

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство»

Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

Тема: Проектирование технического сервиса автомобилей с разработкой стенда для ремонта головки цилиндров

Шифр ВКР.23.03.00.588.18.00.00.00.ПЗ

Выпускник	<u>гр. 3452с</u>	_____	<u>Королев К.Л.</u>
	группа	подпись	Ф.И.О.
Руководитель	<u>доцент</u>	_____	<u>Калимуллин М.Н.</u>
	ученое звание	подпись	Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите (протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018г.)

Зав. кафедрой	<u>профессор</u>	_____	<u>Н.Р. Адигамов</u>
	ученое звание	подпись	Ф.И.О.

Казань – 2018 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство»

Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой ЭиРМ

Н.Р. Адигамов / \_\_\_\_\_ /

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

### ЗАДАНИЕ

#### на выпускную квалификационную работу

Студента Королева Кирилла Леонидовича

Тема проекта Проектирование технического сервиса автомобилей с разработкой стенда для ремонта головки цилиндров

утверждена приказом по вузу от «12» января 2018 г. № \_\_\_\_\_

2. Срок сдачи студентом законченной работы 05 февраля 2018г.

3. Исходные данные к работе:

Годовые отчеты, производственно-финансовый план, материалы, собранные в период преддипломной практики по данной теме, а также новые технические решения (А.С., патенты, статьи и др.)

4. Перечень подлежащих разработке вопросов

1. Анализ технического сервиса и конструкций стендов для ремонта головки цилиндров

2. Проектирование технического сервиса автомобилей

3. Конструкторская разработка стенда для ремонта головки цилиндров

---

5. Перечень графических материалов

1. Анализ конструкций стендов для ремонта головки цилиндров
2. Проектирование здания станции технического обслуживания
3. Организационно-технологическая карта на техническое обслуживание
4. Общий вид разработанной установки
5. Детализовка установки
6. Экономическое обоснование конструкции

6. Дата выдачи задания «15» декабря 2017 г.

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Анализ технического сервиса и конструкций стендов для ремонта головки цилиндров	20.01.2018	
2	Технологическая часть	26.01.2018	
3	Конструкторская разработка	01.02.2018	
4	Безопасность жизнедеятельности	02.02.2018	
5	Экономическое обоснование	03.02.2018	

Студент-выпускник \_\_\_\_\_ (Королев К.Л.)

Руководитель работы \_\_\_\_\_ (Калимуллин М.И.)

## АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе студента группы 3452с Королева К.Л. на тему: «Проектирование технического сервиса автомобилей с разработкой стенда для ремонта головки цилиндров»

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 61 листе машинописного текста и графической части на 6 листах формата А1. Из них 2 листа относятся к конструктивной части.

Пояснительная записка состоит из введения, пяти разделов, заключения и содержит 6 рисунков, 6 таблиц. Список используемой литературы включает 15 наименований.

В первом разделе представлен анализ технического сервиса автомобилей и конструкций стендов для ремонта головки цилиндров двигателей автомобилей.

Во втором разделе, на основании данных из первого раздела, производится проектирование технического сервиса автомобилей.

В третьем разделе разработана конструкция стенда для ремонта головки цилиндров двигателей. Приведены необходимые конструктивные и прочностные расчёты. Также в этом разделе спроектированы мероприятия по охране труда и технике безопасности. Перечислены требования безопасности перед началом работы, во время работы и по завершении работы. Раздел завершается экономическим обоснованием проектируемой конструкции. Подсчитан экономический эффект от внедрения устройства и срок окупаемости капиталовложений.

Пояснительную записку завершает заключение по выпускной квалификационной работе, список использованной литературы и спецификация.

**ABSTRACT**

for final qualifying work of student groups 3452e Korolev K. L. on the subject:  
«Designing of technical service of automobiles with the development of the stand for  
fixing the cylinder head»

Final qualifying work consists of the explanatory note on 61 sheets of typewritten text and graphic parts on 6 sheets of A1 format. Of them 2 sheets relate to the design part.

The explanatory note consists of an introduction, five chapters, conclusion and contains 6 figures, 6 tables. The bibliography includes the 15 titles.

The first section presents the analysis of technical service of cars and stand constructions, for repair of cylinder heads of car engines.

In the second section, on the basis of data from the first partition is designing of technical service of cars.

In the third section the developed design of the stand for fixing the cylinder head of the engine. Given the required design and strength calculations. Also in this section are designed for the protection of health and safety. Listed safety requirements before starting work, during work and after work. The section concludes economic feasibility of the designed construction. Estimated economic effect of the introduction device and the payback period of the investment.

The explanatory note ends the conclusion of the final qualification work, a list of references and specification.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	8
1 АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА И КОНСТРУКЦИЙ СТЕНДОВ ДЛЯ РЕМОНТА ГОЛОВКИ ЦИЛИНДРОВ .....	10
1.1 Анализ технического сервиса .....	10
1.2 Анализ конструкций стендов для ремонта головки цилиндров .....	14
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА АВТОМОБИЛЕЙ .....	21
2.1 Производственный процесс проектируемого АРП .....	21
2.2 Производственная структура АРП .....	21
2.3 Определение годового объема работ АРП и распределение его по видам работ .....	22
2.4 Расчет количества производственных рабочих и других работников .....	25
2.5 Расчет площадей производственных, складских, административно- бытовых помещений .....	28
2.6 Разработка генерального плана АРП и компоновка производственного корпуса .....	32
2.7 Технологический расчет агрегатного участка .....	33
2.8 Выбор и расчет подъемно-транспортного оборудования .....	36
2.9 Расчет площади (уточненный) производственного подразделения .....	37
2.10 Определение расхода электроэнергии .....	40
3 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ СТЕНДА РЕМОНТА ГОЛОВКИ ЦИЛИНДРОВ .....	42
3.1 Описание прототипа .....	42
3.2 Устройство и принцип действия .....	43
3.3 Технические характеристики .....	43
3.4 Инженерный расчет элементов конструкции .....	45
3.5 Инструкция по охране труда при эксплуатации стенда для ремонта головки цилиндров .....	51

3.6 Физическая культура на производстве.....	52
3.7 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение.....	53
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	59
ЛИТЕРАТУРА.....	60
СПЕЦИФИКАЦИЯ.....	62

Сотрану Confidential

## ВВЕДЕНИЕ

На данный момент наблюдается бурное качественное и количественное развитие автомобильного транспорта. Ежегодно мировой парк автомобилей увеличивается примерно на десять миллионов единиц и численность его составляет уже около четырехсот миллионов.

