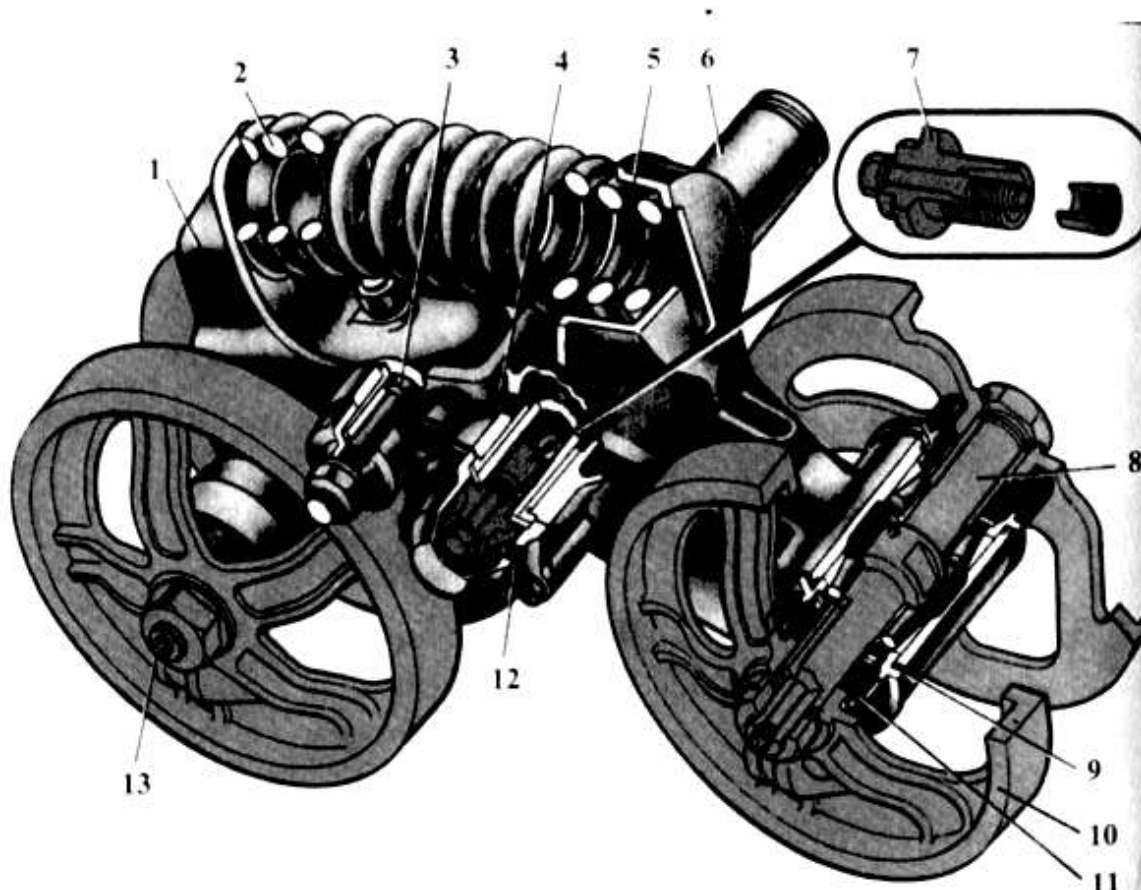
Неподвижность соединения оси качания с внутренним балансиром обеспечивается сборным клином, состоящим из разрезной втулки, круглого конического клина с резьбовым хвостовиком и глухой гайкой.

В нижней части балансиры имеют головку, в расточку которой на роликовых конических подшипниках устанавливается ось катков. На оси напрессовываются стальные опорные катки, закрепленные на оси гайкой и призматической шпонкой. Вытекание смазки и попадание в нее посторонних примесей предотвращается уплотнением на ступице опорного катка. Для защиты от грязи узел защищен дополнительным лабиринтом.

Детали ходовой части тракторов ДТ- 75М работают в абразивной среде при сухом трении и воспринимают значительные динамические нагрузки, их износ часто составляет десятки миллиметров. Повышенное абразивное изнашивание имеет место при контакте рабочих органов непосредственно с почвой, с остатками растительной массы в неподвижных сопряжениях и при контакте поверхностей подвижных сопряжений с мельчайшими частицами органического и неорганического происхождения. Так же агрессивная абразивная среда влияет на характер износа и его интенсивность. Каретки подвески трактора ДТ-75М состоят из двух одинаковых балансиров, установленных на цапфах.

В отверстие балансиров запрессованы стальные втулки, от осевого перемещения балансир удерживается шайбой, закреплённой на торце цапфы, которая входит в кольцевой паз, образованный внешним торцом балансира и

крышкой. Трущиеся поверхности цапф смазываются маслом, заливаемым через отверстие в крышке, для предотвращения вытекания смазки с внутренней стороны каретки установлено торцевое уплотнение, унифицированное с уплотнением опорных катков. В ступице балансиров на двух конических подшипниках вращается ось опорных катков, катки закреплены на оси шпонками и гайками. Необходимо своевременно проверять уровень масла в каретке подвески и в полостях цапф балансиров.



1,5- внутренний и внешний балансиры; 2 - пружина; 3,8- оси балансиров и катков; 4, 12 - пробки маслозаливного и контрольного отверстий; 6 - цапфа; 7 - цанговая гайка; 9 регулировочные прокладки; 10 - каток; 11 - уплотнительное устройство; 13 - пробка

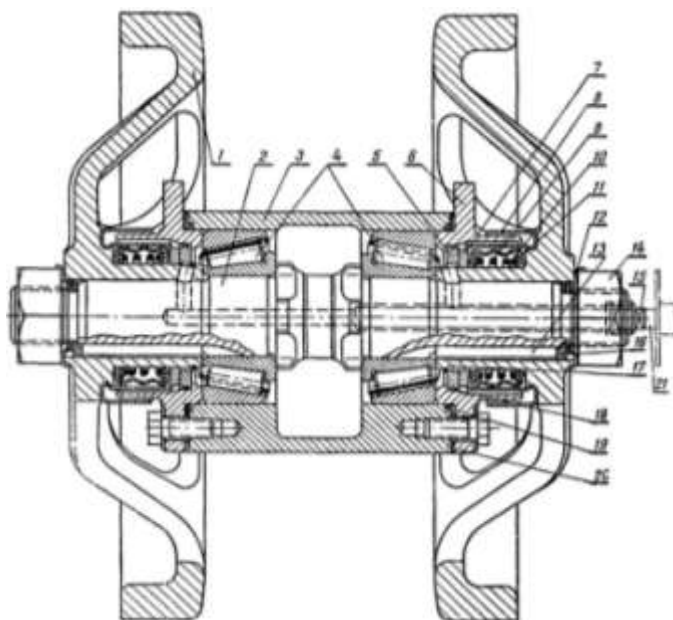
Рисунок 1.2 - Каретка трактора ДТ-75М.

Масло заправляется нагнетателем до полного выхода воздуха из внутренних полостей и появления его из зазора между наконечником маслонагнетателя и стенкой канала. Материал опорного катка Сталь 45Л-1 твёрдость поверхностей НВ 444. Опорный каток выбраковывают при изломе

более двух спиц, одновременном износе обода до толщины менее 10,0 мм и поверхности отверстия под ось до диаметра более 42,10 мм, а так же при наличии двух трещин на ободе, трещины на двух спицах или одной трещине на ободе и на одной спице.

1.2 Разработка структурной схемы разборки и сборки кареток

Каретки тракторов ДТ-75М устанавливают в удобное положение и начинают разборку со сжатия и снятия рессорных пружин, используя приспособления. Затем снимают катки и остальные детали, применяя съёмники, прессы и прочее.



1- стальные опорные катки, 2- ось катков, 3 - цапфа, 4 - конические подшипники 5 - металлическое круглое кольцо, 6 - корпус, 7 - малое металлическое кольцо уплотнения, 8 - двустенный колпак, 9 - пружина, 10 - чехол, 11 - нажимные металлические шайбы, 12 - отгибная шайба, 13- призматическая шпонка, 14- гайка оси катка, 15 - пробка, 16 - уплотнительное кольцо, 17 - стопорное кольцо, 18 - резиновое кольцо, 19 - резиновые кольца, 20 - прокладка.

Рисунок 1.3 - Опорный каток ДТ-75М в сборе.

При сборке опорных катков, поддерживающих роликов и направляющих колёс регулируют их продольный разбег на оси либо зазор в конических роликовых подшипниках. Для регулировки ставят прокладку (направляющее колесо и опорный каток трактора ДТ-75М) либо вращают регулировочную гайку на оси (направляющее колесо ДТ-75М).

В нижней части балансиры имеют развитую головку, в расточку которой на роликовых конических подшипниках установлена ось катков. Она удерживается внутри балансиров от осевого смещения коническими подшипниками, нижние кольца которых упираются в бурты, штампованные в средней части оси.

Наружные кольца подшипников поджимаются корпусами уплотнений, привернутыми четырьмя болтами в балансирах.

Уменьшать или увеличивать количество регулировочных прокладок необходимо одновременно и равномерно с обеих сторон головки балансира.

Для удобства сборки и устранения заворачивания концов резинового чехла его собирают с пружиной уплотнения и шайбами отдельно до установки в каток. Пружину уплотнения предварительно сжимают до высоты 27,5 мм и связывают в двух местах нитками.

При сборке и установке опорных катков ДТ-75М нужно тщательно следить за тем, чтобы поверхности колец были чистыми и покрыты тонким слоем смазки, так как даже мелкие частицы пыли способствуют неплотному прилеганию колец и появлению на них задиров, что вызывает течь масла.

Два отверстия в оси и отверстия в ступицах опорных катков соединяют центральный канал через сепараторы конических подшипников с внутренней полостью головки балансира.

Масло подается нагнетателем, наконечник которого вставляется в центральный канал до упора в уступ, расположенный за первым радиальным отверстием. Под давлением масло поступает по центральному каналу до второго радиального отверстия и через него во внутреннюю полость головки балансира. Вытесняемый воздух и старая смазка выходят наружу через первое радиальное отверстие и зазор между наконечником нагнетателя и внутренними стенками центрального канала.

Детали конических роликовых подшипников воспринимают большую нагрузку, поэтому неправильная или несвоевременная их регулировка, а также недостаточное количество смазки или плохое ее качество могут снизить работоспособность и долговечность узла.

Для разборки и сборки применяются оборудования и инструменты: гайковерты; динамометрический ключ, съемник подшипника.

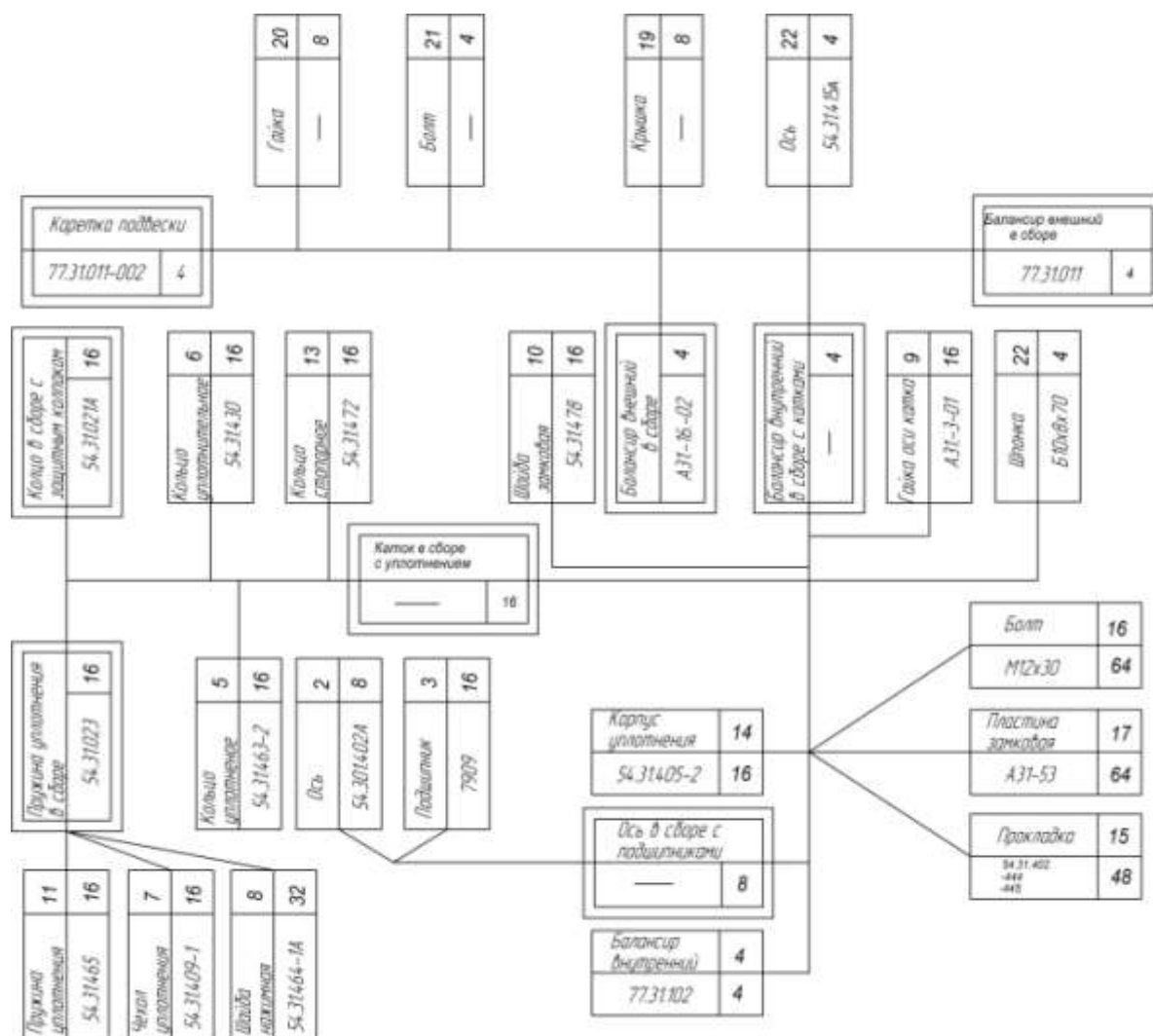


Рисунок 1.4. – Структурная схема разборки каретки подвески трактора ДТ–75М

1.3 Анализ существующих конструкций стенда для разборки и сборки кареток подвески тракторов

