

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление «Агроинженерия»

Профиль «Технический сервис в АПК»

Кафедра общепрофессиональных дисциплин

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: «Проект участка ремонта агрегатов с разработкой установки для
ремонта мостов грузовых автомобилей»

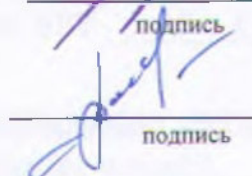
Шифр: ВКР.35.03.06.822.20.УРМ.00.00.00

Студент группа Б252-02


подпись

Зайнуллин И.И.
Ф.И.О.

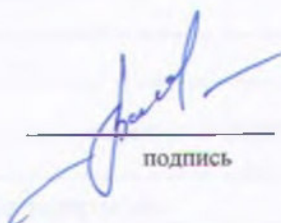
Руководитель доцент
ученое звание


подпись

Пикмуллин Г. В.
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 13 от 16.06.2020 г.)

Зав. кафедрой доцент
ученое звание


подпись

Пикмуллин Г.В.
Ф.И.О.

Казань – 2020 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление «Агроинженерия»

Профиль «Технический сервис в АПК»

Кафедра общепрофессиональных дисциплин

Зав. кафедрой

«УТВЕРЖДАЮ»

/ Пикмуллин Г.В. /

« 12 » 03 2020 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту: Зайнуллину Ильнуру Ильдусовичу

Тема ВКР: «Проект участка ремонта агрегатов с разработкой установки для ремонта мостов грузовых автомобилей»

утверждена приказом по вузу от «22» 05 20 г. № 169

1. Срок сдачи студентом законченной ВКР 15.06.2020г.

2. Исходные данные: нормативно-справочная литература, технологические карты типовых процессов восстановления деталей.

3. Перечень подлежащих разработке вопросов

1. Разработка технологического процесса восстановления детали

2. Проектирование участка для ремонта агрегатов

3. Конструкторская разработка

4. Перечень графических материалов _____
1. Ремонтный чертеж детали _____
2. Технологические карты восстановления детали _____
3. План агрегатного участка _____
4. Сборочный чертеж конструкции установки для ремонта мостов _____
5. Сборочные чертежи узлов _____
6. Рабочие чертежи деталей конструкции _____

5. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
1. Конструкторская разработка	
2. Безопасность жизнедеятельности	
3. Экономическое обоснование	

6. Дата выдачи задания 12.03.2020г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Анализ работы сопряжений	16.05.2020	
2	Изучение износов деталей	28.05.2020	
3	Разработка технологического процесса восстановления детали	28.05.2020	
4	Конструкторская разработка	12.06.2020	

Студент _____ (Зайнуллин И. И.)

Руководитель ВКР _____ (Пикмуллин Г. В.)

АННОТАЦИЯ

на выпускную квалификационную работу Зайнуллина И.И., выполненную
на тему «Проект участка ремонта агрегатов с разработкой установки
для ремонта мостов грузовых автомобилей»

Выпускная работа включает в себя пояснительную записку (78 страниц печатного текста) и графическую часть (6 листов формата А1). Работа содержит 18 рисунков, 18 таблиц, список использованной литературы содержит 13 наименований.

Текстовые документы работы содержат пояснительную записку, состоящую из введения, 3 разделов, выводов и списка использованной литературы; 2 приложения и спецификации.

Первый раздел работы – технологический. В нем разработана технология восстановления работоспособности шестерни промежуточного моста автомобиля КамАЗ. В разделе изучены потери работоспособности заданного узла. Рассмотрены устройство узла, условия его работы, выявлены причины выхода из строя узла (главной передачи) и детали (шестерни) в частности. Составлена схема разборки рассматриваемого узла. Далее разработаны технологические процессы (дефектация, восстановление, контроль). Приведены режимы восстановления, соответствующие технологические карты.

Второй раздел – проектировочный. По исходным данным рассчитан и спроектирован участок для ремонта агрегатов сельскохозяйственной техники. Выявлены количественный и качественный состав инженерно-технических работников, площади, оборудование и планировка участка.

В третьем разделе работы приведена разработка конструкции установки для ремонта мостов, а именно установки для ремонта редукторов мостов грузовых автомобилей. Приведены требования к установкам, рассмотрены серийные аналоги. На этой основе предложена новая конструкция, приведены ее инженерные и технико-экономические расчеты. Рассмотрены безопасность работы с конструкцией.

Выпускная работа завершается выводами.

ABSTRACT

to I. Zainullin's graduation qualifying work, the subject of which is "Design of a units repair site with the development of a stand for repairing trucks' rear axles"

The final work includes an explanatory note (78 pages of printed text) and a graphic part (6 sheets of A1 format). The work contains 18 figures, 18 tables, the list of used literature contains 13 titles.

Text documents of the work contain an explanatory note consisting of an introduction, 3 sections, conclusions and a list of used literature; 2 applications and specifications.

The first section of the work is technological. It developed a technology for restoring the operability of the gear of the intermediate bridge of a KamAZ automobile. The section examines the loss of performance of a given node. The device of the unit, the conditions of its operation are considered, the reasons for the failure of the unit (main transmission) and the details (gears) in particular are revealed. A disassembly diagram of the node under consideration has been compiled. Further, technological processes are developed (fault detection, restoration, control). Recovery modes and corresponding routings are given.

The second section is design. According to the source data, a site was calculated and designed for the repair of agricultural machinery units. The quantitative and qualitative composition of engineering and technical workers, areas, equipment and layout of the site are revealed.

The third section of the work presents the development of the design of the installation for repairing axles, namely, the installation for repairing gearboxes for axles of trucks. Requirements for installations are given, serial analogues are considered. On this basis, a new design is proposed, its engineering and technical and economic calculations are given. The safety of work with the stand is considered.

Graduation work ends with conclusions.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ	8
1 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ВЕДУЩЕЙ ШЕСТЕРНИ ГЛАВНОЙ ПЕРЕДАЧИ ВЕДУЩЕГО МОСТА	10
1.1 Устройство и анализ работы сопряжений, причины потери работо- способности главной передачи промежуточного моста автомобилей Ка- мАЗ-5320	10
1.2 Разработка структурной схемы разборки промежуточного моста.....	16
1.3 Разработка технологического процесса дефектации	21
1.4 Выбор рационального способа восстановления	23
1.5 Разработка ремонтного чертежа	26
1.6 Разработка маршрутных и операционных карт	26
1.7 Расчет и выбор параметров и режимов восстановления	27
1.8 Техническое нормирование работ по восстановлению детали	28
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА ДЛЯ РЕМОНТА АГРЕГАТОВ.....	29
2.1 Общая характеристика агрегатного участка	29
2.2 Расчет фондов времени.....	33
2.3 Расчет годового объема работ.....	33
2.4 Расчет численности производственных рабочих	34
2.5 Подбор технологического оборудования	35
2.6 Расчет производственной площади.....	37
2.7 Совершенствование организации труда на агрегатном участке	37
3 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ УСТАНОВКИ ДЛЯ РЕМОНТА МОСТОВ	39
3.1 Обоснование необходимости разработки установки для ремонта мостов	39

3.2 Требования к разрабатываемой конструкции установки для ремонта мостов	40
3.3 Обзор существующих технических решений для ремонта мостов	42
3.4 Конструкция и описание работы разрабатываемой установки для разборки-сборки редукторов задних мостов грузовых автомобилей	53
3.5 Расчет элементов конструкции установки.....	55
3.6 Обеспечение безопасности работы с установкой	61
3.7 Техническое обслуживание установки	62
3.8 Расчет затрат на изготовление установки для ремонта мостов	63
3.9 Экономическая эффективность применения установки для ремонта редукторов мостов.....	66
ВЫВОДЫ	68
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	69
ПРИЛОЖЕНИЯ	71
СПЕЦИФИКАЦИИ	74

ВВЕДЕНИЕ

По состоянию на сегодняшний день, одним из факторов, сдерживающим развитие АПК России является состояние технической базы хозяйств, а именно сельскохозяйственной техники и машин. Это обусловлено повсеместным разложением сложившейся предупредительной системы технического сервиса, что снизило эффективность сельскохозяйственных работ и всего АПК в целом. Для преодоления сложившегося положения необходимо восстановление технического обеспечения на основе современных технологий и технологических процессов. Кроме того жизненно необходима новая система управления техническим сервисом.

Прежняя и нынешняя система технического сервиса ориентировалась прежде всего на отечественную сельскохозяйственную технику, которая зачастую с трудом может конкурировать с лучшими образцами импортной техники, как по спектру выполняемых операций, так и по надежности. Это усложняет внедрение новых высокопродуктивных агропромышленных технологий точного земледелия, что вынудило многие хозяйства приобретать зарубежную технику в лизинг, обеспечения своей конкурентоспособности, вместе с тем усложняя финансовое положение и техническое обеспечение ремонта и ТО этой техники.

Однако, как бы ни была эффективна новая техника и технологии, устойчивый и длительный рост сельскохозяйственного производства невозможен без обширной сети технического сервиса, которые представлены современными ремонтными предприятиями и службами.

В настоящее время, технический сервис сельскохозяйственной техники в полной мере перелег на плечи сельскохозяйственных предприятий, в состав которых интегрированы службы технического сервиса. В данных условиях сколь-нибудь качественный и сложный ремонт сильно затруднен, по сколько данные службы финансируются зачастую по остаточному принципу. Ремонт сводится к устранению мелких неисправностей путем замены изношенных деталей и сбо-

рочных единиц. Кроме того, ощущается острый дефицит квалифицированных кадров ремонтного производства.

Ввиду непрерывного усложнения техники, возрастают требования к ее техническому сервису, материально-техническому обеспечению, обучению персонала. Также растут возможные потери в случае простоя техники.

Исходя из вышеизложенного, тенденцией развития технического обеспечения сельскохозяйственной техники должно стать создание специализированных предприятий технического сервиса, общих для нескольких хозяйств на уровне районов, а также филиалов фирменных дилерских центров и заводов изготовителей техники, которые могут быть привлечены в получении дополнительного источника дохода за обслуживание техники.

На идейном уровне, приоритет развития ремонта заключается, как и прежде, повышение качества ремонта и как следствие послеремонтного ресурса техники. Для этого следует внедрять передовые технологические процессы восстановления, перевооружать ремонтные предприятия новым оборудованием и приспособлениями, документацией и соответствующим высококвалифицированным персоналом.

Главными пунктами развития ремонта и технического обслуживания сельскохозяйственной техники в агропромышленном комплексе должны быть качество, материально-техническое обеспечение, документационное сопровождение, а также система подготовки персонала как основополагающие факторы стратегии развития технического сервиса в агропромышленном комплексе России.

Тематика настоящей выпускной работы выполнена с учетом вышеприведенных доводов о развитии технического сервиса АПК. Так, в работе предлагается проект организации технического сервиса сельскохозяйственной техники на ремонтном предприятии (ремонтной мастерской). Выполнено проектирование одного из участков мастерской – участка для ремонта агрегатов трансмиссии. Разработана технология восстановления детали, а также конструкция для ремонта ведущих мостов грузовых автомобилей (стенд для сборки и разборки картеров главных передач).

1 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ВЕДУЩЕЙ ШЕСТЕРНИ ГЛАВНОЙ ПЕРЕДАЧИ ВЕДУЩЕГО МОСТА

1.1 Устройство и анализ работы сопряжений, причины потери работоспособности главной передачи промежуточного моста автомобилей КамАЗ-5320

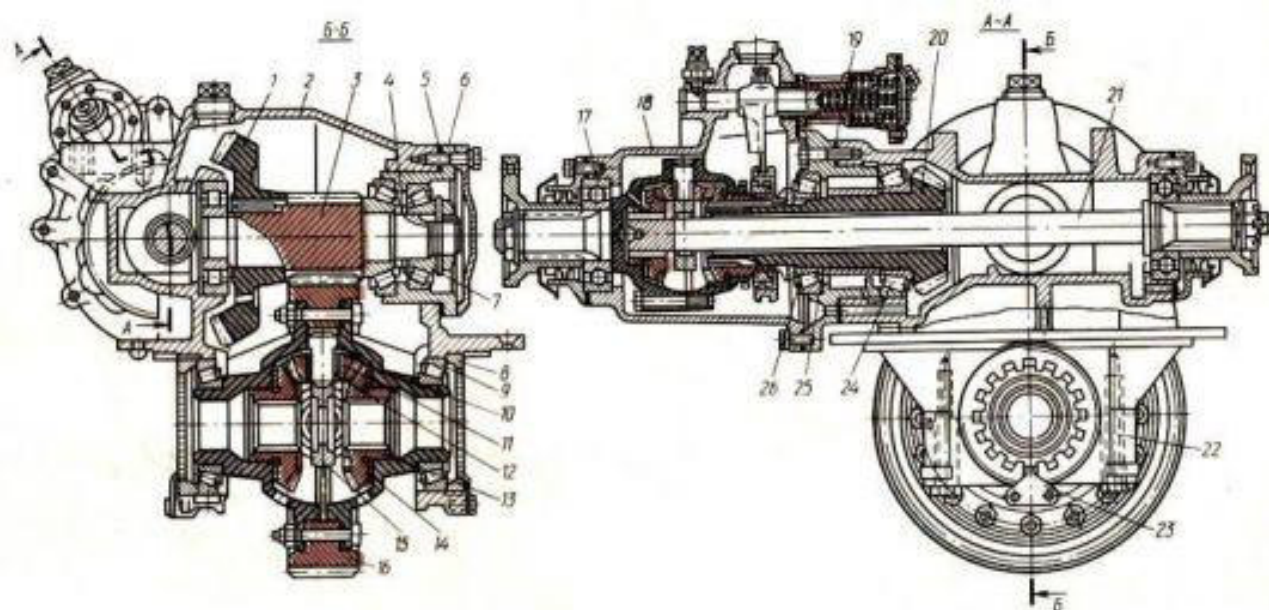
Главная передача служит для увеличения крутящего момента на ведущих колесах и передачи его от карданного вала к полуосям под прямым углом.

Постоянное увеличение крутящего момента характеризуется передаточным числом главной передачи. Общее передаточное число всей трансмиссии равно произведению передаточных чисел коробки передач, раздаточной коробки и главной передачи и может быть изменено при включении различных передач. Общее передаточное число показывает, во сколько раз сокращается частота вращения ведущих колес по сравнению с частотой вращения коленчатого вала двигателя. Чем больше передаточное число, тем больше тяговое усилие, развиваемое на ведущих колесах автомобиля.

В зависимости от назначения автомобилей КамАЗ в конструкции мостов предусмотрены четыре варианта передаточных чисел главной передачи. Передаточные числа 7,22; 6,53; 5,94 предназначены для автомобилей, работающих в составе автопоездов, а передаточные числа 6,53; 5,94 и 5,43 — для одиночных автомобилей [1].

На автомобилях КамАЗ применены двухступенчатые главные передачи, состоящие из двух зубчатых пар, пары конических шестерен с косыми зубьями и пары цилиндрических косозубых шестерен. Изменение передаточного числа главной передачи достигается установкой шестерен цилиндрической пары с различным числом зубьев.

Главная передача промежуточного ведущего моста автомобилей с колесной Формулой 6Х4 выполняется с проходным залом для привода главной передачи заднего моста. Ведущая коническая шестерня 20 (рисунок 1.1) установлена в горловине картера главной передачи на двух роликовых конических подшипниках 24, 26, между внутренними обоймами которых имеются распорная втулка и регулировочные шайбы 25. Шлицованный конец ступицы этой шестерни соединен с конической шестерней межосевого дифференциала, а внутри ступицы проходит вал 21 привода, одним концом соединенный с конической шестерней межосевого дифференциала, а другим с помощью карданной передачи – с ведущим валом главной передачи заднего моста [1].



Главная передача и дифференциалы промежуточного ведущего моста: 1—ведомая коническая шестерня, 2—картер главной передачи, 3—ведущая цилиндрическая шестерня, 4, 14, 25 — регулировочные шайбы, 5, 19—регулировочные прокладки, 6 — стакан подшипников, 7, 9, 24, 26 — конические роликовые подшипники, 8—регулировочная гайка подшипника дифференциала, 10 — опорная шайба сателлита, 11—сателлит, 12—втулка сателлита, 13—полуосевая шестерня, 15—крестовина, 16—ведомая цилиндрическая шестерня, 17—шариковый подшипник, 18—картер межосевого дифференциала, 19—прокладка, 20—ведущая коническая шестерня, 21—проходной вал привода заднего моста, 22—крышка подшипника, 23—стопор

Рисунок 1.1 – Главная передача промежуточного моста

Смазывание трущихся поверхностей деталей главной передачи и дифференциала осуществляется разбрызгиванием масла, находящегося в картере. В дифференциал смазка поступает через окна в его корпусе, а для подвода масла к коническим подшипникам ведущей конической шестерни и промежуточного вала в стаканах, в которых установлены подшипники, предусмотре-

рены продольные и радиальные каналы. Полость картера главной передачи сообщается с атмосферой через вентиляционный колпачок (сапун). Уплотнение валов осуществляется самоподжимными манжетами, защищенными грязеотражательными кольцами [1].