Автомобилизация ведет не только к увеличению автомобильного парка, но и обуславливает некоторые проблемы, решение которых требует научного подхода и значительных материальных затрат. В связи с этим, необходимо увеличить пропускную способность улиц, построить дороги и их благоустроить, организовать стоянки и гаражи, обеспечить безопасность движения и охрану окружающей среды, построить автотранспортные предприятия, станции ТО автомобилей, склады, автозаправочные станции и другие предприятия.

Вышеуказанный системный подход предусматривает вместе с вводом новых объектов в эксплуатацию и необходимость реконструкции старых, интенсификации производства, роста производительности фондоотдачи и труда, улучшения качества оказываемых услуг широким внедрением новой техники и технологий, рациональной формы и метода организации труда и производства.

Для совершенствования технического обслуживания и ремонта автотранспортной техники необходимо применять прогрессивные технологические процессы: совершенствовать организацию и управление производственной деятельностью; повышать эффективность использования основных фондов и снижать материало- и трудоемкость отрасли; применять новые технологически и строительно совершенные проекты и реконструировать действующие предприятия ТО автотранспорта, учитывая фактическую потребность по видам работ, и возможность их поэтапного дальнейшего развития; повышать гарантированность качества оказываемых услуг и разработку мероприятий морального и материального стимулирования их обеспечения.

Для решения задач технической эксплуатации необходимо управлять

производственной деятельностью АТП, улучшать условия труда, повышать эффективность трудовых затрат и использовать основные производственные фонды при рациональных затратах ресурсов.

Перед проектируемым пунктом технического обслуживания и текущего ремонта стоит множество задач, эффективное решение которых могло бы увеличить прибыль диагностического поста и увеличить срок безотказной эксплуатации тракторов и автомобилей.

Company Confidential

## 1 АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА И КОНСТРУКЦИЙ СТЕНДОВ ДЛЯ РЕМОНТА ГОЛОВКИ ЦИЛИНДРОВ

### 1.1 Анализ технического сервиса

В организациях технического сервиса используется планово-предупредительный вид техобслуживания и ремонтов автотракторной техники, которая является совокупностью средств, нормативно-технических документаций и исполнительского состава, обеспечивающих работоспособное состояние подвижного состава. Данная система предусматривает поддержание работоспособности автотракторной техники проведением планово-предупредительной работы по их техобслуживанию и текущему и капитальному ремонту.

В автотракторном парке проводятся следующие виды воздействия: ежемесячное техобслуживание ЕТО, номерные технические обслуживания ТО-1/2/3, текущий ремонт ТР, а также во время перехода на осенне-зимний и весенне-летний период два сезонных техобслуживания СТО.

Техническое обслуживание является комплексом мероприятий, предназначенных для поддержания автотракторной техники в работоспособности, обеспечения их надежности, экономичной работы, безопасного передвижения, экологической безопасности, уменьшения быстроты ухудшения технического состояния, увеличения срока безотказной работы, а также выявления неисправностей для своевременного их устранения.

Из-за отсутствия на предприятии пункта техобслуживания все виды техобслуживания проводятся в мастерских или автогаражах. В ремонтных мастерских проводится капитальный ремонт своими силами при помощи различных станков и оборудования для токарных, кузнечных, слесарных работ.

Количество технических обслуживаний каждый месяц должен планироваться для автомобилей согласно их пробега, а для тракторов согласно расхода топлива.

Текущий ремонт проводят в ремонтных мастерских по предварительно согласованным заявкам. Ремонтная мастерская осуществляет односменную работу.

Есть довольно большое количество факторов, которые влияют на качество проведения технических обслуживаний автотракторной техники. В данной выпускной квалификационной работе будут рассматриваться и анализироваться лишь самые значимые факторы, на которые далее приводится их обоснование.

#### 1. Социальные факторы:

а) Социальный статус работников – Этот показатель является довольно значимым при проведении техобслуживания из-за больших отличий в уровне качества различных работ.

Социальным статусом является совокупность ролей, выполняемых человеком, находящимся в определенном положении в обществе, как представитель какой-либо социальности, к чему может относиться профессия, класс, национальность и др. Одному и тому же человеку может соответствовать несколько статусов, потому что этот человек принимает участие в большом количестве групп (трудовые, спортивные, религиозные, политические).

б) Отношение руководителя – В последнее время психологами широко изучается поведение руководства, сильно влияющее на способность к работе коллектива предприятия. Для лучшего определения уровня поведенческой самоорганизации в больших предприятиях учеными одного из американских университетов проведено исследование отношения начальства и их работников, в которых приняли участие больше тысячи сотрудников различных организаций.

В результате анализа данных исследований главным фактором, наносящим вред корпоративному духу и, соответственно, ухудшающим качество работы, является чрезмерное самолюбие начальника. По результату опросов треть работников сообщили, что их руководитель любит преувеличивать свои достижения, для удачного представления перед клиентами; чуть меньше трети сообщили, что их начальник любит хвастаться и добиваться похвалы

от своих работников, четверть опрошенных сообщили о заиклешности руководителя на «культе» своей личности; столько же сообщили, что их начальник эгоист и обладает склонностью к нарциссизму, а пятая часть сказали, что руководитель оказывает помощь сотрудникам при условии получения чего-либо взамен.