1.3.1 Обоснование необходимости в разработке стенда

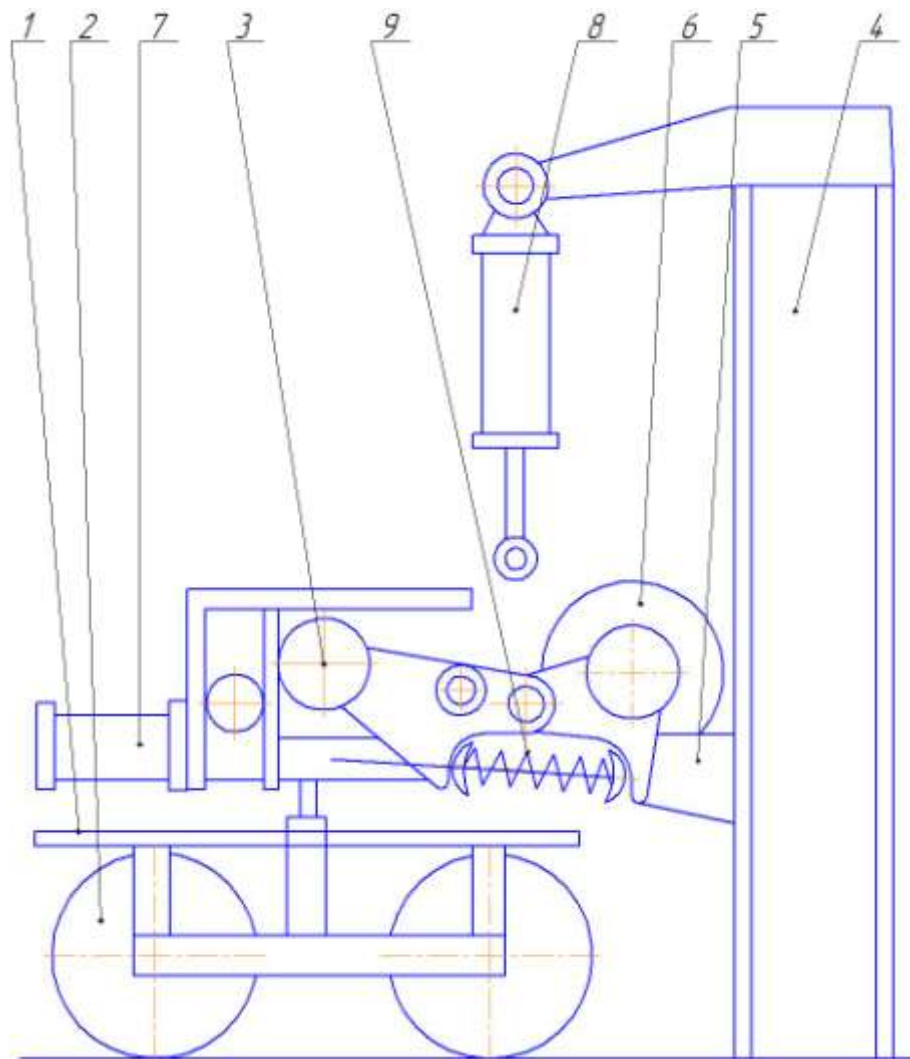
Разборка и сборка каретки подвески гусеничного трактора является одной из наиболее трудоемких процессов при ремонте трактора. Практически невозможно без специальных приспособлений снять или установить пружину. Это обуславливается очень большой жесткостью пружины (усилие сжатия пружины составляет 17 т.). Попытка сжатия

пружины подручными приспособлениями может привести к травмированию рабочего.

В связи с этим имеется необходимость в разработке и внедрении стенда для разборки и сборки кареток подвески гусеничного трактора.

1.3.2 Обзор существующих конструкций

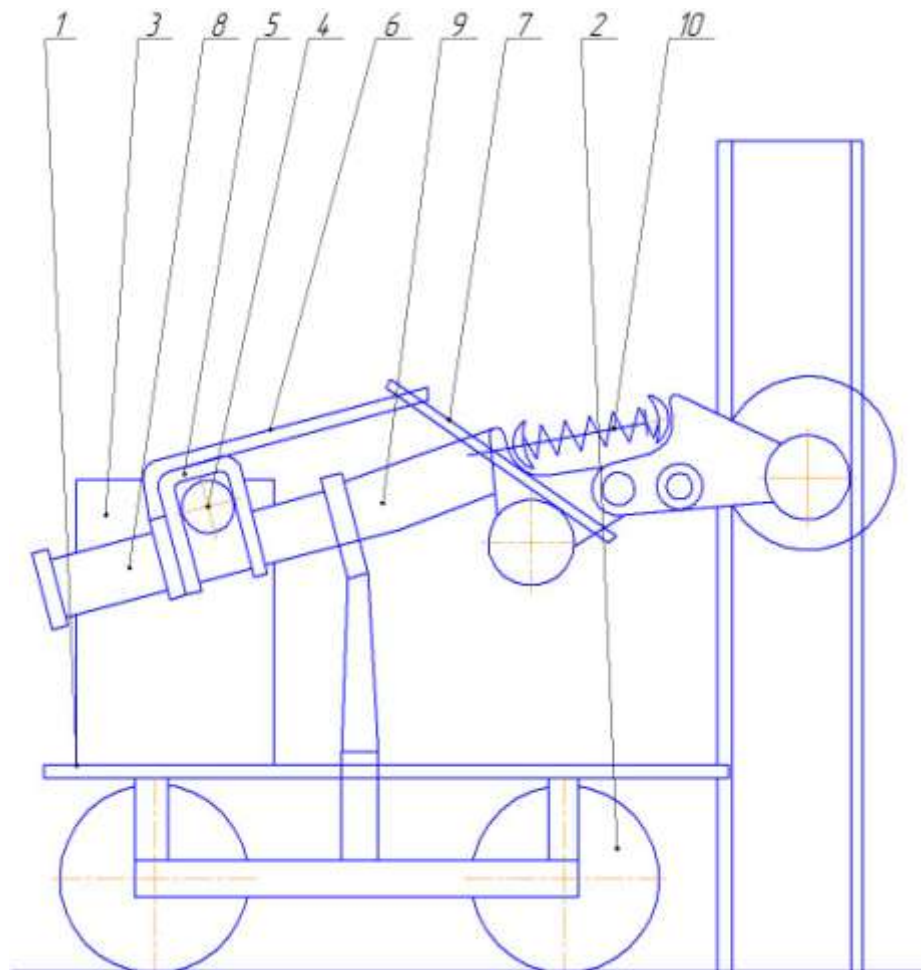
Существует стенд для сборки и разборки кареток подвески гусеничного трактора по А.с. №709429 состоящий из станины 1, установленной на колесах 2. На станине расположен механизм 3 крепления каретки. Портал устройства состоит из вертикальных стоек 4, связанных поперечиной. На одной из стоек расположен кронштейн 5 для крепления гайковерта 6. На портале смонтирован механизм снятия опорных катков, выполненный в виде Г-образных съемников, приводимых штоками горизонтальных силовых цилиндров 7. Между последними установлены силовые цилиндры. Механизм запрессовки пружины каретки содержит вертикальный силовой цилиндр 8, корпус которого шарнирно смонтирован на поперечине. С обеих сторон цилиндра на той же поперечине смонтирована пара тяг, охватывающих цилиндр и имеющих возможность перемещения по поперечине. На штоке цилиндра закреплен пуансон. Нижние концы тяг связаны с упором пружины 9 балансира каретки и с защитным ограждением 10. Со стойками 4 жестко соединен вал, на который внутренним концом одет накидной ключ. На валу гайковерта установлен накидной ключ, имеющий два подвижных пальца.



1-станина; 2-колеса; 3-механизм крепления каретки; 4-стойка; 5-кронштейн; 6-гайковерт; 7-горизонтальный силовой цилиндр; 8-вертикальный силовой цилиндр; 9-пружина каретки; 10-защитное ограждение.

Рисунок 1.5 - Стенд для разборки и сборки кареток гусеничного трактора по А.с. №709429

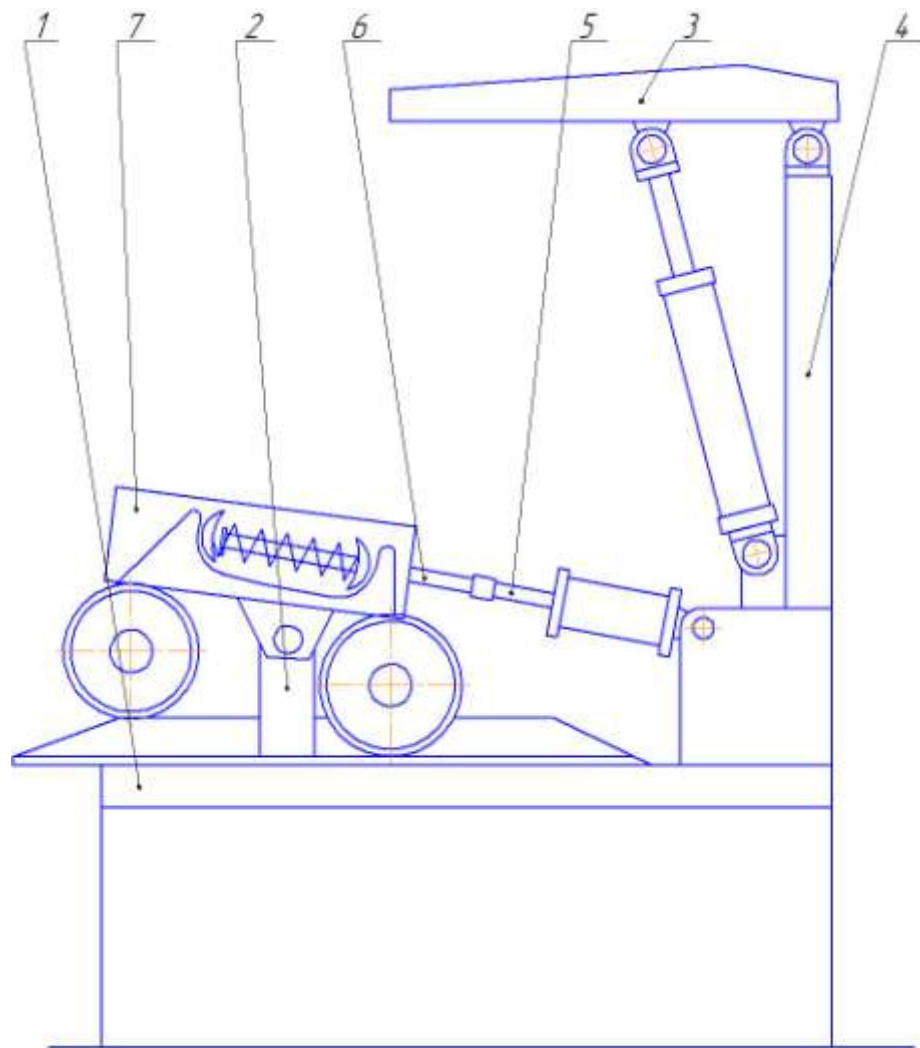
Существует стенд для сборки и разборки кареток подвески гусеничного трактора по А.с. №1572871 состоящий из станины 1, установленной на колесах 2 с возможностью перемещения в сторону портала, на котором закреплены гайковерт с ключами и съемниками колес и осей. На станине 1 на кронштейнах 3 установлен шлицевой вал 4, на котором расположены элементы крепления тележки. Поворот тележки в вертикальной плоскости производится гидроцилиндром 8 вокруг шлицевого вала 4, а перемещение в горизонтальной плоскости - посредством другого гидроцилиндра. Сжатие пружины при ее снятии и установке происходит при помощи гидроцилиндра 8.



1-станина; 2-колеса; 3-вертикальные кронштейны; 4-шлицевой вал; 5-рамка; 6-держатель; 7-хомут; 8-гидроцилиндр; 9-удлинитель; 10-тяга.

Рисунок 1.6 - Стенд для разборки и сборки кареток гусеничного трактора по А.с. №1572871.

Существует стенд для сборки и разборки кареток подвески гусеничного трактора ОПР-1402 состоящий из станины 1. На станине установлено поворотное устройство 2, подъемный кран 3, установленный на стойке 4, силовой гидроцилиндр 8, с удлинителем штока 5 и Т-образной тягой 6. Пружина каретки в процессе демонтажа закрывается защитным кожухом 5.



1-станина; 2-поворотное устройство; 3-подъемный кран; 4-стойка; 5-удлинитель; 6-Т-образная тяга; 7-защитный кожух; 8-гидроцилиндр.

Рисунок 1.7 - Стенд для разборки и сборки кареток гусеничного трактора ОНР-1402.

