

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервис

Направление «Агроинженерия»

Профиль «Технический сервис в агропромышленном комплексе»

Кафедра «Технический сервис»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

**Тема: «Проектирование технологического процесса ремонта подшипников
и втулок с/х техники с разработкой пресса для запрессовки и выпрессовки»**

Шифр ВКР 35.03.06.383.17 ПЗВ.00.00.00.ПЗ

Студент

Казаев Д.В

подпись

Ф.И.О.

Руководитель ст. преподаватель _____

Андреев Р.А

ученое звание

подпись

Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите

(протокол №___ от _____ 20__ г.)

Зав. кафедрой профессор _____ Адигамов Н.Р

ученое звание

подпись

Ф.И.О.

Казань – 2017г.

АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Казаева Д.В на тему:
**«Проектирование технологического процесса ремонта подшипников и
втулок с/х техники с разработкой пресса для запрессовки и выпрессовки».**

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

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

В первом разделе дан анализ видов, принцип работы и основные неисправности подшипников и втулок.

Во втором разделе определена закономерность износа и процент восстанавливаемых подшипников.

В третьем разделе предложена технология ремонта подшипников.

В четвертом разделе разработана конструкция пресса для запрессовки и выпрессовки.

В пятом разделе спроектированы мероприятия по безопасности при использовании конструкции и охране окружающей среды.

В шестом разделе подсчитаны экономическое обоснование пресса для запрессовки и выпрессовки.

В конце приведено заключение по выпускной квалификационной работе.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....

1 АНАЛИЗ ВИДОВ ПОДШИПНИКОВ И ВТУЛОК, НАЗНАЧЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ.....

1.1 Виды, назначение и обозначения подшипников

1.1.1 История возникновения

1.1.2 Подшипники качения

1.1.2.1	Преимущества подшипников качения
1.1.2.2	Минусы подшипников качения.....
1.1.3	Подшипники скольжения
1.1.3.1	Граничное трение скольжения.....
1.1.3.2	Газовое трение скольжения.....
1.1.3.3	Сухое трение скольжения
1.1.3.4	Классификация подшипников скольжения.....
1.1.3.5	Преимущества подшипников скольжения.....
1.1.3.6	Недостатки подшипников скольжения.....
1.1.3.7	Маркировка подшипников скольжения.....
1.1.3.8	Диаметры подшипников скольжения.....
1.2	Виды втулок.....
1.2.1	Виды втулок – по назначению.....
1.2.2	Виды втулок – по форме.....
1.3	Основные неисправности.....
1.3.1	Основные причины поломки.....
1.3.2	Негативные факторы, уменьшающие срок службы.....
1.3.3	Методы выявления неисправности.....

2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИЗНАШИВАНИЯ ПОДШИПНИКОВ.....

2.1	Обработка результатов микрометража деталей.....
2.1.1	Предварительные вычисления
2.1.2	Построение таблицы статистического ряда и статистических графиков.
2.1.3	Определение математического ожидания, среднеквадратического отклонения и коэффициента вариации.....
2.1.4	Подбор теоретического закона распределения и определение его параметров.....
2.1.5	Построение теоретических графиков функции распределения и плотности распределения износа.....
2.1.6	Проверка соответствия принятого теоретического закона статистическим данным.....
2.1.7	Анализ кривых и определение процента подшипников, подлежащих восстановлению.....

3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

ВОССТАНОВЛЕНИЯ.....

3.1	Ремонт подшипников скольжения.....
3.2	Восстановление подшипников качения
3.3	Разработка технологического процесса восстановления корпуса подшипника.....
3.3.1	Выбор рационального способа восстановления корпуса подшипника...
3.3.2	Расчет и выбор параметров и режимов нанесения покрытия.....
3.3.3	Определение норм времени выполнения операций.....

4 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПРЕССА ДЛЯ ЗАПРЕССОВКИ И ВЫПРЕССОВКИ.....

4.1 Обоснование выбранной конструкции.....

4.2 Устройство и принцип работы разрабатываемой конструкции пресса..

4.3 Расчеты разрабатываемой конструкции.....

4.3.1 Расчет болта крепления педали.....

4.3.2 Расчет параметров гладкого цилиндрического соединения.....

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....

5.1 Организация безопасной эксплуатации разработанного пресса.....

5.2 Разработка инструкции по безопасности труда слесаря при работе на прессе для запрессовки и выпрессовки.....

5.2.1 Общие требования безопасности.....

5.2.2 Требования безопасности перед началом работы.....

5.2.3 Требования безопасности во время работы.....

5.2.4 Требования безопасности в аварийных ситуациях.....

5.2.5 Требования безопасности по окончании работ.....

5.3 Охрана окружающей среды.....

6 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБАТЫВАЕМОЙ КОНСТРУКЦИИ

6.1 Определение затрат на изготовление.....

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....

СПЕЦИФИКАЦИИ

ВВЕДЕНИЕ

Затраты на техническое обслуживание и ремонт машин на предприятиях сельского хозяйства и станциях технического обслуживания остаются еще достаточно высокими. При этом большое число автомобилей эксплуатируется с неисправностями и значительными отклонениями регулировочных параметров технического состояния агрегатов и механизмов от оптимальных, остается высокой и доля дорожно-транспортных происшествий, вызванных неисправностями и отказами автомобилей, по большому числу автомобилей наблюдается повышенный расход топлива и запасных частей. Кроме того, в капитальный ремонт направляются автомобили с невыработанным до 30 % и более ресурсом, а качество их ремонта остается на низком уровне. Так, ресурс капитально отремонтированного автомобиля в четыре раза ниже ресурса нового, а ресурс капитально отремонтированного двигателя этого автомобиля составляет примерно 30—35 % от ресурса нового.

К основным факторам, определяющим такое неудовлетворительное состояние дел, относят несоблюдение требований существующей системы технической эксплуатации автомобилей на всех стадиях их существования: от разработки до списания, а также недостаточный уровень контролепригодности (приспособленности) автомобилей к техническому диагностированию.

Снижению отрицательных факторов, влияющих на качество ТО и ремонт автомобилей, способствует широкое внедрение современных методов и средств технического диагностирования и ремонта. Практика показывает, что

на с/х предприятиях, где используются технические инновации, выше коэффициенты готовности автомобильного парка, меньше аварийных ремонтов, выше технологическая дисциплина ТО и ремонта и соответственно существенно ниже стоимость и трудоемкость их проведения, расход топлива и запасных частей. Высокий положительный эффект от внедрения современных процессов восстановления деталей наблюдается и на сельскохозяйственных ремонтных предприятиях.

Применение современных способов восстановления деталей автомобилей и их отдельных агрегатов направлено в целом на решение одной очень важной задачи, на увеличение остаточного ресурса или вероятности безотказной работы на задаваемых интервалах наработки (пробега). Поэтому целью данной выпускной работы являлась научно обоснованная организации технологического процесса ремонта, с разработкой современных способов восстановления деталей с/х техники и разработкой мероприятий по охране труда и окружающей среды.

1 АНАЛИЗ ВИДОВ ПОДШИПНИКОВ И ВТУЛОК, НАЗНАЧЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ

1.1 Виды, назначение и обозначения подшипников

Обозначения подшипников сегодня крайне активно используются в различных сферах современного производства, ведь это абсолютно незаменимая деталь, которая сегодня применяется в преимущественном большинстве самых разнообразных механизмов и узлов.

На сегодняшний день их повсеместно используют во всем, начиная от миниатюрной техники бытового назначения и заканчивая огромными

механизмами, использующимися в промышленном производственном оборудовании. Ни одно современное предприятие, промышленный комплекс или же производственное объединение не может не использовать те или иные обозначения подшипников и сами изделия, которые при этом имеют ограниченный срок службы, и единственной причиной такого явления является то, что им просто нет какой-то конкретной альтернативы.

В связи с этим бесперебойность и активность работы различных предприятий, а значит, и их экономическая эффективность непосредственно зависят от того, насколько своевременно поставляются и ставятся такие изделия в случае их износа.

1.1.1 История возникновения

Не все правильно понимают старую поговорку, говорящую о том, что все новое представляет собой просто давно забытое старое. Это бессмертное высказывание вполне подходит практически под любые современные технологии, и в частности, это касается подшипника, несмотря на то, что с тех времен, как появились первые обозначения подшипников, прошел уже огромный эволюционный путь, и изначально такие изделия выглядели далеко не так, как их сегодня представляют многие. Если совсем глубоко окунаться в историю, то начать стоит с 3500 года до н.э., когда жители Древнего Египта использовали, хоть и достаточно примитивные, но в то же время для своего времени крайне эффективные опорные подшипники, в которых, правда, на тот момент еще не использовались шарики.

Приблизительно в 700-м году до н.э. кельты уже прекрасно знали и достаточно активно использовали изделия, которые в наше время обозначения подшипников именуют как цилиндрические устройства качения.

Следующий шаг – 330 год до н.э., в котором один из известнейших инженеров Древней Греции Диад смог создать полноценную осадную машину, одним из основных элементов которой были достаточно примитивные подшипники. Данная машина представляла собой

полноценный массивный таран, который мог без труда передвигаться при помощи роликовых направляющих. Именно так на практике был показан принцип, который несет в себе любой шариковый подшипник качения, то есть трение скольжения получилось заменить трением качения, благодаря чему машина смогла без труда выполнять поставленные перед ней задачи, используя гораздо меньше силы.

В 1490 году Леонардо да Винчи изобрел первый в мире чертеж подшипника качения. Стоит отметить тот факт, что данное изобретение вызвало самый настоящий фурор в кругах специалистов, но на самом деле с течением времени многие поняли, что на тот момент такому изделию просто не находилось практического применения.

В 1794 году произошло первое патентование подшипника качения, который является аналогом современного устройства. К сожалению, использованию этого образца на практике тоже не суждено было состояться, потому что для того, чтобы полноценно реализовать данную идею, нужно было иметь другие технические возможности, так как использование ручной полировки не позволяло добиться соответствующих результатов.

В 1839 году ученый из Америки по имени Исаак Бэббит изобретает специализированный сплав, с помощью которого начали производиться шарики, которые дальше включал в свой состав полноценный роликовый подшипник качения. Данный сплав включал в свой состав медь, сурьму, свинец и олово. Далее произошёл настоящий прорыв в области обоснованных с технической точки зрения конструкций подшипника, и преимущественное большинство из них, естественно, было запатентовано.

В 1853 году Филлип Мориц Фишер конструирует первый в истории педальный велосипед, механизмы которого содержали в себе специализированный роликовый подшипник.

Последним действительно значимым для запуска повсеместного распространения и использования таких изделий событием стало то, что

Фридрих Фишер создал в 1883 году машину, при помощи которой осуществлялось шлифование шариков, изготовленных из закаленной стали.

При этом стоит отметить тот факт, что данная машина позволяла получить такой высокий уровень шлифования, который ранее был просто недостижим. За счет создания данной машины появился знаменитый на весь мир швейнфуртский подшипниковый завод, а в дальнейшем подобные изделия уже начали применяться практически повсеместно.