Эксперты отмечают, что начальник, который слишком любит себя, склонен к созданию около себя недружелюбной и вредной для работы коллектива обстановки, которая затронет всех контактирующих с этим начальником. В дальнейшем чаще всего работники такого руководителя-самолюба распалется. Если и не распалется, то из-за стрессовости условий работы производительность труда такого коллектива сильно снизится. Подчиненные начальника, склонного к нарциссизму, начинают испытывать меньшее желание хождения на работу и приобретают склонность к разочарованию от рабочего процесса.

Психологами отмечается, что во многих организациях самолюбие руководства воспринимают положительно, так как подразумевается, что такой начальник более целеустремлен, лучше управляет и быстро добивается успеха для коллектива предприятия. Но по словам исследователей, есть тончайшая граница между уверенностью и простейшим эгоизмом, уничтожающим всевозможные достижения и останавливающий любой прогресс в развитии компании.

Постоянное психологическое давление в процессе работы, жесткость в обращении с сотрудниками могут плохо сказаться и на его здоровье, и на эффективности работы, из-за разлада в семейных отношениях.

Оказание давления начальником или другим сотрудником встречается довольно часто. Существует множество методов оказания давления. Шеф или сотрудники организации могут скрыть важную информацию, влияющую на работоспособность; домогаться; физически воздействовать, тем самым уничтожив тягу к работе.

Ответственность и защита здоровья также являются важными факторами, влияющими на работоспособность коллектива предприятия.

2. Технические факторы, к которым можно отнести качество запасных частей и расходных материалов, уровень соответствия оборудования, оснащенность производства, правильность работы измерительных приспособлений, точность работы оборудования, приборов.

3. Экономические факторы, которые характеризуются средствами на обучение, материальные средства, мотивационную деятельность и техническую модернизацию производственно-технологических линий.

4. Организационные факторы, которые зависят от проведения обучения, планирования, организации рабочего пространства, внедрения новейших методов проведения технических обслуживаний, ремонтов и диагностических воздействий, мероприятий, способствующих повышению качества технических обслуживаний.

С целью лучшего качества проведения технических обслуживаний и ремонтов, а, следовательно, увеличения производительности труда работников, рекомендуются проведение следующих мероприятий:

1. Повсеместно внедрить соответствующие виды диагностирования, что способствует резкому сокращению времени обслуживания определенных неисправностей и выявлению возможного ресурса техники без проведения ремонтов.

2. Внедрить передовые методы организации производства с использованием прогрессивных технологий.

3. Чтобы повысить производительность труда, качество работы и общую культуру производства на предприятии, рекомендуется к внедрению направленная маршрутная технология для максимального снижения нерациональных переходов работников, а также прохождения технологического процесса с учетом всех требований.

4. Внедрить периодическое проведение хронометража на рабочем месте, силами сотрудников пункта технического обслуживания, для того, чтобы сравнить затрачиваемое время с общепринятой нормой, что позволит выявить неучтенные резервы и причины повышения этой нормы.

5. Внедрить санитарно-гигиенические мероприятия для улучшения условий, при которых трудится рабочий. К этим мероприятиям относятся очищение помещений, исправление вентиляции, установка хорошего освещения и звукоизоляционной перегородки, а также поддержание соответствующего микроклимата.

#### 1.2 Анализ конструкций стендов для ремонта головки цилиндров

В настоящее время проведение технического обслуживания и ремонта автомобилей невозможно без применения специального оборудования. Применяя высокотехнологическое оборудование достигается высокое качество выполняемых работ, уменьшается время, затрачиваемое на обслуживание машины и возрастает производительность труда.

Разборочно-сборочные работы являются одними из основных при текущем ремонте машины (около 28-37% трудоемкости всех ремонтных работ). Вышеуказанные работы, имея высокую трудоемкость, требуют использования специального оборудования.

Стенды незаменимы при проведении работ по ремонту машин. Они значительно уменьшают их трудоемкость. Чтобы удовлетворять условиям производства, стенды должны иметь высокую производительность, малую металлоемкость, низкую себестоимость, а также удовлетворять требованиям экологической безопасности и охраны труда.

Существующие стенды классифицируют по следующим признакам:

- 1) по способу установки;
- 2) по типу механизма поворота;
- 3) по способу крепления агрегата;

Из всего разнообразия известных стендов чаще всего на ремонтных предприятиях можно встретить стационарные стенды для ремонта определенной марки двигателя. Эти стенды зачастую изготавливаются собственными силами этих предприятий, так как массовое производство универсальных стендов для ремонта двигателей в нашей стране слабо развито. Это делало

необходимо иметь на крупных ремонтных предприятиях большое количество разборочных стандов, ориентированных на определенную марку двигателей.

В последние годы крупные производители автотракторных двигателей, такие как ЯМЗ, начали выпускать двигатели с универсальными привалочными плоскостями и ремонтными отверстиями. Это сделало возможным разработку и изготовление ремонтных стандов, на которых можно производить ремонт двигателей различных марок.

Станд Р-770 (рисунок 1.1) предназначен сборки-разборки V-образных двигателей СМД-60, ЯМЗ.