Детали главной передачи промежуточного моста работают в условиях хорошего смазывания разбрызгиванием. В то же время, зубчатые соединения подвержены значительным знакопеременным нагрузкам. Кроме того, все детали передачи подвержены действующей вибрации.

Признаками неисправности заднего моста являются посторонние стуки, повышенный шум в редукторе конечной передачи или в верхней конической паре при работе трактора. Эти признаки – следствие износа зубьев шестерен конечной передачи, конических подшипников фланца диска, шариковых подшипников ведущей шестерни конечной передачи, шестерен или подшипников верхней конической пары.

При возникновении этих неисправностей сначала измеряют осевой зазор в подшипниках фланца диска, для чего поддомкрачивают либо одно колесо, либо весь мост. На подставке рядом с редуктором устанавливают индикаторный прибор (типа КИ-4850). Ножку индикатора прибора упирают в центр фланца диска и, перемещая колесо в осевом направлении, определяют зазор. Номинальный зазор в конических роликоподшипниках равен 0,3 мм. Если он превышает номинальный размер, то подшипники регулируют. Для этого снимают колесо и крышку редуктора в сборе. Отворачивают два болта, спрессовывают подшипник, снимают ведомую шестерню главной передачи и вынимают подшипник. Восстанавливают номинальный осевой зазор в конических роликоподшипниках шлифовкой одного из регулировочных колец на величину измеренного зазора. Проверить осевой зазор в подшипниках без сборки редуктора можно приспособлением. Для этого трубу приспособления упирают в торец внутренней обоймы подшипника. Заворачивая до отказа болты, затягивают подшипники. Далее устанавливают штатив на крышку редуктора, а ножку индикатора упирают в пластину между болтами. При заво-

рачивании болтов крышка редуктора вместе со штативом и индикатором переместится вверх на величину зазора в подшипниках.

При свободном выходе внешней обоймы подшипника из своего гнезда подшипник заменяют, но предварительно измеряют диаметр его посадочного места. При внутреннем диаметре более 110,14 мм заменяют стакан подшипников. Его выпрессовывают монтажными болтами. Заменяя подшипники фланца диска из-за разрушения или предельного износа сепараторов, беговых дорожек, обойм и т.п., выпрессовывают внешние обоймы. Если фланец диска свободно выходит из крышки редуктора, то измеряют диаметр его посадочных мест под подшипники. При износе посадочных мест до размера менее 59,8 мм фланец заменяют новым. Во время эксплуатации трактора нередко происходит обрыв болтов или износ резьбы отверстий фланца под стопорную пластину радиального подшипника. Поэтому, когда по каким-либо причинам снимают крышку редуктора, проверяют состояние этих деталей. На правильную работу колесного редуктора большое влияние оказывает техническое состояние радиального подшипника фланца диска. Износ его влечет за собой перекося вала и, как следствие, интенсивный износ конических подшипников. При свободном вращении внешней обоймы в стакане или внутренней обоймы на валу фланца подшипник заменяют, но предварительно измеряют его посадочные места и дают заключение о целесообразности замены стакана, подшипников или фланца диска.

Стакан заменяют по достижении диаметра под подшипник более 110,14 мм, а фланец диска — при износе до размера менее 49,96 мм. После регулировки осевого зазора подшипников фланца диска, а также если он не превышает номинального значения, но указанные выше признаки неисправностей имеют место, то проверяют техническое состояние конических шестерен.

Оценить степень износа роликоподшипников конических шестерен редуктора и верхней конической пары, а также степень износа их зубьев мож-

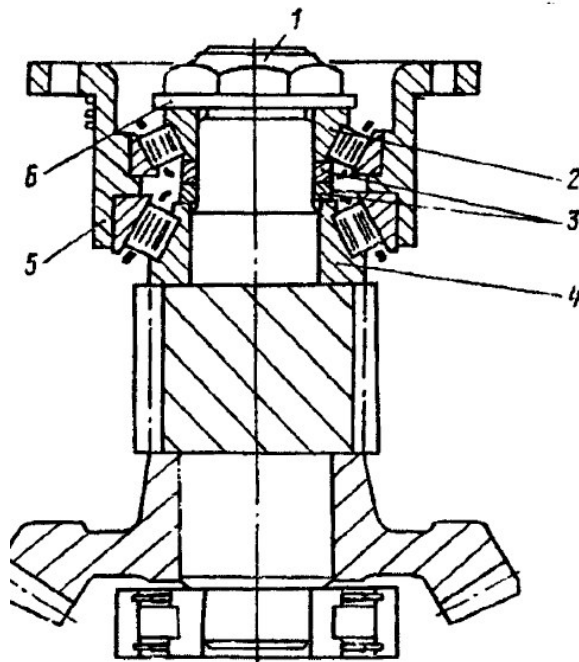
но, измерив угловое перемещение фланца диска. Для измерения снимают колесо и устанавливают прибор на крышке редуктора или на подставке

Ножку индикатора упирают в болт и, покачивая влево и вправо фланец диска. Проверяют суммарный боковой зазор в конических шестернях. Если показание индикатора превышает 1 мм, измеряют отдельно зазор в зубьях шестерен конечной передачи. Для этого отворачивают болты, снимают крышку верхней конической пары и стопорят вертикальный вал. Если величина перемещения фланца более 1 мм, регулируют зазор между зубьями шестерен конечной передачи. Разность показаний индикатора при первом и втором измерениях соответствует зазору в шестернях верхней конической пары. В том случае, если она превышает также 1 мм, регулируют зазор в шестернях верхней конической пары. Чтобы отрегулировать зазор между зубьями шестерен конечной передачи, через технологические отверстия выворачивают шесть крепежных болтов и двумя монтажными болтами выпрессовывают фланец диска из крышки редуктора до освобождения прокладок. Для уменьшения зазора извлекают из каждого пакета одну или несколько прокладок, но так, чтобы толщина оставшихся с одной и другой стороны редуктора оставалась одинаковой. Увеличенный боковой зазор между зубьями шестерен конечной передачи может возникнуть из-за перекоса ведущей шестерни вследствие износа ее радиальных подшипников. Для обнаружения этой неисправности снимают крышку редуктора и перемещают ведущую шестерню в осевом и радиальном направлениях. Если зазор ощущается рукой, снимают корпус редуктора и крышку ведущей шестерни. Далее инерционным съемником выпрессовывают ведущую шестерню в сборе. В некоторых случаях верхний подшипник может оставаться в своем гнезде (это зависит от диаметра цанги), тогда его выпрессовывают, но цангой большего диаметра.

При износе посадочных мест под вышеуказанные подшипники до размера соответственно менее 45,03 и 40,02 мм ведущую шестерню заменяют. Чтобы отрегулировать зазор в зубьях шестерен верхней конической пары, выворачивают болты крепления редуктора и фланца трубы и монтажными

болтами выпрессовывают трубу вертикального вала из корпуса верхней конической пары до освобождения прокладок. Далее, изменив толщину пакетов прокладок и вновь проведя измерения, добиваются номинального значения перемещения фланца диска.

Ведущая цилиндрическая шестерня работает в условиях достаточной смазки. На рисунке 1.3 показаны детали, находящиеся в сопряжении с ведущей цилиндрической шестерней. Узел ведущей шестерни в сборе показан на рисунке 1.2.



1 – гайка; 2, 4 – внутренние кольца подшипника; 3 – шайбы регулировочные;
5 – стакан подшипников; 6 – шайба

Рисунок 1.2 – Ведущая цилиндрическая шестерня
и сопрягаемые с ней детали

Деталь ведущая цилиндрическая шестерня теряет работоспособность по следующим причинам:

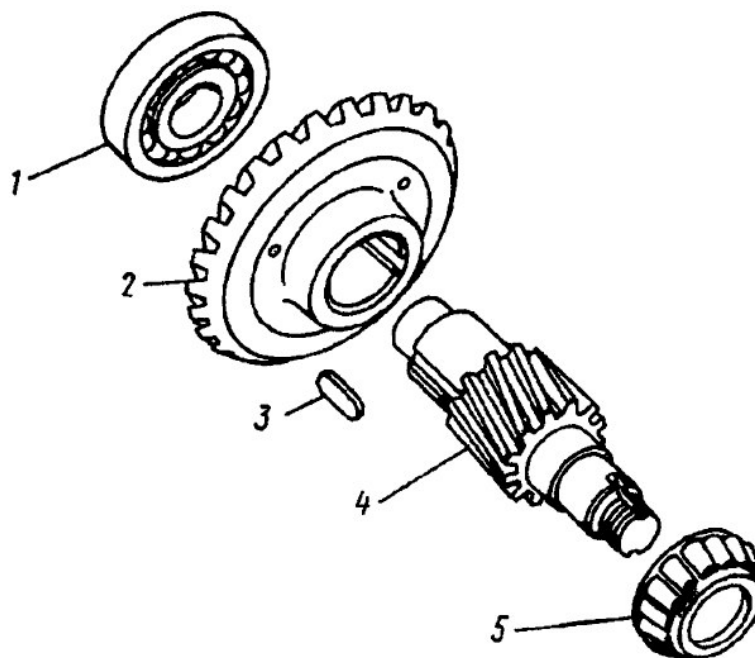
1. Сколы и трещины.
2. Усталостное выкрашивание рабочей поверхности зубьев.
3. Износ поверхности под роликовый подшипник 864715.
4. Износ поверхности под шестерню.
5. Износ поверхности под роликовый подшипник 864770.
6. Износ поверхности под роликовый подшипник 853948.

7. Износ шпоночного паза по толщине.

8. Износ зубьев по толщине.

9. Износ резьбы.

Дефект 1 возникает вследствие механических ударных повреждений шестерни.



1 – подшипник роликовый радиальный в сборе; 2 – колесо зубчатое ведомое коническое; 3 – шпонка; 4 – ведущая цилиндрическая шестерня; 5 – кольцо внутреннее с сепаратором и роликами в сборе

Рисунок 1.3 – Узел ведущей цилиндрической шестерни в сборе

В местах 2, 3, 4, 5, 6 дефектов преобладающим видом изнашивания является контактно-усталостное изнашивание, возникающее при трении качения роликов по поверхности оси. Сопутствующим видом является окислительный вид, поскольку сопрягаемые поверхности покрыты масляной пленкой.

1.2 Разработка структурной схемы разборки промежуточного моста

Узлы и агрегаты машин, поступающие на ремонт, должны быть очищены от грязи и пыли, а с поверхности должно быть удалено антикоррозий-

ное покрытие. Масло из картера двигателя, ведущего моста и коробки передач должно быть слито, а масляные отверстия и штуцеры быть плотно закрыты пробками [7, 8].

При разборке трактора для снятия тяжелых узлов и деталей, а также при установке их на стеллажи и стенды необходимо использовать кранбалки, электротельферы и специальные схватки.

Отвертывать гайки и болты необходимо электрическими или пневматическими гайковертами, а вывертывать шпильки – эксцентриковыми ключами.

Шкивы, звездочки и клиновые шпонки следует снимать при помощи специальных съемников.

Втулки, подшипники и валы необходимо выпрессовывать на прессах, используя специальные вставки.

Все узлы и детали трактора необходимо укладывать на стеллажи или в специальные контейнеры.

Рабочие места разборки и сборки должны быть просторны, хорошо освещены и оснащены необходимым оборудованием, приспособлениями и инструментом.

При работе со стендами и приспособлениями необходимо соблюдать правила техники безопасности.

Наиболее важным этапом проектирования технологического процесса является установление рациональной последовательности выполнения разборочных (сборочных) операций. Для решения этой задачи составляют структурную схему разборки (сборки), которая представляет собой условное изображение последовательности снятия при разборке (установки при сборке) сборочных единиц различных порядков и деталей. Схема разборки (сборки) дает наглядное изображение процесса и является одним из документов, фиксирующих процесс [8].

Составные части изделия изображаются на схеме в виде прямоугольников. Чтобы выделить на схеме сборочные единицы, пря-

моугольники, которыми они изображаются, чертят двумя параллельными линиями. Если к схеме имеется приложение в виде чертежа или эскиза изделия, прямоугольник, изображающий деталь на схеме, разделяют на четыре поля, на которых указывают наименование детали, номер позиции на чертеже (эскизе), в нижней части - обозначение по каталогу и количество. Прямоугольник на схеме, изображающий сборочную единицу, делят на три поля, если она входит в состав изделия в единственном числе. Поле для указания количества сборочных единиц не выделяют. Номера позиций проставляют на схеме в правом верхнем поле прямоугольника, в правом нижнем — количество деталей. Такие изделия, как подшипники, сальники, контрольно-измерительные приборы и тому подобное изображают на схеме как сборочные единицы.

Различают развернутую и укрупненную схемы технологических процессов разборки и сборки изделия. Схему называют развернутой, если все составные части изделия расчленены, представлены в виде отдельных деталей, приведены необходимые дополнительные пояснения, контрольные операции и технические требования. Развернутую схему составляют для несложных изделий (сборочных единиц). Схему технологического процесса называют укрупненной, если некоторые сборочные единицы не расчленены на отдельные детали. Укрупненную схему целесообразно составлять на сложные изделия и сборочные единицы машин с указанием контрольных операций, выполняемых при общей сборке.

Составление схемы разборки начинают с условного изображения изделия (сборочной единицы) и строят в направлении слева направо или сверху вниз. Условные обозначения отдельных деталей располагают слева, а сборочных единиц соответствующего порядка - справа по ходу процесса разборки. Направление процесса разборки, отражающее последовательность снятия сборочных единиц и деталей, показывают на схеме стрелкой [11].

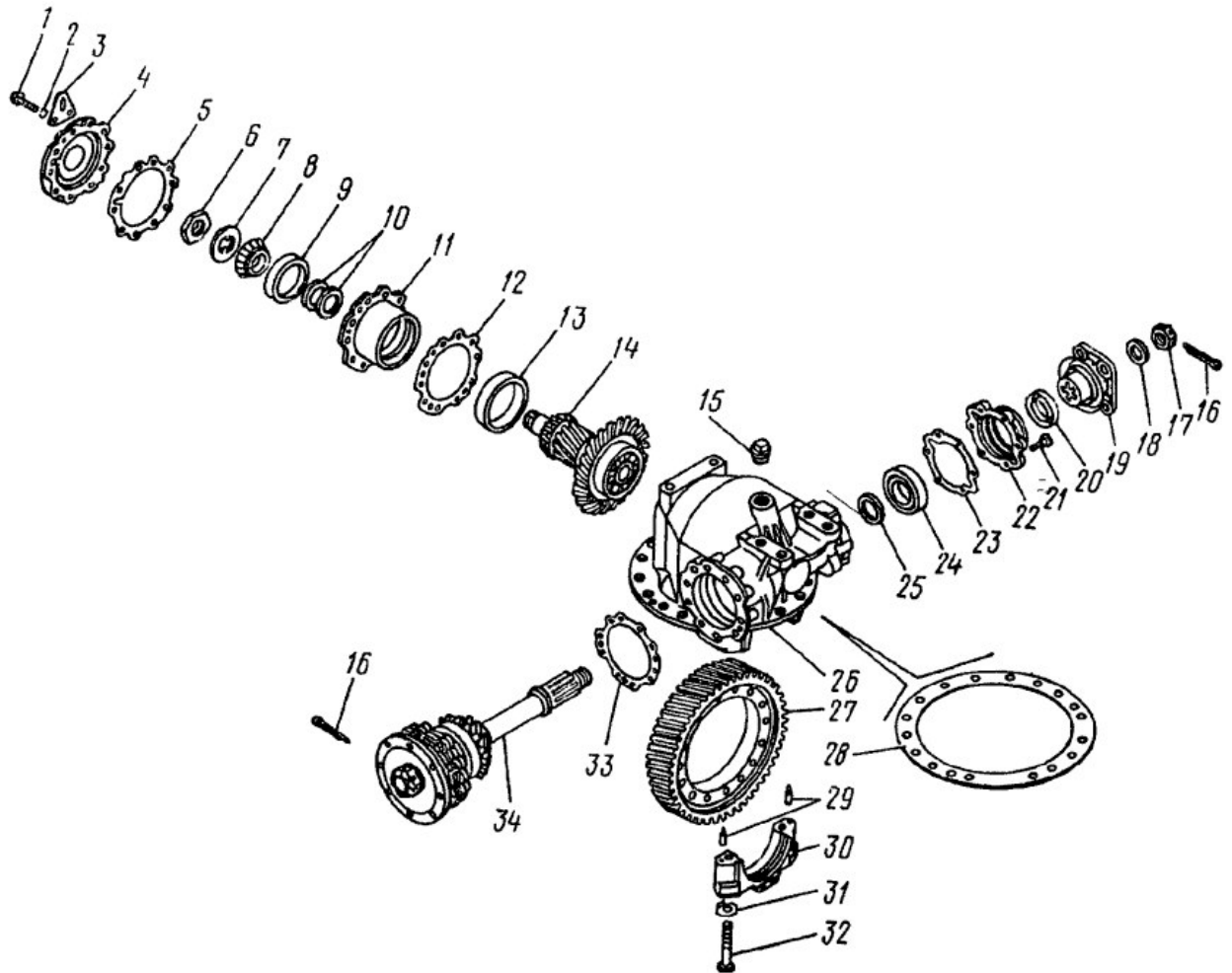
После разработки схемы приступают к определению операций технологического процесса и обоснованию их содержания. Основные принципы

объединения действий исполнителя и оборудования в операцию следующие:

- единство предметов труда (сборочная единица, группа, под- группа);
- единство рабочего места.