С тех пор непрерывно осуществлялось совершенствование технологий огромными темпами – закупалось более точное оборудование, начал проставляться номер подшипника, разрабатываться определенные стандарты производства. В конце концов, мы видим знакомое многим изделия, без которого в наши дни практически невозможно представить себе современное производство.

Самыми востребованными и популярными в наше время можно назвать подшипники скольжения и качения, поэтому разберем именно их использование.

1.1.2 Подшипники качения

Основным принципом данного подшипника является применение силы трения качения. Такое изделие имеет конструкцию, которая состоит из двух металлических колец с желобом, между которыми размещаются ролики, иглы или шарики, фиксирующиеся внутри сепаратора, размещенного между кольцами. Стоит отметить, что можно найти не один номер подшипника, предусматривающий возможность отсутствия сепаратора в его конструкции.

Современные подшипники качения принято классифицировать по нескольким основным признакам: Вид тел, которые используются для обеспечения того самого качения – роликовый/иглольчатый или же шариковый подшипник; Тип возможной нагрузки – линейные, упорные, радиальные, радиально-упорные и шариковые винтовые передачи.

Общее количество используемых элементов – от однорядных до многорядных. Возможность обеспечения компенсации того, что в

конструкции отсутствует соосность втулки и вала —
несамоустанавливающиеся и самоустанавливающиеся.

1.1.2.1 Преимущества подшипников качения

Существует целый ряд достоинств, которыми выгодно отличаются такие подшипники. ГОСТ устанавливает достаточно жесткие нормы производства таких изделий, соответствие которым должно обеспечивать следующие преимущества: Предельно высокий КДА, который обеспечивается за счет достижения минимальных потерь из-за трения. В разы, а в некоторых случаях даже в десятки раз уменьшенный момент трения по сравнению с подшипниками скольжения.

Полное отсутствие какой-либо потребности в применении дорогостоящих цветных металлов, без которых не могли бы эффективно использоваться подшипники скольжения, что крайне положительно сказывается на изначальной себестоимости и, соответственно, конечной цене, которую имеют такие подшипники.

ГОСТ при этом достаточно четко указывает требования к их производству, поэтому не приходится беспокоиться о том, что за меньшие деньги вы получите не столь качественное изделие. Возможность изготовления подшипников практически любых интересующих вас габаритов по направлению к оси, благодаря чему диапазон их применения значительно расширяется. Великолепные эксплуатационные параметры, а также полная неприхотливость в обслуживании в комбинации с относительной простотой замены. Предельно низкий расход смазки.

Достаточно низкая стоимость, что представляет собой следствие слишком большой массовости производства таких изделий, а также количества используемых материалов. Довольно высокая степень взаимозаменяемости, что также положительно сказывается на общей простоте и величине скорости ремонта различного оборудования и машин.

1.1.2.2 Минусы подшипников качения

При этом нельзя не сказать о том, что даже обозначение импортных подшипников такого типа предусматривает наличие у них определенных недостатков, а именно: Относительно небольшой диапазон применения. В преимущественном большинстве случаев, если разбирать обозначения подшипников, расшифровка их характеристик четко указывает на их полную непригодность для применения в оборудовании, работающем на сверхвысоких скоростях и с большими вибрационными и ударными нагрузками, так как все это подобным изделиям неподвластно. Довольно большая масса и габариты в радиальном направлении. Отсутствие возможности создания полностью бесшумных подшипников из-за погрешности форм. Достаточно сложная установка всевозможных подшипниковых узлов. Нужно крайне внимательно относиться к тому, чтобы максимально точно устанавливать такие изделия, о чем свидетельствуют обозначения подшипников. Расшифровка основных параметров и практических примеров их использования говорит о том, что даже небольшие неточности в конечном итоге могут привести к выведению из строя всего узла. В процессе изготовления маленьких партий подшипников с нестандартными типоразмерами их стоимость увеличивается довольно сильно.

1.1.3 Подшипники скольжения

Обозначение подшипников по ГОСТ говорит о том, что устройства скольжения представляют собой корпус с отверстием, внутри которого находится смазочное приспособление и специализированная втулка, изготовленная из антифрикционного материала. Вращение вала осуществляется за счет зазора, предусмотренного между ним и отверстием.

Стоит отметить тот факт, что расчету данного зазора уделяется особенное внимание, так как в противном случае просто не удастся

обеспечить действительно эффективную работу данного изделия. Именно поэтому обозначение подшипников SKF и других крупнейших мировых производителей, как минимум, позволяет быть уверенным в том, что их характеристики соответствуют изделиям высокого уровня и не дадут сомневаться в эффективности применяемых изделий. Трение скольжения в подобных изделиях разделяется на несколько основных категорий.

1.1.3.1 Граничное трение скольжения

Смазочный материал покрывает изделие тонкой пленкой, в то время как подшипник с валом соприкасается на полную или же просто затрагивает участки на большой протяженности.

Жидкостное.

За счет применения слоя достаточно жидкой смазки исключается непосредственное непрерывное соприкосновение поверхностей подшипника и вала. Такой контакт может или полностью отсутствовать или же быть непостоянным в определенных участках.

1.1.3.2 Газовое трение скольжения

За счет присутствия газовой прослойки между изделием и валом полностью исключается возможность их непосредственного соприкосновения.

1.1.3.3 Сухое трение скольжения

Смазка не используется в принципе, а валы при этом полностью покрывают диаметры подшипников или же те ложатся на участки значительной протяженности. В зависимости от типа используемого изделия может использоваться пластичная, жидкая, газообразная или же твердая смазка.

1.1.3.4 Классификация подшипников скольжения

Классификация таких изделий осуществляется в зависимости от следующих признаков: Форма отверстия – одноповерхностные или многоповерхностные; со смещенным центром или без смещения; со смещенной поверхностью или без смещения. Направления возникающей нагрузки – осевые, радиальные или же радиально-упорные. Количество используемых масляных клапанов – один или два и более. Конструкция – разъемные, неразъемные или же встроенные. Регулируемость – возможность регулировки или же ее отсутствие.

1.1.3.5 Преимущества подшипников скольжения

Если говорить об основных достоинствах таких изделий, всего их можно выделить несколько: Крайне широкий диапазон возможных сфер применения за счет того, что подшипники могут нормально работать даже на больших ударных и вибрационных нагрузках или же при достаточно высокой скорости. Достаточно высокая степень экономичности, если используется вал с большим диаметром. Возможность использования в виде разъемного подшипника. Возможность обеспечения регулировки зазора, благодаря чему может устанавливаться ось вала с предельной точностью.

1.1.3.6 Недостатки подшипников скольжения

При этом, естественно, у таких изделий есть и некоторые минусы: В отличие от того, как указывается обозначение подшипников качения, здесь не самый высокий КПД, так как присутствуют довольно существенные потери от трения. Нет возможности обеспечения нормальной работы без регулярного смазывания. Неравномерный износ цапфы и самого изделия. Достаточно высокая себестоимость из-за необходимости регулярного применения цветных металлов в процессе производства. Огромная трудоемкость в изготовлении.

1.1.3.7 Маркировка подшипников скольжения

Все изделия, которые изготавливаются на территории России, должны в обязательном порядке маркироваться производителями, причем устанавливается обозначение подшипников по ГОСТ. В маркировку любого

современного подшипника входит семь цифр главного обозначения, а также несколько дополнительных знаков, которые располагаются слева или же справа от основного обозначения. При этом стоит отметить тот факт, что от основного дополнительная маркировка слева всегда должна отделяться дефисом, в то время как справа находится буквенное обозначение подшипников. При этом знаки в любом случае должны читаться только слева направо. Левые знаки, которые включает в себя обозначение подшипников на чертеже, содержат в себе следующее: момент трения; категорию изделия; класс точности; группу радиального зазора. Справа же указывается следующее: конструктивные изменения; материал, использующийся в процессе изготовления данных деталей; смазочный материал; температура отпуска; основные требования к обеспечению определенного уровня вибрации.

1.1.3.8 Диаметры подшипников скольжения

Если речь идет об обозначении диаметров, размер которых составляет не более 10 мм, то в таком случае рассматривается значение номинального диаметра, и единственным исключением здесь являются подшипники, имеющие отверстия с диаметром в диапазоне 0.6-2.5 мм, обозначение которых осуществляется дробным числом. В остальных ситуациях, если диаметр имеет дробное значение, то в таком случае обозначение будет иметь округленное до целого, в то время как на втором месте в обозначении данного изделия ставится цифра «5». Подшипники, диаметр отверстия которых составляет 10, 12, 15 или же 17 мм, в своем обозначении диаметра имеют числа 00, 01, 02 или же 03 соответственно. Если же это отверстие, размер которого находится в диапазоне от 10 до 19 мм, но при этом не входит в перечисленный выше список, то в таком случае изделие обозначается ближайшим числом из вышеперечисленного, а в третьей позиции маркировки ставится цифра «9». Если диаметр отверстия составляет 22, 28, 32 или же 500 мм, то в таком случае им указываются дробные значения. К примеру, изделие с диаметром 22 мм может иметь обозначение

«602/22». Если диаметр отверстия имеет целое или дробное число, не кратное пяти, то в таком случае они обозначаются в виде округленных до целого числа частных от деления настоящего диаметра на 5. При этом основное обозначение таких изделий включает в себя на третьем месте цифру «9».

Внутренний диаметр подшипников, имеющий отверстие более 500 мм, имеет обозначение, которое полностью совпадает с указанным значением диаметра отверстия, рассчитанного в миллиметрах. Помимо всего прочего, указывается размерная серия подшипника, которая включает в себя сочетание серий ширин и диаметров для определения точных габаритов.

1.2 Виды втулок

Втулка представляет собой изделие, которое используется для снижения трения между вращающимися деталями различных агрегатов и узлов, а также для более легкой их сборки и разборки. **Отличительной чертой** любых видов втулок является осевое отверстие, в которое вставляются иные детали. Без этого элемента конструкции не сможет функционировать практически ни один более или менее сложный современный механический аппарат, будь то автомобиль, станок, прокатный стан и так далее. В любых машинах или механизмах не имеется незначительных деталей. Ремонт гидравлического домкрата небольших размеров или ремонт карьерной техники огромной массы и габаритов может быть вызван изношенностью одной маленькой втулки.

1.2.1 Виды втулок – по назначению



Данные изделия отличаются своим многообразием, что в свою очередь определяется их повсеместным использованием. Трудно найти сферу

человеческой деятельности, где они не применяются. Втулки квалифицируют по **многим признакам**, но основные – назначение и форма. Данные детали в зависимости от своего предназначения делятся на следующие виды втулок:

- подшипниковые-скольжения;
- закрепительные;
- переходные и другие.