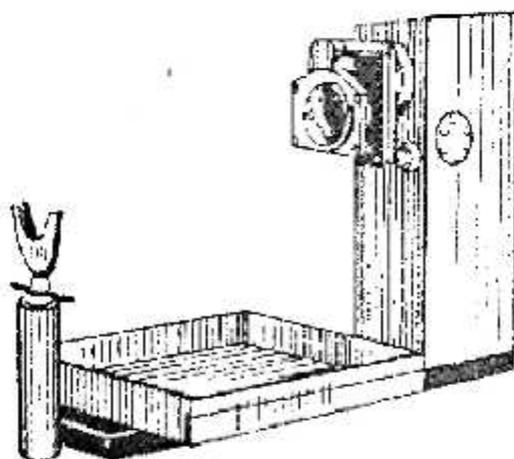


Рисунок 1.1 – Стенд Р-770

Обладает такими данными как:

- удобство установки двигателя обеспечивается подхватами с креплением штырями, устанавливаемыми в отверстия блока цилиндров;
- подхваты имеют регулировку для установки и крепления под конкретный тип двигателя;
- червячный редуктор обеспечивает поворот двигателя и фиксацию его в удобном положении;
- стенд имеет кювету для сбора технических жидкостей или моющей жидкости после мойки двигателя.

Станд Р642 (рисунок 1.2) предназначен для сборки и разборки V-образных карбюраторных двигателей СМД-60, ЯМЗ.



1 – стойка, 2 – основание, 3 – кронштейн, 4 – подпорка, 5 – поддон для масла

Рисунок 1 2 – Стенд Р642 для разборки и сборки двигателей

Стенд состоит из стойки 1, основания 2, кронштейна крепления двигателя 3, подпорки 4 и поддона 5.

Стойка и основание крепятся к фундаменту болтами. В стойке смонтирован электромеханический привод поворота, состоящий из электродвигателя и червячного редуктора.

На выходном валу редуктора закреплен кронштейн с опорными цапфами, на котором крепится ремонтируемый двигатель.

Двигатель, установленный на стенде, поворачивается в наиболее удобное для работы положение вокруг параллельной оси коленчатого вала и надежно фиксируется самотормозящим редуктором. Поворот двигателя осуществляется при нажатии кнопки управления.

Преимущества:

Наличие электромеханического привода.

Недостатки:

Невозможность ремонта двигателей КамАЗ, ЯМЗ;

Небольшая грузоподъемность.

Стенд ОПТ-5557-ГОСНИТИ (рисунок 1.3) предназначен для кантования двигателей: тракторных – Д-50, Д-240, СМД-14 и его модификаций, А-41, -01М и автомобильных – ГАЗ-53, ЗИЛ-130. Применяется при разборке и

сборке двигателей на ремонтных предприятиях.

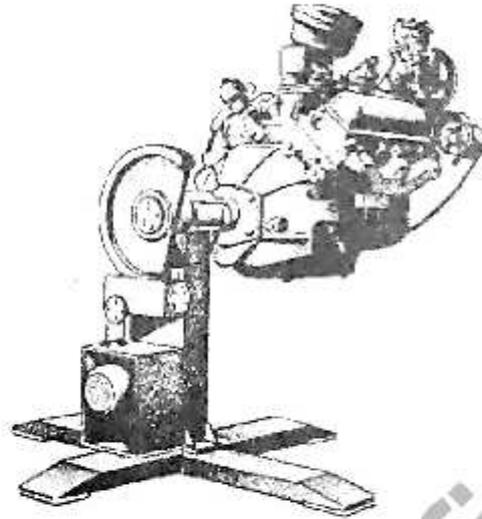


Рисунок 1.3 – Стенд ОПТ-5557-ГОСПИТИ для разборки и сборки двигателей

Составные части стенда: пульт для размещения силовой и аппаратуры управления, защиты и сигнализации, грузовая подвеска для установки двигателя и выравнивания его в горизонтальной плоскости; кантователь, два ящика для хранения инструмента и мелких деталей, крестовина, служащая опорой стенда, трубопроводы для подвода проводов.

Преимущества:

Наличие электромеханического привода;

Большая грузоподъемность.

Недостатки:

Невозможность ремонта двигателей КамАЗ, ЯМЗ,

Нет емкости для сбора стекающего масла, грязи и других эксплуатационных жидкостей;

Пульт управления расположен вне корпуса стенда;

Ограниченный угол поворота двигателя.

Стенд для разборки и сборки двигателей ЯМЗ (модель С 152)

Предназначен для разборки и сборки V-образных двигателей ЯМЗ, в условиях автотранспортных, авторемонтных предприятий и станций техни-

ческого обслуживания.

Стенд (рисунок 1.4) состоит из стационарной 3 и передвижной 9 стоек, крестовины 1, редуктора 4, опоры 8, траверсы бы, 7, раздвижных опор 11 с цапзами, в которые входят шпонка, что ограничивают перемещение опор по длине и по рози.

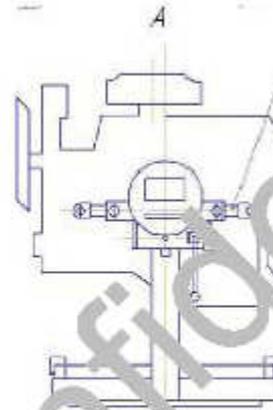
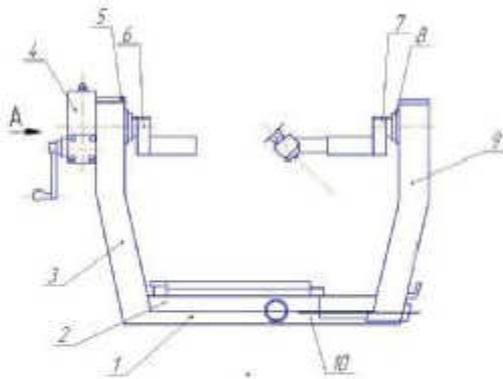


Рисунок 1.4 – Стенд для разборки и сборки двигателей (модель С 152)

Траверсу бы на стационарной стойке возвращается вращением ручки редуктора. Положение передвижной стойки фиксируется фиксатором 10. Двигатель, установленный на стенде, вращением ручки редуктора возвращается в положение, удобное для работы, и надежно фиксируется в любом положении благодаря редуктору, что само тормозит.