Затем составляют технологический маршрут разборки (сборки).

Главная передача промежуточного моста в разобранном виде представлена на рисунке 1.4.



1 – болт; 2 – шайба пружинная; 3 – скоба редуктора; крышка стакана; 5 – прокладка крышки стакана; 6 – гайка подшипника; 7 – шайба опорная; 8 – кольцо внутреннее в сборе; 9, 13 – кольца подшипника наружные; 10 – шайба регулировочная; 11 – стакан; 12 – прокладка регулировочная; 14 – колеса зубчатые ведомое коническое и ведущее цилиндрическое в сборе; 15 – пробка; 16 – шплинт; 17 – гайка; 18 – шайба; 19 – фланец ведущего вала в сборе; 20 – манжета в сборе; 21 – болт с пружинной шайбой в сборе; 22 – крышка; 23 – прокладка; 24 – подшипник роликовый цилиндрический в сборе; 25 – шайба опорная; 26 – картер; 27 – колесо зубчатое ведущее цилиндрическое; 28 – прокладка картера; 29 – штифт; 30 – крышка подшипника; 31 – пластина стопорная; 32 – болт крепления крышек подшипников; 33 – прокладка регулировочная; 34 – колесо зубчатое ведущее коническое в сборе

Рисунок 1.4 – Главная передача промежуточного моста и ее детали

Структурная схема разборки рассматриваемого устройства представлена на рисунке 1.5.

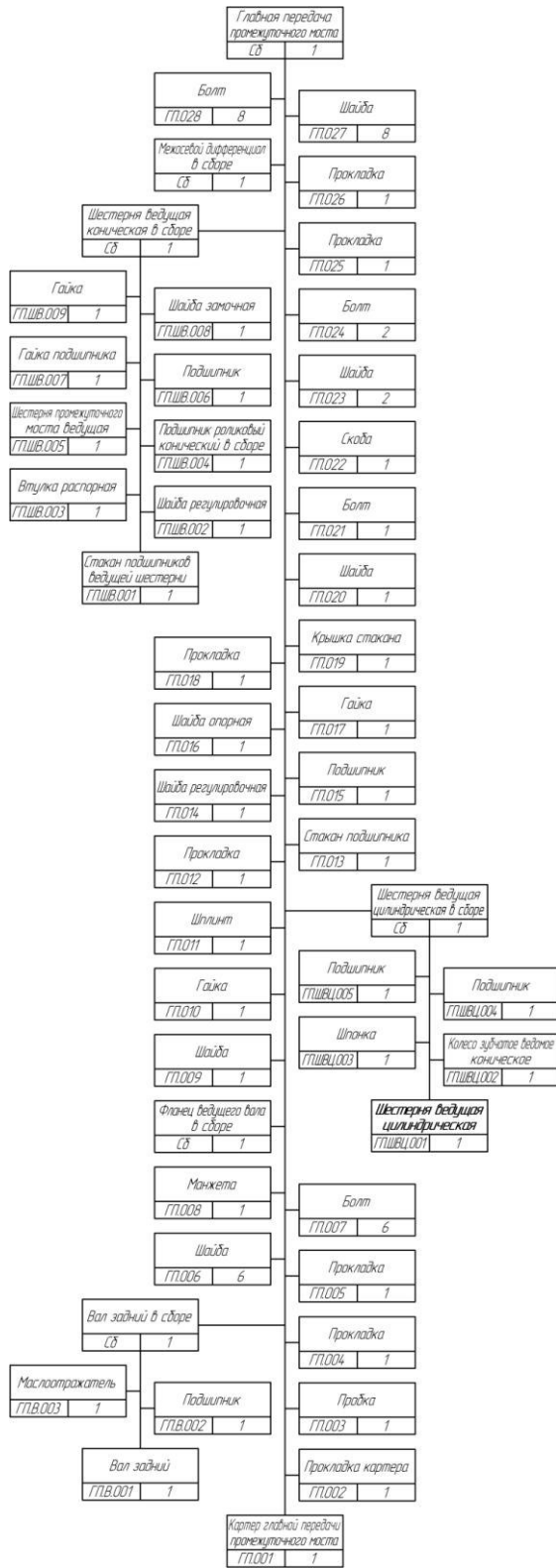


Рисунок 1.5 – Структурная схема, согласно которой проводится разборка главной передачи промежуточного моста автомобиля КамАЗ-5320

1.3 Разработка технологического процесса дефектации

Исходные данные для разработки технологического процесса дефектации – технические требования на капитальный ремонт соответствующей машины, в которых на каждую деталь (узел) приводится эскиз, перечень всех дефектов, средства контроля и рекомендации по ремонту.

При проектировании технологического процесса составляется карта эскизов и карта технологического процесса дефектации. На карте технологического процесса дефектации приводят:

- наименование и обозначение изделия, номер, наименование и содержание операции по выявлению каждого дефекта, приведенного на карте эскизов;
- наименование приспособления, измерительного инструмента или способа установления дефекта;
- разряд работы, код тарифной сетки и вида нормы [2].

Приведем перечень дефектов рассматриваемой детали:

1. Сколы и трещины.
2. Выкрашивание рабочей поверхности зубьев.
3. Износ поверхности под роликовый подшипник 864715.
4. Износ поверхности под шестерню.
5. Износ поверхности под роликовый подшипник 864770.
6. Износ поверхности под роликовый подшипник 853948.
7. Износ шпоночного паза по толщине.
8. Износ зубьев по толщине.
9. Износ резьбы.

Выбор средств измерения производится следующим образом:

1. По известному номинальному размеру и величине допуска контролируемого размера детали по ГОСТ 8.051-81 определяют допускаемую предельную погрешность измерения;

2. По литературе выбирают измерительные средства для измерения размера.

При выборе средства измерения должно соблюдаться следующее условие: предельная погрешность средств измерения должна быть меньше допустимой погрешности измерения, то есть

$$\Delta_{lim} \leq \delta, \quad (1.1)$$

где δ – допускаемая погрешность измерения;

Δ_{lim} – предельная погрешность измерительного средства.

По размеру $\varnothing 45_{+0,003}^{+0,020}$ для контроля дефекта 3 определяем предельную погрешность измерения согласно литературе [10], $\delta = 5$ мкм. Выбираем средство измерения с учетом выполнения условия (3.1) – микрометр гладкий (ГОСТ 6507-78), предельная погрешность которого $\Delta_{lim} = \pm 4$ мкм.

По размеру $\varnothing 63_{+0,032}^{+0,051}$ для контроля дефекта 4 определяем предельную погрешность измерения согласно литературе [10], $\delta = 5$ мкм. Выбираем средство измерения с учетом выполнения условия (3.1) – микрометр гладкий (ГОСТ 6507-78), предельная погрешность которого $\Delta_{lim} = \pm 4$ мкм.

По размеру $\varnothing 54_{-0,02}$ для контроля дефекта 5 определяем предельную погрешность измерения согласно литературе [10], $\delta = 5$ мкм. Выбираем средство измерения с учетом выполнения условия (3.1) – микрометр гладкий (ГОСТ 6507-78), предельная погрешность которого $\Delta_{lim} = \pm 4$ мкм.

По размеру $\varnothing 50_{+0,002}^{+0,018}$ для контроля дефекта 6 определяем предельную погрешность измерения согласно литературе [10], $\delta = 5$ мкм. Выбираем средство измерения с учетом выполнения условия (3.1) – микрометр гладкий (ГОСТ 6507-78), предельная погрешность которого $\Delta_{lim} = \pm 4$ мкм.

По размеру $14_{-0,075}^{-0,020}$ для контроля дефекта 7 определяем предельную погрешность измерения согласно литературе [10], $\delta = 12$ мкм. Выбираем средство измерения с учетом выполнения условия (3.1) – нутромер индикаторный (ГОСТ 863-82), предельная погрешность которого $\Delta_{lim} = \pm 12$ мкм.

По размеру $10,515_{-0,17}^{-0,10}$ для контроля дефекта 8 определяем предельную погрешность измерения согласно литературе [10], $\delta = 14$ мкм. Выбираем средство измерения с учетом выполнения условия (3.1) – микрометр гладкий (ГОСТ 6507-78), предельная погрешность которого $\Delta_{lim} = \pm 4$ мкм.

Для контроля дефекта 1 и 2 выбираем средство измерения увеличительное стекло ЛП-4х ГОСТ 25706–83.

Для дефекта 9 выбираем средство измерения резьбовой калибр-скоба.

Таблица 1.1 – Результаты выбора средств измерения

Тип размера, его значение	Величина допуска изделия, мм.	Допустимая погрешность измерения, мм.	Предельная погрешность измерительного средства, мм.	Наименование, обозначение СИ, ГОСТ.
Вал $\phi 45$	0,017	0,005	$\pm 0,004$	МК–50–2 ГОСТ 6507-78
Вал $\phi 63$	0,019	0,005	$\pm 0,004$	МК– 75–2 ГОСТ 6507-78
Вал $\phi 54$	0,020	0,005	$\pm 0,004$	МК–75–2 ГОСТ 6507-78
Вал $\phi 50$	0,016	0,005	$\pm 0,004$	МК – 75–2 ГОСТ 6507-78
Отверстие 14	0,055	0,014	$\pm 0,012$	НИ 10–18–2 ГОСТ 863-82
Вал 10,515	0,070	0,012	$\pm 0,012$	МК–25–2 ГОСТ 6507-78

1.4 Выбор рационального способа восстановления

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

Для каждого выбранного способа дают комплексную качественную оценку по значению коэффициента долговечности (K_D), которое определяют по формуле:

$$K_D = K_i \cdot K_B \cdot K_C \cdot K_{II}, \quad (1.2)$$

где K_i , K_B , K_C , – коэффициенты износостойкости, выносливости и сцепляемости покрытий соответственно;

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

Условие технико-экономической характеристики эффективности способа восстановления детали предложено профессором Казарцевым В. И. [12]:

$$C_B \leq K_D \times C_H, \quad (1.3)$$

где C_B – стоимость восстановления детали, руб.;

C_H – стоимость новой детали, руб.

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

$$K_T = C_B / K_D, \quad (1.4)$$

где K_T – коэффициент технико-экономической эффективности;

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

Эффективным будет способ, для которого $K_T \rightarrow \min$. Если K_T будет больше стоимости 1 м² новой детали, необходимо решить вопрос о целесообразности восстановления детали [2].

Примем для дефекта 6 в качестве возможных способов восстановления детали хромирование и осталивание и рассчитаем для каждого из способов технический и технико-экономический критерии. Значения коэффициентов при расчете определяем из таблицы 1 литературы [2], значение коэффициента K_{Π} примем равным 0,8.

1. Хромирование

$$K_i = 1,67; K_B = 0,9; K_C = 1,82;$$

$$K_D = 1,67 \cdot 0,9 \cdot 1,82 \cdot 0,8 = 2,19.$$

2. Осталивание

$$K_i = 0,91; K_B = 0,82; K_C = 0,65;$$

$$K_D = 0,91 \cdot 0,82 \cdot 0,65 \cdot 0,8 = 0,38.$$

Исходя из условия $K_D \rightarrow \max$, наиболее эффективным способом является хромирование.

Рассмотрим технико-экономические критерии способов восстановления, используя формулу (4). Значения C_B также принимаем из таблицы 1 литературы [2].

1. Хромирование

$$C_B = 1772 \text{ руб/м}^2;$$

$$K_T = \frac{1772}{2,19} = 809,8.$$

2. Осталивание

$$C_B = 604 \text{ руб/м}^2;$$

$$K_T = \frac{604}{0,38} = 1589,47.$$

Исходя из условия $K_T \rightarrow \min$, наиболее эффективным способом также является хромирование.

Таким образом, на основе анализа технологического, технического и технико-экономического критериев, делаем вывод, что наиболее рациональным способом восстановления детали в месте дефекта 6 является хромирование. Допустимым методом восстановления детали примем осталивание.

Поскольку характер дефекта и характер поверхности, а также вид изнашивания и назначение поверхности в местах дефектов 3 и 5 аналогичны таковым в месте дефекта 6, то для устранения этих дефектов примем также методы хромирования и осталивания.

В случае дефекта 1 и 2 (трещины и выкрашивание зубьев) шестерни подлежат выбраковке.

Для устранения износа шейки под шестерню (дефект 4) назначаем основной способ восстановления – вибродуговую наплавку, допустимый - наплавку в среде углекислого газа.

Дефекты шпоночного паза: основной способ восстановления – нарезание нового паза под углом 135° к существующему, допустимый способ – ручная электродуговая сварка с нарезанием паза на прежнем месте.

Толщина зубьев восстанавливается сваркой – ручной электродуговой, либо сваркой в среде углекислого газа.

Дефект 9 (износ резьбы) устраняется нарезанием резьбы ремонтного размера, либо наплавкой с последующем нарезанием резьбы номинального размера.

1.5 Разработка ремонтного чертежа

Ремонтный чертеж выполняется перед разработкой технического процесса восстановления детали. Задачей ремонтного чертежа является передача информации по дефектам, возникающим в процессе эксплуатации [9].

На ремонтном чертеже шестерни представлены следующие дефекты: сколы и трещины; выкрашивание рабочей поверхности зубьев; износ поверхности под роликовый подшипник 864715; износ поверхности под шестерню; износ поверхности под роликовый подшипник 864770; износ поверхности под роликовый подшипник 853948; износ шпоночного паза по толщине; износ зубьев по толщине; износ резьбы.

Способы восстановления, коэффициенты повторяемости дефектов приведены в таблице на ремонтном чертеже.

Также на ремонтном чертеже приведены технические требования к процессу восстановления хромированием:

1. Обеспечить твердость поверхности детали не менее HRC_3 , 62 ± 2 .
2. Не допускаются раковины на поверхности.
3. Не допускается растворение хрома по граням.
4. Не допускается появление дендритов.

1.6 Разработка маршрутных и операционных карт

В процессе восстановления деталь проходит операции, указанные в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Последовательность операций по восстановлению

Операции	Оборудование	Приспособление, инструмент
005 Очистная	Очиститель пароводоструйный ОМ-5359	Тара для деталей на очистку
010 Дефектовочная	Стол для дефектации ОРГ-14-6801-090	МК – 75 – 2 ГОСТ 6507-78
015 Шлифовальная	Станок круглошлифовальный 3М151	Круг шлифовальный ПП 24А40 НС15КА ГОСТ 2424-83
020 Хромирование	Установка ОГ-1349А, выпрямитель тока ВСА – 5	Подвесное приспособление, бачок с дистиллированной водой, сушильный шкаф, емкости для жидкостей, тампон
025 Шлифовальная	Станок круглошлифовальный 3М151	Круг шлифовальный ПП 24А40 НС15КА ГОСТ 2424-83
030 Контрольная	Стол для дефектации ОРГ-14-6801-090	МК – 75 – 2 ГОСТ 6507-78

Маршрутная карта, карта эскизов и операционные карты представлены в графической части работы.