Наиболее востребованы подшипниковые втулки. Обычно во внутреннее отверстие данной детали устанавливается ось или цапфа. Переходные втулки очень часто применяются во время работы на токарных, сверлильных и фрезерных станках. Закрепительные втулки главным образом применяются для фиксации подшипников в тех местах, на которые они устанавливаются.

1.2.2 Виды втулок – по форме

Еще одним признаком, по которому квалифицируют втулки, является их форма. По этому признаку они делятся на следующие виды:

- конические;
- цилиндрические;
- резьбовые;
- разрезные;
- составные и другие.

Самыми востребованными, а, следовательно, и наиболее изготавливаемыми видами втулок являются цилиндрические и конические. Именно данные виды втулок составляют примерно 90% рынка этих изделий. Резьбовые втулки применяются в таком оборудовании, где детали должны очень плотно прилегать к другим элементам, образуя прочные связи.

1.3 Основные неисправности

Замена подшипников не всегда связана с поломкой. Часто необходимость замены возникает при естественном износе.

Преждевременный выход из строя происходит при неправильной подаче масла и неправильного обращения. Опасность представляет окалина, песок, металлическая стружка, попавшие в смазку. Поломка является следствием неправильного обращения и перебоев в подаче смазки. Особенно опасно попадание в смазку окалина, металлической стружки или песка. Это приводит к быстрой изнашиваемости рабочих поверхностей подшипника и нарушению его работоспособности. Замена по причине поломки требуется при высоких нагрузках, плохих уплотнениях, недостаточном рабочем зазоре, перегреве, расплавлении деталей подшипника и образованию трещин. Для многоопорных валов характерной причиной поломки служит нарушения в соосности опор, шеек вала. Причиной поломки может стать пропуск через подшипник электротока.

1.3.1 Основные причины поломки

Чаще всего, причины связаны с нарушениями правил эксплуатации и их последствиями. Своевременное выявление истинной причины поломки позволит избежать проблем с работой подшипников в дальнейшем.

Распространенные причины неисправности:

1. Недостаточная смазка и быстрый разогрев. Запуск подшипникового узла происходит с недостаточной подачей масла. Определить причину визуально можно при осмотре – поверхности отполированы до блеска, изношены, после запуска обретают голубовато-коричневый оттенок. Проблема может быть устранена при достаточной смазке и своевременной проверке уплотнений.

2. Кольцо подшипника проворачивается относительно корпуса или вала. Появляются механические задиры на внешней поверхности, меняется окраска. Решение проблемы – в увеличении натяжки до уровня, препятствующего перемещению в посадке.

3. Попадание воды, иных коррозионных веществ, приводящее к образованию раковин на поверхности. Визуально определить коррозию можно по наличию серо-черных полосок поперек дорожек качения. Решение проблемы – в проверке состояния уплотнений и применению смазки с высокими антикоррозионными характеристиками.

4. Посадка с зазором, наличие погрешностей в форме посадочных мест вызывает контактную коррозию. Визуально фреттинг-коррозия проявляется образованием ржавчины на поверхности колец, имеются выраженные следы качения. Вопрос решается безупречными условиями посадки.

5. Установка на неплоском основании приводит к отклонению от круглой посадочной поверхности. Происходит выкрашивание на диаметрально противоположных участках колец, имеются явные следы качения. Для устранения проблемы потребуется изготовление нового вала или корпуса.

6. Неправильное обращение, удары по кольцу, появление механических повреждений (трещин и сколов).

Причины поломки могут быть в неправильной конструкции подшипникового узла, неравномерному распределению нагрузки, в повышенной кромочной нагрузке, несочетаемости материалов, из которых изготовлены подшипники и вал и др.

1.3.2 Негативные факторы, уменьшающие срок службы

Длительность эксплуатации может быть уменьшена из-за недостаточного смазывания, некачественной смазки в узлах, после перегрева, нарушения уплотнения и попадание чужеродных веществ и частиц. Распознать первые симптомы усталости можно при высокой частоте его вращения, высоких нагрузках и проблемах со смазкой. Естественная усталость возникает при переменных напряжениях сдвига подповерхностных слоев дорожек качения. Образующиеся трещины распространяются далее в направлении к поверхности, происходит скалывание материала детали. Подшипник скорее выйдет из строя при ухудшении условий работы – снижении качества смазки, смене сорта смазочных материалов, изменении условий работы системы смазывания, повышению частоты вращения и нагрузки на подшипник. Он будет дольше работать, если будут соблюдены нормы нагрузки, качества и количества смазочного материала, защита от попадания абразивных веществ и агрессивной среды воздействия. В качестве превентивной меры производят замену, не дожидаясь полного разрушения, при выявлении в работе усиливающейся вибрации и шума.

1.3.3 Методы выявления неисправности

Замер уровня вибрации и наблюдение за уровнем шума позволяет обнаружить износ на ранних стадиях. Вибромониторинг специальными приборами учета определяет степень износа и диагностирует необходимость замены. Сигналом к предстоящему выходу из строя ступичных подшипников служит появление низкочастотного шума в области колес. Со временем шум становится сильнее и спустя некоторое время превращается в гул. Можно самостоятельно диагностировать поломку ступичных подшипников, достаточно понаблюдать за шумом, появляющимся на скорости около 40

км/ч. При повороте в противоположную от неисправности сторону, нагрузка становится больше, и шум возрастает. Поворот в сторону негодного подшипника уменьшит нагрузку, гул станет тише. Подшипник ступицы переднего колеса повреждается чаще. Причина в том, что сильные удары колеса о дорожные препятствия вызывают разрушение сепаратора. Еще один вариант диагностики — прокрутка поднятого колеса и проверка люфта. Вращение колеса с неисправной деталью приведет к появлению шума и люфта колеса.

2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИЗНАШИВАНИЯ ПОДШИПНИКОВ

2.1 Обработка результатов микрометража деталей

2.1.1 Предварительные вычисления

В результате измерения партии подшипников в сечении наибольшего износа получены следующие значения износа в мм, которые расположены в порядке возрастания: 0,03; 0,05; 0,06; 0,06; 0,07; 0,08; 0,08; 0,10; 0,10; 0,11; 0,11; 0,13; 0,14; 0,14; 0,14; 0,14; 0,15; 0,15; 0,16; 0,17; 0,18; 0,20; 0,20; 0,21; 0,21; 0,22; 0,23; 0,23; 0,26; 0,27; 0,27; 0,30; 0,31; 0,35; 0,36; 0,39; 0,42. Всего 37 замеров.

Определяем зону рассеивания:

$$S = h_{\max} - h_{\min}, \quad (2.1)$$

где $h_{\max}$ - максимальный износ, мм;

$h_{\min}$ - минимальный износ, мм;

$$S = 0,42 - 0,03 = 0,39 \text{ мм}$$

Определяем число разрядов по формуле []:

$$K = \sqrt{37} = 6 \quad (2.2)$$

Определяем длину разряда по формуле[]:

$$\ell = \frac{0,39}{6} = 0,065 \text{ мм}$$

В нашем случае имеет смысл принять $c=0,02$ мм. Начало первого разряда принимаем равным величине сдвига, т.е. $a_1=c=0,02$ мм. В соответствии с формулой принимаем $v_k=0,44$ мм.

Тогда длина разряда в соответствии с формулой будет равна:

$$\ell = \frac{0,44 - 0,02}{6} = 0,07 \text{ мм.}$$

2.1.2 Построение таблицы статистического ряда и статистических графиков

Строим статистический ряд в виде таблицы 2.1.

Таблица 2.1 - Статистический ряд износа распределительного вала

i	разряды		h_i	ℓ_i	m_i	$\phi_i = \frac{m_i}{n}$	f_i	F_i
	a_i	b_i						
1	0,02	0,09	0,055	0,07	7	0,189	2,7	0,189
2	0,09	0,16	0,125	0,07	12	0,324	4,628	0,513

3	0,16	0,23	0,195	0,07	9	0,243	3,471	0,756
4	0,23	0,3	0,265	0,07	4	0,108	1,542	0,864
5	0,3	0,37	0,335	0,07	3	0,081	1,557	0,945
6	0,37	0,44	0,405	0,07	2	0,054	0,771	1,0

Здесь a_i – начало i -го разряда;

b_i – конец i -го разряда, мм;

h_i – середина i -го разряда, мм;

ℓ_i – длина i -го разряда, мм;

m_i – частота или количество событий в i -ом разряде, мм;

$q_i = \frac{m_i}{n}$ – частость или статистическая вероятность попадания в i -й разряд;

$f_i = \frac{q_i}{\ell_i}$ – статистическая плотность распределения износа в i -ом разряде,

мм⁻¹;

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

2.1.3 Определение математического ожидания, среднеквадратического отклонения и коэффициента вариации

Статистическую оценку математического ожидания $\bar{x}$ и среднеквадратического отклонения σ определяем по формулам:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k h_i m_i, \quad (2.3)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^k (h_i - \bar{x})^2 m_i}. \quad (2.4)$$

Расчеты сведены в таблицу 2.2.

Таблица 2.2- К расчету $\bar{x}$ и σ

i	h_i	m_i	$h_i m_i$	$(h_i - \bar{x})^2 m_i$
1	0,055	7	0,385	0,102
2	0,125	12	1,5	0,03
3	0,195	9	1,755	0,003
4	0,265	4	1,06	0,031
5	0,335	3	1,005	0,075
6	0,405	2	0,81	0,104

$\Sigma = 6,515$

$\Sigma = 0,345$

$$\bar{x} = \frac{6,515}{37} = 0,176 \text{ мм}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{37-1} \cdot 0,345} = 0,097 \text{ мм}$$

Определяем коэффициент вариации по формуле []:

$$V = \frac{0,097}{0,176 - 0,02} = 0,63 \quad (2.5)$$

2.1.4 Подбор теоретического закона распределения и определение его параметров

Таким образом, мы выдвигаем гипотезу о том, что в нашем случае величина износа детали подчиняется закону распределения Вейбулла.

$$f(h) = \frac{\vartheta}{a} \left(\frac{h-c}{a} \right)^{\vartheta-1} e^{-\left(\frac{h-c}{a} \right)^{\vartheta}}, \quad (2.6)$$

$$F(h) = 1 - e^{-\left(\frac{h-c}{a} \right)^{\vartheta}} \quad (2.7)$$

где h - величина износа детали, мм;

a, ϑ, c - параметры закона распределения.

Параметр сдвига $c=0,02$ мм – определен ранее.

При $V=0,63$ $\vartheta=1,64$ и $c_{\vartheta}=0,56$.

Далее находим значение параметра a по формуле []:

$$a = \frac{\sigma}{c_{\vartheta}}. \quad (2.8)$$

В нашем случае $a = \frac{0,097}{0,56} = 0,173$ мм.

Итак, принимаем $a=0,173$; $\nu=1,64$; $c=0,02$.