Для слива масла из ремонтируемого двигателя есть поддон 2, а в верхней части стенда смонтированы лотки 5 для инструментов.

#### Техническая характеристика

Тип	стационарный
Двигатели, которые обслуживаются	ЯМЗ-236, ЯМЗ-238 КамАЗ-740, КамАЗ-741
Средство поворота	вручную через червячный редуктор
Угол поворота, град,	360
Усилие на ручке поворота, Н, не более	120
Габаритные размеры, мм	1840x1000x1020
Масса, кг,	180

Стенд-кантователь разборки и составления двигателей.

Стенд-каптователь (рисунок 1.5) состоит из поворотной плиты 1, что имеет продольные ребра, двух набросных скоб 2 с винтами 3, вала 4 и редуктора 5 механизма повода.

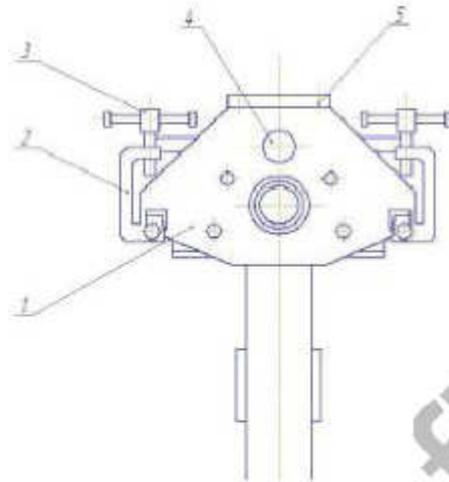


Рисунок 1.5 – Стенд-каптователь (модель С781)

Двигатель, который подлежит разборке, устанавливается на поворотную плиту с помощью поднимашего механизма таким образом, чтобы выступление на плите вошло в отверстие, которое центрирует коробку передач относительно оси коленного вала, и булавки картера сцепления вошли в отверстие на плите. Опорные лапы картера сцепления при этом должны лечь на продольные ребра. Потом с помощью двух набросных скоб двигатель закрепляется винтами за лапы картера сцепления и осуществляется его разборка.

Стенд для разборки и сборки V-образных двигателей (Модель 6501-72) Стенд (рисунок 1.6) - одноместный, предназначенный для под разборки и полной разборки двигателя ЗИЛ-130 на одном рабочем месте.

Внутри станины 6 стенда размещен электромеханический привод, для поворота вилки 5 вокруг горизонтальной оси. Опорный перстенок 2 может возвращаться в подшипниках 3 на кошках вилки. Опорный перстенок 2 состоит из двух частей, одна из которых (неподвижная) имеет цапфы, которые входят в подшипники вилки, а другая часть 1 (подвижная) может возвращаться вручную внутри неподвижной, вокруг их общей оси и стопорится ручным стопором. Двигатель крепится к подвижной части опорного перстенка быстродействующим ручным зажимом байонетного

типа и может в процессе разборки возвращаться вокруг трех взаимно перпендикулярных осей.

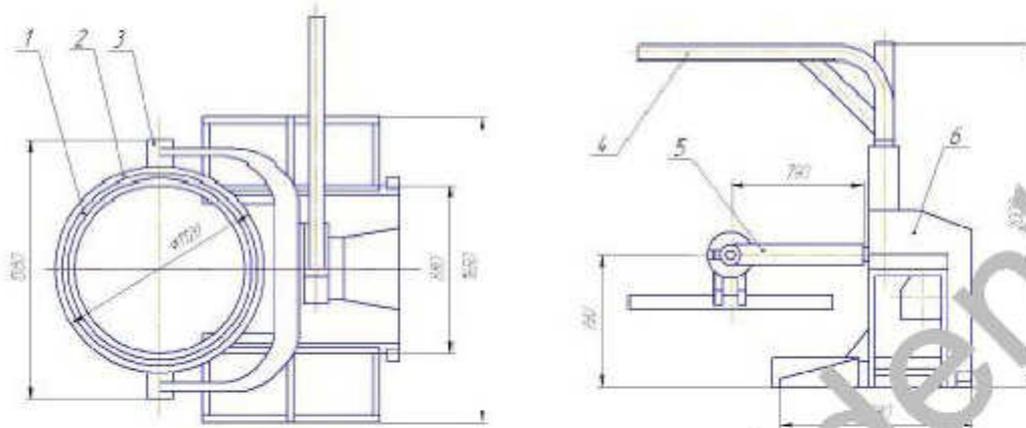


Рисунок 1.6 – Стенд для разборки и сборки V-образных двигателей (Модель 6501-72)

Консоль 4 для подвески инструмента может возвращаться вокруг вертикальной оси для удобства установки двигателя на стенд.

Техническая характеристика

Общее передаточное число механизма поворота.....	140
Электродвигатель: тип.....	A2-32-6
Мощность кВт.....	0.6
скорость вращения вала, об/мин.....	930
Время поворота двигателя на 180, сек.....	5,5

Стенд разработан ГКБ Главмосавтотранса.

## 2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА АВТОМОБИЛЕЙ

### 2.1 Производственный процесс проектируемого АРП

Схема производственных процессов АРП представлена на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 – Схема производственных процессов АРП

### 2.2 Производственная структура АРП.

Существует два вида производственных структур АРП – цеховая и бесцеховая.

Выбор вида производственной структуры АРП зависит от числа работающих:

- при числе работающих менее 500 чел. принимается бесцеховая, при более 500 чел. – цеховая. Ориентируясь на исходные данные прием бесцеховую структуру.

Состав производственных подразделений АРП зависит от перечня работ по производственному процессу и его специализации.

Наибольший перечень работ наблюдается на предприятии по капитальному ремонту полнокомплектных автомобилей, структура которого может быть представлена в следующем виде.