1.7 Расчет и выбор параметров и режимов восстановления

Основные режимы процесса хромирования рассчитываются по следующим формулам [9].

Необходимая сила тока I , А:

$$I = D_K \cdot F_O, \quad (1.5)$$

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

F_O – общая поверхность покрываемая хромом, дм².

$$F_O = 2l\pi R, \quad (1.6)$$

где l – длина поверхности, на которую наносится покрытие, $l = 0,31$ дм;

R – радиус поверхности детали, $R = 0,25$ дм.

$$F_O = 2 \cdot 0,31 \cdot 3,14 \cdot 0,25 = 0,49 \text{ дм}^2.$$

$$I = 35 \cdot 0,49 = 17,15 \text{ А}.$$

Расчетная продолжительность осаждения хрома t_p , ч:

$$t_p = \frac{10 \cdot h \cdot \gamma}{D_K \cdot E \cdot \eta}, \quad (1.7)$$

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

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

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

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

$$t_p = \frac{10 \cdot 0,12 \cdot 6,9}{35 \cdot 0,324 \cdot 0,15} = 4,87 \text{ ч.}$$

1.8 Техническое нормирование работ по восстановлению детали

Особенность гальванических покрытий, применяемых в ремонтном производстве заключается в том, что покрытие производится для восстановления геометрии детали, то есть наносится слой металла значительной толщины (0,04...1,5 мм). При таком виде покрытия время выдержки деталей в основной ванне всегда будет больше суммы времени подготовительных операций, предшествующих покрытию. Поэтому рассчитывают норму времени по формуле [7]:

$$T_n = \frac{T_o + T_{в.н.} + T_{неп.оп.} \cdot 1,12}{n \cdot K_u}, \quad 3.8$$

где T_o – основное время покрытия в ванне, мин;

$T_{в.н.}$ – вспомогательное время на загрузку деталей в ванну и выгрузку их из ванны, определяется по таблице 295 [7], $T_{в.н.} = 0,2$ мин;

$T_{неп.оп.}$ – оперативное время на все операции, следующие после покрытия деталей, определяется по таблице 296 [7], $T_{неп.оп.} = 6,39$ мин;

1,12 – коэффициент, учитывающий подготовительно-заключительное и дополнительное время;

n – число деталей, загружаемых одновременно в ванну;

K_u – коэффициент использования оборудования, для хромирования $K_u = 0,8$ [7].

Основное время хромирования было определено ранее, $T_{0 \text{ хром}} = 4,87 \text{ ч} = 292,2 \text{ мин.}$

$$T_n = \frac{292,2 \cdot 0,2 \cdot 6,39 \cdot 1,12}{10 \cdot 0,8} = 37,44 \text{ мин.}$$

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА ДЛЯ РЕМОНТА АГРЕГАТОВ

2.1 Общая характеристика агрегатного участка

Агрегатный участок предназначен для выполнения текущего, среднего и капитального ремонта всех узлов автомобилей, кроме двигателя [7].

После диагностики технического состояния агрегаты, снятые с единицы сельскохозяйственной техники для ремонта, подвергаются наружной мойке. Предварительно из картеров агрегатов сливают масло. После наружной мойки, агрегаты (передний и задний мост, коробку передач) устанавливают на стенды и полностью или частично разбирают. При установке агрегатов на стенды используют подъемно транспортные устройства – подвесные кран-балки, тали, тельферы и др.

Разборку агрегатов, узлов и механизмов производят с использованием верстачных прессов (3–5т) для выпрессовки подшипников, втулок и других деталей, а также различных съемников и приспособлений.

Разобранные агрегаты обезжиривают в горячем содовом растворе с последующей промывкой в горячей воде. Для этой цели применяют ванны с содовым раствором и водой, подогреваемые паром при помощи трубчатого змеевика, или специальную моечную установку ГАРО. В этой установке детали моют горячим (80...90 °С) 4–5% раствором едкого натра или каустической соды.

Моечная камера установки рассчитана для деталей размером 1000х600х800 мм общим весом до 250 кг. Некоторые детали и системы подвергают дополнительной, механической и химической обработке для удаления смол, нагара, накипи и других отложений.

С помощью измерительного инструмента и специальных приспособлений определяют отклонения в размерах и форме детали, сопоставляя результаты с техническими условиями. Признаками негодности деталей в дальнейшем их использовании являются задиры, трещины, вмятины, следы коррозии, и т.п.

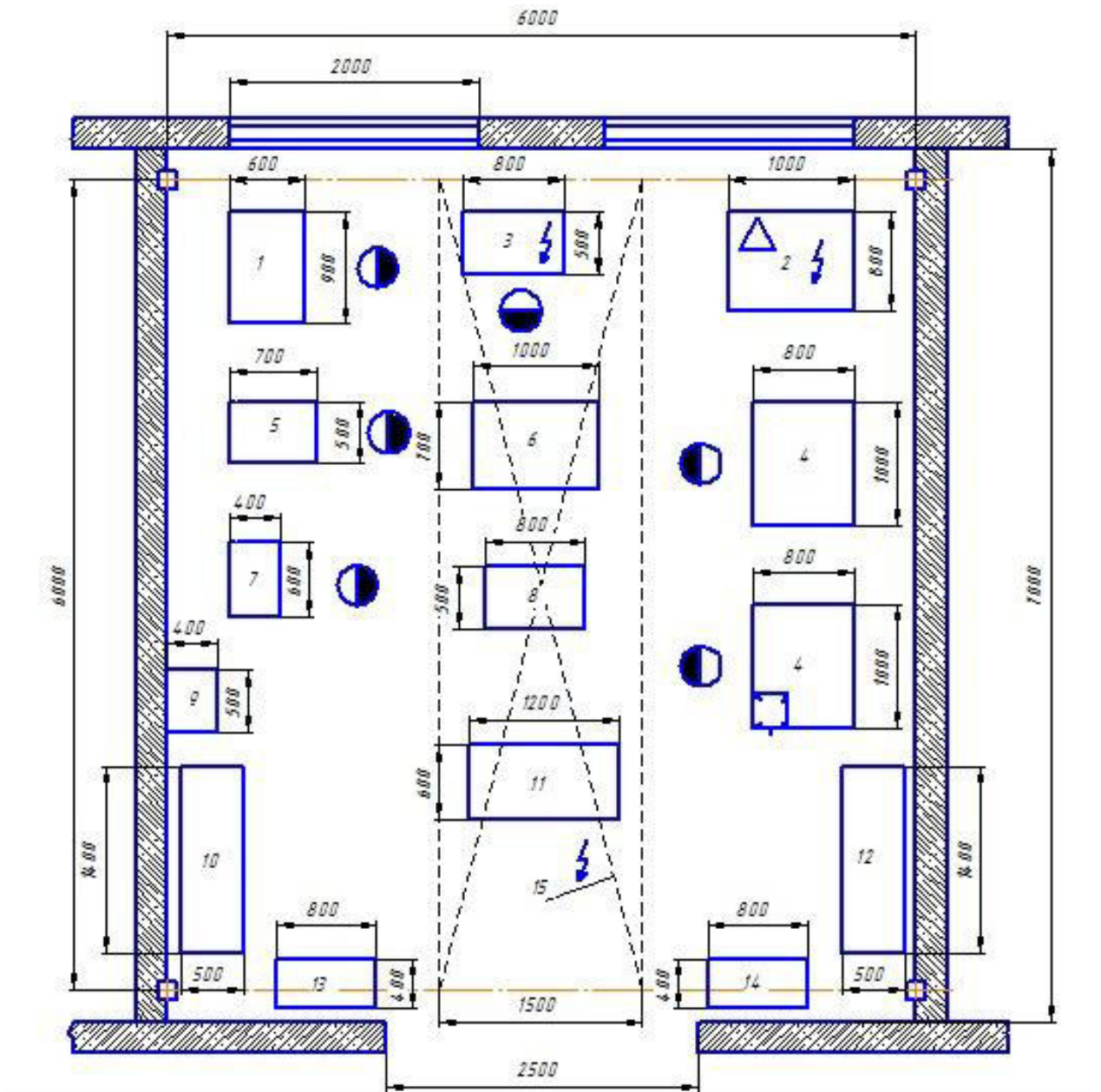
Перечень работ, выполняемых при ремонте агрегатов весьма разнообразен и велик. Работы должны выполняться на специальном оборудовании и сборочных стендах.

Характерными работами при текущем ремонте агрегатов являются: замена отработанных деталей новыми, выпрессовка и напрессовка шестерен и подшипников на валы, втулок, различного назначения пружин, развертка отверстий в корпусных деталях под ремонтные размеры, проверка герметичности узлов, замена уплотняющих прокладок, и другие ремонтные операции. Кроме замены деталей, выполняются подгоночные, ремонтные, контрольные и регулировочные работы.

Отремонтированные агрегаты после ремонта и сборки проходят технологические испытания. Результаты испытаний заносятся в карточки учета, в которых указываются: эксплуатационные показатели при испытании, ремонтные размеры, кто выполнил работу, что позволяет улучшить качество ремонта при наименьших материальных затратах. После этого готовые агрегаты складываются на стеллажах или транспортируются на склад отремонтированных объектов.

На данном участке работы производятся в одну смену с использованием прогрессивных технологий и средств облегчающих труд.

Площадь агрегатного участка определяется по фактической площади, занимаемой оборудованием, с применением коэффициента плотности расстановки оборудования [7].



1 – Стенд для ремонта карданных валов; 2 – Вертикально-сверлильный станок;
 3 – Электроточило; 4 – Стенд для расточки тормозных барабанов и тормозных накладок;
 5 – Стенд для ремонта коробок передач; 6 – Стенд для ремонта передних и задних мостов;
 7 – Стенд для клепки тормозных накладок; 8 – Стенд для разборки и регулировки сцепления;
 9 – Шкаф настенный для приборов и инструментов; 10 – Стеллаж для деталей;
 11 – Передвижная моечная ванна; 12 – Стеллаж для инструментов; 13 – Ларь для обтирочных материалов;
 14 – Ларь для отходов; 15 – Кран балка

Рисунок 2.1 – Примерная планировка агрегатного участка

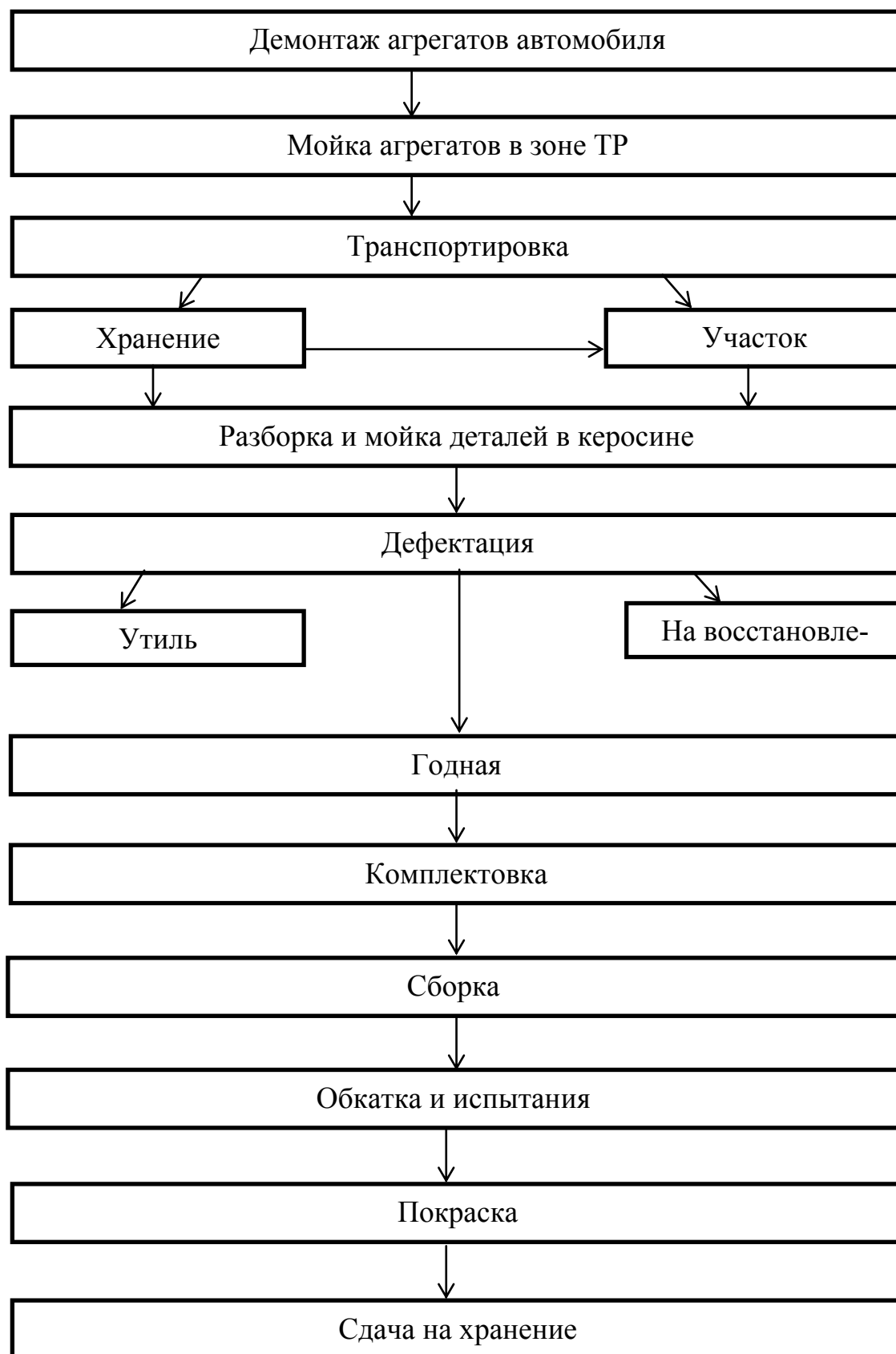


Рисунок 2.2 – Схема технологического процесса агрегатного участка

2.2 Расчет фондов времени

Производственный фонд времени рассчитывается по календарю и режиму работы конкретного предприятия участка, на планируемый период.

Годовой производственный фонд времени рабочего места пятидневной рабочей недели рассчитывается по формуле [7]:

$$\Phi_{pm} = T_{cm} \cdot D_{kt} - D_v - D_{pr} \quad (2.1)$$

где T_{cm} – продолжительность рабочей смены, принимаем 8 часов;

D_{kt} – число календарных дней в году, принимаем 365 дней;

D_v – число выходных дней в году, принимаем 104 дня;

D_{pr} – число праздничных дней в году, принимаем 11 дней.

$$\Phi_{pm} = 8 \cdot 365 - 104 - 11 = 2000 \text{ часов.}$$

Принимаем 2070 часов.

Годовой производственный фонд рабочего места – 2070 часов.

Действительный производственный фонд времени рассчитывается с учетом дней отпуска и дней пропуска по уважительной причине.

Действительный производственный фонд времени рассчитывается [12]:

$$\Phi_{np} = T_{cm} \cdot D_{kt} - D_{vbx} - D_{np} - D_{отп} \cdot K_n \quad (2.2)$$

где $D_{отп}$ – дни отпуска, принимаем 24 дня;

K_n – коэффициент пропуска рабочих дней по уважительной причине, принимаем 0,9;

$$\Phi_{np} = (8 \cdot 365 - 104 - 11 - 24 \cdot 0,9) = 1627,24 \text{ часов.}$$

Принимаем: 1840 часов.

Действительный производственный фонд рабочего места – 1840 ч.

2.3 Расчет годового объема работ

Годовая производственная программа указывается в исходных данных задания на проектирование в номенклатуре и количестве ремонтируемых

машин и агрегатов. Трудоемкость работ берется из карт технологических процессов по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей. Годовой объем работ представляет собой годовую трудоемкость ремонта определенных изделий в человеко-часах. При расчете годового объема работ необходимо перевести чел·мин в чел·час.

Годовой объем рассчитывается [11]:

$$T_z = \frac{t_p \cdot N_z}{60} \quad (2.3)$$

где N_z – годовая производственная программа, принимаем 1850 единиц;

t – трудоемкость на единицу продукции, 507 чел/мин;

$$T_z = \frac{507 \cdot 1850}{60} = 15632,44 \text{ чел / час}$$

Принимаем: 15632 чел/час.