Тогда предполагаемый теоретический закон примет вид:

$$f(h) = \frac{1,64}{0,173} \left(\frac{h-0,02}{0,173} \right)^{0,64} e^{-\left(\frac{h-0,02}{0,173} \right)^{1,64}}, \quad (2.9)$$

$$F(h) = 1 - e^{-\left(\frac{h-0,02}{0,173} \right)^{1,64}}, \quad (2.10)$$

2.1.5 Построение теоретических графиков функции распределения и плотности распределения износа

Для построения теоретических графиков произведем расчеты по формулам. Расчеты сведем в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 - К расчету $F(h)$ и $f(h)$

h	0,02	0,09	0,16	0,23	0,3	0,37	0,44
F(h)	0	0,035 5	0,639	0,829	0,930	0,955	0,986
f(h)	0	4,22	4,08	2,909	1,418	0,595	0

Теоретические кривые для наглядности накладывают на статистические графики.

2.1.6 Проверка соответствия принятого теоретического закона статистическим данным

По формуле определяем меру расхождения χ^2 . Расчеты сведем в таблицу 2.4.

Значение q_i вычисляем по формуле, а значение $F(v_i)$ и $F(a_i)$ берем из таблицы 2.3.

Таблица 2.4 - К расчету χ^2

i	m_i	q_i	nq_i	$\frac{(m_i - nq_i)^2}{nq_i}$
1	7	0,355	13,135	2,865
2	12	0,284	10,508	0,214
3	9	0,19	7,03	0,552
4	4	0,101	3,737	0,018
5	3	0,045	1,665	1,07
6	2	0,011	0,407	0,897

$\Sigma=5,6$

2.1.7 Анализ кривых и определение процента подшипников, подлежащих восстановлению

Для этого нужно найти максимально допустимый размер подшипника, при котором еще возможна обработка:

$$D_{\max} = D_p - (\alpha_p + \alpha_x), \text{ мм}$$

где D_p - размер подшипника, мм;

α_p - припуск на обработку, мм;

α_x - припуск на шлифование, мм.

Максимально допустимый износ подшипника при этом составит []:

$$h_{\max} = D_{\max} - D_n, \text{ мм}, \quad (2.11)$$

где D_n - номинальный диаметр, мм.

Вероятность того, что величина износа не превысит значение $h_{\max}$, и есть не что иное как доля подшипников, подлежащих обработке:

$$P(h(h_{\max})) = F(h_{\max}) = 1 - e^{-\left(\frac{h_{\max} - c}{a}\right)^6}. \quad (2.12)$$

В нашем случае $D_n = 90$ мм; $D_p = 90,5$ мм; $\alpha_p = 0,1$ мм; $\alpha_x = 0,05$ мм.

Тогда $D_{\max} = 90,5 - (0,1 + 0,05) = 90,35$ мм;

$$h_{\max} = 90,35 - 90 = 0,35 \text{ мм};$$

$$F(0,35) = 1 - e^{-\left(\frac{0,35 - 0,02}{0,173}\right)^{1,64}} = 0,95.$$

Итак, 95% подшипников можно обработать, так как их износ не превышает 0,35 мм, 1% подшипников с износом более 0,35 мм выбраковываются.

3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ

3.1 Ремонт подшипников скольжения

Основными дефектами подшипников скольжения являются: износ и искажение формы рабочих поверхностей; отслоение, выкрошивание или частичное выплавление баббита; риски, увеличенные зазоры, сколы, трещины, раковины на поверхностях скольжения; искажение профиля смазочных канавок; отсутствие запаса на регулирование в подшипниках с регулируемым зазором; износ торцов вкладышей; нарушение крепления втулок и вкладышей; поломка деталей корпуса и крышки, срыв резьбы, засорение и повреждение маслоподводящих отверстий и трубопроводов.

Следствием износа рабочих поверхностей подшипника является увеличение зазора, появление овальности, конусо- и бочкообразности. Величину зазора определяют щупом, а для разъемных подшипников также с помощью двух-трех свинцовых проволочек или пластинок, закладываемых между валом и вкладышем в разобранный подшипник. Размер отверстия для сравнения его с диаметром вала и

определения таким образом зазора, а также погрешность формы отверстия устанавливают микрометрическим или индикаторным нутромером.

В неразъемных нерегулируемых подшипниках скольжения при износе втулку заменяют либо ремонтируют. Новую втулку изготавливают с наружным диаметром под запрессовку в корпус и припуском по внутреннему диаметру под последующую развертку или растачивание до нужного размера.

Запрессовывают втулку прессами, винтовыми приспособлениями или вручную молотком. Чтобы избежать перекоса и деформации втулки при запрессовке, применяют оправку или направляющие кольца. Запрессованную в корпус втулку стопорят от проворота и осевого смещения с помощью винтов или штифтов, а затем развертывают или растачивают до нужного размера.

Развертка или растачивание втулки с последующим шабрением под ремонтный размер при увеличении диаметра вала наращиванием.

Уменьшение внутреннего диаметра втулки осадкой с последующим развертыванием. Биметаллические втулки перезаливают баббитом в следующем порядке: сначала нагревают втулки до температуры плавления баббита, слив расплавленного металла, очищение втулки от остатков баббита и грязи, обезжиривание поверхности погружением в нагретый до 70-80 °С раствор каустической соды, промывка в горячей воде, лужение внутренней поверхности припоем ПОС-30 или ПОС-50 и немедленная заливка (в том числе и центробежная) баббитом, нагретым до температуры заливки, с установкой внутрь втулки стержня из листовой стали, трубы или дерева. температура плавления и заливки баббита различных марок

Уменьшение внутреннего диаметра втулки вырезанием сектора и сжатием втулки, запаивание шва, наращивание металлизацией или наплавкой наружной поверхности, ее обработка, растачивание и шабрение внутренней поверхности.

При ослаблении посадки втулки в корпусе наружный диаметр ее

увеличивается осадкой, металлизацией или электролитическим наращиванием.

В разъемных регулируемых подшипниках вкладыши при больших износах (толщина оставшейся регулировочной прокладки менее 0,5 мм) заменяют новыми или восстанавливают заливкой.

Порядок изготовления вкладыша следующий: изготовление втулки, разрезание ее на две половины; припиливание плоскостей разъема по плите; сборка вкладыша из двух половин с прокладками и фиксация паянием; окончательная обработка наружной и внутренней цилиндрических поверхностей вкладыша; разъединение половин; шабрение плоскостей разъема до 4-6 пятен; шабрение наружной цилиндрической поверхности нижнего вкладыша по корпусу, а верхнего - по крышке при условии их посадки в корпус и крышку с небольшим натягом; разметка отверстия в нижнем вкладыше под штифт, предохраняющий от проворачивания, по бумажному шаблону, обжимаемому по корпусу; сверление несквозного отверстия под штифт; сверление по крышке смазочного отверстия в верхнем вкладыше; разметка смазочной канавки; вырубание крейцмейселем с закругленной режущей кромкой и обработка напильниками смазочной канавки; пришабривание внутренней цилиндрической поверхности вкладыша по шейке вала или шпинделя.

При небольших износах и увеличении зазора в разъемных регулируемых подшипниках убирают (или заменяют) нужную прокладку из комплекта, а правильность геометрической формы отверстия восстанавливают шабрением трехгранными или специальными шаберами. Порядок работ при этом следующий: проверка по краске и с помощью щупа, а при необходимости пригонка наружной цилиндрической поверхности и буртиков к корпусу и крышке; зачистка смазочных канавок и холодильников; предварительное шабрение нижнего вкладыша по шейке вала или шпинделя с установкой в корпусе или специальном приспособлении (рекомендуется одновременное шабрение нижних вкладышей переднего и заднего

подшипников); предварительное шабрение верхнего вкладыша по шейке вала или шпинделя; окончательное шабрение нижнего и верхнего вкладышей до получения нужного числа пятен при условии равномерного их расположения и покрытия не менее 75% поверхности; затягивание гаек подшипника динамометрическим ключом с постоянным усилием крест-накрест, начиная со среднего подшипника (при его наличии); проверка легкости проворота шпинделя от руки; проверка масляного зазора щупом или свинцовыми проволочками; при недостаточном зазоре его увеличивают шабрением поверхности; проверка нутромером овальности и конусности отверстия вкладыша; проверка индикатором биений вала, установленного в отремонтированном подшипнике.

Неразъемные регулируемые подшипники с внутренним конусом при износе и искажении формы ремонтируют подтяжкой втулки с помощью установочных гаек и шабрением внутренней поверхности втулки по шейке вала. Окончательное шабрение производят без краски - «на блеск». При использовании всей резьбы втулку заменяют новой или наращивают по внутренней поверхности с последующим растачиванием и пригонкой по шейке вала.

Неразъемные регулируемые подшипники с наружным конусом при износе ремонтируются сжатием втулки при ее осевом перемещении с помощью установочных гаек и шабрением по шейке вала. При использовании всей резьбы для гайки наружная поверхность втулки может быть наращена металлизацией или наплавкой с последующей обработкой.

Для всех типов подшипников при ремонте должны тщательно прочищаться, проверяться и при необходимости восстанавливаться смазочные отверстия и канавки.

3.2 Восстановление подшипников качения

Заводское восстановление подшипников позволяет уменьшить время простоя, расходы, отходы и поддерживать устойчивость рабочих процессов.

Как увеличить срок службы подшипников, чтобы снизить простои, затраты и объём отходов. Ключ к решению проблемы – заводское восстановление подшипников.

Анализ соотношения затраты/выгода показывает, что экономия расходов может составить от 50 до 80 % стоимости нового подшипника. Кроме того заводское восстановление изношенных подшипников массой 100 кг позволяет уменьшить массу выбросов углекислого газа на 350 кг.

В промышленности демонтаж подшипников для последующего восстановления во время техобслуживания или капитального ремонта является обычной практикой. Подшипники затем возвращаются в эксплуатацию.

Очевидна необходимость в международном стандарте (ISO) для обеспечения стандартизации процедур и используемой в справочной документации терминологии. К настоящему моменту выполнено согласование только по национальному стандарту издание 2011 г.

Для восстановления изношенных подшипников было введено пять классов. Можно описать ресурс подшипника, предназначенного для восстановления, с учётом изменения геометрической формы и напряжения сдвига τ , вследствие удаления деформированных компонентов и замены роликов на новые.

Ресурс и надёжность подшипников

Подшипник качения не может эксплуатироваться бесконечно, если только не соблюдаются идеальные условия эксплуатации и не превышаются предельные значения усталостной нагрузки; рано или поздно наступает усталость материала.

Ресурс определяется как промежуток времени до появления первых признаков усталости. Ресурс подшипника является функцией количества оборотов, совершённых подшипником, и величиной нагрузки [от 6 до 9]. Усталость является результатом напряжения сдвига, которое возникает циклически под рабочей поверхностью колец и тел качения

- S Вероятность безотказной работы [%]
- N Количество циклов нагружения
- τ_0 Максимальное ортогональное напряжение сдвига [Па]
- τ Напряжение сдвига предела усталости [Па]
- z_0 Глубина максимального ортогонального напряжения сдвига [Па]
- a Полуось контакта в поперечном направлении [м]
- l Длина контактной поверхности дорожки качения [м]
- e Экспонента Вейбулла
- c, h Экспонента связи в уравнении связи напряжения и ресурса

С течением времени эти напряжения вызывают образование подповерхностных трещин, которые затем достигают поверхности. Когда тела качения проходят по поврежденной поверхности кольца, с неё откалываются частицы материала. Такое явление известно как усталостное выкрашивание.