В качестве прототипа для разрабатываемого стенда выбираем стенд по А.с.№1572871. Так как программа по ремонту кареток подвески небольшая, то в проектируемом стенде встроенных гайковертов мы не предусмотрим, для упрощения конструкции. На проектируемом стенде мы механизуем процесс снятия и установки пружины каретки, выпрессовку и запрессовку втулки балансира, выпрессовывку и запрессовывку оси катков. Отворачивание гаек производим в ручную.

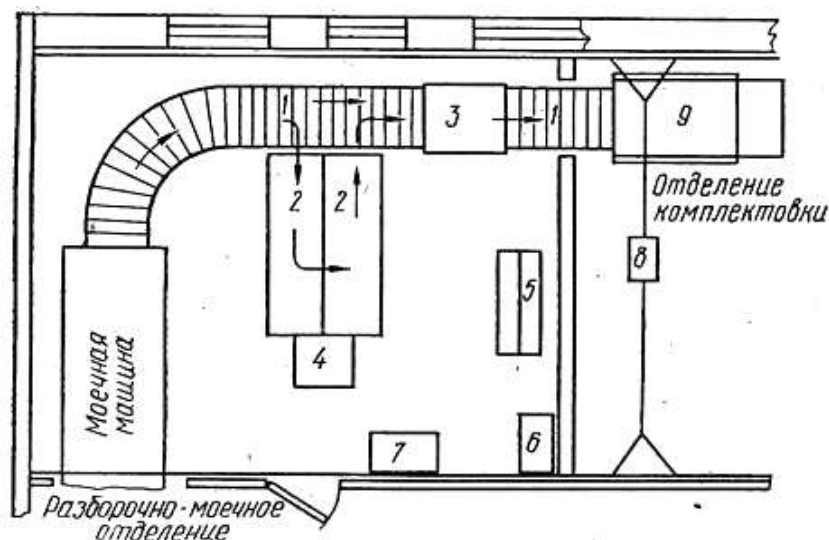
2 РАЗРАБОТКА КАРТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ДЕФЕКТАЦИИ ДЕТАЛИ

Дефектация— это процесс выявления состояния деталей и сопряжений путем сравнения фактических показателей с данными технической документации, где приведены нормальные, допустимые и предельные значения размеров деталей, зазоров и натягов сопряжений, а также отклонения от нормы и от взаимного расположения поверхностей деталей и другие параметры их состояния.

Основная задача дефектовочных работ – не пропустить на сборку детали, ресурс которых исчерпан или меньше планового межремонтного срока, и не выбраковать годные без ремонта детали.

В достаточно крупных и специализированных ремонтных предприятиях для выполнения работ по дефектации создаются специальные участки.

Например:



1— рольганг; 2 — стол для дефектовки средних и мелких деталей; 3 — стол для дефектовки крупных деталей; 4 — ящик для утиля; 5 — стеллаж; 6 — шкаф для инструмента; 7 — конторский стол; 8 — кран-балка; 9 — стол для комплектования узлов.

Рисунок 2.1 - План размещения оборудования в отделении дефектовки деталей специализированного ремонтного предприятия (годовая программа ремонта 400—500 тракторов):

Как видно из плана, отделение дефектовки включено в поточную технологическую линию (конвейер). Детали поступают из разборочно-моечного отделения и после дефектации направляются в отделение комплектования.

Рабочие места в отделениях дефектовки, по мере необходимости, оснащаются специальным оборудованием и инструментом. Примерный перечень оборудования приведен в таблице 2.1

Таблица 2.1 - Оборудование участка дефектации.

Оборудование	Тип, чертежная модель	Габаритные размеры в плане, мм
Стол для дефектации деталей	ОРГ - 1468-0 1-090А	2400Х800
Стол для дефектации металлоизделий (метизов)	70-7825-1505	1160Х695
Стол монтажный металлический	ОРГ - 1468-0 1-080 А	1200Х800
Шкаф с набором универсальных инструментов	ОРГ-1661	615Х750
Шкаф для материалов и измерительного инструмента	ОРГ - 1468-07	860Х360
Подставка для корпусных деталей	—	966Х636
Контейнер для выбракованных Деталей	ОРГ-1598	885Х 865
Контейнер для выбракованных подшипников	—	700Х 570
Стол для поверочной плиты	3702-08А	966Х636
Автоматическая справочная установка	АСУ-50	1000Х900
Центры универсальные для проверки валов	2ЖМ-00-00	1566Х666

Создание специальных отделений и специализированных рабочих мест позволяет увеличить производительность труда и улучшить качество работы.

В мастерских общего назначения (в мастерских аграрных предприятий) годовая программа ремонта (годовой объем ремонтно-технических работ) недостаточен для создания поточных технологических линий. В таких мастерских дефектовка выполняется на тех рабочих местах, где производится

ремонт агрегатов или восстановление деталей. При этом, необходимый для дефектации инструмент, приспособления и приборы могут постоянно находиться на данном рабочем месте, например на участках ремонта топливной аппаратуры, электрооборудования, двигателей и т. п., или в инструментальной кладовой, например инструмент, необходимый для дефектовки деталей трансмиссии, ходовой части и других агрегатов, ремонт которых выполняется в ремонтно-монтажном отделении.

В процессе дефектации все детали разделяют на пять групп, и маркируют их краской Определенного цвета:

Зеленой — годные, параметры, которых находятся в пределах, допускаемых для использования с деталями, бывшими в эксплуатации или новыми;

Желтой — годные, параметры, которых находятся в пределах, допускаемых для работы только с новыми деталями;

Белой — утратившие работоспособность, которую можно восстановить в условиях данного предприятия;

Синей — утратившие работоспособность, ремонт и восстановление которых возможны только на специализированных предприятиях;

Красной — те, которые по своему состоянию не могут быть использованы в дальнейшем; их сдают во «Вторчермет».

Методы дефектации Могут быть классифицированы в соответствии со схемой, изображенной на рисунке 2.2

Осмотр - наиболее распространенный метод дефектации для выявления наружных повреждений деталей:

- деформации, трещины, обломы, выкрашивание, прогар;
- отложения, раковины, задиры, царапины, повреждение покрытий, коррозия;
- негерметичность и др.

Осмотр возможен как невооруженным глазом, так и с помощью оптических средств: простых и бинокулярных луп, микроскопов.

Простукивание - используется для определения плотности посадки шпилек, нарушения сплошности (целостности) деталей. Метод основан на

изменении тона звучания детали при нанесении по ней легкого удара молотком.

- Звучание чистое - посадка плотная и деталь сплошная.
- Звук глухой, дребезжащий – целостность детали нарушена.

Опробование вручную и проверка на ощупь – позволяет определить:

- наличие зазора,
- плавность вращения,
- перемещение детали,
- свободный ход рычагов,
- эластичность резинотехнических деталей,
- наличие местного износа.

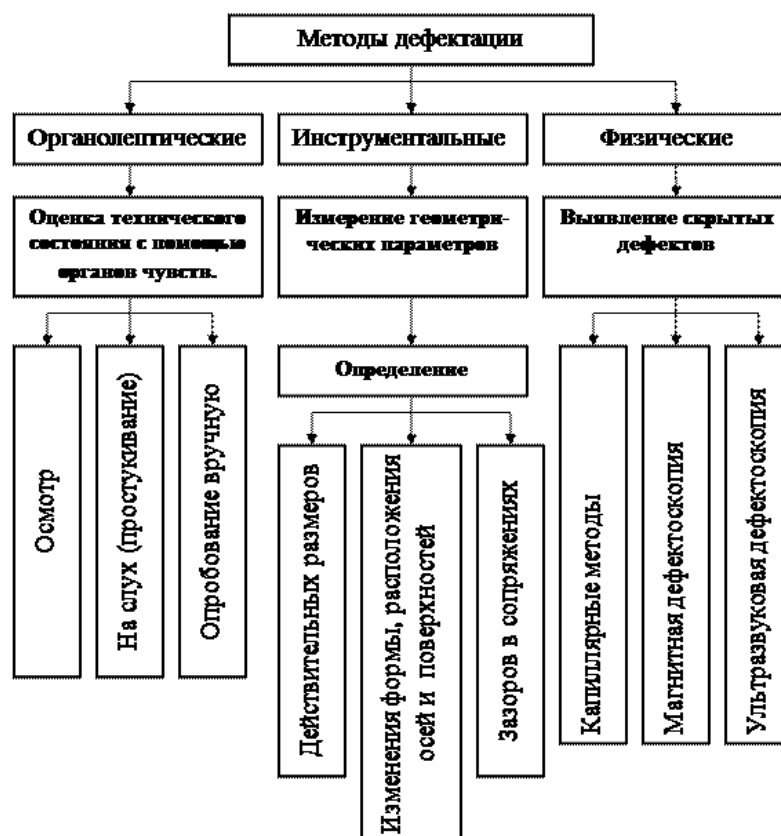


Рисунок 2.2 - Методы дефектации деталей и сопряжений.

Органолептические методы в большинстве случаев не позволяют сделать окончательный вывод о состоянии детали, поскольку имеют субъективный характер, поэтому необходимо применять специальные инструменты и приспособления.

2.1 Выбор контрольно – измерительных приборов

Порядок измерения, применяемый инструмент и приспособления, место и число замеров оговаривается в соответствующих технологических картах. Для выполнения измерений используются универсальные и специальные измерительные инструменты и приспособления, а так же контрольные средства.

Инструменты для определенного дефекта:

1. Износ диска по диаметру:

Контролируем штангенциркулем ШЦ-11-0,05-500 ГОСТ 166-63

2. Коробление опорного катка:

Контролируем проверочной плитой или поверочной линейкой.

3. Износ поверхности под ось:

Контролируем индикаторным нутромером НИ-100-160 ГОСТ 6507-78

$\delta=0,005\text{мм}$, $\Delta\text{lim}=+3,5\text{мкм}$.

2.2 Микрометраж опорных катков

Микрометраж опорных катков гусеничного трактора ДТ-75М проводится для выявления и анализа характера и величины износа по диаметру в различных плоскостях по окружности.

Микрометраж партии опорных катков поступивших в ремонт тракторов проводится с целью получения первичной информации для дальнейшей статистической обработки.

Измерения проводим штангенциркулем ШЦ-11-0,05-500 ГОСТ 166-63 в нескольких плоскостях, как показано на рисунке 2.3. Величина износа в каждом сечении определяется по формуле:

$$h_i = D_i - D_0, \text{ мм.} \quad (2.2)$$

где h_i – величина износа диска сошника в i -ом плоскости, мм;

D_0 – номинальный диаметр диска сошника, мм;

D_i – диаметр диска сошника в i -ом сечении, мм.

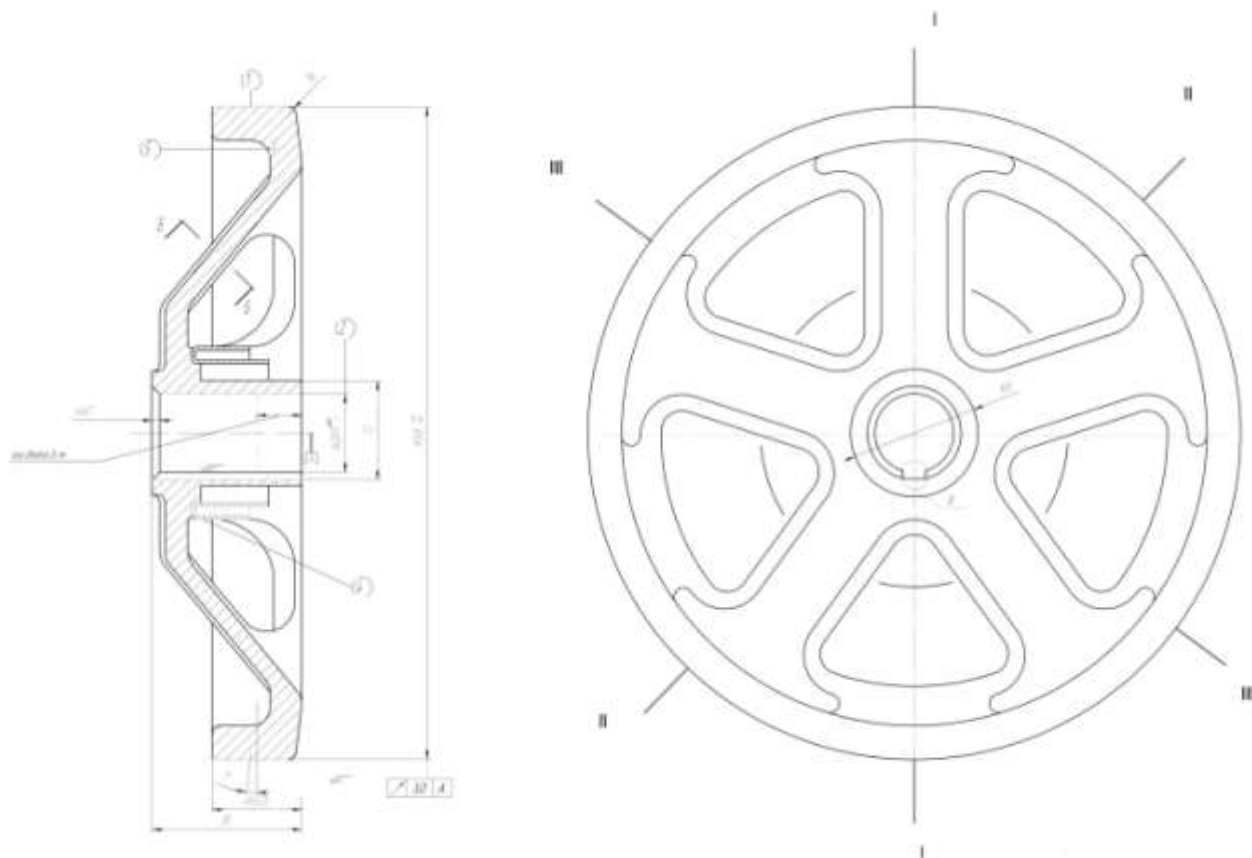


Рисунок 2.1 – Схема измерения опорного катка

2.3 Обработка результатов микрометража опорных катков

2.3.1 Предварительные вычисления

В результате замеров опорных катков трактора ДТ – 75М получены следующие значения максимального износа в мм, которые расположены в порядке возрастания: 0.3; 0.4; 0.5; 0.7; 0.7; 0.7; 0.8; 0.8; 0.9; 0.9; 0.9; 1; 1; 1.1; 1.1; 1.2; 1.2; 1.3; 1.3; 1.3; 1.3; 2; 2.1; 2.4; 2.5; 2.6; 2.7; 3; 3.1; 3.5; 3.6; 3.8. Всего 33 замеров.