2.4 Расчет численности производственных рабочих

В производстве определяют число штатных, явочных, вспомогательных и инженерно - технических работников.

Число штатных рабочих определяется по формуле [11]:

$$P_{шт} = T_z / \Phi_{пр} \cdot K_{nn} \quad (2.4)$$

где T_z – годовой объем работ, чел·час;

$\Phi_{пр}$ – годовой фонд времени одного производственного рабочего, принимаем 1840 ч;

$K_{n.n.}$ – коэффициент учитывающий повышение производительности труда, принимаем 1,20;

$$P_{шт} = 15632 / 1840 \cdot 1,2 = 7,07 \text{ человек.}$$

Принимаем: 7 человек.

Число явочных рабочих определяется по формуле:

$$P_{яв} = T_z / \Phi_{рм} \cdot K_{nn} \quad (2.5)$$

$$P_{яв} = 15632 / 2070 \cdot 1,2 = 6,29 \text{ человек.}$$

Принимаем: 6 человек.

Число вспомогательных рабочих определяется по формуле:

$$P_{всп} = P_{шт} \cdot \Pi_{всп} \quad (2.6)$$

где $\Pi_{всп}$ – процент вспомогательных рабочих, принимаем 0,25;

$$P_{всп} = 7 \cdot 0,25 = 1,75 \text{ человек.}$$

Принимаем: 2 человека.

Число инженерно-технических работников определяется по формуле:

$$P_{итп} = P_{шт} + P_{всп} \cdot \Pi_{итп} \quad (2.7)$$

где $\Pi_{итп}$ – процент инженерно-технических работников, принимаем 0,1;

$$P_{итп} = 7 + 2 \cdot 0,1 = 0,9 \text{ человек.}$$

Принимаем: 1 человека.

2.5 Подбор технологического оборудования

К основному оборудованию ремонтного предприятия относится оборудование, на котором выполняются основные, наиболее сложные и трудоемкие технологические операции. Это моечные машины, металлорежущие станки, гальванические ванны, стенды для разборки и сборки агрегатов и пр.

По трудоемкости технологических операций рассчитывается число единиц технологического оборудования для разборки-сборки агрегатов и механической обработки [11]:

$$X_{об.р} = T_z / \Phi_{д.об} \cdot K_{н.н} \quad (2.8)$$

где T_z – годовой объем работ, ч/час;

$\Phi_{д.об}$ – годовой действительный фонд времени работы оборудования в часах;

$K_{н.н}$ – коэффициент учитывающий повышение производительности труда, принимаем, $K_{н.н} = 1,2$.

$$X_{об.р} = 15632 / 2030 \cdot 1,2 = 6,4 \text{ ед.}$$

Принимаем: 6 единиц.

После предварительного расчета потребного числа оборудования производителя его подбор, учитывая технологическую характеристику, мощность и габаритные размеры, заполняется ведомость оборудования.

Таблица 2.1 – Технологическое оборудование

Наименование	Модель	Габариты, м	Количество
Стенд для ремонта карданных валов и рулевых управлений	3067	0,9x0,6	1
Вертикально-сверлильный станок	2А-125	1x0,8	1
Электроточило	И-138А	0,8x0,5	1
Стенд для расточки тормозных барабанов и тормозных накладок	ЦКБ-Р-114	1x0,8	2
Стенд для ремонта коробок передач	2365	1x0,7	1
Стенд для ремонта передних и задних мостов	2450	1x1,4	1
Стенд для клепки тормозных накладок	Р-304	0,6x0,4	1
Стенд для разборки и регулировки сцепления	ЦКБ-Р-207	0,5x0,8	1
Кран балка	ПТ-054	4x1,5	1
Итого	-	6,08 м ²	10

Таблица 2.2 – Технологическая оснастка

Наименование	Модель	Количество
Универсальный комплект съемников и приспособлений для разборки и сборки узлов	УКАСП-58 Пим-192	6
Большой набор гаечных ключей	И-105-М	6
Напильники разные	-	7
Комплект инструмента слесаря	2446	7
Прибор для измерения радиуса зазора в подшипниках качения	КН-1223	3
Итого	-	29

Таблица 2.3 – Организационная оснастка

Наименование	Модель	Габариты, мм	Количество
Передвижная моечная ванна	ОМ-13116	1250*620	1
Стеллаж для инструментов	ОРГ-1468	1400*500	1
Ларь для отходов	ОРГ-1468	800*400	1
Стеллаж для деталей	2249-П	1400*500	1
Шкаф настенный	ОРГ-1468	500*400	1
Ларь для обтирочных материалов	ОРГ-1468	800*400	1
Итого	—	2,99 м ²	6

2.6 Расчет производственной площади

Расчет производственной площади, определяется по суммарной площади поля, занятой оборудованием, с использованием коэффициента плотности расстановки оборудования определяется по формуле [2]:

$$F_{\text{ц}} = K_{\text{об}} \cdot \sum F_{\text{об}} \quad (2.9)$$

где $K_{\text{об}}$ – коэффициент плотности расстановки оборудования, принимаем 4,5;

$\sum F_{\text{об}}$ – суммарная габаритная площадь оборудования, м².

$$F_{\text{ц}} = 4,5 \cdot 6,08 + 2,99 = 40,82 \text{ м}^2.$$

Принимаем: 42 м².

2.7 Совершенствование организации труда на агрегатном участке

Производительность труда на производстве зависит от множества факторов. При организации производства многим из них уделяется много внимания, однако зачастую игнорируется такой эффективный способ повышения производительности как физическая культура на производстве.

В литературе принято выделять 2 группы инженерно-технического персонала в зависимости от типа труда (интеллектуального либо физическо-

го). В первую группу, как правило, относят персонал, отвечающий за управление мобильными транспортными и транспортно-технологическими машинами (комбайнеры, водители грузового автотранспорта, трактористы-машинисты и др.). Ко второй группе относят операторов стационарных машин (рабочие ремонтных мастерских, операторы стационарных машин и оборудования животноводства).

Для каждой из этих групп характерны совершенно разные нагрузки в психофизическом плане. В первом случае имеет место предельная концентрация внимания, быстрая реакция; во втором – сложные ручные манипуляции, работа в тяжелых условиях (в ограниченном пространстве, в неудобном положении, на возвышении, в условиях значительной загазованности и недостаточного освещения и т.п.). Все эти факторы влекут за собой необходимости в развитии выносливости, натренированности определенных групп мышц, согласованность физических движений [13].

Исходя из вышеизложенного, для каждой группы рабочих необходимо внедрять на производстве соответствующие дисциплины физической культуры, которые бы способствовали развитию необходимых навыков, а также и релаксацию в перерывах между нагрузками (например, силовые виды спорта, армрестлинг, гимнастика, аэробика, спортивные игры и др.).

3 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ УСТАНОВКИ
ДЛЯ РЕМОНТА МОСТОВ

3.1 Обоснование необходимости разработки установки для
ремонта мостов

Из литературы известно, что разборочно-сборочные работы при ремонте сельскохозяйственной техники занимают до сорока процентов всей трудоемкости ремонта машины. Данное обстоятельство указывает на большой потенциал по сокращению трудоемкости ремонта – механизация и автоматизация разборочно-сборочных работ, что предполагает внедрение в технологический процесс специализированного оборудования, оснастки и инструмента, сокращающих долю или полностью исключаящих ручной труд, облегчающих выполнение операций, а также повышающих безопасность проведения работ.

Одним из важнейших узлов трансмиссии автомобилей, определяющих надежность работы трансмиссии, являются ведущие мосты. Поэтому от качества их ремонта зависит качество ремонта трансмиссии и всей машины в целом. Одним из ответственных узлов задних мостов является их главная передача, представляющее собой коническое зацепление зубчатых колес со смонтированным дифференциалом. Данный узел собран в корпусе редуктора заднего моста. Правильность регулировки зацепления главной передачи, посадка подшипниковых узлов, разборка без повреждения деталей во многом определяют послеремонтный ресурс данного узла, а также необходимость переборки на случае некорректной регулировки при сборке.

Перв. примен.	
Справ. №	
Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

					АÊÐ.35.03.06.822.20.ÓÐÌ .00.00.00 Ì Ç
Ëçì.	Ëèñð	¹ äì èóì.	Ì ì äì èññ	Ãàò à	
Ðàçäàä.	Çàéì óèèèì				
Ì òì ä.	Ì èèì óèèèì				
Ì. èì ò ð.	Ì èèì óèèèì				
Ôð äàää.	Ì èèì óèèèì				Óðò àì ì äèà äèÿ äàì ì í ò à ì ì ñò ì ä
					Ì ì ÿñì èò äèÿ äÿ çàì èñèà
					Ëàçàì ñèèè ÄÄÓ
					èàò. Ì ÈÄ Á252-02 äðóì ì à

Для обеспечения качественного ремонта данного узла, и в частности его разборки и сборки, необходимо использовать соответствующее ремонтно-технологическое оборудование, а именно стенд для ремонта мостов. Данный стенд должен обеспечивать надежную фиксацию редуктора заднего моста в удобном пространственном положении для разборки, сборки и регулировки, что повысит качество ремонта, его производительность и безопасность. При этом, данные установки должны выполнять ряд требований, приведенных ниже.

3.2 Требования к разрабатываемой конструкции установки для ремонта мостов

Как и другое ремонтно-технологическое оборудование, стенд для ремонта мостов автомобилей должен выполнять ряд требований для его безопасного и эффективного использования. Перед началом проектирования конструкции полезно сформулировать эти требования.

Эргономичность. Разрабатываемая конструкция должна обеспечивать удобство технологических операций по сборке, разборке и регулировки. Ремонтируемый картер ведущего моста должен иметь возможность быть зафиксированным в ряде пространственных положений, т.е. должен иметь некоторую степень свободы ориентации в пространстве. Так, должна быть возможность вращения картера вдоль оси вращения моста с возможностью надежной фиксации с определенным шагом. Перемещение между фиксируемыми положениями должно выполняться без чрезмерных физических усилий, в идеале это должно осуществляться приводом от внешнего источника энергии (например, электросеть либо пневмосеть предприятия).

Для удобства работы стенд должен иметь возможность регулирования положения разбираемого редуктора моста по высоте в определенных преде-

Перв. примен.						
Справ. №						
Подпись и дата						
Инв. № дубл.						
Взам. инв. №						
Подпись и дата						
Инв. № подл.						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АЭД.35.03.06.822.20.00.00.00 Ĭ Ç	Лист

Кроме того, для удобства работы конструкция стенда должна обеспечивать удобный подступ к ремонтируемому изделию, не должно быть мешающих работе элементов конструкции (например, выступающих слишком далеко опор стенда). Для исключения потери снимаемых с редуктора заднего моста крепежных и других деталей должен быть предусмотрен лоток с бортиками.

Мобильность. Конструкция стенда должна предусматривать ее перемещение в некоторых пределах, но вместе с тем обеспечивать надежно неподвижное положение при работе.

Экологическая безопасность. Ремонт редукторов задних мостов на стенде не должен сопровождаться загрязнением окружающей среды. Для сбора вытекающих из картера моста остатков трансмиссионного масла должен быть предусмотрен лоток.

Безопасность. Конструкция стенда должна отвечать требованиями безопасности. Элементы конструкции должны иметь соответствующий запас прочности, с учетом самых массивных ремонтируемых на стенде мостов. Элементы конструкции должны быть лишены острых кромок и углов. Под-

вижные и быстро вращающиеся элементы конструкции, в случае их наличия, должны быть надежно закрыты защитными кожухами. Конструкция станда должна обеспечивать невозможность случайного опрокидывания в процессе работы (например, при приложении больших отворачивающих моментов).

Производительность. Для станда для ремонта мостов под производительностью следует понимать относительно невысокое время, требуемое на установку и снятие редуктора заднего моста со станда, небольшое время смены пространственного положения редуктора и его фиксации.

3.3 Обзор существующих технических решений для ремонта мостов

Рассмотрим серийно выпускаемые изделия для ремонта редуктор мостов автомобилей различных марок.

Стенд универсальный Р-600-1 для разборки двигателей легковых автомобилей и редукторов ведущих мостов автомобилей ЗИЛ и КамАЗ. Внешний вид станда представлен рисунком 3.1.



Рисунок 3.1 – Стенд универсальный для разборки двигателей легковых автомобилей и редукторов ведущих мостов автомобилей ЗИЛ и КамАЗ и его сменные станины

Перв. примен.		Справ. №				
Подпись и дата		Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Инв. № подл.	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АЭД.35.03.06.822.20.00.00.00 1 5	Лист

Стенд представляет собой рамную конструкцию закрытую кожухом из тонколистового металла. В раме стенда смонтирован вращающийся узел, к одному концу которого крепятся сменные держатели для разбираемых узлов. Вращение держателей осуществляется вручную через редуктор в корпусе стенда.

Техническая характеристика стенда приведена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Техническая характеристика стенда

Наименование характеристики	Значение
Назначение	Ремонт двигателей легковых автомобилей, редукторов мостов автомобилей КамАЗ, ЗИЛ
Количество фиксируемых положений	8 (каждые 45 градусов)
Тип привода	Ручной, с редуктором
Габариты, мм	1180x670x1010
Масса, кг	114

К достоинству стенда следует отнести его универсальность: на стенде возможно осуществлять ремонт как двигателей легковых авто, так и редукторы мостов грузовых автомобилей, а также относительно невысокую стоимость (54 тыс. руб.)

К недостаткам стенда можно отнести низкую эргономичность (отсутствует регулировка по высоте, малое количество надежно фиксируемых положений), плохую мобильность (стенд имеет значительную массу, отсутствует возможность перемещения на колесах).

Специализированный стенд для ремонта редукторов мостов КРОН-640 (также известен как стенд Р640). Внешний вид стенда представлен на рисунке 3.2.

Конструкция стенда во многом схожа со стендом Р600, рассмотренным ранее. Отличие стенда заключается в наличии электрического привода вращения механизма крепления редукторов, который представляет собой консольно закрепленную станину. Сварная рамная конструкция стенда крепится

Перв. примен.						
Справ. №						
Подпись и дата						
Инв. № дубл.						
Взам. инв. №						
Подпись и дата						
Инв. № подл.						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АЭД.35.03.06.822.20.00.00.00 1 3	Лист

к бетонному основанию фундаментными болтами. Для сбора вытекающих из картера моста предусмотрен лоток. Привод вращения станины состоит из электродвигателя, ременной передачи и червячного редуктора.



Рисунок 3.2 – Специализированный стенд для ремонта редукторов мостов КРОН-640

На стенде возможно разбирать редукторы мостов грузовых автомобилей КамАЗ, ЗИЛ.

Техническая характеристика стенда приведена в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Техническая характеристика стенда

Наименование характеристики	Значение
Назначение	Ремонт редукторов мостов автомобилей КамАЗ, ЗИЛ
Тип привода	Электрический, с ременной передачей и редуктором
Количество фиксируемых положений	12 (каждые 30 градусов)
Питание	Сеть 380 В.
Габариты, мм	850x650x1000
Масса, кг	115

Вместе с тем, нельзя не отметить высокую стоимость, обусловленную сложным приводом (165 тыс. руб.), низкую мобильность стенда, отсутствие тары для сбора снимаемых деталей, низкую универсальность (производителем заявлена возможность ремонта только для автомобилей ЗИЛ и КамАЗ).

Стенд для разборки-сборки редукторов МАЗ, КРАЗ модели М-407.
Внешний вид стенда представлен рисунком 3.3.



Рисунок 3.3 – Стенд для разборки-сборки редукторов МАЗ, КРАЗ модели М-407

Стенд представляет собой простейшую конструкцию в виде сварной рамы и элементов для закрепления ремонтируемых редукторов мостов.

Техническая характеристика стенда приведена в таблице 3.3.

Наименование характеристики	Значение
Назначение	Ремонт редукторов мостов автомобилей МАЗ и КРАЗ
Тип привода	Отсутствует, редуктор не вращается
Количество фиксируемых положений	1
Габариты, мм	536x500x848
Масса, кг	48

Однако, обратной стороной простоты является множество недостатков стенда. Во-первых, следует отметить низкую эргономичность стенда: ремонтируемый редуктор можно зафиксировать лишь в одном положении и на одной высоте. Ни о каком удобстве сборки и разборки здесь говорить не приходится. Кроме того, трудно подойти вплотную к ремонтируемому редуктору: в отличие от других стендов, здесь редуктор не подвешен консольно, а лежит на стенде, т.е. необходимо работать «над стендом». Стенд позволяет ремонтировать лишь редукторы мостов автомобилей МАЗ и КРАЗ, что является довольно узкой специализацией. Приспособить сменные элементы под другие мосты затруднительно. При ремонте редуктора, масло стекает непосредственно на стенд, загрязняя его и окружающую среду.