При бесцеховой структуре предусматриваются следующие основные участки: разборочно-мощные, контрольно-сортировочные, комплектовки, агрегатный, по ремонту двигателей, рамный, сборочный для автомобилей, регулировочный, медницко-радиаторный, шиномонтажный, электрооборудования, деревообделочный, кузовной, приборов питания, жестяницкий, малярный, обойный, кузнечно-рессорный, сварочный, гальванический, термический, слесарно-механический, аккумуляторный.

К службам вспомогательного производства относятся: инструментальный, ремонтно-механический, электромонтажный, ремонтно-строительные участки.

К складским помещениям относятся склады запасных частей, материалов и химикатов, металлов, топлива и смазочных материалов, угля, лесоматериалов, ремонтного фонда и готовой продукции.

### 2.3 Определение годового объема работ АРП и распределение его по видам работ

На АРП производится капитальный ремонт как полнокомплектных автомобилей, так и товарных агрегатов разных моделей, поэтому приведённая производственная программа определится по формуле:

$$N^{*w} = N_{ос} - \sum N_{м} \cdot k_{а} + \sum N_{м'} \cdot k_{а'} \cdot k_{а} \quad (2.1)$$

где  $N_{ос}$  - заданная программа КР основной модели, шт.;

$N_{м}, N_{м'}$  - кол-во КР автомобилей и агрегатов разных моделей, шт.;

$k_{а}$  - коэффициент приведения КР полнокомплектного автомобиля к основной модели;

$k_{\text{кр}}$  - коэффициент приведения КР агрегатов к полнокомплектному автомобилю базовой модели

За базовую модель примем ГАЗ 53А, тогда  $k_{\text{эл}} = 1,1$ ;  $k_{\text{мощ}} = 2,65$ ;  $k_{\text{кр}} = 0,088$ .

$$N^{\text{кр}} = 0 + 300 \cdot 1,1 + 200 \cdot 2,65 + 600 \cdot 0,088 \cdot 1,1 + 700 \cdot 0,088 \cdot 2,65 = 1086 \text{ шт.}$$

Годовой объём работ определим по формуле:

$$T_{\Sigma} = N^{\text{кр}} \cdot t_{\Sigma} \cdot k_{\text{кр}} \quad (2.2)$$

где  $t_{\Sigma}$  - трудоёмкость КР основной модели ремонтируемой при эталонных условиях, чел.-ч.;

$k_{\text{кр}}$  - коэффициент коррекции трудоёмкости  $t_{\Sigma} = 175$  чел.-ч.,  $k_{\text{кр}} = 1,124$ ,

$$T_{\Sigma} = 1086 \cdot 175 \cdot 1,124 = 213616 \text{ чел.-ч.}$$

Годовой объём работ по каждому виду выполняемых ремонтных операций определяется исходя из годового объёма работ по предприятию, и норм разбивки этой трудоёмкости по видам работ:

$$T_i = T_{\Sigma} \cdot \frac{K_r}{100} \quad (2.3)$$

где  $K_r$  - процентное содержание по видам работ для данного участка.

$$T_i = 213616 \cdot \frac{0,25}{100} = 534,04 \text{ чел.-ч.}$$

Остальные результаты расчётов представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Распределение трудоёмкости капитального ремонта грузовых автомобилей по видам работ.

Вид работы	$K_r$	$T_i$ , чел.-ч
1	2	3
Предварительная мойка	0,25	534,04
Предварительная разборка	2,90	6194,86
Мойка подразборных агрегатов и узлов	0,80	1708,93
Разборка на узлы	6,05	12923,77
Разборка узлов	1,90	4058,70

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3
Мойка деталей	0,60	1281,70
Снятие нагара и накипи	0,18	384,51
Контроль и сортировка деталей	2,10	4485,94
Комплектовочно-подгоночные работы	3,35	7156,14
Разборо-сборочные и испытание приборов и механизмов:	3,70	7903,79
- системы электрооборудования		
- Системы питания и смазки	1,40	2990,62
- Тормозной системы	1,30	2777,01
Ремонт рамы	3,85	8224,22
Меднишко-радиаторные	2,17	4635,47
Деревоотделочные и ремонт платформы	2,70	5767,63
Обойные	1,90	4058,70
Шиномонтажные	1,02	2178,88
Ремонт кабины и оперения	5,75	12282,92
жестяницкие	4,85	10360,38
Слесарно-арматурные	3,77	8053,32
Сборка узлов:		
- двигателя	2,25	4806,36
- агрегатов	3,65	7796,984
Общая сборка узлов:		
- двигателя	2,65	5660,824
- агрегатов	2,25	4806,36
Доукомплектование двигателя	1,00	2136,16
Испытание и регулировка двигателя	1,20	2563,392
- агрегатов	0,60	1281,696
Постановка рессор	0,78	1666,205
Общая сборка автомобиля	6,90	14739,5
Испытание автомобиля, регулировка и устранение дефектов	1,95	4165,512
Малярные	2,32	4955,891
Ремонт блока цилиндров	2,85	6088,056

Продолжение таблицы 2.1

Ремонт коленчатого вала	1,20	2563,392
Механические	8,55	18264,17
Слесарные	5,10	10894,42
штамповочные	0,03	64,0848
Газосварочные	0,67	1431,227
Электросварочные	0,58	1238,973
Кузнечные	1,00	2136,16
рессорные	0,31	662,2096
Наплавка в среде углекислого газа	0,73	1559,397
Наплавка под флюсом	1,20	2563,392
Гальванические	0,40	854,464
Термические	0,92	1965,267
Восстановление синтетическими материалами	0,37	790,3792
Итого	100	213616

#### 2.4 Расчет количества производственных рабочих и других работников

Для определения количества рабочих по профессии рассчитывают годовые фонды рабочего времени.