Известны и другие виды повреждений, возникающих вследствие длительного использования в неблагоприятных условиях или при неправильной установке. В ISO 15243 [5] приведён обзор типов таких повреждений, однако существует необходимость в пересмотре данного стандарта по повреждениям и выходу из строя подшипников качения.

В середине 50-х годов Арвид Пальмгрен, ведущий специалист, занимавшийся теоретическими исследованиями в области подшипников, предложил концепцию ремонта подшипников вместо их замены: «Средний срок службы значительно превышает расчётный срок службы, и восстановление подшипников с меньшим ресурсом возможно только путём замены поврежденных элементов».

Нельзя сказать, что подшипник непригоден к использованию после возникновения выкрашивания или других повреждений. Факт повреждения выявляется по повышению уровня шума и вибрации. Технология ремонта

подшипников, обеспечивающая увеличение долговечности и надёжности подшипника, применяется в течение десятков лет.

Восстановленные подшипники имеют почти такие же показатели ресурса и надёжности, как и новые подшипники. С учётом масштаба работ по восстановлению, результаты определения напряжений с использованием таких методов неразрушающего контроля, как рентгеновская дифракция (XRD) , метод Баркхаузена, микромагнитные испытания (3М), спектроскопия неупругих волн (NEWS), резонансная ультразвуковая спектроскопия поверхностных акустических волн (RUSSAW) и ультразвуковая дефектоскопия с использованием фазированной антенной решётки показывают наглядные значения коэффициента ресурса, LF. Значение коэффициента ресурса находится в диапазоне от 0,87 до 0,99 ресурса нового подшипника.

В зависимости от степени износа работы по восстановлению подшипников можно разделить на пять классов.

Хотя операции внутри конкретных классов пронумерованы, фактическая последовательность выполнения работ не имеет прямого отношения к данной нумерации. Должны быть соблюдены специальные соглашения между компанией техобслуживания и оператором.

Могут понадобиться меры по консервации между отдельными операциями. Например, когда дорожка качения повреждена в результате возникшей подповерхностной усталости – см. [5], данное повреждение не относится к восстановлению класса III. В то же время, при наличии легко устранимого повреждения (возникшая на поверхности усталость) дорожек качения вследствие наличия грязи, дорожки качения легко восстанавливаются путём притирки или шлифования.

Для восстановления подшипника (класс II) или заводского восстановления 1-го уровня (класс III) ремонтируемые подшипники разбираются, компоненты подвергаются осмотру, и измеряется твёрдость колец подшипников. Компоненты, подлежащие восстановлению,

подвергаются размерному контролю. При необходимости, боковые поверхности подшипников, внутренний и наружный диаметры шлифуются или полируются согласно допускам. Может выполняться плакирование никелем или хромом для восстановления оригинальных проектных размеров.

При восстановлении (класс II) удаляется значительный объём материала, при этом удаляются легко устранимые повреждения и изменяется объём материала, подверженного напряжениям. Поверхность обрабатывается до достижения проектных размеров или с более высокой точностью. Затем в подшипник устанавливаются новые тела качения, диаметр которых равен диаметру ранее установленных тел качения подшипника с добавлением двойного значения глубины снятого материала, если это необходимо согласно требованиям к зазору. Новые тела качения должны иметь тот же номинальный диаметр, но при этом должен учитываться зазор подшипника.

Сепараторы проверяются на предмет трещин и при необходимости плакируются. В отдельных случаях сепараторы заменяются. Обычно новые тела качения устанавливаются внутри сепаратора, и подшипник повторно собирается.

При 1-м уровне заводского восстановления (класс III) для более крупных подшипников возможно применение более глубокого шлифования внутренних и внешних дорожек качения. Кроме того, могут быть применены другие методы механической обработки (например, токарная обработка деталей высокой твёрдости). Убираются легко устранимые повреждения, а объём материала, подвергающегося напряжениям, изменяется. Поверхность обрабатывается до достижения проектных размеров или с более высокой точностью. Затем в подшипник устанавливаются новые тела качения, диаметр которых равен диаметру ранее установленных тел качения, с добавлением двойного значения глубины снятого материала на кольце. В случае цилиндрических роликоподшипников качения длина и диаметр роликов увеличиваются. Диаметр новых роликов обычно превышает номинальный диаметр ранее установленных. Такое увеличение размеров тел

качения требует увеличения размера гнезд сепаратора или замены сепаратора.

При наличии чётко определённых процедур и классификаций можно обеспечить выполнение процедур восстановления подшипников в соответствии со стандартами поставщиков услуг.

2.9 Разработка технологического процесса восстановления корпуса подшипника

2.9.1 Анализ условий работы детали и характер износа

Корпус подшипника изнашивается в следствии того, что во время работы этого узла подшипник создает значительные ударные, вибрационные, радиальные нагрузки.

Вращается внутреннее кольцо подшипника, оно подвергается циркуляционному нагружению. Наружное кольцо не вращается, оно подвергается местному нагружению. Поверхности изнашиваются за счет того, что вместе с маслом в рабочую область попадает воздух и пыль, которые значительную роль играют при износе корпуса подшипника.

Изнашиваются:

- 1- Поверхность отверстия под подшипник.
- 2- Поверхность под блок-картер

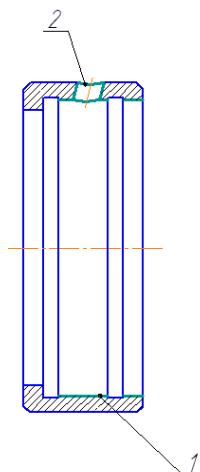


Рисунок 2.1 – Корпус подшипника

2.9.2 Разработка карты технологического процесса дефектации детали

Средства измерения выбираются согласно типу измеряемого размера.

Износ поверхности 1 контролируют нутромером с делительной головкой 2 ИГ, мод 154 ГОСТ 9244-75. Износ поверхности 2 контролируют рычажной скобой СР 100 ГОСТ 11098-75. Для определения задиров и трещин подбираем лупу З-100 ГОСТ 8300-57.

2.9.3 Выбор рационального способа восстановления корпуса подшипника

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

$$K_{\text{д}} = K_i \cdot K_B \cdot K_C \cdot K_{\text{п}},$$

где K_i , K_B , K_C , $K_{\text{п}}$ – коэффициенты износостойкости, выносливости и сцепляемости покрытий;

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

Для осталивания:

$$K_{\text{д}} = 0,91 * 0,82 * 0,65 * 0,85 = 0,41$$

Для хромирования:

$$K_{\text{д}} = 1,67 * 0,97 * 1,82 * 0,85 = 2,51$$

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.:

$$C_B \leq K_D \times C_H,$$

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

$$K_T = C_B / K_D, \quad (2.33)$$

Где K_T – коэффициент технико-экономической эффективности;

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

Для осталивания:

$$K_T = 30,2/0,41=73,25$$

Для хромирование:

$$K_T = 88,6/2,51=35,30$$

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

2.9.6 Расчет и выбор параметров и режимов нанесения покрытия

Основные режимы процесса хромирования рассчитываются по следующим формулам.

Необходимая сила тока I , А определяется по формуле[]:

$$I = D_K \cdot F_O, \quad (2.34)$$

где D_K - катодная плотность тока, А/дм² (для износостойкого покрытия детали $D_K=35$ А/дм²);

F_O - общая поверхность покрываемая хромом, дм² .

$$F_O = \pi \cdot R^2 = 3,14 \cdot 100^2 = 31400 \text{ мм}^2 = 3,14 \text{ дм}^2$$

$$I = 35 \cdot 3,14 = 109,9 \text{ А/дм}^2$$

Расчетная продолжительность осаждения хрома t_p , ч []:

$$t_p = \frac{10 \cdot h \cdot \gamma}{D_k \cdot E \cdot \eta}, \quad (2.35)$$

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

γ - плотность покрытия ($\gamma=6,9$ г/см³);

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

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

$$t_p = \frac{10 \cdot 0,001 \cdot 6,9}{35 \cdot 0,324 \cdot 0,15} = 0,41 \text{ ч.}$$

2.9.7 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[]:

$$T_n = T_{осн} + T_{всп} + T_{доп} + \frac{T_{нз}}{n} \quad (2.36)$$

Сумма основного и вспомогательного времени составляет оперативное время[]:

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{осн}} + T_{\text{всп}}. \quad (2.37)$$

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

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{осн}} + T_{\text{всп}} + T_{\text{доп}} \quad (2.38)$$

Вспомогательное время $T_{\text{всп}} = 6,7$ мин. Берётся из справочника [].

Основное время определяют по формуле[]:

$$T_{\text{осн}} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S},$$

где L - высота корпуса, мм;

i - число проходов;

S - подача.

$$T_{\text{осн}} = \frac{100 \cdot 1}{112 \cdot 0,2} = 5,82 \text{ мин.}$$

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

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

Вспомогательное время ($T_{\text{всп}} = 4,9$ мин.) берётся из таблицы, при этом учитывают закрепление корпуса на станке, центрирование и установка шлифовального круга.

$$T_{\text{н}} = 5,82 + 4,9 + 0,14 \cdot (4,9 + 0,5) = 11,48 \text{ мин.}$$

4 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ЗАПРЕССОВКИ И ВЫПРЕССОВКИ

4.1 Обоснование выбранной конструкции

Разборочные и сборочные операции технологического процесса ремонта сельскохозяйственной техники – занимают значительное место в целом комплексе ремонтного производства. Эти операции составляют около 15 % от всего числа работ по капитальному ремонту сельскохозяйственной техники в агропромышленном комплексе.

В основном после того техника разбирается около 70% всех частей применяют вторично. От их состояния в большой степени зависят качество, надежность и себестоимости обслуживания ремонта техники.

Исходя из выше сказанного важной задачей для того что бы

достичь большей механизации ремонтного процесса будет являться,					ВКР 35.03.06.383.17 ПЗВ. 00.00.00 ПЗ		
использование большего числа различных съемников, разного рода приспособлений и других устройств помогут облегчить					43 10		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Казань Д.В.						
Провер.	Андреев Р.А.						
Реценз.							
Н. Контр.							
Утверд.	Адигамов Н.Р.				Казанский ГАУ каф.ТС		

операции разборки и сборки узлов и агрегатов и обеспечить сохраняемость объектов ремонта в целом. Повысить чистоту на отдельных участка производства и общую культуру работников на различных участках ремонтного производства.

Исходя из всего этого усовершенствование разборочно-сборочных операций в ремонтном производстве обязано идти по пути большей механизации и автоматизации отдельных технологических процессов и операций.