Стенд для разборки и сборки редукторов задних мостов автомобилей Б252АМ. Внешний вид стенда представлен на рисунке 3.4.

Стенд представляет собой сварную конструкцию, выполненную из профильной трубы квадратного сечения. На раме смонтирован поворотный стол, установленный в подшипниковые опоры. Устанавливаемый редуктор фиксируется на столе посредством винтового зажима. Для установки на стенд редукторов различных типов данный стенд комплектуется сменными кольцами. Вращение поворотного стола осуществляется вручную.

Перв. примен.

Справ. №



Рисунок 3.4 – Стенд для разборки и сборки редукторов задних мостов автомобилей Б252АМ

Техническая характеристика стенда приведена в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Техническая характеристика стенда

Наименование характеристики	Значение
Назначение	Ремонт редукторов мостов автомобилей массой до 260 кг
Количество фиксируемых положений	8 (каждые 45 градусов)
Тип привода	Ручной, с редуктором
Габариты, мм	903x1255x910
Масса, кг	62

Стоимость данного стенда на текущий момент составляет 74 тыс. руб., что является промежуточным положением по сравнению с рассмотренными стендами.

К достоинствам стенда следует отнести простоту и надежность конструкции, наличие лотков для деталей, устойчивость положения стенда, возможность фиксации в 8 положениях, высокую универсальность (в отличие от других стендов, производителем заявлены не марки автомобилей, а масса ремонтируемых редукторов мостов). Умеренная стоимость стенда.

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Лист

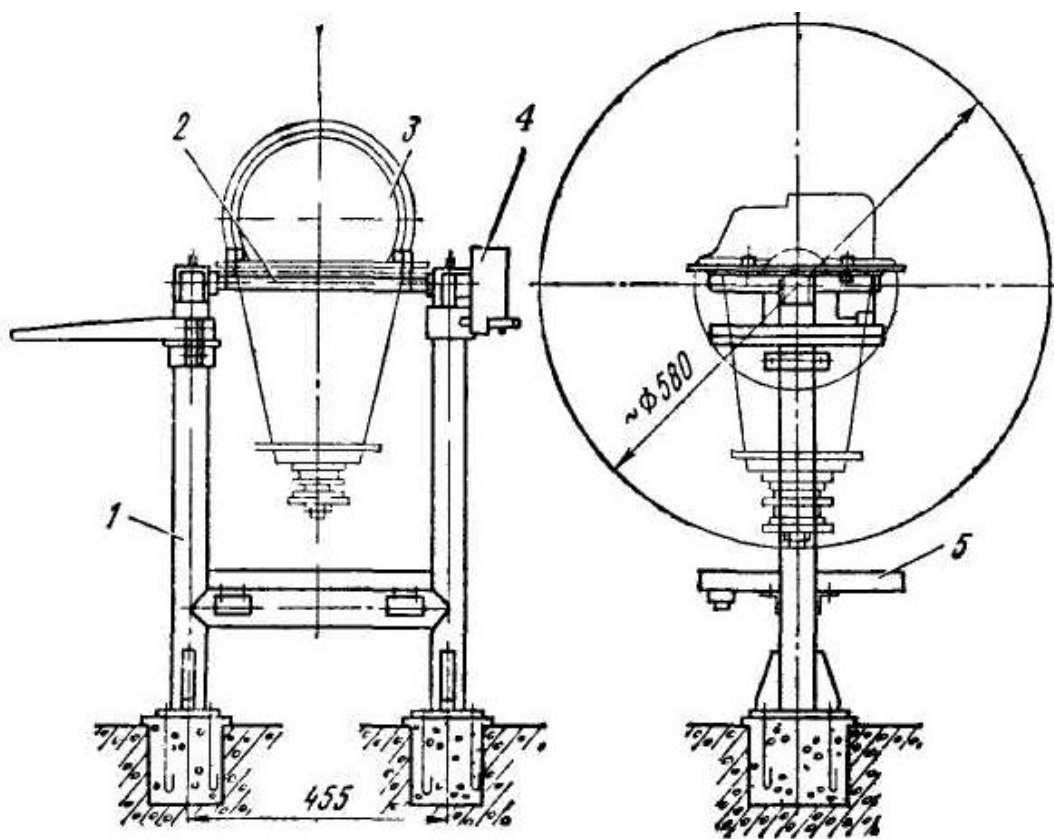
АЭД.35.03.06.822.20.00.00.00 1 3

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

Справа. №

Подпись и дата

Инв. № дубл.



Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Технические характеристики стенда представлены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Техническая характеристика стенда

Наименование характеристики	Значение
Назначение	Ремонт редукторов мостов автомобилей ГАЗ-66
Количество фиксируемых положений	Фиксируется за счет сопротивления червячной передачи
Тип привода	Ручной, с редуктором
Габариты, мм	975x420x950
Масса, кг	70

Недостатками данного стенда являются высокая металлоемкость и его узкая специализация, предусматривающая на нем ремонт редуктора одной марки автомобиля ГАЗ-66.

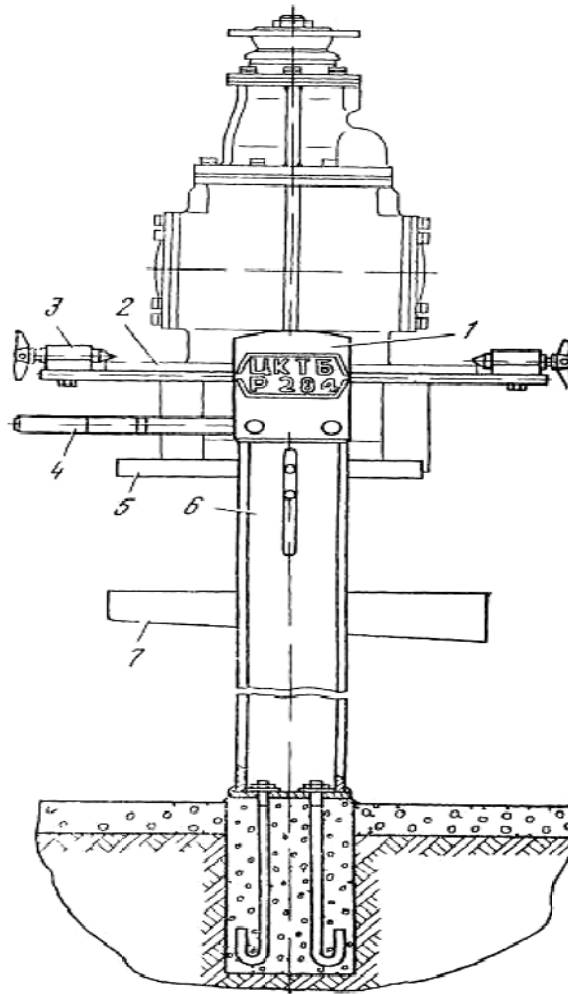
Стенд Р-284 для ремонта редукторов задних мостов автомобилей ЗИЛ и КамАЗ. Схема стенда представлена рисунком 3.6.

Рама стенда 6 представляет собой сваркой соединенные между собой стойки, выполненные из металлического профиля. Для закрепления редуктора на стойках смонтирована станина 2 в форме кольца с зажимами. Для упорядочивания работы предусмотрены лоток 5 для крепежа и снимаемых деталей, а также поддон 7 для сбора остатков вытекающего из редуктора масла. Станина имеет возможность вращаться вдоль своей оси. Привод станины ручной, через червячную передачу.

Технические характеристики стенда представлены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Техническая характеристика стенда

Наименование характеристики	Значение
Назначение	Ремонт редукторов мостов автомобилей КамАЗ, ЗИЛ
Количество фиксируемых положений	Фиксируется за счет сопротивления червячной передачи
Тип привода	Ручной, с редуктором
Габариты, мм	830x580x765
Масса, кг	85



1 – механизм привода; 2 – станина; 3 – зажимы; 4 – рукоятка привода;

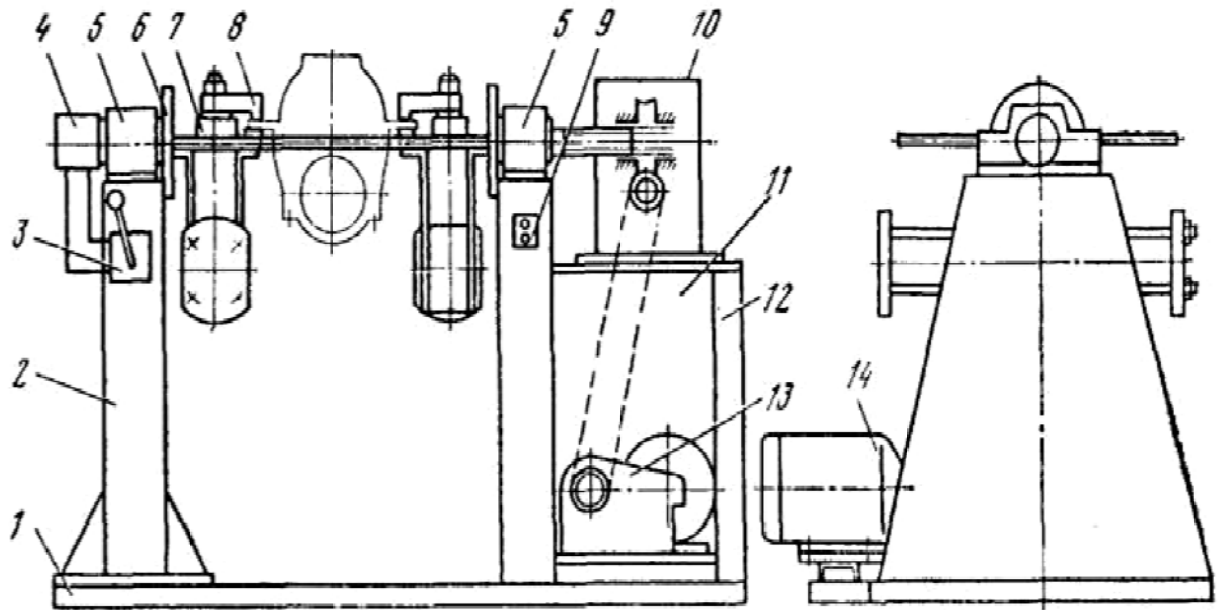
5 – лоток для крепежа; 6 – рама; 7 – поддон

Рисунок 3.6 – Стенд модели Р-284

Преимущество стенда – его относительная простота, наличие червячного привода, что упрощает фиксацию в любом положении и облегчает вращение редуктора.

Недостатками стенда является относительно узкая специализация, отсутствие возможности регулировать ремонтируемый редуктор по высоте.

Стенд модели С316-721 для сборки главной передачи заднего моста автомобиля КамАЗ. Схема стенда представлена рисунком 3.7.



1 – основание; 2, 12 – стойка рамы; 3 – ручка пневмокрana; 4 – муфта; 5 – опора;
6 – люлька; 7 – прижим; 8 – прихват; 9 – кнопка «пуск»; 10 – червячный редуктор;
11 – цепная передача; 13 – цилиндрический редуктор; 14 – электродвигатель

Рисунок 3.7 – Стенд модели С316-721

Стенд представляет собой сварную конструкцию, в которую входит основание 1, стойки 2 и 12. Стенд имеет электрический привод. В привод входят электродвигатель 14, редуктор 13, цепная передача 11 и червячный редуктор 10. Выходной вал червячного редуктора соединен с люлькой 6, вращающейся в подшипниках 5 скольжения, смонтированных на стойках. На люльке производится сборка узла.

Фиксация редуктора заднего моста в люльке реализована двумя прижимами 7 с пневмомеханическими усилителями. Сжатый газ, подаваемый централизованно по пневматической сети предприятия, подается к прижимам 7 через вращающуюся муфту 4 и отверстия в левой полуоси люльки.

Чтобы собрать главную передачу заднего моста, в центрирующее отверстие люльки устанавливают картер главной передачи, поворачивают прихваты 8 прижимов 7 в рабочее положение, а ручку 3 пневмокрana поворачивают в положение, соответствующее зажиму изделия.

Технические характеристики стенда представлены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Техническая характеристика стенда

Наименование характеристики	Значение
Назначение	Ремонт редукторов мостов автомобилей КамАЗ
Количество фиксируемых положений	Фиксируется за счет сопротивления червячной передачи
Тип привода	Электрический, с редуктором
Частота вращения, мин ⁻¹	1000
Потребляемая мощность, кВт	1
Габариты, мм	1700x870x990
Масса, кг	550

Достоинством стенда является высокая степень механизации: как вращение, так и закрепление редуктора механизировано. Благодаря этому стенд обладает высокой производительностью и может быть использоваться на крупных ремонтных предприятиях, специализирующихся на ремонте автомобилей КамАЗ.

К недостаткам стенда следует отнести большую сложность конструкции, высокую металлоемкость, высокую стоимость конструкции и его узкую специализация, предусматривающая на нем ремонт редуктора одной марки автомобиля КамАЗ - 5320.

На основании проведенного анализа стенов разборки-сборки редукторов задних мостов грузовых автомобилей можно сделать вывод, что разрабатываемая конструкция стенов должна быть в первую очередь универсальной и быть пригодной для размещения на нем редукторов автомобилей тех марок, которые имеются на предприятии.

Также данный стенд должен быть простым в изготовлении, надежным и эргономичным в эксплуатации.

3.4 Конструкция и описание работы разрабатываемой установки для разборки-сборки редукторов задних мостов грузовых автомобилей

На основании обзора существующих стендов и оборудования для ремонта редукторов предлагается конструкция стенда, который позволит сократить время простоя ремонтируемой техники. Стенд состоит из стойки 1 (рисунок 3.8), изготовленной из трубы диаметром 120 мм, к которой приварены четыре ножки 2 с установленными на них опорными колесами 3. Вверху стойки приварен корпус 4 подшипников качения 5, которые служат для вращения вала, передающего на подшипники качения радиальные нагрузки. Для смазывания подшипников в корпусе выполнено специальное отверстие. Фиксация вала в четырех положениях осуществляется посредством стопорного штока фиксатора 6, который вставляется в отверстия вала, просверленные на глубину 15 мм.

Вращение вала осуществляется посредством поворота рукоятки 7. На свободном конце вала выполнена лыска, посредством которой плита 8 поворачивается вместе с валом. Таким образом, поворачивая рукоятку 7, поворачивается плита 8 вместе с ремонтируемым редуктором, который прижимается к плите прижимами 9. В нижней части основания стенда устанавливают поддон 10 для сбора масла, стекающего с редуктора.

Перед началом работы, необходимо проверить исправность приспособления, при необходимости повернуть плиту с помощью рукоятки в горизонтальное положение. Затем с помощью консольного поворотного крана устанавливают ремонтируемый редуктор, крепят редуктор на плите с помощью фиксирующих прижимов. Во время ремонта плиту с редуктором можно поворачивать на 360° для извлечения и замены деталей. После окончания выполняемых работ плиту поворачивают в горизонтальное положение, редуктор демонтируют со стенда, а собранное в поддоне масло выливают в резервуар для хранения отработанных масел.