Определяем зоны рассеивания (размах ряда) S по формуле:

$$S = t_{\max} - t_{\min} . \quad (2.3)$$

$$S = 3,8 - 0,3 = 3,5 \text{ мм.}$$

Определяем число разрядов (интервалов) K по формуле:

$$K = \sqrt{n} . \quad (2.4)$$

$$K = 33 = 6.$$

1	0,20	0,80	0,50	0,6	8	0,242	0,404	0,242
2	0,80	1,40	1,10	0,6	14	0,424	0,707	0,667
3	1,40	2,00	1,70	0,6	1	0,030	0,051	0,697
4	2,00	2,60	2,30	0,6	4	0,121	0,202	0,818
5	2,60	3,20	2,90	0,6	3	0,091	0,152	0,909
6	3,20	3,80	3,50	0,6	3	0,091	0,152	1,000
					33	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;

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

$\hat{f}_i = \frac{q_i}{l_i}$ – статистическая плотность распределения износа в i -ом разряде, мм⁻¹;

$\hat{F}_i$ – накопленная частота или статистическая функция распределения износа в i -ом разряде.

Результаты расчетов представлены в виде расчетов на листе 1 графической части выпускной квалификационной работы.

2.3.3 Определение математического ожидания, среднеквадратического отклонения и коэффициента вариации

Статистическую оценку математического ожидания $\hat{m}$ и среднеквадратического отклонения $\hat{\sigma}$ определяем по формулам:

$$\hat{m} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k h_i \cdot m_i; \quad (2.9)$$

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^k h_i^2 \cdot m_i}. \quad (2.10)$$

Расчеты сведем в таблицу.

Таблица 2.3 – К расчету $\hat{m}$ и $\hat{\sigma}$

i	h_i	m_i	$h_i \cdot m_i$	$(h_i - \hat{m})^2 \cdot m_i$
1	0,50	8	4	8,00
2	1,10	14	15,4	2,2400
3	1,70	1	1,7	0,0400
4	2,30	4	9,2	2,5600
5	2,90	3	8,7	5,8800
6	3,50	3	10,5	12,00
			$\Sigma=49,5$	$\Sigma=30,720$

$$\hat{m} = \frac{1}{33} \cdot 49,5 = 1,5 \text{ мм.}$$

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{30,720}{1-33}} = 0,98 \text{ мм.}$$

Определяем коэффициент вариации по формуле:

$$V = \frac{\hat{\sigma}}{\hat{m} - c}. \quad (2.11)$$

$$V = \frac{0,98}{1,5 - 0,2} = 0,75$$

2.3.4 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 асимметрична. По величине коэффициента вариации также подходит закон Вейбулла, поскольку $V > 0,5$.

Таким образом, предполагаем, что величина износа детали подчиняется закону распределения Вейбулла:

$$f(h) = \frac{b}{a} \left(\frac{h-c}{a} \right)^{b-1} \cdot e^{-\left(\frac{h-c}{a} \right)^b}; \quad (2.12)$$

$$F(h) = 1 - e^{-\left(\frac{h-c}{a} \right)^b}, \quad (2.13)$$

где h – величина износа детали, мм;

a, b, c – параметры закона распределения.

Параметр сдвига $c = 0,2$ – определен ранее.

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

При $V=0,75$ $b=1,4$, $c_b = 0,6$.

Определяем параметр a по формуле:

$$a = \frac{\sigma}{c_b}. \quad (2.14)$$

$$a = \frac{0,98}{0,6} = 1,63$$

При $a = 1,63$, $b = 1,2$, $c = 0,2$ предполагаемый теоретический закон примет вид:

$$f = \frac{1,4}{1,63} \left(\frac{h-0,2}{0,63} \right)^{0,4} e^{-\left(\frac{h-0,2}{1,63} \right)^{1,4}}; \quad (2.15)$$

$$F(h) = 1 - e^{-\left(\frac{h-0,2}{1,63} \right)^{1,4}}. \quad (2.16)$$

2.3.5 Построение теоретических графиков функции распределения износа

Для построения теоретических графиков произведем расчеты по формулам:

$$\hat{m} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k h_i \cdot m_i; \quad (2.17)$$

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^k h_i^2 \cdot m_i - \hat{m}^2}. \quad (2.18)$$

Расчеты сведем в таблицу 2.4.

Таблица 2.4 – К расчету $F(h)$ и $f(h)$

h	0,20	0,50	0,80	1,10	1,40	1,70	2,00	2,30	2,60	2,90	3,20	3,50	3,80
$F(h)$	0	0,12	0,28	0,43	0,56	0,67	0,75	0,82	0,87	0,91	0,94	0,96	0,97

$f(h)$	0	0,51	0,52	0,47	0,40	0,32	0,25	0,19	0,15	0,11	0,08	0,06	0,04
--------	---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Теоретические кривые для наглядности наложим на статистические графики (лист графической части выпускной квалификационной работы 2).

2.3.6 Проверка соответствия принятого теоретического закона статистическим данным

Определяем меру расхождения X^2 по формуле:

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{m_i - nq_i}{nq_i}, \quad (2.19)$$

Расчеты сведем в таблицу 2.5.

Значение q_i вычисляем по формуле, а значения $F(b_i)$ и $F(a_i)$ берем из таблицы 2.4.

Таблица 2.5 – К расчету X^2

i	m_i	q_i	nq_i	$(m_i - nq_i)^2 / nq_i$
1	8	0,28	9,20	0,157
2	14	0,28	9,21	2,494
3	1	0,19	6,40	4,558
4	4	0,12	3,89	0,003
5	3	0,07	2,16	0,326
6	3	0,03	1,12	3,133

$\Sigma=10,672$

Итак, $X^2 = 10,672$.

Определяем число степеней свободы по формуле:

$$r = k - (\varphi + 1) \quad (2.20)$$

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

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

Зная X^2 и r по таблице 1п [] находим $p = 0,19$. Так как $0,19 > 0,1$, приходим к заключению, что принятый закон распределения Вейбулла не противоречит статистическим данным. Следовательно, износ дисков сошника подчиняется закону распределения Вейбулла с параметрами:

$$a = 1,63, \quad b = 1,4, \quad c = 0,2.$$

2.3.7 Анализ кривых и определение процента опорных катков, подлежащих восстановлению электродуговой сваркой

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 опорных катков, подлежащих восстановлению. Для этого нужно найти максимально допустимый диаметр изношенного диска по окружности. Согласно справочнику максимальный износ по окружности составляет 2 мм.

$$P(h < h_{\max}) = F(h_{\max}) = 1 - e^{-\left(\frac{h_{\max} - c}{a}\right)^b}. \quad (2.21)$$

$$F(2) = 1 - e^{-\left(\frac{2 - 0,2}{1,63}\right)^{1,4}} = 0,68.$$

Таким образом, 68% катков данной партии можно восстановить и наплавкой, так как их износ не превышает 2 мм, а остальные 32 % необходимо расточить, затем наварить бандаж правильной формы электродуговой сваркой.

3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ

3.1 Выбор рационального способа восстановления опорного катка каретки

Выбор рационального способа восстановления детали производится по трем критериям:

- технологическому (критерий применимости);
- техническому (критерий долговечности);
- и технико–экономическому.

3.1.1 Выбор способа восстановления по технологическому критерию

По технологическому критерию производят выборы способов на основании возможности их применения для устранения конкретного дефекта заданной детали с учетом величины и характера износа, материала детали и ее конструктивных особенностей. По этому критерию назначают все возможные способы, которые, в принципе, могут быть использованы для устранения конкретного дефекта.

Для восстановления беговых дорожек опорных катков выбираем следующие способы:

- бандажирование;
- наплавка в среде углекислого газа;
- автоматическая наплавка под слоем флюса.

3.1.2. Выбор способа восстановления по техническому критерию

Технический критерий оценивает технические возможности детали, восстановленной каждым из намеченных по технологическому критерию способом, то есть этот критерий оценивает эксплуатационные свойства детали в зависимости от способа восстановления. Оценка проводится по следующим основным показателям: сцепляемости; износостойкости;

усталостной прочности (выносливости); микротвердости.

По результатам оценки исключаются из числа ранее назначенных те способы устранения дефекта, которые не обеспечивают выполнения технических требований на восстановленную деталь хотя бы по одному из показателей.

Для каждого выбранного способа дается качественная комплексная оценка по значению коэффициента долговечности, определяемого по формуле []:

$$K_d = K_i \cdot K_b \cdot K_c \cdot K_p, \quad (3.1)$$

где K_i , K_b , K_c – коэффициенты износостойкости, выносливости и сцепляемости;

K_p – поправочный коэффициент, учитывающий фактическую работоспособность восстановленной детали в условиях эксплуатации, $K_p = 0,8 \dots 0,9$.

По физическому смыслу коэффициент долговечности пропорционален сроку службы деталей в эксплуатации, и, следовательно, рациональным по этому критерию будет тот способ, у которого K_d максимальный:

Для бандажирования:

$$K_{d.b.} = 2 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 0,9 = 1,35.$$

Для автоматической наплавки под слоем флюса:

$$K_{d.a.} = 0,91 \cdot 0,87 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,713.$$

Для наплавки в среде углекислого газа:

$$K_{d.co2} = 0,9 \cdot 0,72 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,563.$$

Следовательно, бандажирование и автоматическая наплавка под слоем флюса более рациональные способы восстановления чем, наплавка в среде углекислого газа.

3.1.3. Выбор способа восстановления по технико–экономическому критерию

Окончательное решение о выборе рационального способа устранения

дефекта принимается по технико–экономическому критерию, который связывает показатель восстановления детали с ее долговечностью.

Критерий оценивается по следующей формуле []:

$$K_T = \frac{C_B}{K_g}, \quad (3.2)$$

где C_B – стоимость способа устранения дефекта руб./м².

По этому критерию рациональным является тот способ, у которого K_T минимальный.

Для бандажирования $K_T = 35/1,35 = 25,9$; для автоматической наплавки под слоем флюса $K_T = 47/0,713 = 65,9$. Следовательно, окончательно выбираем бандажирование.

3.2 Разработка маршрута восстановления опорного катка каретки подвески

Разработка маршрута восстановления производится на основании изучения ремонтного чертежа детали. Ремонтный чертеж приводится на листе графической части.

Восстановление начинается с моечной операции, которую производим в моечной ванне ОМ–1316. При этом моечный раствор ОМ–10. Затем производим дефектацию для определения степени износа беговой дорожки опорного катка. Следующая операция комплектовочная. Комплектуем катки и бандажи в соответствии с размерами. Далее начинаем непосредственно процесс восстановления катков. Сначала нагреваем бандаж до температуры 140...150° С. Затем разогретый бандаж с помощью гидравлического пресса напрессовываем на каток. Далее защищаем от загрязнения свариваемые кромки катка и бандажом и свариваем каток и бандаж сваркой в углекислом газе. После этого следует токарная операция. Обтачиваем приваренный бандаж до диаметра 350 мм, снимаем фаски с двух сторон и потом торец, выдерживая размер 80 мм. Затем следует термическая операция – закалка катка. Завершающей является контрольная операция. Производится контроль размеров и технических требований согласно чертежа.

В таблице 3.1 приводится план операций технологического процесса восстановления опорного катка.

Таблица 3.1 – План операций технологического процесса восстановления опорного катка каретки подвески.

№ операции	Наименование операции
005	Моечная, мыть катки.
010	Дефектовочная.
015	Комплектовочная. Комплектовать бандажи в соответствии с размерами.
020	Термическая. Подогреть бандаж до температуры 140...150° С
025	Напрессовочная. Напрессовать разогретый бандаж на каток.
030	Напрессовочная. Напрессовать на каток колпак уплотнения.
035	Термическая подогреть каток в сборе с бандажом до температуры 260° С
040	Слесарная. Зачистить свариваемые кромки деталей.
045	Сварочная. Сварить каток и бандаж.
050	Сварочная. Сварить каток и колпак уплотнения.
055	Термическая.
060	Слесарная. Зачистить сварные швы и поверхность детали от брызг.
065	Токарная. Точить каток, выдерживая диаметр 350 мм, точить фаски с двух сторон, точить торец, выдерживая размер 80 мм.
070	Термическая. Закалить каток.
075	Контрольная. Контролировать размеры и технические требования согласно чертежа.

3.3 Расчет режимов обработки детали

3.3.1 Расчеты режимов резания

К основным элементам режима резания относится: глубина резания – t ; подача инструмента за один оборот заготовки – s ; скорость резания – v ; частота вращения шпинделя – n .

Произведем расчет режимов резания при токарной обработки (операция 065).

Глубина резания t зависит от материала заготовки. Из таблиц находим глубину резания для стали $t = 0,6 \dots 0,8$ мм.