В настоящее время известно достаточное количество различных видов приспособлений и устройств для запрессовочно-выпрессовочных работ при ремонте разных деталей: подшипников, втулок и других деталей. В данной выпускной квалификационной работе разрабатывается пресс для запрессовки различных узлов и деталей сельскохозяйственной техники.

Целью данной разработки является увеличение производительности труда за счет уменьшения времени на запрессовочные и выпрессовочные работы при ремонте различных деталей сельскохозяйственной техники .

4.2 Устройство и принцип работы разрабатываемой конструкции приспособления

Принципиальная схема разрабатываемой конструкции пресса изображена на рисунке 4.1

Основные части пресса : ползун-3, станина-1 с направляющей для ползуна и столом, привод, механизм управления-8, инструмент. Подвижная часть инструмента- пята крепится к ползуну (который совершает возвратно-поступательное движение) , неподвижная часть- к столу.

Станина пресса выполнена сварной, является закрытой, выполнена из листовой стали и обладает повышенной жесткостью, это может служить гарантом продолжительной эксплуатации пресса. Направление верхнего ползуна определяется при помощи держателей. При помощи винтового кривошипа существует возможность регулировки расположения ползуна по высоте. Пресс приводят в работу, нажав ногой, на педаль предусмотренную в конструкции.

Благодаря воздухораспределительному устройству силовой агрегат выполняет в определенной очередности подачу сжатого воздуха в разные камеры пневматического цилиндра, при этом выполняются рабочие и обратные ходы пресса. Система рычагов создает необходимое усилие на плунжер, нужное при запрессовочных операциях.

					ВКР 35.03.06.383.17 ПЗВ. 00.00.00.ПЗ	Лист
						2
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В конструкции всасывающего трубопровода предусмотрена герметичность. Всасывание воздуха в систему из-за не герметичности не допустимо.

Технологическая операция, при которой нужна регулировка хода поршня, осуществляется при работе пневматического цилиндра на втягивание штока.

Технологическая операция, при которой нужно большее усилие, осуществляется при работе пневматического цилиндра на выталкивание штока.

Таким образом, с помощью разрабатываемого пресса с уверенностью можно констатировать значительное ускорение и облегчение разборки и сборки, и как следствие увеличение программы ремонтных воздействий на ремонтируемую технику.

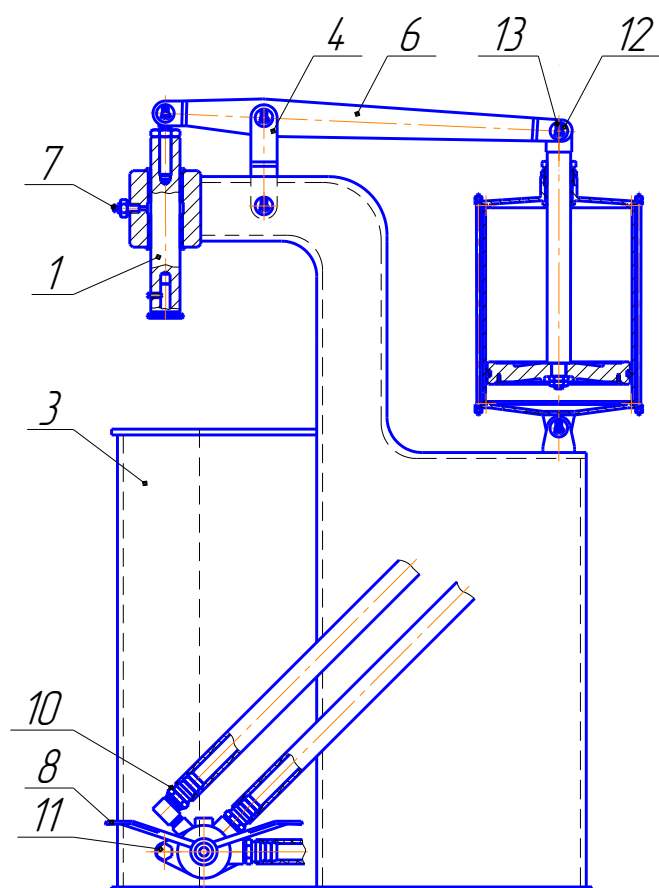


Рисунок 4.1 Разрабатываемая конструкция пресса

1- рама; 2- цилиндр; 3-ползун; 4-вилка; 5-воздухопровод; 6- коромысло; 7-масленка; 8-педаль; 9-упор; 10-штуцер; 11-болт; 12-шайба; 13-шплинт.

Конструкция разрабатываемого пресса представлена на листе «Пресс для запрессовки и выпрессовки. Сборочный чертеж».

4.4 Расчеты разрабатываемой конструкции

4.4.1 Расчет болта крепления педали

ВКР 35.03.06.383.17 ПЗВ: 00:00:00:ПЗ					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	4

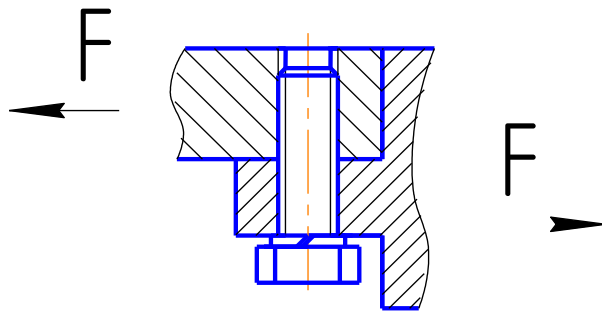


Рисунок 4.2- Силы, действующие на болт

Болт работает на срез.

Материал болта [7] – Сталь ВП-25;

Диаметр болта $d = 8$ мм;

Усилие создаваемое винтом $F = 1000$ Н;

Допускаемое значение нормального и касательного напряжения подбираем из таблицы.

$$\sigma_p = 25 \frac{H}{мм^2},$$

$$\tau = 24 \frac{H}{мм^2}.$$

Касательное напряжение рассчитываемой по следующей зависимости[]:

$$\tau = \frac{4Q}{\pi d^2},$$

(4.1)

где d – диаметр болта, мм;

$Q = F$ - усилие создаваемое прижимом, Н;

$$\tau = \frac{4 \cdot 1000}{3,14 \cdot 8^2} = 19,9 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}.$$

Площадь среза рассчитывается по формуле [1]:

$$A = 2 \frac{\pi \times d^2}{4},$$

(4.2)

где d – диаметр болта, мм.

$$A = 2 \frac{3,14 \times 8^2}{4} = 100,48 \text{ мм}^2.$$

Условие прочности при касательных напряжениях это есть неравенство [1]:

$$\tau \leq [\tau], \quad (4.3)$$

где $[\tau] = 0,6 [\sigma]$

Проверяем условие, которое должно удовлетворяться неравенством:

$$\tau \leq [\tau],$$

$$19,9 \leq 24.$$

Условие прочности по касательным напряжениям выполняется.

					ВКР 35.03.06.383.17 ПЗВ. 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

Проверяем условия прочности для нормальных напряжений.

$$\sigma \leq \sigma_{\text{п}} \quad (4.4)$$

$$\sigma_{\text{п}} = 1,3 \div 2 \sigma_p \quad (4.5)$$

$$\sigma_{\text{п}} = 1,3 * 25 = 32,5 \frac{H}{\text{мм}^2}$$

Напряжение среза рассчитывается по формуле [1]:

$$\sigma = \frac{F}{A}, \quad (4.6)$$

где F – прикладываемое усилие, Н;

A – площадь среза, мм^2 .

$$\sigma = \frac{1000}{100,48} = 9,95 \frac{H}{\text{мм}^2}.$$

$$9,95 \leq 40.$$

Условие прочности по нормальным напряжениям соблюдается.

4.3.2 Расчет параметров гладкого цилиндрического соединения

Исходные данные: диаметр 58 Н7/р6

					ВКР 35.03.06.383.17 ПЗВ. 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Величина допусков, предельные отклонения размеров отверстия и вала определяется [19]:

$$T_D = 30 \text{ мкм}; T_d = 19 \text{ мкм}; EI = 0 \text{ мкм}; es=0,032,$$

$$ES = EI + T_D = 0 + 30 = 30 \text{ мкм}, \quad (4.7)$$

$$ei = es - T_d = 32 - 19 = 13 \text{ мкм},$$

(4.8)

Предельные размеры отверстия и вала находятся:

$$D_{\max} = D + ES = 58 + 0,030 = 58,030 \text{ мм}, \quad (4.9)$$

$$D_{\min} = D + EI = 58 + 0,000 = 58,0 \text{ мм},$$

(4.10)

$$d_{\max} = d + es = 58 + 0,032 = 58,032 \text{ мм},$$

(4.11)

$$d_{\min} = d + ei = 58 + 0,013 = 58,013 \text{ мм},$$

(4.12)

Величина предельных зазоров натягов определяется:

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 58,030 - 58,013 = -0,017 \text{ мм},$$

(4.13)

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = 58,0 - 58,032 = -0,032 \text{ мм}, \quad (4.14)$$

Данная посадка с натягом.

Схема полей допусков представлена на рисунке 4.3

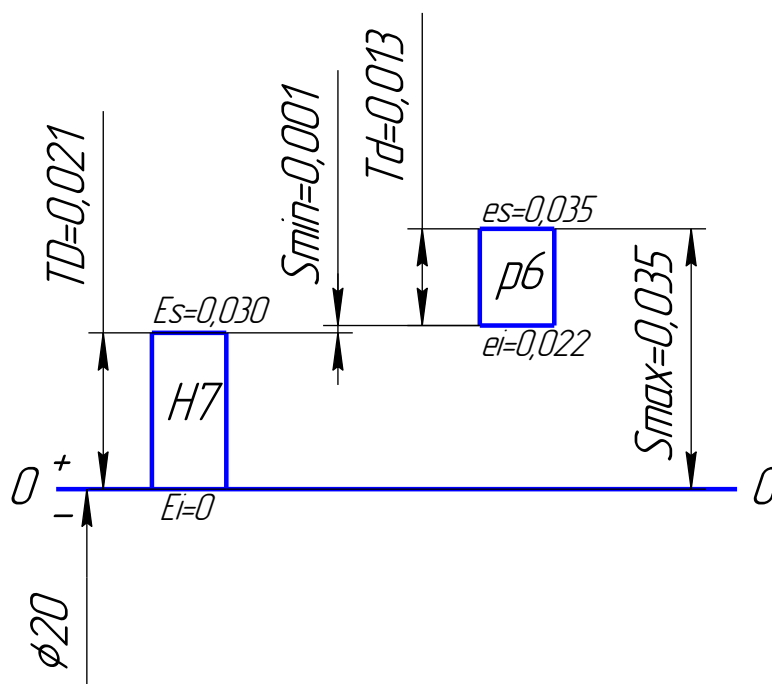


Рисунок 4.3 - Схема полей допусков

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

5.1 Организация безопасной эксплуатации разработанного пресса

К обслуживанию и работе на прессе могут быть допущены работники, которые прошли медицинский осмотр при устройстве на работу. Повторные медицинские осмотры работников нужно проводить не реже 1 раза в 2 года. Работник должен изучить действующие правила работы на прессе, а также владеть приемами помощи рабочим в случае ЧП и уметь оказывать первичную медицинскую помощь. Каждый год работники должны подвергаться проверке знаний по технике безопасности при эксплуатации пресса. При позитивном результате проверки знаний рабочим ремонтного предприятия должно выдаваться удостоверение на право работы на ремонтном производстве.