Перв. примен.		Справ. №				
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата		
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АЭД.35.03.06.822.20.00.00.00 1 5	Лист

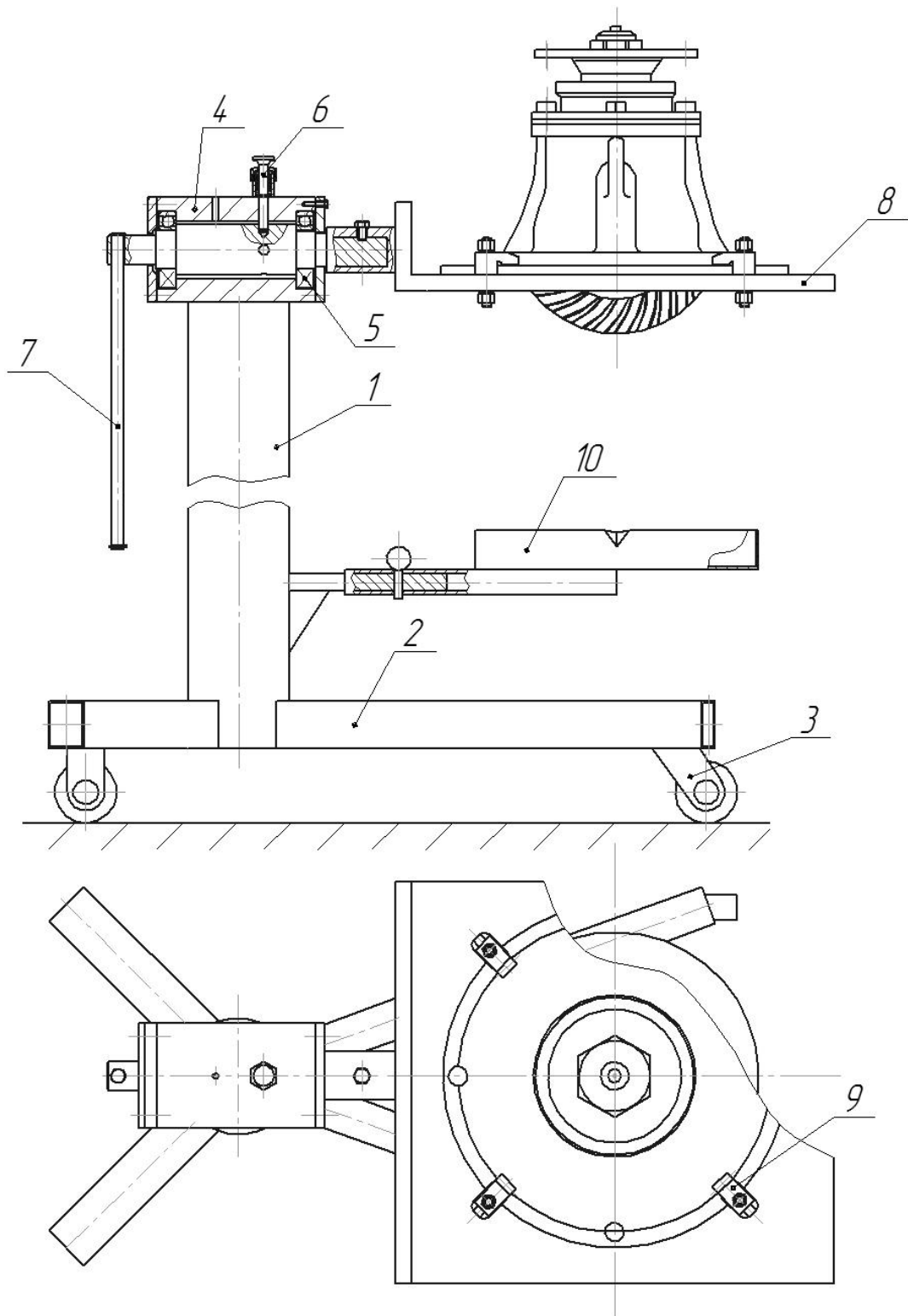


Рисунок 3.8 – Установка для ремонта редукторов задних мостов грузовых автомобилей

Перв. примен.		Справ. №		Подпись и дата		Инв. № дубл.		Взам. инв. №		Подпись и дата		Инв. № подл.	

54

Рисунок 3.8 – Установка для ремонта редукторов задних мостов грузовых автомобилей

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АЭД.35.03.06.822.20.00.00.00 1 5	Лист

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

3.5 Расчет элементов конструкции установки

Произведем расчет вала нашей установки. Вал представляет собой шарнирно закрепленную балку, вращающуюся в подшипниках 5, жестко посаженных в корпусе 4. С обеих сторон вал и подшипники фиксируются крышками с помощью болтов. На балку действует сила тяжести со стороны редуктора, установленного на плите. Вес редуктора с установочной плитой составляет 80 кг.

Для определения опорных реакций составляем уравнения моментов [6]

$$\sum m_A = 0; \quad R_B \cdot \ell_1 - F(\ell_1 + \ell_2) = 0 \tag{3.1}$$

$$R_B = \frac{F(\ell_1 + \ell_2)}{\ell_1} = \frac{800(0,144 + 0,34)}{0,144} = 2688 \text{ Н}$$

$$\sum m_B = 0; \quad -R_A \cdot \ell_1 - F \cdot \ell_2 = 0 \tag{3.2}$$

$$R_A = -\frac{F \cdot \ell_2}{\ell_1} = -\frac{800 \cdot 0,34}{0,144} = -1888 \text{ Н}$$

Проверка:

$$\sum F(y) = 0; \quad -R_A + R_B - F = 0 \tag{3.3}$$

$$- 1888 + 2688 - 800 = 0$$

$$0 = 0$$

Балка находится в равновесии.

Поделим балку на участки по границам действия силовых факторов АВ и ВС.

Покажем направление обхода каждого участка и установим пределы изменения их длины [6]:

Участок АВ $0 \leq x_1 \leq 0,144 \text{ м}$

Участок ВС $0 \leq x_2 \leq 0,34 \text{ м}$

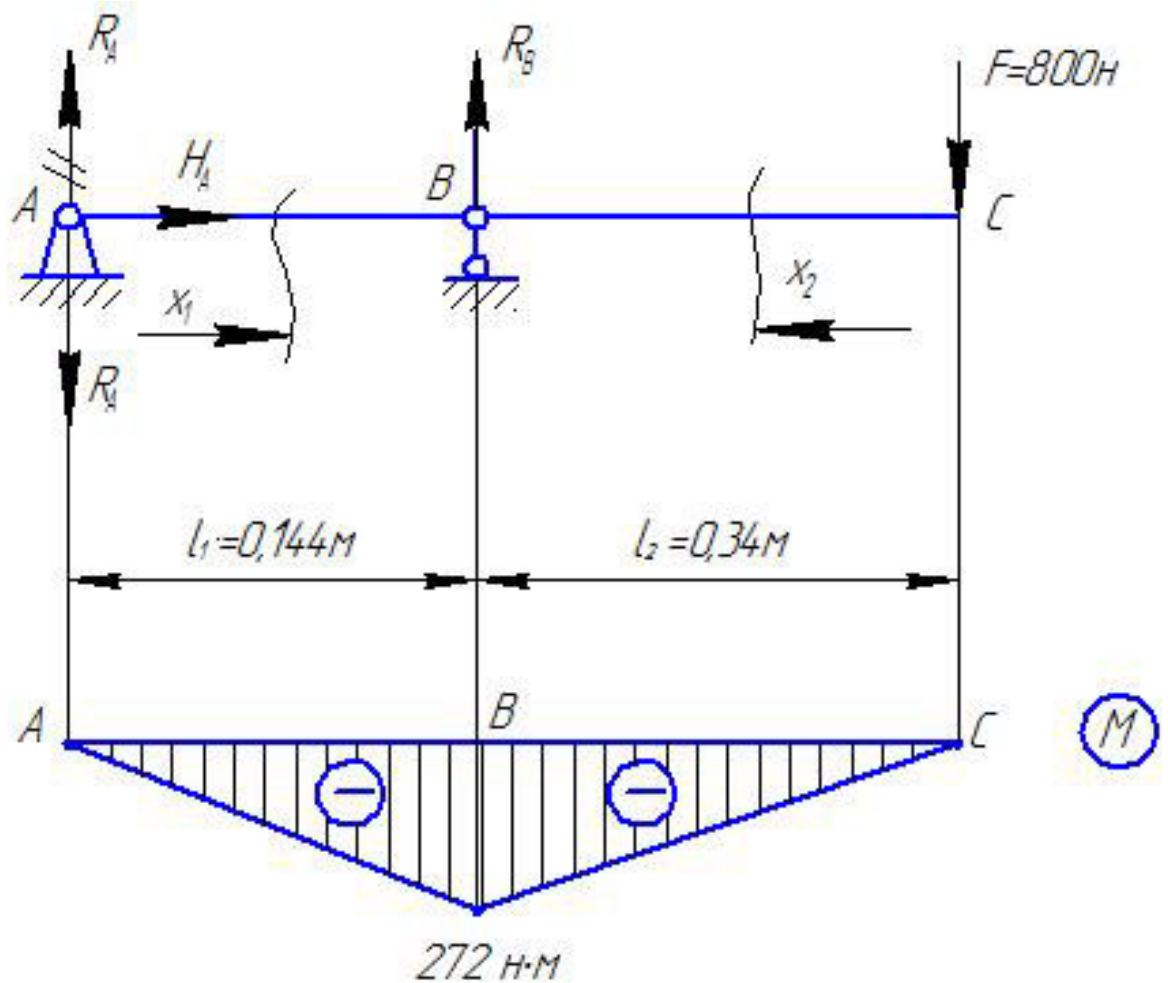


Рисунок 3.9 – Расчетная схема балки с эпюрой изгибающих моментов

Составим уравнение внутренних силовых факторов по отношению к произвольно выбранным центрам сечений x [6].

$$M_{x1} = -R_A \cdot x_1 \quad (3.4)$$

при $x_1 = 0$; $M_A = 0$

$$x_1 = 0,144 \text{ м}; M_B = -1888 \cdot 0,144 = -272 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{x2} = -F \cdot x_2 \quad (3.5)$$

при $x_2 = 0$; $M_C = 0$

$$x_2 = 0,34 \text{ м}; M_B = -800 \cdot 0,34 = -272 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

По полученным данным строим эпюру изгибающих моментов.

Эпюра изгибающих моментов показывает, что опасным будет сечение

вала в точке, где внутренний силовой фактор достигает своего наибольшего значения.

$$M_{\max} = 272 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Проектировочный расчет вала проведен по условию прочности при изгибе [5]:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_x} \leq [\sigma] \tag{3.6}$$

где $\sigma_{\max}$ – максимальные напряжения в опасном сечении балки, МПа;
 $M_{\max}$ – максимальный изгибающий момент, Н · м;
 W_x – осевой момент сопротивления, мм³;
 $[\sigma]$ – допускаемые напряжения при изгибе, МПа.

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{n} \tag{3.7}$$

где $[\sigma]$ – предел текучести материала вала, МПа;
 n – коэффициент запаса прочности, $n = 2$

Для материала вала Сталь 20 $\sigma_T = 250 \text{ МПа}$ [3]:

Определяем допускаемые напряжения

$$[\sigma] = \frac{250}{2} = 125 \text{ МПа.}$$

Из условия прочности выразим геометрическую характеристику прочности балки – осевой момент сопротивления

$$W_x \geq \frac{M_{\max}}{[\sigma]} = \frac{27,2 \cdot 10^3}{125} = 217 \text{ мм}^3$$

Для балки круглой формы сечения определим минимальный диаметр

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{32 \cdot W_x}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 217}{3,14}} = 13 \text{ мм}$$

По ГОСТ 6636-86 а также исходя из конструктивных соображений принимаем диаметр вала в опасном сечении $d = 40 \text{ мм}$.

Перв. примен.								
Справ. №								
Подпись и дата								
Инв. № дубл.								
Взам. инв. №								
Подпись и дата								
Инв. № подл.								
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АБД.35.03.06.822.20.00.00.00 1 3			
					Лист			

Остальные размеры вала назначаем конструктивно исходя из условий монтажа деталей, расположенных на валу.

Проверочный расчет вала сводится к определению расчетных напряжений и сравнению их с допускаемыми напряжениями.

$$\sigma_p = \frac{27,2 \cdot 10^3 \cdot 32}{3,14 \cdot 45^3} \leq [\sigma] \leq 125 \text{ МПа}$$

$$\sigma_p = 3,04 \text{ МПа} \leq [\sigma_p] = 125 \text{ МПа}$$

Условие прочности выполняется.

Расчет сварного шва соединения установочной плиты

На свободный конец вала 1 (рисунок 3.10) одевается установочная плита 2 посредством приваренной кольцевым швом к вертикальной боковине плиты втулки 3. На сварной шов катетом 5 мм действует изгибающий момент от действия силы тяжести редуктора 4.

Условие прочности сварного шва, нагруженного только изгибающим моментом, выглядит следующим образом:

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq [\sigma_p], \tag{3.8}$$

где M – изгибающий момент, действующий на сварной шов, Нм;
W – момент сопротивления расчетного сечения шва при изгибе, м³.
[σ_p] – допускаемые напряжения растяжения, для электрода марки УОНИ 13/55 [σ_p]=240 Мпа [6].

Величину изгибающего момента, действующего на сварной шов, определим из выражения:

$$M=G \cdot l, \tag{3.9}$$

где G – вес редуктора с установочной плитой, G=800Н;
l – плечо действия силы G, l=0,23 м.;

$$M=800 \cdot 0,23=184 \text{ Нм}$$

Перв. примен.						
Справ. №						
Подпись и дата						
Инв. № дубл.						
Взам. инв. №						
Подпись и дата						
Инв. № подл.						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АЭД.35.03.06.822.20.00.00.00 ĭ Ç	Лист

Перв. примен.	
Справ. №	

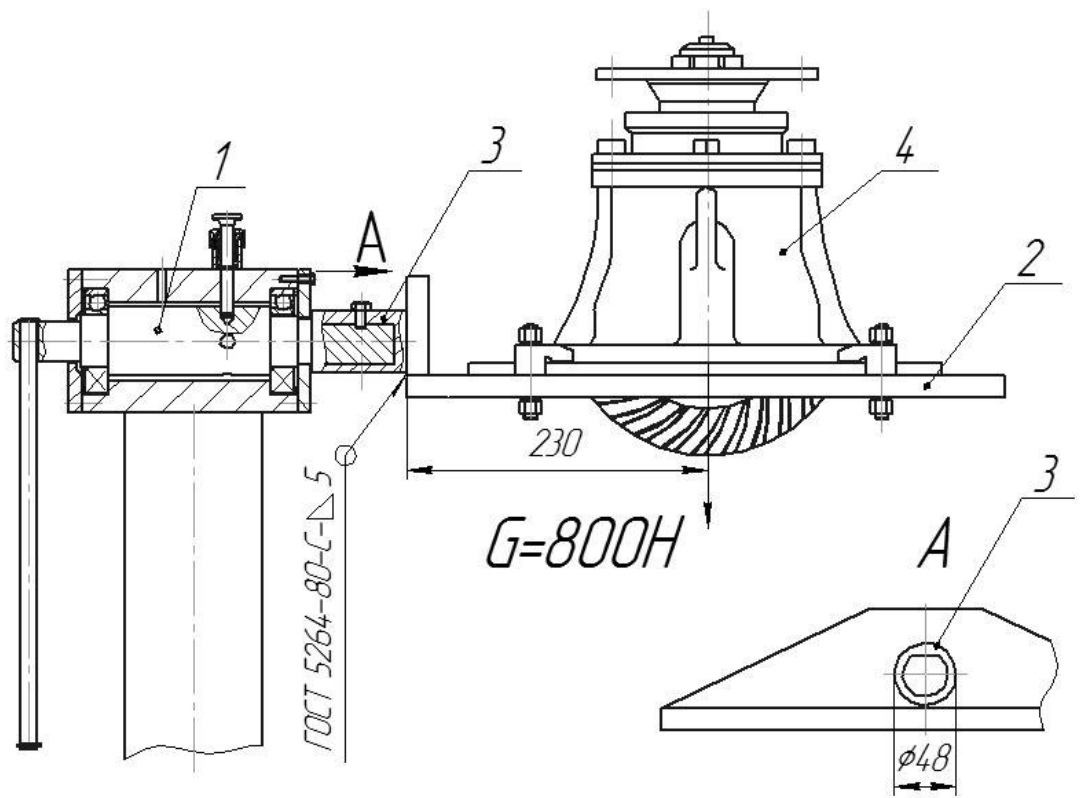


Рисунок 3.10 – Расчетная схема сварного соединения втулки установочной плиты

Момент сопротивления для кольцевого сечения шва при изгибе определяется из выражения:

$$W = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot K}{4}, \text{ м}^3 \quad (3.10)$$

где D – диаметр сварного шва, D=0,048м;
K – катет сварного шва, K=5 мм.

$$W = \frac{3,14 \cdot 0,048^2 \cdot 0,005}{4} = 9 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

Подставив известные значения в выражение получим:

$$\sigma = \frac{184}{9 \cdot 10^{-6}} = 20,44 \text{ МПа}$$

$$\sigma = 20,44 \text{ МПа} < [\sigma_p] = 240 \text{ МПа}$$

Условие прочности выполняется.