Номинальный фонд времени рабочего в часах определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{н}} = D_{\text{о}} \cdot t_{\text{см}} - D_{\text{п}} \cdot t_{\text{с}} \quad (2.4)$$

а – действительный фонд времени:

$$\Phi_{\text{д}} = (\Phi_{\text{н}} - D_{\text{о}} \cdot t_{\text{см}}) \cdot \eta_{\text{р}}, \quad (2.5)$$

где  $D_{\text{р}}$  – количество рабочих дней в году.

$D_{\text{о}} = 31$  – продолжительность отпуска в году.

$t_{\text{см}} = 8$  – продолжительность рабочей смены.

$t_{\text{с}} = 1$  – сокращение рабочей смены в праздничные дни.

$\eta_{\text{р}} = 0,97$  – коэффициент потери рабочего времени.

$$\Phi_{II} = 249 \cdot 8 - 12 \cdot 1 - 1980 \text{ чел.}$$

$$\Phi_{II} = (1980 - 31 \cdot 1) \cdot 0,97 = 1890,5 \text{ чел.}$$

Количество рабочих по всем видам работ (участкам) определяется по формуле:

Списочное, Явочное

$$m_c = \frac{T_i}{\Phi_c}, \quad m_{II} = \frac{T_i}{\Phi_{II}} \quad (6), (7)$$

где  $T_i$  – годовой объем по данному виду работ (участку), чел. – ч

$$m_c = \frac{534,04}{1890,5} = 0,3 \text{ чел.}; \quad m_{II} = \frac{534,04}{1980} = 0,3 \text{ чел.}$$

Остальные результаты расчетов представлены в таблице 2.2

Таблица 2.2 – Результаты расчетов

Вид работы	$m_c$	$m_{II}$
1	2	3
Предварительная мойка	0,3	0,3
Предварительная разборка	3,3	3,1
Мойка подразборных агрегатов и узлов	0,9	0,9
Разборка на узлы	6,8	6,5
Разборка узлов	2,1	2,0
Мойка деталей	0,7	0,6
Снятие нагара и накипи	0,2	0,2
Контроль и сортировка деталей	2,4	2,3
Комплектовочно-подгоночные работы	3,8	3,6
Разборо-сборочные и испытание приборов и механизмов:		
- системы электрооборудования	4,2	4,0
- Системы питания и смазки	1,6	1,5
- Тормозной системы	1,5	1,4
Ремонт рамы	4,4	4,2
Медницко-радиаторные	2,5	2,3
Деревоотделочные и ремонт платформы	3,1	2,9
Обойные	2,1	2,0

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3
Шинномонтажные	1,2	1,1
Ремонт кабины и оперения жестяницкие	6,5	6,2
Слесарно-арматурные	5,5	5,2
Сборка узлов: - двигателя	4,3	4,1
- агрегатов	2,5	2,4
Общая сборка узлов: - двигателя	4,1	3,9
- агрегатов	3,0	2,9
Доукомплектование двигателя	2,5	2,4
Испытание и регулировка двигателя	1,1	1,1
- агрегатов	1,4	1,3
Постановка рессор	0,7	0,6
Общая сборка автомобиля	0,9	0,8
Испытание автомобиля, регулировка и устранение дефектов	7,8	7,4
Малярные	2,2	2,1
Ремонт блока цилиндров	3,0	2,8
Ремонт коленчатого вала	3,2	3,1
Механические	1,4	1,3
Слесарные	9,7	9,2
штамповочные	5,8	5,5
Газосварочные	0,03	0,03
Электросварочные	0,8	0,7
Кузнечные	0,7	0,6
рессорные	1,1	1,1
Наплавка в среде углекислого газа	0,4	0,3
Наплавка под флюсом	0,8	0,8
Гальванические	1,4	1,3
Термические	0,5	0,4
Восстановление синтетическими материалами	1,0	1,0
Итого	0,4	0,4
	113,3	108,2

Кроме производственных рабочих необходимо определить численность работников других категорий. Работники других категорий определяются в процентном отношении от числа производственных рабочих. Для инженерно-технических работников (ИТР) процентное отношение составляет 13% = 14,1 чел.; счетно-конторского персонала (СКП) – 12% = 13 чел.; младшего обслуживающего персонала (МОП уборщики, курьеры, гардеробщики, дворники) – 2% = 2,2 чел.; вспомогательных рабочих (кладовщики, транспортные рабочие, контролеры, разнорабочие) – 12% = 13 чел.

Количество рабочих на инструментальном участке принимают равным 25%-27,1 чел.; а в отделе главного механика (ОГМ) – 17% = 3 чел. от количества производственных рабочих в слесарно-механическом участке основного производства.

#### 1.5 Расчет площадей производственных, складских, административно-бытовых помещений

При укрупненных расчетах площади производственных участков основного и вспомогательного производств ( $F_{уч}$ ) определяется по формуле:

$$F_{уч} = f_p \cdot x_p, \text{ м}^2 \quad (2.8)$$

где  $f_p$  – удельная площадь на одного производственного рабочего,  $\text{м}^2/\text{чел}$ .

$x_p$  – число рабочих в большей смене, чел. (списочное число рабочих).