Подача зависит от глубины резания и диаметра заготовки 350 мм в таблице находим $s = 1.4$ мм/об. При чистовом точении подача в основном

определяется требуемой поверхностью. В нашем случае при $R_a = 40 \dots 80$ мкм; $s = 2,80$ мм/об.

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C}{t^x \cdot S^y \cdot T^t}, \text{ м/мин}, \quad (3.3)$$

где: C, x, y, t – коэффициенты;

T – стойкость инструмента зависит от материала резца, а также сечения его в плане. В нашем случае $T = 90$ мин.

Коэффициенты x, y, c, t выбираем из таблиц [].

Коэффициент c зависит от обрабатываемого материала. Для стали $c = 41,7$, а x и y выбираются также в зависимости от материала: $x = 0,18, y = 0,27$.

Коэффициент t зависит от материала, типа резца и работа с охлаждением или без него. $t = 0,125$.

При черновом точении:

$$V = \frac{41,7}{0,6^{0,16} \cdot 1,4^{0,27} \cdot 90^{0,125}} = 85,6 \text{ м/мин}.$$

При чистовом точении:

$$V = \frac{41,7}{0,6^{0,16} \cdot 1,4^{0,27} \cdot 90^{0,125}} = 129,7 \text{ м/мин}$$

Частота вращения определяется по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ мин}^{-1}, \quad (3.4)$$

где D – диаметр заготовки, мм.

При черновом точении

$$n = \frac{1000 \cdot 85,6}{3,14 \cdot 350} = 265,5, \text{ мин}^{-1}.$$

При чистовом точении:

$$n = \frac{1000 \cdot 129,7}{3,14 \cdot 350} = 489,7 \text{ мин}^{-1}.$$

3.3.2 Расчет режимов электродуговой сварки в среде углекислого газа

Сила тока сварки и напряжение выбираются из таблиц [] в зависимости от диаметра электрода и диаметра детали. Для нашего случая

при диаметре электрода 1,2 мм и диаметре детали 350 мм принимаем силу тока $I = 150$ А, напряжение $U = 28$ В.

Скорость сварки определяем по формуле

$$V_{CB} = \frac{l_H \cdot I}{h \cdot S \cdot \gamma}, \text{ м/ч}, \quad (3.5)$$

где l_H – коэффициент наплавки, $l_H = 10 \dots 12$;

τ – толщина сварного шва, $\tau = 5$ мм;

γ – плотность электродной проволоки, $\gamma = 7,85$;

s – шаг наплавки, $s = 2 \dots 2,5$.

$$V_{CB} = \frac{10 \cdot 150}{5 \cdot 3 \cdot 7,85} = 12,7 \text{ м/ч}.$$

Скорость подачи проволоки определим по формуле:

$$V_{PP} = \frac{4\ell \cdot I}{\Pi \cdot d_{PP}^2 \cdot \gamma}, \quad (3.6)$$

где d_{PP} – диаметр электродной проволоки, мм.

$$V_{PP} = \frac{4 \cdot 10 \cdot 150}{3,14 \cdot 1,2^2 \cdot 7,85} = 168,9 \text{ м/ч}.$$

Вылет электрода определяем по формуле:

$$b = (10 \dots 12) d_{PP}, \text{ мм} \quad (3.7)$$

где d_{PP} – диаметр электродной проволоки, мм.

$$b = 10 \cdot 1,2 = 12 \text{ мм}.$$

Смещение электрода определяем по формуле:

$$l = (0,05 \dots 0,07) d, \text{ мм}, \quad (3.8)$$

$$l = 0,05 \cdot 350 = 17,5 \text{ мм}$$

Расход углекислого газа составляет 8...20 л/мин.

При сварке применяем проволоку Св–08Г2С.

3.4 Расчет технических норм времени на обработки детали

3.4.1 Расчет норм времени при токарной обработки

Норма времени на обработку партии деталей определяется по формуле

$$T_{\Pi} = T_{O1} + T_{BC} + T_{доп} + T_{пз}/n, \text{ мин}, \quad (3.9)$$

где T_0 – основное (технологическое) время при точении.

$$T_{01} = \frac{L}{n \cdot s} \cdot i, \text{ мин}, \quad (3.10)$$

где L – расчетная длина обработки в направлении подачи, мм;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

s – подача, мм/об;

i – число проходов.

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3, \quad (3.11)$$

где l – длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 – длина врезания инструмента, мм;

l_2 – длина подхода и перебега инструмента, $l_2 = 2 \dots 5$ мм;

l_3 – длина проходов при взятии пробных стружек, $l_3 = 5 \dots 8$ мм.

$$l_1 = t \cdot \operatorname{ctg} \gamma, \text{ мм} \quad (3.12)$$

$$l_1 = t \cdot \operatorname{ctg} \gamma = 0,8 \cdot \operatorname{ctg} 45^\circ = 0,8.$$

$$L = 45 + 0,8 + 2 + 5 = 52,8 \text{ мм}.$$

При черновом точении

$$T_{01} = \frac{52,8}{265,5 \cdot 1,4} = 0,14 \text{ мин}.$$

При чистовом точении

$$T_{02} = \frac{52,8}{489,7 \cdot 2,8} = 0,04 \text{ мин}.$$

$$T_0 = T_{01} + T_{02} = 0,14 + 0,04 = 0,18 \text{ мин}.$$

$T_{\text{вс}}$ – вспомогательное время на установку и снятии детали, пуск и установку станка, подвод и отвод режущего инструмента, измерение размеров и т. п. $T_{\text{вс}}$ выбираем из таблицы в зависимости от способа установки заготовки в станке и от массы заготовки. В нашем случае $T_{\text{вс}} = 0,61$ мин.

Основное и вспомогательное время в сумме составляет оперативное время:

$$T_{\text{оп}} = T_{01} + T_{\text{во}}, \text{ мин}, \quad (3.13)$$

$$T_{\text{оп}} = 0,18 + 0,61 = 0,79 \text{ мин}.$$

Дополнительное время $T_{\text{доп}}$ берется в размере 3 % от оперативного: $T_{\text{доп}} = 0,02$ мин.

Подготовительно–заключительное время при партии деталей $n = 7 \dots 22$ шт. можно принять $13 \dots 16$ мин. $T_{п.з.} = 15$ мин.

$$T_{п} = 0,79 + 0,02 + 15/20 = 1,56 \text{ мин.}$$

3.4.2 Расчет норм времени на выполнении сварочных работ

Норма времени на выполнении сварочных работ складывается из следующих элементов затрат времени:

$$T_{св} = T_o + T_{св} + T_{доп} + T_{п.з.}/n, \text{ мин.} \quad (3.14)$$

где T_o – основное время, мин;

$T_{вс}$ – вспомогательное время, $T_{св} = 2 \dots 4$ мин;

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

$T_{п.з.}$ – подготовительно–заключительное время, $T_{п.з.} = 16 \dots 20$ мин.

Основное время определяем по формуле:

$$T_{o_1} = \frac{\pi \cdot d \cdot l}{1000 \cdot V_{св} \cdot S}, \quad (3.15)$$

где l – длина сварного шва, мм.

$$T_{o_1} = \frac{3,14 \cdot 350 \cdot 6}{1000 \cdot 12,7 \cdot 3} = 4,8 \text{ мин.}$$

Дополнительное время определяем по формуле:

$$T_{доп} = \frac{T_o + T_{св} \cdot K}{100}, \text{ мин,} \quad (3.16)$$

где K – коэффициент, учитывающий долю дополнительного времени от основного и вспомогательного, $K = 10 \dots 14 \%$.

$$T_{доп} = \frac{4,8 + 4 \cdot 14}{100} = 1,23 \text{ мин.}$$

$$T_{св} = 4,8 + 4 + 1,23 + \frac{20}{22} = 10,93 \text{ мин.}$$

3.5 Оформление технических документов

В результате проектирования технологического процесса восстановления опорного катка каретки подвески трактора ДТ–75М

разработаны технологические документы:

- ремонтный чертеж
- карты технологического процесса восстановления опорного

катка каретки подвески трактора ДТ 75 М;

4 РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ РАЗБОРКИ И СБОРКИ КАРЕТОК ТРАКТОРА ДТ-75М

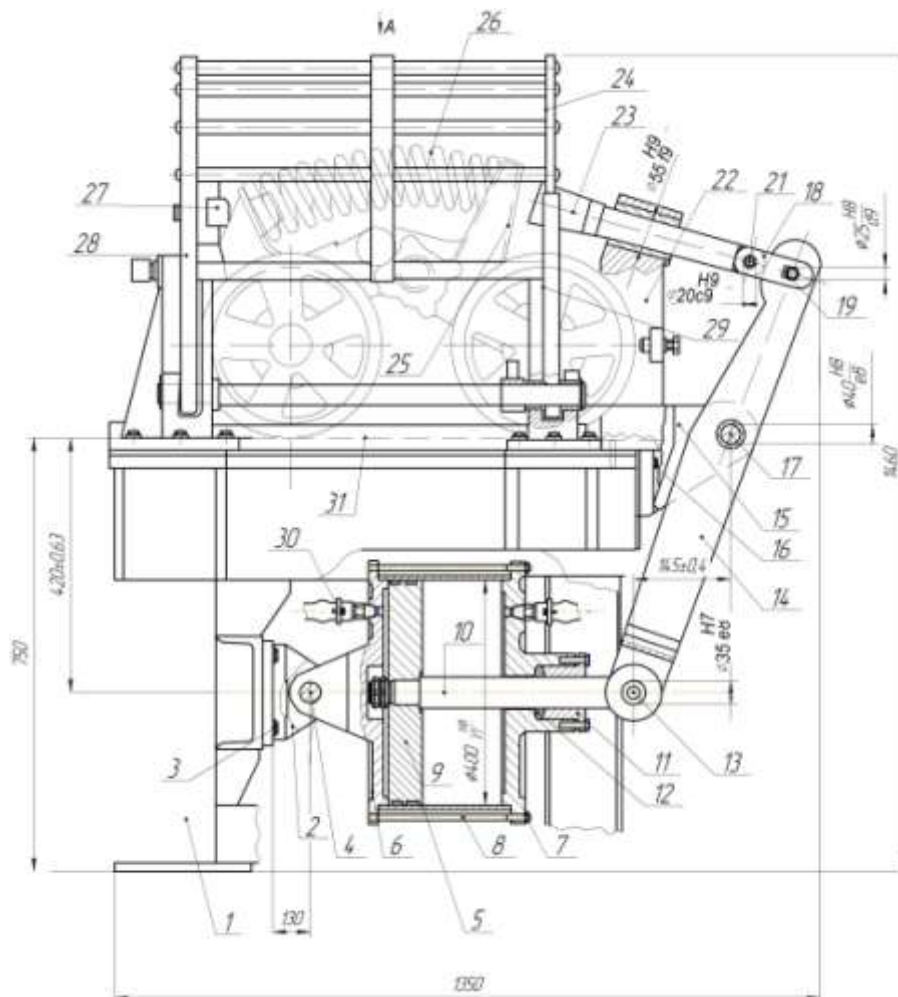
4.1 Описание конструкции приспособления

Предлагаемая конструкторская разработка относится к оборудованию для ремонта гусеничных тракторов, а именно к приспособлениям для разборки кареток подвески гусеничных тракторов.

Целью разработки является облегчение снятия пружин с каретки подвески, а также повышение безопасности этой операции.

Приспособление смонтировано на сварном основании 1. Сварной кронштейн 2. крепление к основанию болтами 3. К кронштейну с помощью штифта 4. Присоединен пневмоцилиндр 5. Передняя 7 и задняя 6 крышки цилиндра соединяются шпильками 8. Шток 10 цилиндра проходит через втулку 11 с уплотнением 12 и с помощью штифта 13 соединяется с рычагом 14. Рычаг 14 штифтом 17 соединяется с кронштейном 15, который болтом 16 прикреплен к основанию. Другой конец рычага 14 соединен со штоком 21 с помощью планки 18 и осей 19 и 20. Шток 21 установлен в стойках, который прикреплен к основанию болтами. На конце штока 21 закреплен толкатель 23. Для балансира каретки подвески имеется упор 27. Каретка подвески закрывается защитным кожухом 24, который фиксируется в рабочем положении рычагами 28 и 29.

На рисунке 4.1. изображен общий вид предлагаемого приспособления.



1–основание; 2–кронштейн; 3–болт; 4–штифт; 5–цилиндр; 6–задняя

крышка цилиндра; 7–передняя крышка цилиндра; 8–шпилька; 9–поршень; 10–шток; 11–втулка; 12–уплотнение; 13–штифт; 14–рычаг; 15–кронштейн; 16–болт; 17–штифт; 18–планка; 19–ось; 20–ось; 21–шток; 22–стойка; 23–толкатель; 24–защитный кожух; 25–балансир каретки; 26–пружина; 27–упор; 28–рычаг; 29–рычаг; 30–штуцер подачи воздуха; 31–направляющая

Рисунок 4.1 – Стенд для разборки и сборки каретки подвески гусеничного трактора ДТ-75М

Приспособление работает следующим образом. Вначале открывают защитный кожух и устанавливают каретку подвески на направляющее 31. После этого защитный кожух закрывают и фиксируют рычагами 28 и 29. После этого в цилиндр под давлением подают сжатый воздух. Сжатый воздух давит на поршень 9. Поршень через шток 10 передает усилие на рычаг 14. Рычаг 14, поворачиваясь, давит на шток 21, который передает усилие на толкатель 23. Толкатель 23 давит на балансир каретки 25. Другой балансир каретки упирается в упор 27. В результате под действием усилия толкателя балансиры поворачиваются относительно друг друга и приближаются, а

пружина сгибается и изгибается. Изгибание пружины происходит до тех пор, пока не выскочит из балансиров каретки. После этого воздух подают в цилиндр с другой стороны поршня, что приводит систему рычагов в первоначальное положение. Затем открывают защитный кожух и достают пружину и каретку.