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АЭД.35.03.06.822.20.00.00.00 Ñ Ç	Лист
------	------	----------	---------	------	----------------------------------	------

Определим усилие прижима, согласно условий прижима:

$$F = (1, 5 \dots 2) \cdot G, \quad (3.11)$$

где $G = 800 \text{ Н}$ - вес редуктора заднего моста автомобиля КамАЗ.

$$F = (1.5 \dots 2) \cdot 800 = 1200 \dots 1600 \text{ H}$$

В дальнейшем для расчетов принимаем усилие прижима $F = 1600 \text{ Н}$.

Определим исходное усилие:

$$F_{\text{H}} = \frac{\text{H}}{\text{H} \cdot 3 \cdot l_1 \cdot f} \cdot F, \quad (3.12)$$

где H – высота прижима, $H = 50$ мм;

l_1 – длина прижима, $l_1=35$ мм,

f – коэффициент трения, $f=0,1$.

$$F_{\text{н}} = \frac{50}{50 - 3 \cdot 35 \cdot 0,1} \cdot 1600 = 2025,3 \text{ Н}$$

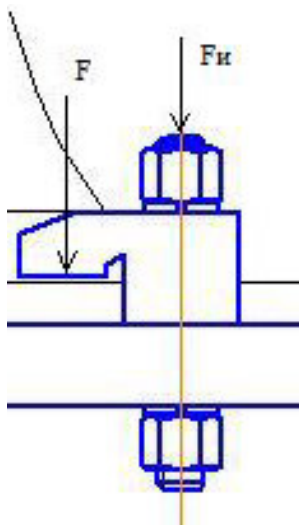


Рисунок 3.11 – Схема прижима

Запишем условие прочности резьбы шпильки при растяжении [5]:

$$\sigma_P = \frac{4 \cdot K_{3AT} \cdot F_H}{\pi \cdot Z \cdot d_1^2} \leq [\sigma_P], \quad (3.13)$$

где K_{3AT} – коэффициент затяжки, $K_{3AT}=1,3$ [13];

Z – число шпилек, $Z=4$;

$$[\sigma_p] = \frac{\sigma_T}{[n]} - \text{допускаемое напряжение на растяжение шпильки,}$$

где $\sigma_T = 225 \text{ МПа}$ – предел текучести материала шпильки из Ст 3;
 $[n] = 4$ – коэффициент запаса прочности для резьбы.

$$[\sigma_p] = \frac{225}{4} = 56,3 \text{ МПа}$$

Внутренний диаметр резьбы шпильки определяется по формуле:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot K_{3AT} \cdot F_H}{\pi \cdot Z \cdot [\sigma_P]}}, \quad (3.14)$$

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,3 \cdot 2025,3}{3,14 \cdot 4 \cdot 56,3}} = 6,9 \text{ мм.}$$

По ГОСТ 9150 - 79 принимаем с запасом резьбу шпильки М12×1,75 с внутренним диаметром $d_1 = 10$ мм [6].

Проверка:

$$\sigma_P = \frac{4 \cdot K_{3AT} \cdot F_{II}}{\pi \cdot Z \cdot d_1^2} \leq [\sigma_P], \quad (3.15)$$

$$\sigma_p = \frac{4 \cdot 1.3 \cdot 2025,3}{3,14 \cdot 4 \cdot 6,9} = 17,6 \text{ МПа}$$

Так как $\sigma_p \leq [\sigma_p]$, то условие выполняется.

3.6 Обеспечение безопасности работы с установкой

Непосредственно на рабочем месте персонал должен быть ознакомлен с правилами техники безопасности и промышленной санитарии, действующими на предприятии.

Рабочее место около установки должно быть чистым и свободным. Случайно пролитое масло должно быть собрано и удалено. При уборке пользоваться струей сжатого воздуха категорически запрещается [13].

Установка должна быть надежно закреплена.

Категорически запрещается:

- подавать на испытания изделия, не соответствующие чертежам и техническим условиям;
- работать со снятыми защитными кожухами;
- работать при неисправном стенде;
- курить у стенда;
- сливать отработанное масло в канализацию.

3.7 Техническое обслуживание установки

1. В период эксплуатации установки должны производиться:

- технический осмотр (ЕО)- ежедневно;
- техническое обслуживание №1 (ТО №1);
- техническое обслуживание №2 (ТО №2);

2. При ЕО должны быть проверены:

- исправность уплотнений,
- работа измерительных приборов.

Замеченные неисправности должны быть устранены.

3. При ТО № 1, должны быть выполнены все операции перечисленные в п.2. Дополнительно должны быть проведены:

- профилактический осмотр электроаппаратуры,
- смазочные работы,
- замена быстроизнашивающихся деталей и уплотнений.

4. При ТО №2 должны быть выполнены все операции, перечисленные в ЕО.

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

3.8 Расчет затрат на изготовление установки для ремонта мостов

Расчет затрат на изготовление установки для ремонта мостов будем проводить исходя из условия, что она изготавливается силами ремонтного предприятия, где планируется эксплуатация станда. Тогда стоимость установки можно рассчитать по выражению [4]:

Сц. = См.о.. + Сп.д. + Св.м.. + Сп.л. + Сп.з , (3.16)

где слагаемые в правой части это стоимость:

См.о. – материалов, руб.;

Сп.д. – готовых изделий, руб.;

Сп.и. – заработная плата персонала, который будет изготавливать установку, руб.;

Св.м. – вспомогательных материалов, руб.;

Сп.з – заработная плата персонала, который будет собирать установку, руб..

Цена готовых изделий возьмем по прейскуранту 2020 года (Таблица 3.9).

Таблица 3.9 – Стоимость покупных деталей

Наименование	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Общая стоимость, руб.
Болт М10×60 ГОСТ 15591-70	16	5	80
Гайка М10 ГОСТ 5915-70	16	3	48
Шайба 10 ГОСТ 11371-78	16	0,75	12
Подшипник	2	240	480
Ходовые колеса	4	150	600
Итого			1220

Стоимость материала на изготовление оригинальных деталей, руб. найдем по формуле:

См.о. = Qз.о. · Цз.о., (3.17)

где Qз.о. – масса заготовок для изготовления оригинальных деталей, кг;

Таблица 3.11 – Оплата труда на изготовление оригинальных деталей

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, руб	Трудоемкость работ, чел.-ч.	Тарифная заработная плата, руб
Токарные	70	3	210
Фрезерные	70	1	70
Сверлильные	65	1	65
Слесарные	60	4	240
Сварочные	90	1	90
Всего			675

Отчисления на страховые платежи составляют 30%.

$$C_o=675\cdot0,3=205\text{руб.}$$

Оплата труда производственных рабочих, занятых изготовлением оригинальных деталей составит:

$$C_{п.и} = 675+205=880 \text{ руб.}$$

Оплата труда производственных рабочих, занятых на сборке конструкции находится аналогично. Расчеты приведены в таблице 3.12

Таблица 3.12 – Тарифная заработная плата рабочих, занятых на сборке конструкции

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, руб	Трудоемкость работ, чел.-ч.	Тарифная заработная плата, руб
Слесарные	60	4	240
Сварочные	90	2	180
Всего			460

Отчисления на страховые платежи составляют 30%.

$$C_o=460\cdot0,3=138 \text{ руб.}$$

Оплата труда производственных рабочих на сборку конструкции составит:

$$C_{п.з}=460+138=598 \text{ руб.}$$

Таким образом затраты на изготовление стенда для разборки-сборки и ремонта редукторов автомобилей составит:

$$C_{ц.} = 2520+1220+880+300+598=5518 \text{ руб.}$$

Исходными данными для расчета экономической эффективности применения стенда для ремонта редукторов задних мостов является годовая программа ремонтов – 80 редукторов, себестоимость изготовления стенда равная 5500 руб. и рыночная цена стенда промышленного производства равная 38 000 руб. Положительный экономический эффект от применения разрабатываемого стенда будет заключаться в снижении трудоемкости ремонтных работ, проводимых на предлагаемом стенде, ввиду таких его преимуществ как универсальность, мобильность, возможность фиксации ремонтируемого редуктора в 8 положениях.

Расчётные данные для расчёта приведены в таблице 3.13

Таблица 3.13 – Исходные данные для расчёта экономической эффективности внедрения стенда для ремонта редукторов.

Показатели	Вариант	
	Базовый	Проектируемый
Годовая программа ремонта редукторов, шт.	80	80
Стоимость стенда для ремонта редукторов, руб.	38000	5500
Трудоёмкость ремонта, чел.-ч.	4,5	2.5
Амортизационные отчисления на оборудование, %	12,5	12,5
Нормативные годовые отчисления на ремонт оборудования, %	6	6
Часовая тарифная ставка слесаря 4-го разряда, руб.	80	80

Затраты на ремонт редукторов в проектном и базовом вариантах будут определяться из выражения [4]:

$$\text{Зрем} = 3\Pi + A + P + 3\text{ч}, \quad (3.20)$$

где Z_3 – заработанная плата слесарей, руб.;

А – амортизация оборудования, руб.;

P – затраты на ремонт оборудования, руб.;

Зч – стоимость запасных частей, руб.

Так как Зч в проектном и базовом вариантах будет одинаковой, данное слагаемое при расчетах учитывать не будем.

$$З_{п}=Т\cdot Сч\cdot n, \tag{3.21}$$

где Т – трудоемкость ремонта редуктора, чел.-ч;

n – годовое число ремонтов.

$$А=Б\cdot А_{норм}, \tag{3.22}$$

где Б – балансовая стоимость оборудования, руб.;

Анорм – норма амортизационных отчислений, %.

$$Р=Б\cdot Р_{норм}, \tag{3.23}$$

где Рнорм – норма отчислений на ремонт, %.

Базовый вариант

$$З_{п}=4,5\cdot 80\cdot 80=28800 \text{ руб.}$$

$$А=38000\cdot 0,125=4750 \text{ руб.}$$

$$Р=38000\cdot 0,06=2280 \text{ руб.}$$

$$З_{рем(баз)}=28800+4750+2280=35830 \text{ руб.}$$

Проектный вариант

$$З_{п}=2,5\cdot 80\cdot 80=16000 \text{ руб.}$$

$$А=5500\cdot 0,125=690 \text{ руб.}$$

$$Р=5500\cdot 0,06=330 \text{ руб.}$$

$$З_{рем(пр)}=16000+690+330=17020 \text{ руб.}$$

Определяем годовую экономию от внедрения стенда:

$$\text{Эг}= З_{рем(баз)}- З_{рем(пр)} \tag{3.24}$$

$$\text{Эг}= 35830- 17020=18810 \text{ руб.}$$

Определим срок окупаемости дополнительных затрат на разработку стенда:

$$Т= С_{зат} / \text{Эг}, \tag{3.25}$$

где Сзат – стоимость дополнительных затрат, Сзат =5500 руб.

$$Т=5500/18810=0.3 \text{ год.}$$

Перв. примен.								
Справ. №								
Подпись и дата								
Инв. № дубл.								
Взам. инв. №								
Подпись и дата								
Инв. № подл.								
		Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АЭД.35.03.06.822.20.00.00.00 ĩ Ç	Лист

ВЫВОДЫ

1. Проект участка ремонта агрегатов, предлагаемый в настоящей работе отвечает требованиям по пропускной способности и номенклатуре ремонтируемых автомобилей, изложенным в задании на проектирование. Для участка проведен подбор соответствующего оборудования, оснастки и инструмента. Определен качественный и количественный состав инженерно-технических работников участка. В соответствии с принятой методикой установлена оптимальная площадь участка и его планировка, выявлены и указано размещение необходимых инженерных коммуникаций.

2. В технологической части работы разработан процесс восстановления работоспособности шестерни главной передачи промежуточного моста автомобиля КамАЗ. Выбран наиболее оптимальный метод восстановления, назначены режимы восстановления, требуемые материалы, указана последовательность операций. Результаты представлены в разработанных технологических картах на восстановления.

3. В конструкторской части работы разработана установка для ремонта мостов, а именно стенд для ремонта редукторов мостов грузовых автомобилей. На основе предъявляемых требований к стендам и обзора существующих технических решений выявлены направления совершенствования конструкции. Разработанный стенд выгодно отличается от конкурентов своей универсальностью, простотой, невысокой металлоемкостью, мобильностью, а также стоимостью. Применение разработанной установки по сравнению с серийными аналогами позволит получить годовую экономию в размере около 20 тыс. рублей при годовой программе ремонта в 80 мостов грузовых автомобилей.

ПРИЛОЖЕНИЯ

[illegible]

СПЕЦИФИКАЦИИ

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
Справ. №					<u>Документация</u>				
	A1			ВКР.35.03.06.822.20.УРМ.00.00.00 СБ	Сборочный чертеж				
					<u>Сборочные единицы</u>				
			1	ВКР.35.03.06.822.20.УРМ.01.00.00 СБ	Рама	1			
			2	ВКР.35.03.06.822.20.УРМ.02.00.00 СБ	Колесо опорное	4			
			3	ВКР.35.03.06.822.20.УРМ.03.00.00 СБ	Механизм поворотный	1			
			4	ВКР.35.03.06.822.20.УРМ.04.00.00 СБ	Плита установочная	1			
			5	ВКР.35.03.06.822.20.УРМ.05.00.00 СБ	Поддон	1			
			6	ВКР.35.03.06.822.20.УРМ.06.00.00 СБ	Редуктор заднего моста	1			
			7	ВКР.35.03.06.822.20.УРМ.07.00.00 СБ	Фиксатор	1			
				<u>Детали</u>					
Подп. и дата									
			8	ВКР.35.03.06.822.20.УРМ.00.00.08	Прижим	4			
			9	ВКР.35.03.06.822.20.УРМ.00.00.09	Палец	1			
					<u>Стандартные изделия</u>				
			10		Болт М8-8х8 ГОСТ 15589-70	1			
			11		Гайка М10 ГОСТ 7808-70	8			
			12		Шайба 10 ГОСТ 6402-70	8			
			13		Шпилька М10х1,25х100 ГОСТ 22032-76	4			
	Взам. инв. №								
Подп. и дата									
Инв. № подл.									
ВКР.35.03.06.822.20.УРМ.00.00.00 Изм. Лист № докум. Подп. Дата Разраб. Зайнуллин 06.20 Пров. Пикмцллин 06.20 Консульт. Н.контр. Пикмцллин 06.20 Утв. Пикмцллин 06.20				Установка для ремонта мостов			Лит. Лист Листов		
				1					
				Казанский ГАУ каф. ОИД группа Б252-02					
				Формат А4					
				Копировал					

[illegible]

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чение
Справ. №								
						Документация		
	A3			ВКР.35.03.06.822.20.УРМ.03.00.00 СБ	Сборочный чертеж			
					Детали			
	A3	1	ВКР.35.03.06.822.20.УРМ.03.00.01	Корпус	1			
	A3	2	ВКР.35.03.06.822.20.УРМ.03.00.02	Вал	1			
	A4	3	ВКР.35.03.06.822.20.УРМ.03.00.03	Рукоятка	1			
	4	ВКР.35.03.06.822.20.УРМ.03.00.04	Крышка левая	1				
	5	ВКР.35.03.06.822.20.УРМ.03.00.05	Крышка правая	1				
	6	ВКР.35.03.06.822.20.УРМ.03.00.06	Кольцо левое	1				
	7	ВКР.35.03.06.822.20.УРМ.03.00.07	Кольцо правое	1				
	8	ВКР.35.03.06.822.20.УРМ.03.00.08	Стопор	1				
					Стандартные изделия			
		9			Болт М10-8dх35 ГОСТ 15589-70	8		
		10			Подшипник 808 ГОСТ 23179-78	2		

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание		
Справ. №									
					Документация				
	A3			ВКР.35.03.06.822.20.УРМ.04.00.00 СБ	Сборочный чертеж				
					Детали				
			1	ВКР.35.03.06.822.20.УРМ.04.00.01	Платформа	1			
			2	ВКР.35.03.06.822.20.УРМ.04.00.02	Боковина	1			
			3	ВКР.35.03.06.822.20.УРМ.04.00.03	Втулка	1			
Подп. и дата									
Взам. инв. №									
Подп. и дата									
Инв. № подл.									
				ВКР.35.03.06.822.20.УРМ.04.00.00					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Плита установочная		Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Зайнцүллин		06.20						1
Пров.	Пикмүллин		06.20						
Консцл.									
Н.контр.	Пикмүллин		06.20						
Утв.	Пикмүллин		06.20				Казанский ГАУ каф. ОИД группа Б252-02 Формат А4		
					Копировал		Формат А4		