Практический весь объем работ проводят при неукоснительном соблюдении свода правил и условий:

- работнику должно быть выдано разрешение на работу на прессе уполномоченным на это лицом (наряд, устное, письменное или телефонное распоряжение);
- обязаны быть осуществлены организационные и технические мероприятия, которые могут обеспечить безопасность персонала.

5.2 Разработка инструкции по безопасности труда слесаря при работе на прессе для запрессовки и выпрессовки

Одобрено

Председатель профкома

Утверждаю

Директор предприятия :

ИНСТРУКЦИЯ

по безопасности труда слесаря при работе на прессе для запрессовки и выпрессовки

5.2.1 Общие требования безопасности

1. На работу могут быть допущены только лица не моложе 18 лет, которые прошли вводный инструктаж и инструктаж на рабочем месте, владеющие практическими навыками безопасности выполнения работ.

2. Не допускается работа при отсутствии пожарного щита.
3. В комнате отдыха всегда должна быть теплая вода.
4. Ответственность за обеспечение пожарной безопасности несет начальник участка.

5.2.2 Требования безопасности перед началом работы

1. Получить наряд.
2. Одеть спецодежду.
3. Проверить исправность узлов и деталей конструкции.

5.2.3 Требования безопасности во время работы

1. Осторожно обращаться с приспособлением, не допуская резких ударов.
2. Проверить целостность резьбовых соединений устройства.
3. Проверить заземление стендов отделения по ремонту ДВС.

5.2.4 Требования безопасности в аварийных ситуациях

1. Необходимо устранить последствия аварии. Доложить о случившемся мастеру или начальнику участка. Исполнить его указания.
2. Пострадавшим оказать первую медицинскую помощь.

5.2.5 Требования безопасности по окончании работ

1. Привести в порядок рабочее место.
2. Снять спецодежду, выполнить личную гигиену.

Разработал : Казаев Д.В

Согласовано: специалист по ОТ:

5.2 Охрана окружающей среды

На всех стадиях развития человечества, человек был постоянно связан с окружающей средой. Но с тех пор как возникло индустриальное общество, негативное влияние человека в окружающую среду сильно увеличилось, объём его вмешательства в природу очень сильно расширился, вмешательство стало всеобъемлющим и в настоящее время угрожает огромной опасностью для человечества. Увеличение расхода не возобновляемых видов сырья увеличивается, большое количество пахотных земель ежегодно выбывает из экономики, так на них основываются новые города и поселения человека и заводы (фабрики и т.д). Человечеству приходится все чаще вмешиваться в хозяйство биосферы – той части нашей планеты, в которой существует жизнь.

Химическое загрязнение является самым значительным является и оказывает катастрофическое влияние на окружающую среду.

Среди них – газообразные и аэрозольные загрязнители промышленно-бытового происхождения. Прогрессирует и накопление углекислого газа в атмосфере.

Загрязняющие атмосферу вещества по их воздействию на организм человека подразделяются на физические и химические. К физическим относятся:

- а) радиоактивные элементы;
- б) тепловое загрязнение (повышение температуры);
- в) шумы и низкочастотные вибрации.

К химическим относятся:

- а) газообразные производные углерода и жидкие углеводороды;
- б) моющие средства;
- в) пестициды и другие синтетические вещества;
- г) производные серы;
- д) производные азота;
- ж) тяжелые металлы;
- з) твердые примеси.

На различных предприятиях технологический процесс ремонта сельскохозяйственной техники и не только, сопровождается использованием различных инструментов работающих от сжатого воздуха, использованием различных моющих жидкостей, воды (стоки), электрического тока (процесс сварки), растворителей, красок.

Использование пневматического инструмента сопровождается неблагоприятным влиянием: шума, инфразвука и вибраций на человека. Шумовые “загрязнения” окружающей среды являются серьезной проблемой. Шум не должен превышать предельно допустимые спектры (ПС).

Нормируемыми параметрами постоянного шума являются уровни звукового давления L в дБ в октановых полосах со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц.

Уровень шумов регламентируется в ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности».

Примеси искусственного происхождения образуются, прежде всего, в процессе сжигания топлива. Например, главным источником оксида углерода, называемого в быту угарным газом, является двигатель внутреннего сгорания.

Значительное количество оксида азота и диоксида азота образуется в процессе горения в двигателях внутреннего сгорания, работающих на бензине и дизельном топливе.

Одним из выходов из экологического тупика является организация безопасных производств. Применяя достижения современной науки, технический прогресс может быть сформирован таким образом, чтобы отходы производства отрицательно не влияли на экологию, а вновь использовались в производственном цикле как вторичное сырьё.

Для того чтобы понизит отрицательное воздействие человека на окружающую среду, на ремонтных предприятиях, нужно ввезти следующие мероприятия:

- повысить качество и надежность отремонтированных машин;
- заниматься озеленением территорий ремонтных предприятий;
- предотвращать износы техники на основе использования современных методов диагностирования, ТО и ремонтных воздействий;

7 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБАТЫВАЕМОЙ КОНСТРУКЦИИ

6.1 Определение затрат на изготовление

Затраты на изготовление конструкции определяют по формуле []:

$$C_{ц.констр.} = C_K + C_{о.д} + C_{п.д} \times K_{нац} + C_{сб.п} + C_{оп} + C_{накл},$$

(6.1)

где C_K - стоимость изготовления корпусных деталей, руб.;

$C_{о.д}$ - затраты на изготовление оригинальных деталей, руб.;

$C_{п.д}$ - цена покупных деталей, изделий, агрегатов по прейскуранту,
($C_{п.д}$ - 2500 руб.);

$C_{сб.п}$ - заработная плата производственных рабочих, занятых на
сборке
конструкции, руб.;

$C_{оп}$ - общепроизводственные накладные расходы на изготовление
конструкции, руб.;

$C_{накл}$ -накладные расходы, руб.;

$K_{нац}$ - коэффициент, учитывающий разницу между прейскурантной
ценой и балансовой стоимостью конструкции ($K_{нац} = 1,4 \dots 1,5$
).

Стоимость изготовления корпусных деталей определяют по формуле[
]:

$$C_K = Q_{\Pi} \times \Pi_{K,Д} ,$$

(6.2)

где Q_{Π} - масса материала, израсходованного на изготовление деталей, (

$$Q_{\Pi} = 550 \text{ кг};$$

$\Pi_{K,Д}$ - средняя стоимость 1 кг готовых деталей, ($\Pi_{K,Д} = 110$ руб).

$$C_K = 550 \times 110 = 60500 \text{ руб.}$$

Затраты на изготовление оригинальных деталей определяют по формуле[]:

$$C_{O,Д} = C_{зп} + C_M ,$$

(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 определяют по формуле[]:

$$C_{зп} = C_{пр} + C_д + C_{соц} ,$$

(6.4)

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

$C_д$ - дополнительная заработная плата, руб.;

$C_{соц}$ - начислено по социальному страхованию, руб.

Основную заработную плату определяют по формуле[]:

$$C_{\text{ПР}} = T_{\text{СР}} \times Z_{\text{Ч}} \times K_t, \quad (6.5)$$

где $T_{\text{СР}}$ - средняя трудоемкость на изготовление оригинальных деталей,

($T_{\text{СР}} = 14,8$ чел.·час);

$Z_{\text{Ч}}$ - часовая ставка рабочих, ($Z_{\text{Ч}} = 100$ руб.);

K_t - коэффициент учитывающий доплаты к основной зарплате,

($K_t = 0,6 \dots 0,8$).

$$C_{\text{ПР}} = 14,8 \times 100 \times 0,6 = 610 \text{ руб.}$$

Определение дополнительной заработной платы:

$$C_{\text{Д}} = (5 \div 12) \times C_{\text{ПР}} / 100,$$

$$C_{\text{Д}} = (5 \div 12) \times 610 / 100 = 50 \text{ руб.}$$

Определение начислений по социальному страхованию определяют по формуле[]:

$$C_{\text{СОЦ}} = 4,4 \times (C_{\text{ПР}} + C_{\text{Д}}) / 100,$$

$$C_{\text{СОЦ}} = 4,4 \times (610 + 50) / 100 = 29 \text{ руб.},$$

$$C_{\text{ПРП}} = 610 + 50 + 29 = 689 \text{ руб.}$$

Определение стоимости материала заготовок определяют по формуле[]:

$$C_{\text{М}} = Ц \times Q_3, \quad (6.6)$$

где $Ц$ - цена 1 кг материала заготовок, ($Ц = 100$ руб.);

Q_3 - масса заготовки, ($Q_3 = 550$ кг).

$$C_M = 550 \times 100 = 55000 \text{ руб.}$$

$$C_{O.Д} = 689 + 55000 = 55689 \text{ руб.}$$

Зарботную плату производственных рабочих, занятых на сборке конструкции определяют по формуле[]:

$$C_{зн.сб.н} = C_{сб} + C_{д.сб} + C_{соц.сб},$$

(6.7)

Определение основной заработной платы рабочих занятых на сборке:

$$C_{сб} = T_{сб} \times C_{\eta} \times K_t, \quad (6.8)$$

где $T_{сб}$ - трудоемкость на сборку конструкции, ($T_{сб} = 2,8$ чел.· час).

$$C_{сб} = 2,8 \times 40 \times 1,03 = 115,3 \text{ руб.}$$

Определение дополнительной заработной платы:

$$C_{д.сб} = (5 \div 12) \times C_{сб} / 100,$$

(6.9)

$$C_{д.сб} = 8 \times 115,3 / 100 = 9,2 \text{ руб.}$$

Определение начислений по социальному страхованию:

$$C_{соц.сб} = 4,4 \times (C_{сб} + C_{д.сб}) / 100,$$

(6.10)

$$C_{\text{соц.сб}} = 4,4 \times (115,3 + 9,2) / 100 = 5,47 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{сб.н}} = 115,3 + 9,2 + 5,47 = 129,97 \text{ руб.}$$

Определение общепроизводственных накладных расходов на изготовление конструкции[]:

$$C_{\text{он}} = C'_{\text{нр}} \times R_{\text{он}} / 100, \quad (6.11)$$

где $C'_{\text{нр}}$ - основная заработная плата рабочих, участвующих в изготовлении

конструкции, руб.

$$C'_{\text{нр}} = C_{\text{нр}} + C_{\text{сб}}, \quad (6.12)$$

$$C'_{\text{нр}} = 610 + 115,3 = 725,3 \text{ руб.}$$

$R_{\text{он}}$ - процент общепроизводственных расходов, ($R_{\text{он}} = 69,5$) .

$$C_{\text{он}} = 725,3 \times 69,5 / 100 = 504,08 \text{ руб.}$$

В итоге затрат на изготовление конструкции составляет[]:

$$C_{\text{ц.констр.}} = 60500 + 55689 + 2500 + 129,97 + 504,08 = 119323,05 \text{ руб}$$

Ниже, в таблице 6.1 даны исходные данные для расчета технико-экономических показателей.