4.2 Конструкторские расчеты

1.1.1

4.2.1 Расчет усилия пружины

Определим максимальное усилие, при котором пружина будет сжата.

Исходные данные: $d = 25\text{мм}$, $D = 130\text{мм}$, $l = 430\text{мм}$, $h = 33\text{мм}$, $N = 13$, где d – диаметр прутка, мм; D – диаметр пружины, мм; L – длина пружины, мм; h – шаг витков, мм; N – число витков. Материал пружины сталь 55ГС, $\sigma_{\text{т}} = 500$ МПа.

Расчет усилия из условия максимально–возможной деформации.

Будем считать, что пружина снимается, когда величина сжатия λ равна суммарной длине всех свободных пространств между витками (рисунок 4.2), то есть:

$$\lambda = \eta(l - Nd) = 0,5(430 - 13 \cdot 25) = 52,5\text{мм}, \quad (4.1)$$

где $\eta = 0,5$ связан с тем, что в момент осадки пружина изгибается.

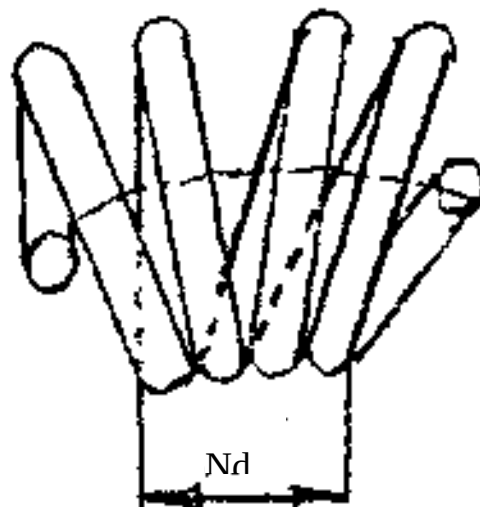


Рисунок 4.2 – Схема изгиба пружины

Теория упругости дает значение максимального смещения λ по формуле

[]:

$$\lambda = \frac{SED^3N}{Qd^4}, \quad (4.2)$$

где $Q = 8 \cdot 10^{10} \text{ Па}$.

Отсюда выразим F :

$$F_{\max} = \frac{8 \cdot 10^{10} \cdot 0,0525 \cdot 25^4 \cdot 10^{-12}}{8 \cdot (0,13)^3 \cdot 13} = 7,2 \text{ кН}$$

В действительности сила значительно меньше, так как при оценки значение λ не учитывалось изменение угла наклона пружины, который увеличивается, что приводит к уменьшению λ , а, следовательно, и F .

Расчет усилия из условия прочности.

Условие прочности записывается следующим образом []:

$$\tau_{\max} = \varphi \cdot \frac{8FD}{\pi d^3} \leq \tau, \quad (4.3)$$

где $\varphi = 1,29 \quad \frac{D}{d} = \frac{130}{25} = 5,2$.

Из формулы (4.3) находим максимально возможную силу:

$$F_{\max} \leq \frac{\pi d^3 \tau}{\varphi 8D};$$

$$F_{\max} \leq \frac{3,14 \cdot (25 \cdot 10^{-3})^3 \cdot 5 \cdot 10^8}{1,29 \cdot 8 \cdot 0,130} = 18294 \text{ Н} = 18,3 \text{ кН}$$

Остановился на значении $F_{\max} = 18,3 \text{ кН}$.

1.1.2 Расчет прочности на срез штифтов соединения рычага и штока

Исходные данные: $d_1 = 20 \text{ мм}$, $d_2 = 25 \text{ мм}$, $F = F_{\max} = 18,3 \text{ кН}$.

-----Р

F

F

Рисунок 4.3 – Схема сил, действующих на штифты

Условие прочности на срез записывается следующим образом [1]:

$$\tau = \frac{F}{Z \times \frac{\pi d^2}{4}} \leq \tau_{\text{ср}} = 100 \text{ МПа}, \quad (4.4)$$

где $Z = 2$ – число плоскостей среза.

Отсюда:

$$d \geq \sqrt{\frac{4F}{\pi Z \tau_{\text{ср}}}}, \text{ м}$$

$$d_{\text{расч}} \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 18,3 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 2 \cdot 10^8}} = 0,0107 \text{ м} = 10,7 \text{ мм}.$$

Диаметр штифта $d_1 = 20 \text{ мм}$ и $d_2 = 25 \text{ мм}$ более минимально допустимого диаметра при данном нагружении $d_{\text{расч}} = 10,7 \text{ мм}$. Следовательно, прочность штифтов обеспечена.

1.1.3 Расчет прочности рычага на изгиб

Расчет сил, действующих на рычаг

В момент максимального сжатия пружины на рычаг действуют максимальные силы, и он находится в положении, показанном на рисунке 4.4.

Исходные данные: $l_1 = 300 \text{ мм}$, $l_2 = 450 \text{ мм}$, $\beta = 3^\circ$, $F = 18,3 \text{ кН}$, $h = 0,1 \text{ м}$,
 $b = 0,04 \text{ м}$.

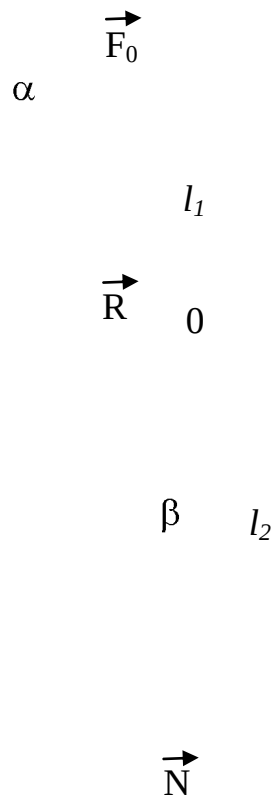


Рисунок 4.4 – Схема сил, действующих на рычаг

Уравнение равновесия рычага записывается следующим образом:

$$\sum M_0 \cdot F_i = 0;$$

$$F \cdot \cos \alpha + \beta \cdot l_1 - N \cdot \cos \beta \cdot l_2 = 0$$

Отсюда:

$$N = \frac{F \cdot \cos \alpha + \beta \cdot l_1}{l_2 \cdot \cos \beta}.$$

$$N = \frac{18,3 \cdot \cos 30^\circ + 0,3}{0,45 \cdot \cos 3^\circ} = \frac{18,3 \cdot 0,9936 \cdot 0,3}{0,45 \cdot 0,9986} = 11,4 \text{ кН.}$$

Силу, действующую со стороны рычага на штифт его крепления R_0 .

Находим из уравнения равновесия:

$$\sum F_{xi} = 0.$$

$$F \cdot \cos \lambda - R_0 + N = 0.$$

$$R_0 = F \cdot \cos \lambda + N.$$

$$R_0 = 18,3 \cdot \cos 3^\circ + 11,4 = 29,7 \text{ кН.}$$

Расчет рычага на изгиб

Методом сечений находим поперечную силу в различных точках рычага и строим эпюру (рисунок 4.5).

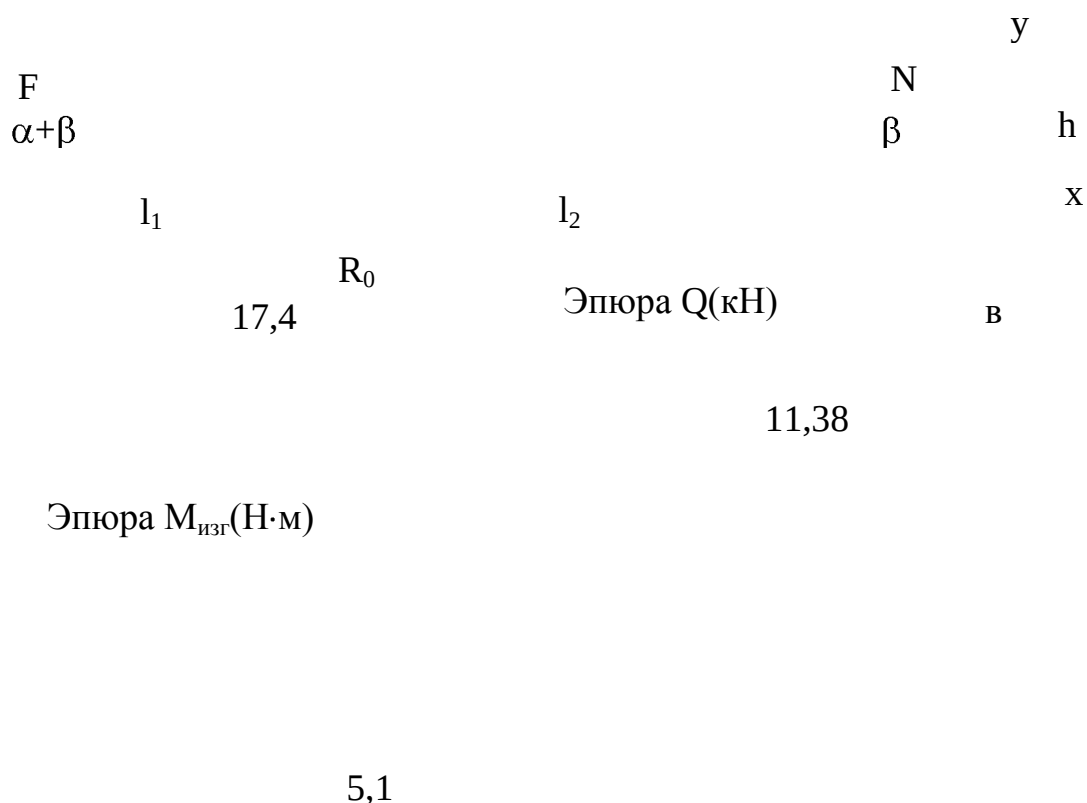


Рисунок 4.5 – Расчетная схема рычага

Изгибающий момент в сечении, проходящий через точку О равен:

$$M_0 = F \cdot \cos \alpha + \beta \cdot l_1 = 18,3 \cdot \cos 3^\circ + 18 \cdot 0,3 = 5,1 \text{ кН м.}$$

Условие прочности на изгиб записывается следующим образом:

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W_x} \leq [\sigma], \quad (4.5)$$

где W_x – момент сопротивления сечения;
 $[\sigma] = 120 \text{ МПа}$.

$$W_x = \frac{J_x}{\frac{h}{2}} = \frac{\frac{bh^3}{12}}{\frac{h}{2}} = \frac{bh^2}{6},$$

Для прямоугольного сечения

где J_x – момент инерции сечения рычага относительно оси X.

$$W_x = \frac{0,04 \cdot 0,1^2}{6} = 0,067 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3.$$

Из условия 4.5 находим:

$$W_{\text{хддо}} > \frac{M_{\text{max}}}{\sigma} = \frac{5,1 \cdot 10^3}{1,2 \cdot 10^8} = 0,0425 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

Условие прочности $W_x > W_{x_{\text{доп}}}$ $0,067 \cdot 10^{-3} > 0,0425 \cdot 10^{-3}$ выполняется, следовательно, сечение рычага подобрано правильно.

1.1.4 Расчет прочности на срез штифта крепления рычага

Исходные данные: $d = 40 \text{ мм}$, $R_0 = 29,7 \text{ кН}$, $\tau_{\text{ср}} = 100 \text{ МПа}$.

R_0

R_0

R_0

14,9

Эпюра Q, кН

14,9

Рисунок 4.6 – Расчетная схема штифта крепления рычага

Максимальная допустимая нагрузка на штифт из условия прочности на срез находится по формуле [1]:

$$F_{\text{доп}} \leq \frac{\pi d^2}{4} \cdot \tau_{\text{ср}} \cdot Z, \quad (4.6)$$

$$F_{\text{доп}} \leq \frac{3,14 \cdot 0,04^2 \cdot 10^8}{4} \cdot 2 = 251 \text{ кН}.$$

Условие прочности $R_0 = 29,7 \text{ кН} < F_{\text{доп}} = 251 \text{ кН}$ выполняется, следовательно, диаметр штифта подобран правильно.

1.1.5 Расчет прочности на срез штифта крепления штока поршня

Исходные данные: $d = 35 \text{ мм}$, $N = 11,4 \text{ кН}$, $\tau = 100 \text{ МПа}$.

N

N

5,7 N

Эпюра Q, кН

5,7

Рисунок 4.7 – Расчетная схема штифта крепления штока поршня

Максимально допустимая нагрузка на штифт из условия прочности находится по формуле [1]:

$$F_{\text{доп}} \leq \frac{\pi d^2}{4} \cdot \tau_{\text{ср}} \cdot Z \quad (4.7)$$

$$F_{\text{доп}} \leq \frac{3,14 \cdot 0,035^2}{4} \cdot 10^8 \cdot 2 = 192,4 \text{ кН}$$

Условие прочности $N = 11,4 \text{ кН} < F_{\text{доп}} = 192,4 \text{ кН}$ выполняется, следовательно, диаметр штифта подобран правильно.

1.1.6 Расчет прочности штока на сжатие

Исходные данные: $d = 55 \text{ мм}$, $F = 18,3 \text{ кН}$, $\sigma = 120 \text{ МПа}$.