Таблица 6.1 Исходные данные для расчета технико-экономических показателей конструкции

№ п/п	Наименование	Ед. измерени я	Знач. показателя	
			исходный	Проектир.
1	Масса конструкции	кг	240	510
2	Балансовая стоимость	руб.	190000	119323,05
3	Потребляемая мощность	кВт	-	-
4	Количество обслуживающего персонала	чел	1	1
5	Разряд работы	разряд	3	3
6	Тарифная ставка	руб./чел.	40	40
7	Норма амортизации	ч	12	12
8	Норма затрат на ремонт и техническое обслуживание	%	6	6
9	Годовая загрузка конструкции	%	1976	1976
	Производительность	ч	6	6
		ед/ч		

Все расчеты технико-экономических показателей проводятся как по исходному, так и по проектируемому варианту, причем показатели исходного приспособления обозначаются X_1 , а проектируемой X_2 .

Фондоемкость процесса определяют по формуле[]:

$$F_e = \frac{C_{\delta}}{W_q \times T_{\text{год}}},$$

(6.13)

где C_{δ} - балансовая стоимость конструкции, руб.;

$T_{\text{год}}$ - годовая загрузка, ч ($T_{\text{год}} = 1976$ ч).

$$F_{e1} = \frac{190000}{6 \times 1976} = 16,02 \text{ руб} / \text{ед};$$

$$F_{e2} = \frac{119323,05}{6 \times 1976} = 10,06 \text{ руб} / \text{ед}.$$

Трудоемкость процесса определяется по формуле[]:

$$T_e = \frac{n_p}{W_q}, \quad (6.14)$$

где n_p - количество рабочих обслуживающих приспособление, чел.

$$T_{e1} = \frac{1}{6} = 0,17 \text{ чел.} \cdot \text{ч} / \text{ед};$$

$$T_{e2} = \frac{1}{6} = 0,17 \text{ чел.} \cdot \text{ч} / \text{ед}.$$

Себестоимость работ по прямым эксплуатационным затратам определяется по формуле[]:

$$S = C_{\text{зн}} + C_{\text{э}} + C_{\text{пто}} + A,$$

(6.15)

где C_{zn} - затраты на заработную плату, руб./ед;

C_{ε} - затраты на электроэнергию, руб./ед;

C_{pmo} - затраты на ремонт техническое обслуживание приспособления, руб./ед;

A - амортизационные отчисления по конструкции, руб./ед.

Затраты на заработную плату определяются по формуле[]:

$$C_{zn} = C_n \times T_e,$$

(6.16)

$$C_{zn1} = 40 \times 0,17 = 6,8 \text{руб/ед};$$

$$C_{zn2} = 40 \times 0,17 = 6,8 \text{руб/ед};$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание приспособления рассчитываются по формуле[]:

$$C_{pmo} = \frac{C_{\delta} \times H_{pmo}}{100 \times W_{\text{ч}} \times T_{\text{год}}},$$

(6.17)

где H_{pmo} - норма отчислений на ремонт и техническое обслуживание приспособления, %;

C_{δ} - себестоимость приспособления, руб.;

$W_{\text{ч}}$ - часовая производительность, шт./ч;

$T_{год}$ - годовая трудоемкость, ч.

$$C_{PTO1} = \frac{190000 \times 6}{100 \times 6 \times 1976} = 0,96 \text{ руб} / \text{ед};$$

$$C_{PTO2} = \frac{119323,05 \times 6}{100 \times 6 \times 1976} = 0,6 \text{ руб} / \text{ед}.$$

Амортизационные отчисления определяются по формуле []:

$$A = \frac{C_{\bar{o}} \times a_i}{100 \times W_q \times T_{год}},$$

(6.18)

где a_i - норма амортизационных отчислений, %.

$$A_1 = \frac{190000 \times 12}{100 \times 6 \times 1976} = 1,92 \text{ руб} / \text{ед};$$

$$A_1 = \frac{119323,05 \times 12}{100 \times 6 \times 1976} = 1,2 \text{ руб} / \text{ед}.$$

$$S_1 = 6,8 + 0,96 + 1,92 = 9,68 \text{ руб} / \text{ед};$$

$$S_2 = 6,8 + 0,6 + 1,2 = 8,6 \text{ руб} / \text{ед}.$$

Приведенные затраты определяются по формуле []:

$$C_{ПП} = S + E_n \times F_e,$$

(6.19)

где E_n - нормативный коэффициент эффективности капиталовложений,

$$(E_n = 0,15).$$

$$C_{\text{ПР1}} = 9,68 + 0,15 \times 16,02 = 12,08 \text{ руб} / \text{ед};$$

$$C_{\text{ПР2}} = 8,6 + 0,15 \times 10,06 = 10,1 \text{ руб} / \text{ед}.$$

Годовая экономия определяется по формуле[]:

$$\mathcal{E}_T = (S_1 - S_2) \times W_{\text{ч}} \times T_{\text{год}},$$

(6.20)

$$\mathcal{E}_T = (9,68 - 8,6) \times 6 \times 1976 = 12804,48 \text{ руб}.$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле[]:

$$E_{\text{год}} = (C_{\text{ПР1}} - C_{\text{ПР2}}) \times W_{\text{ч}} \times T_{\text{год}},$$

(6.21)

$$E_{\text{год}} = (12,08 - 10,1) \times 6 \times 1976 = 23474,44 \text{ руб}.$$

Срок окупаемости определяется по формуле[]:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{б}}}{\mathcal{E}_{\text{год}}},$$

(6.22)

$$T_{\text{ок}} = \frac{119323,05}{12804,48} = 6,3 \text{ лет}.$$

Коэффициент эффективности капитальных вложений определяется по формуле[]:

$$E_{\text{эф}} = \frac{1}{T_{\text{ок}}},$$

(6.23)

$$E_{\text{эф}} = \frac{1}{6,3} = 0,158$$

В таблице 6.2. приведены сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции.

Таблица 6.2 Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

№ п/ п	Наименование	Ед. измерени я	Знач. показателя	
			исходный	Проектир.
1	Производительность	ед./ч	6	8
2	Фондоемкость процесса	руб./ед.	16,02	10,06
3	Энергоемкость процесса	кВт/ед.	-	-
4	Трудоемкость процесса	чел.·ч/ед.	0,17	0,17
5	Уровень эксплуатационных затрат	руб./ед.	9,68	8,6
6	Уровень приведенных затрат	руб./ед.	12,08	10,1

7	Годовая экономия	руб.	-	12804,48
8	Годовой экономический эффект	руб.	-	2347444
9	Срок окупаемости капитальных вложений	лет	-	6.3
10	Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	-	0,158

ВЫВОДЫ

По результатам ВКР можно сделать следующие основные выводы:

1. Анализ конструкций и технологий восстановления, а также изучение состояния исследования в этой области показал, что наиболее целесообразным приемом и повышения производительности, снижение энергоемкости и улучшение качества получаемой продукции следует считать применение новых способов воздействия на обрабатываемый материал.
2. В результате выполненных исследований, разработан пресс для выпрессовочных и запрессовочных работ, где наиболее повышенная производительность по сравнению с ручным трудом.
3. В результате теоретических исследований установлена зависимость между технологическими и конструктивными параметрами разрабатываемой конструкции.

4. Внедрение предлагаемой конструкции и технологии, может быть осуществлено в любом предприятии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Абрамов И.М. Проектирование технологического процесса механической обработки. – КСХИ, 1991. – 74 с.
2. Адигамов Н.Р., Кочедамов А.В., Гималтдинов И.Х. Методическое пособие по дисциплине «Технология ремонта машин». – Казань: Изд-во КГСХА, 2005.-76с.
3. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. - М.: Машиностроение, 1967.-688с.
4. Справочник конструктора - машиностроителя. Анурьев В. И., В 3-х т. Т.1.- 5-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1980.- 728с
5. Справочник конструктора- машиностроителя. Анурьев В. И., В 3-х т. Т.2.- 6-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1982.- 584с.
6. Бабусенко СМ. Проектирование ремонтно-обслуживающих предприятий -М.: АПИ, 1990.
7. Булгариев Г.Г., Абдрахманов Р.К., Валиев А.Р. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ (для студентов ИМиТС). – Казань : Изд-во КГАУ, 2009.
8. Галиев И.Г. Методические указания к выполнению курсовой работы по «Организации технического сервиса», Казань: КГАУ, 2007. 42с.
9. Гуревич А.М. Конструкция тракторов и автомобилей / А.М. Гуревич – М.: ВО Агропромиздат, 1989.
10. Ермаков Ф.Х., Ахмадуллин В.Г. Методические указания по разработке разделов «Безопасность жизнедеятельности на производстве» и «Безопасность жизнедеятельности в

- черезвычайных ситуациях» в дипломных проектах факультетов технического сервиса и механизации сельского хозяйства. – Казань: Изд-во КГАУ, 2005.
11. Конарёв Ф.М. Охрана труда. – М.: Колос, 1982. – 351 с.
 12. Конкин Ю.А. Организация и планирование производства на ремонтных предприятиях. – Изд. 2-е перераб. и доп. М.: Колос, 1984.
 13. Косилова А.Г и Мещеряков Р.К. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. С 74 т. 2/ Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. 496 с., ил.
 14. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение: Учеб. для студентов высших технических учебных заведений – М.: Высш. шк., 1988. – 351 с.: ил.
 15. Матвеев В.А., Пустовалов И.И. Техническое нормирование ремонтных работ в сельском хозяйстве. – М.: Колос, 1979. – 287 с.
 16. Микотин В.Я. Технология ремонта сельскохозяйственных машин и оборудования. – М.: Колос, 1997. – 367 с.: ил.
 17. Мудров А.Г. Текстовые документы.- Казань.: «Школа», 2004.- 144с. Учебное пособие.
 18. Пахомова В.М., Бунтукова Б.К., Прохоренко Н.Б., Доминова А.И. Экологическая безопасность при техническом обслуживании и ремонте автомобильного транспорта. – Казань.: КГСХА., 2005.- 34с.
 19. Пиличев Н.А. Управление агропроизводством – М.: Колос, 2002.
 20. Курсовое и дипломное проектирование по надежности и ремонту машин. Серый Н.С., Смелов А.П., Черкун В.Е.- 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Агропромиздат, 1991- 184с.