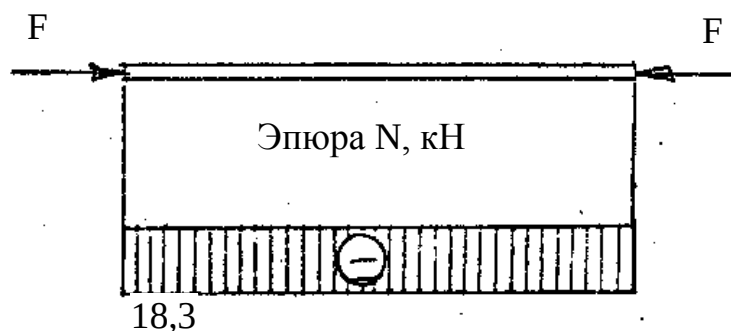


Рисунок 4.8 – Расчетная схема штока

Условие прочности записывается следующим образом [1]:

$$\sigma = \frac{F}{\frac{\pi d^2}{4}} \leq \sigma_{\text{п}} = 120 \text{ МПа}, \quad (4.8)$$

$$\sigma = \frac{18,3 \cdot 10^3}{\frac{3,14 \cdot 0,055^2}{4}} = 7,7 \text{ МПа}.$$

Условие прочности $\sigma = 7,7 \text{ МПа} < \sigma_{\text{п}} = 120 \text{ МПа}$ выполняется, следовательно диаметр штока подобран правильно.

1.1.7 Расчет прочности штока поршня на сжатие

Исходные данные: $d = 60 \text{ мм}$, $N = 11,4 \text{ кН}$, $\sigma_{\text{п}} = 120 \text{ МПа}$.

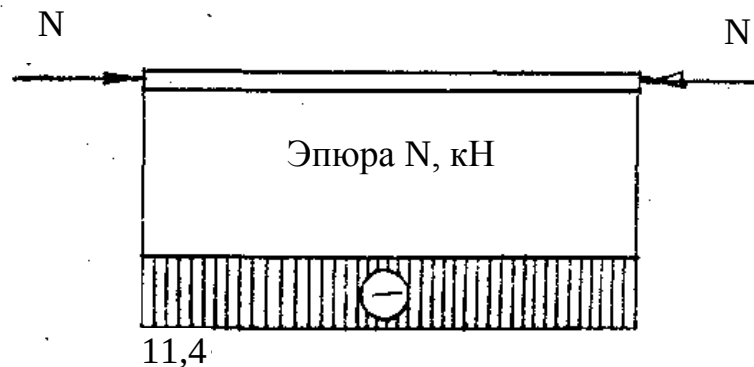


Рисунок 4.9 – Расчетная схема штока поршня

Условие прочности записывается следующим.

Определим критическое значение силы $F_{\text{кр}}$, при котором будет нарушена устойчивость системы. Критическая сила по формуле Эйлера равна [1]:

$$F_{\text{кр}} = \frac{\pi^2 EJ_{\text{min}}}{l_{\text{пр}}^2}, \quad (4.9)$$

где E – модуль прочности, Па;

$l_{\text{пр}}$ – приведенная длина, м.

$$J_{\text{min}} = J_z = J_y = \frac{\pi d^2}{64} = \frac{3,14 \cdot 0,055^4}{64} = 44,9 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4, \quad (4.10)$$

$$l_{np} = \mu \cdot l, \quad (4.11)$$

где μ – коэффициент приведения длины.

При данном способе крепления $\mu = 2$.

$$l_{np} = 2 \cdot 0,215 = 0,550 \text{ м.}$$

Формула Эйлера применена при условии, что $\lambda > \lambda_{кр}$, где λ – гибкость.

$$\lambda = \frac{l_{np}}{i}, \quad (4.12)$$

где i – радиус инерции сечения, м.

$$i = i_X = i_Y = \sqrt{\frac{J}{A}}, \quad (4.13)$$

где J – момент инерции сечения, $J = J_{min}$;

A – площадь сечения, m^2 .

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,055^2}{4} = 2,376 \cdot 10^{-3} m^2.$$

$$i = \sqrt{\frac{44,9 \cdot 10^{-8}}{2,376 \cdot 10^{-3}}} = 1,38 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 13,8 \text{ мм.}$$

$$\lambda = \frac{0,5500}{0,0138} = 39,85.$$

$$\lambda_{кр} = \Pi \sqrt{\frac{E}{\sigma_{пц}}} \quad (4.14)$$

$$\lambda_{кр} = 3,14 \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{11}}{2,7 \cdot 10^8}} = 85,50.$$

$\lambda = 39,85 < \lambda_{кр} = 85,50$ – условие $\lambda > \lambda_{кр}$ не выполняется, поэтому формулу

Эйлера применять нельзя.

Применяем экспериментальную формулу Ясинского []:

$$\sigma_{кр} = a - b \cdot \lambda, \quad (4.15)$$

где $a = 449$ МПа для стали 45;

$b = 1,67$ для стали 45;

$$\sigma_{кр} = 449 - 1,67 \cdot 39,85 = 385 \text{ МПа.}$$

Тогда

$$F_{кр} = \sigma_{кр} \cdot A = 385 \cdot 10^6 \cdot 2,376 \cdot 10^{-3} = 914,8 \text{ кН.}$$

Действующая на шток сила $F = 18,3 \text{ кН} < F_{кр} 914,8 \text{ кН}$, следовательно, устойчивость штока обеспечена.

Мы произвели расчет деталей конструкторской разработки на прочность. По результатам расчетов прочность детали обеспечивается с запасом.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Обеспечение безопасности станда для разборки каретки

Согласно "Единым требованиям к конструкциям оборудования ремонтного производства при эксплуатации технологического оборудования, установленного на ремонтном цехе, необходимо обеспечение работающих следующими мероприятиями и средствами защиты:

5.2 Инструкция по безопасности труда слесаря, выполняющего работы со стандом для разборки каретки

5.2.1 Общие положения

- К работе допускаются лица, прошедшие медицинское освидетельствование, специальное обучение и получившие вводный и первичный инструктаж по технике безопасности. Возраст работающего должен быть не моложе 18 лет.
- Стенд используется только для ремонта ходовой части гусеничных тракторов Т-74, ДТ-75, ДТ-175, Т-150.
- Каретка для разборки подается к станду подъемно-транспортным средством, подтаскивание волочением не допускается.
- При обнаружении неисправности станда рабочий должен поставить в известность руководителя производственного участка.

5.2.2 Требования безопасности перед началом работы

- Получить задание у руководителя и изучить порядок его выполнения. Осмотреть и привести рабочее место в порядок.
- Проверить надежность крепления силовых гидроцилиндров.
- Проверить исправность соединения гидравлических магистралей.
- Проверить исправность заземления станда.
- Проверить уровень масла гидросистемы.
- Включить станд и проверить работоспособность каждого гидроцилиндра.

- Убедиться в исправности рабочего инструмента: насадок, наставок.
- Перед началом тем, как поместить каретку в рабочую зону эстакады для выполнения разборочно-сборочной операции, поверхность эстакады тщательно протереть от смазки.

5.2.3 Требования безопасности во время работы

- На рабочем месте, в зоне эстакады, должны находиться только лица, имеющие отношение к работе.
- Избегать длительных перегрузок гидравлики, разгерметизации системы. Контроль нагрузок выполнять по манометру гидросистемы.
- Запрещается производить запрессовку-выпрессовку пальца без прижатия каретки прижимным гидроцилиндром.
- Запрещается стаскивать каретку с эстакады. Удалять ее следует только подъемным механизмом

5.2.4 Требования безопасности после окончания работы

- Гидроцилиндр освободить от нагрузки и задвинуть штоки.
- Отключить привод гидронапорной станции. Обесточить стенд.
- Рабочий инструмент: насадки, наставки убрать. Выпрессованные пальцы и другие детали соединения гусеницы убрать из зоны стенда в соответствующий контейнер.
- Выполнить ежесменное техническое обслуживание механизмов стенда.

5.2.5 Требования безопасности в опасных и аварийных ситуациях

- При возникновении опасной (аварийной) ситуации, для ликвидации которой достаточно одного действия работника – принять меры для прекращения её развития.
- При возникновении опасной (аварийной) ситуации, для ликвидации которой требуется более 2-х действий работника – сообщить

руководителю производственного участка и действовать по программе, изученной в период курсового обучения.

- При тушении пожара соблюдать меры личной безопасности.
- При возгорании электрической проводки отключить центральный рубильник и вызвать электрика.
- При обрыве электрических проводов принять меры, чтобы люди не попали в зону поражения.

Инструкцию по охране труда при работе с приспособлением для разборки каретки необходимо подписать и согласовать

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

6.1 Экономическое обоснование конструкции

Затраты на изготовление конструкции мойки определяют по формуле:

$$C_{ц.констр.} = C_k + C_{о.д} + C_{п.д} \cdot K_{нац} + C_{сб.п} + C_{оп} + C_{накл}, \quad (6.1)$$

Стоимость изготовления корпусных деталей конструкции определяют по формуле:

$$C_k = Q_p \cdot Ц_{к.д}, \quad (6.2)$$

где Q_p – масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей конструкции, кг.;

$Ц_{к.д}$ – средняя стоимость 1 кг готовых деталей, руб.

$$C_k = 65 \cdot 34,50 = 2242 \text{ руб.}$$

Затраты на изготовление оригинальных деталей конструкции определяют по формуле:

$$C_{о.д} = C_{зп} + C_m, \quad (6.3)$$

где $C_{зп}$ – заработная плата производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей, руб.;

C_m – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, руб.

Заработную плату производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей конструкции определяют по формуле:

$$C_{зп} = C_{пр} + C_{доп} + C_{соц}, \quad (6.4)$$

где $C_{пр}$ – основная заработная плата, руб.;

C_d – дополнительная заработная плата, руб.;

$C_{соц}$ – начисления по социальному страхованию, руб.

Основную заработную плату определяют по формуле:

$$C_{пр} = Z_q \cdot T_{ср} \cdot K_t, \quad (6.5)$$

где $T_{ср}$ – средняя трудоемкость на изготовление оригинальных деталей, чел.·час;

$$C_{пр} = 110 \cdot 18 \cdot 1,03 = 2039 \text{ руб.}$$

Дополнительную заработную плату определяют по формуле:

$$C_{\text{доп}} = \frac{5 \dots 12 \cdot C_{\text{пр}}}{100}. \quad (6.6)$$

$$C_{\text{доп}} = \frac{10 \cdot 2039}{100} = 204 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию определяют по формуле:

$$C_{\text{соц}} = \frac{4,4 \cdot C_{\text{пр}} + C_{\text{д}}}{100}. \quad (6.7)$$

$$C_{\text{соц}} = \frac{4,4 \cdot (2039 + 204)}{100} = 98,7 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{зп}} = 2039 + 204 + 98,7 = 2342 \text{ руб.}$$

Стоимость материала заготовок определяют по формуле:

$$C_{\text{м}} = Ц \cdot Q_{\text{з}}, \quad (6.8)$$

где Ц – цена 1 кг материала заготовок, руб.;

Массу заготовки определяют из выражения:

$$Q_{\text{з}} = \frac{Q_{\text{д}}}{K_{\text{з}}}, \quad (6.9)$$

где $Q_{\text{д}}$ – масса детали, кг;

$$Q_{\text{заг}} = \frac{30}{0,7} = 43 \text{ кг.}$$

$$C_{\text{м}} = 43 \cdot 34,80 = 1496 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{од}} = 2342 + 1496 = 3838 \text{ руб.}$$

Заработную плату производственных рабочих, занятых на сборке конструкции мойки определяют по формуле:

$$C_{\text{зп.сб.п}} = C_{\text{сб}} + C_{\text{д.сб}} + C_{\text{соц.сб}}, \quad (6.10)$$

где $C_{\text{сб}}$, $C_{\text{д.сб}}$, $C_{\text{соц.сб}}$ – соответственно, основная и дополнительная зарплата, начисления по социальному страхованию, руб.

Основную заработную плату рабочих, занятых на сборке конструкции определяют по формуле:

$$C_{\text{сб}} = T_{\text{сб}} \cdot C_{\eta} \cdot K_{\text{т}}, \quad (6.11)$$

где $T_{\text{сб}}$ – трудоемкость на сборку конструкции, чел.·час.

$$C_{\text{сб}} = 6 \cdot 110 \cdot 1,03 = 680 \text{ руб.}$$

Дополнительную заработную плату определяют по формуле:

$$C_{д.сб} = \frac{5...12 C_{сб}}{100}. \quad (6.12)$$

$$C_{д.сб} = \frac{10 \cdot 680}{100} = 68 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию определяют по формуле:

$$C_{соц.сб} = \frac{4,4 C_{сб} + C_{д.сб}}{100}. \quad (6.13)$$

$$C_{соц.сб} = \frac{4,4 \cdot (680 + 68)}{100} = 33 \text{ руб.}$$

$$C_{зп.сб.п} = 680 + 68 + 33 = 781 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции мойки определяют по формуле:

$$C_{оп} = \frac{C_{пр}^1 \cdot П_{оп}}{100}, \quad (6.14)$$

где $C_{пр}^1$ – основная заработная плата рабочих, участвующих в изготовлении конструкции, руб.;

$П_{оп}$ – процент общепроизводственных расходов, ($П_{оп} = 69,5$).

$$C_{оп} = \frac{2039 \cdot 69,5}{100} = 1417 \text{ руб.}$$

$$C_{констр} = 2242 + 3838 + 9200 \times 1,5 + 781 + 1417 = 22078 \text{ руб.}$$

Таблица 6.1 - Исходные данные для расчета технико-экономических показателей конструкции.

№ п/п	Наименование	Ед.измерения	Знач. показателя	
			исходный	проектир.
1	Масса конструкции мойки	кг	92	115
2	Балансовая стоимость	руб.	24100	22078
3	Количество обслуживающего персонала	Чел.	1	1
4	Разряд работы	разряд	4	4
5	Тарифная ставка	руб./чел.ч	110	110
6	Норма амортизации	%	13	13
7	Норма затрат на ремонт и техническое обслуживание	%	8	8

8	Годовая загрузка конструкции мойки	ч	150	150
9	Время 1 цикла	ч	2	1,5

Расчет технико-экономических показателей по обоим вариантам проводится в такой последовательности:

на стационарных работах периодического действия:

$$W_q = \frac{60 \cdot q \cdot \gamma \cdot \tau}{T_{ц}}, \quad (6.15)$$

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

τ – коэффициент использования рабочего времени смены ($\tau = 0,60 \dots 0,95$).

$$W_{q0} = \frac{60 \cdot 0,9}{120} = 0,45 \text{ шт/час.}$$

$$W_{q1} = \frac{60 \cdot 0,9}{90} = 0,60 \text{ шт/час.}$$

Металлоемкость процесса определяют по формуле:

$$M_e = \frac{G}{W_z \cdot T_{год} \cdot T_{сл}}, \quad (6.16)$$

где G – масса конструкции мойки, кг;

$T_{год}$ – годовая загрузка приспособления, час;

$T_{сл}$ – срок службы приспособления, лет.

$$M_{e0} = \frac{92}{0,45 \times 150 \times 5} = 0,27 \text{ кг/шт.}$$

$$M_{e1} = \frac{115}{0,60 \times 150 \times 5} = 0,25 \text{ кг/шт.}$$

Фондоемкость процесса определяют по формуле:

$$F_e = \frac{C_б}{W_z \cdot T_{год}}, \quad (6.17)$$

где $C_б$ – балансовая стоимость конструкции, руб.

$$F_{e0} = \frac{24100}{0,45 \times 150 \times 5} = 71,4 \text{ руб./шт.}$$

$$F_{e1} = \frac{22078}{0,60 \cdot 150 \times 5} = 49 \text{ руб./шт.}$$

Трудоемкость процесса находят из выражения:

$$T_e = \frac{n_p}{W_z}, \quad (6.18)$$

где n_p – количество рабочих, чел.

$$T_{e0} = \frac{1}{0,45} = 2,2 \text{ чел.ч/шт.}$$

$$T_{e1} = \frac{1}{0,6} = 1,7 \text{ чел.ч/шт.}$$

Энергоемкость процесса находят из выражения:

$$\mathcal{E}_e = \frac{N_e}{W_{\text{ч}}}, \quad (6.19)$$

где N_e – мощность потребляемая установкой.

Себестоимость работы определяют по формуле:

$$S = C_{\text{зп}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рто}} + A \quad (6.20)$$

Затраты на заработную плату определяют по формуле:

$$C_{\text{зп}} = Z \cdot T_e, \quad (6.21)$$

$$C_{\text{зп}0} = 110 \times 2,2 = 242 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{\text{зп}1} = 110 \times 1,7 = 187 \text{ руб./шт.}$$

Затраты на электроэнергию определяют по формуле:

$$C_{\text{э}} = \mathcal{C}_{\text{э}} \cdot \mathcal{E}_e, \quad (6.22)$$

где $\mathcal{C}_{\text{э}}$ – комплексная цена электроэнергии, руб./кВт.

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяют по формуле:

$$C_{\text{рто}} = \frac{C_{\text{б}} \cdot H_{\text{рто}}}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (6.23)$$

где $H_{\text{рто}}$ – суммарная норма затрат на ремонт и техобслуживание, %.

$$C_{\text{рто}0} = \frac{24100 \cdot 8}{100 \cdot 0,45 \cdot 150} = 28,5 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{\text{рто}1} = \frac{22078 \cdot 8}{100 \cdot 0,6 \cdot 150} = 19,6 \text{ руб./шт.}$$

Амортизационные отчисления по конструкции определяют по формуле:

$$A = \frac{C_6 \cdot a}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (6.24)$$

где a – норма амортизации %.

$$A_0 = \frac{24100 \times 13}{100 \times 0,45 \times 150} = 46,4 \text{ руб./шт.}$$

$$A_1 = \frac{22078 \times 13}{100 \times 0,6 \times 150} = 31,9 \text{ руб./шт.}$$

$$S_0 = 242 + 28,5 + 46,4 = 317 \text{ руб./шт.}$$

$$S_1 = 187 + 19,6 + 31,9 = 239 \text{ руб./шт.}$$

Приведенные затраты определяют по формуле:

$$C_{\text{прив}} = S + E_{\text{н}} \cdot F_{\text{е}} = S + E_{\text{н}} \cdot k, \quad (6.25)$$

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

$F_{\text{е}}$ – фондоемкость процесса, руб./ед;

k – удельные капитальные вложения, руб./ед.

$$C_{\text{прив}0} = 317 + 0,15 \times 71,4 = 328 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{\text{прив}1} = 239 + 0,15 \times 49 = 246 \text{ руб./шт.}$$

Годовую экономию определяют по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = S_0 - S_1 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}. \quad (6.26)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (317 - 239) \times 0,6 \times 150 = 7020 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяют по формуле:

$$E_{\text{год}} = C_{\text{прив}}^0 - C_{\text{прив}}^1 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}.$$

$$E_{\text{год}} = (328 - 246) \times 0,6 \times 150 = 7380 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяют по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{61}}{\mathcal{E}_{\text{год}}}, \quad (6.27)$$

где C_{61} – балансовая стоимость спроектированного конструкции мойки, руб.

$$T_{\text{ок}} = \frac{22078}{7020} = 3,1 \text{ года}.$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{C_6}. \quad (6.28)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{7020}{22078} = 0,3.$$

Таблица 6.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции.

№ п/п	Наименование показателей	Базовый	Проект
1	Часовая производительность, ед./ч.	0,45	0,60
2	Фондоемкость процесса, руб./ед.	71,4	49
3	Металлоемкость процесса, кг./ед.	0,27	0,25
4	Трудоемкость процесса, чел*ч./ед.	2,2	1,7
5	Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.	317	239
6	Уровень приведенных затрат, руб./ед.	328	246
7	Годовая экономия, руб.	-	7020
8	Годовой экономический эффект, руб.	-	7380
9	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	-	3,1
10	Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	0,3

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной работы произведено совершенствование технологического процесса ремонта опорных катков трактора типа ДТ – 75М. С учетом результатов расчетов рассчитаны статистические и теоретические функции распределения рабочей поверхности опорных катков.

Основываясь на типовые технологии, разработан технологический процесс восстановления опорного катка каретки подвески гусеничного трактора применительно к условиям данной ремонтной мастерской.

Предложена конструкция приспособления для снятия пружин каретки подвески гусеничного трактора и проведен инженерный расчет ее элементов. Использование оборудования такого типа позволяет снизить трудоемкость выполнения этой операции и повысить ее безопасность, а, следовательно, увеличивает производительность работ.

В выпускной работе проведена технико–экономическая оценка проектируемой конструкции приспособления для разборки каретки.

В процессе выполнения выпускной работы разработаны мероприятия по обеспечению безопасности жизнедеятельности при ремонтных работах и охране труда в хозяйстве. Даны рекомендации по поддержанию экологической безопасности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адигамов Н.Р. Методическое пособие к курсовой работе по дисциплине «Ремонт машин» [Текст] / Н.Р. Адигамов, Т.Н. Вагизов, И.Х. Гималтдинов - Казань «Казанский ГАУ», 2013. – С 40.
2. Адигамов Н.Р. Методические указания по выполнению выпускной квалификационной работе бакалавров. [Текст] / Н.Р. Адигамов, Г.И. Кондратьев, Г.Р. Муртазин, Р.Р. Шайхутдинов., Т.Н. Вагизов., И.Х. Гималтдинов, Р.Р. Ахметзянов // метод. Указания – Казань «Казанский ГАУ», 2015.-60с.
3. Булгариев Г.Г., Методические указания по выполнению экономической части дипломного проекта для студентов-очников специальности 110304 – «Технология обслуживания и ремонта машин в АПК» [Текст] / Г.Г. Булгариев, Р.К. Абдрахманов, А.Р. Валиев // - Казань «Казанский ГАУ», 2006.
4. Кондратьев Г.И., Методические указания для практических и самостоятельных работ по дисциплине «Методы расчета надежности технических систем» [Текст] / Г.И. Кондратьев, Р.Р. Шайхутдинов // метод. Указания – Казань «Казанский ГАУ», 2015.-44с.
5. Киямов И.М., Расчет сварных и резьбовых соединений [Текст] / И.М. Киямов, Яхин С.М. // методические указания для выполнения домашнего задания по деталям машин и основам конструирования - Казань, КГСХА, 2004
6. Шамсутдинов Ф.А. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине “Детали машин и основы конструирования” [Текст] / Ф.А. Шамсутдинов, Г.В. Пикмуллин // - Казань: КГАУ, 2015. С 142
7. Мудров А.Г. Методические указания к разработке сборочного чертежа курсового проекта по Деталям машин и основам конструирования [Текст] / А.Г. Мудров // - Казань, КГАУ, 2010. С 80.

8. Мудров А.Г. Методические указания к выполнению рабочих чертежей по курсовому проектированию “Детали машин и основы конструирования” [Текст] / А.Г. Мудров // - Казань, КГАУ, 2011. С 68.
9. Гулиа Н.В. Детали машин [Текст] / Н.В.Гулиа, В.Г.Клоков, С.А.Юрьев // .2010 (ЭБС «Лань» ISBN-978-5-8114-1091-0),2-е изд.-416 с.
10. Чернилевский Д.В. Детали машин и основы конструирования [Текст] / Чернилевский Д.В. // М.: Машиностроение, 2006. С 656.
11. Берлинов М.В. Расчет оснований и фундаментов [Текст] / М.В. Берлинов, Б.А.Ягупов. // (ЭБС «Лань», 2011, 1-е изд.-288 с.).
12. Маталин, А.А. Технология машиностроения [Текст] / А.А. Маталин // (ЭБС «Лань», 2010, 512 с).
13. Курмаз Л.В., Детали машин. Проектирование [Текст] / Л.В. Курмаз, А.Т. Скойбеда // Справочное учебно-методическое пособие. - М.: Высшая школа, 2005. С309.
14. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин [Текст] / Дунаев П.Ф. Леликов О.П. - М.: Высшая школа, 2005. С 447.
15. Шелофаст В.В. Основы проектирования машин. [Текст] / В.В. Шелофаст – М.: Изд-во АПМ, 2005.-472 С.
16. Сигаев Е.А. Соппротивление материалов. [Текст] / Е.А. Сигаев - Кемерово: Кузбассвуиздат, 2002. С 227.
17. Леонов О. А. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] / О. А. Леонов, В. В. Карпузов, Н. Ж. Шкаруба // - М.: Колос, 2009. –С 568.
18. Богатырев А.В. Тракторы и автомобили [Текст] / А.В Богатырев, В.Р. Лехтер // Учебник - М. Колос, 2008. С392.
19. Пучин Е.А. Технология ремонта машин [Текст] / Е.А. Пучин, О.Н. Дидманидзе, В.С. Новиков // учебник для вузов – Москва УМЦ «ТРИАДА».- Т.1, 2006.- С 348.
20. Черноиванов В.И. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве. [Текст] / В.И. Черноиванов В.В. Бледных, А.Э. Северный

и др. // Челябинск: ГОСНИТИ, ЧГАУ – изд. 2-ое перераб. и доп. – М.:, 2003 г. – С 992.

21. Яговкин А.И. Организация производства технического обслуживания и ремонта машин [Текст] / А.И. Яговкин. // учебн. пособие для студ. высш. учебн. заведений 2-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. - С 400.

22. Варнаков В.В. Технический сервис машин сельскохозяйственного назначения. [Текст] / В.В. Варнаков, В.В. Стрельцов, В.Н. Попов, В.Ф. Карпенков. // М.: Колос, 2000. С 256.

23. Курчаткин В.В. Оборудование ремонтных предприятий. [Текст] / В.В. Курчаткин, К.А. Ачкасов, Н.Ф. Тельнов, и др.; Под редакцией В.В. Курчаткина // М.: Колос, 1999. С 232.

24. Алексеев, В.П. Основы научных исследований и патентование [Электронный ресурс]: учебник / В.П. Алексеев, Д.В. Озеркин. — Электрон. дан. — М.: ТУСУР (Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники), 2012. — 172 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4938.

25. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности [Текст] / С.В.Белов, В.А.Девисилов, А.В.Ильницкая и др. // Учебник для вузов. Под общей ред. С.В.Белова. -8-е издание – М.: Высшая школа, 2009. С 616.

26. Девисилов В.А. Охрана труда: учебник [Текст] / В.А. Девясилов - 4-е издание перераб. и доп. // – М.: Форум, 2009. С 496.

27. Курдюмов В.И. Проектирование и расчет средств обеспечения безопасности [Текст] / В.И. Курдюмов, Б.И. Зотов. // М. Колос, 2005. С 216.

28. Кукин П.П. Безопасность жизнедеятельности. [Текст] / П.П.Кукин, В.Л.Лапин, Н.Л.Пономарев. // Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда. Учебное пособие для вузов. М.: Высшая школа, 2007. – С 335.

29. Хейфец А.Л. Инженерная 3Д-компьютерная графика [Текст] / А.Л. Хейфец, А. Н. Логиновский, И.В. Буторина, В.Н. Васильева // учебное пособие для бакалавров; под ред. А. Л. Хейфеца. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Изд-во Юрайт, 2011. – С 464.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Спецификации