Расчеты сведены в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Результаты расчетов

участок	Наименование участка: виды работ	$\tau_0$	$f_p$ , $\text{м}^2$	$F_{уч}$ , $\text{м}^2$
1	2	3	4	5
1	Разборочно-монтажный			
	Предварительная мойка	0,3	30	9
	Предварительная разборка	3,1	20	62
	Мойка подразборных агрегатов и уз-	0,9	25	22,5

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5
	Разборка на узлы	6,5	20	130
	Разборка узлов	2,0	12	24
	Мойка деталей	0,6	25	15
	Снятие нагара и накипи	0,2	25	5
	Контроль и сортировка деталей	2,3	15	34,5
<b>Итого</b>		15,9		302
<b>2</b>	<b>Ремонта электрооборудования</b>			
	Комплектовочно-подгоночные работы	3,6	15	54
	Разборо-сборочные и испытание приборов и механизмов:	4,0	10	40
	- Системы питания и смазки	1,5	12	18
<b>Итого</b>		9,1		112
<b>3</b>	<b>Агрегатный</b>			
	Сборка узлов:- агрегатов	3,9	13	50,7
	Общая сборка узлов:- агрегатов	2,4	13	31,2
	Испытание и регулировка - агрегатов	0,6	25	15
	Разборо-сборочные и испытание приборов	1,4	12	16,8
	Восстановительные	3,2	10	32
<b>Итого</b>		11,5		145,7
<b>4</b>	<b>Моторный</b>			
	Сборка узлов: - двигателя	2,4	13	31,2
	Общая сборка узлов: - двигателя	2,9	13	37,7
	Доукомплектование двигателя	1,1	13	14,3
	Испытание и регулировка двигателя	1,3	25	32,5
	Восстановительные	2,3	10	23
<b>Итого</b>		10		138,7
<b>5</b>	<b>Ремонта кабин</b>			
	Ремонткабины и оперения	6,2	25	155
	Деревоотделочные и ремонт платформы	2,9	40	116
	Обойные	2,0	10	20
	Малярные	2,8	50	140

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5
	жестяницкие	5,2	12	62,4
	Шиномонтажные	1,1	20	22
	Слесарно-арматурные	4,1	10	41
Итого		24,3		434
6	Кузнечно-рессорный			
	Кузнечные	1,1	24	26,4
	рессорные	0,3	20	6
	штамповочные	0,03	20	0,6
	Ремонт рамы	4,2	20	84
	Постановка рессор	0,8	20	16
	Медницко-радиаторные	2,3	12	27,6
Итого		8,73		160,6
7	Сборки автомобилей			
	Общая сборка автомобиля	7,4	25	185
	Испытание автомобиля, регулировка и	2,1	30	63
Итого		10,3		248
8	Слесарно-механический			
	Механические	5,2	10	52
	Слесарные	3,5	10	35
	Ремонт блока цилиндров	3,1	12	37,2
	Ремонт коленчатого вала	1,3	12	15,6
Итого		14,1		139,8
9	Термический			
	Газосварочные	0,7	15	10,5
	Электросварочные	0,6	15	9
	Гальванические	0,4	30	12
	Термические	1,0	24	24
	Восстановление синтетическими мате- риалами	0,4	12	4,8
	Наплавка в среде углекислого газа	0,8	15	12
	Наплавка под флюсом	1,3	15	19,5
Итого		5,2		91,8
	Итого	113,3		1770

Укрупненный расчет площадей складских помещений может быть определен по формуле:

$$F_C = f_N \cdot N_{пр} \quad (2.9)$$

где  $f_N$  – удельная площадь на один приведенный капитальный ремонт автомобиля, значения  $f_N$  вынесены в таблице 2.4.

$N_{пр}$  – приведенное количество автомобилей.

$$F_C = 0,041 \cdot 1086 = 44,5 \text{ м}^2$$

Результаты расчёта сведены в таблицу 2.4

Таблица 2.4. Площади складских помещений на капитальный ремонт автомобиля.

Наименование склада	$f_N$	$F_C, \text{ м}^2$
1	2	3
Запасных частей	0,041	44,5
Материалов и химикатов	0,03175	34,5
Металлов	0,02615	28,4
Заготовительный	0,004	4,3
Топлива и смазочных материалов	0,0115	12,5
Центральный инструментальный	0,004	4,3
Лесоматериалов	0,02	21,7
Утиля	0,00715	7,8
Агрегатов	0,0115	12,5
Комплектовочный	0,0335	36,4
Деталей ожидающих ремонта	0,013	14,1
итого		221

В расчетную площадь производственного корпуса включаются площади только тех складов, которые размещаются в производственном корпусе.

Различают три способа размещения вспомогательных (административно-бытовых) помещений:

- встроенными в объем производственного корпуса (рекомендуется при числе работающих на предприятии до 200 человек).

- пристроенными к одному из его торцов (от 200 до 500 человек)
- в отдельно стоящем здании (более 500 человек).

Выберем первый способ, т.к. число работающих 185.

Бытовые помещения вычисляются по следующим нормам. Площадь раздевалок  $0,8\text{ м}^2$  на одного работающего. Примем  $0,8 \cdot 185 = 148\text{ м}^2$ . Площади умывальников, душевых, уборочных определяется по числу работающих в наибольшую смену: умывальников -  $0,5\text{ м}^2$  на 10 человек, душевых -  $4\text{ м}^2$  на 10 человек, уборочных  $1,5\text{ м}^2$  на 10 человек. Тогда соответственно  $9,25\text{ м}^2$ ;  $74\text{ м}^2$ ;  $28\text{ м}^2$ .

## 2.6 Разработка генерального плана АРП и компоновка производственного корпуса

При размещении вспомогательных помещений в объеме производственного корпуса площадь бытовых помещений принимают в размере 12%, а административных – 5% от расчетной производственной (площади участков основного и вспомогательного производств).

Суммарную площадь производственных, складских и вспомогательных помещений, размещаемых в производственном корпусе, увеличивают на 10... 15% с учетом площади, отводимой под магистральные проезды. В итоге получают расчетную площадь производственного корпуса.

Бытовые:  $1770 \cdot 0,12 = 212\text{ м}^2$ .

Административные:  $1770 \cdot 0,05 = 89\text{ м}^2$ .

Складские помещения расположенные внутри корпуса составляют  $151\text{ м}^2$ .

Расчетную площадь производственного корпуса  $= 1770 + 212 + 89 - 151 = 2222\text{ м}^2$ .

Выберем прямоточную схему. Прямоточная схема имеет следующие преимущества: прямолинейность перемещения базовой и других крупногабаритных деталей, минимальное пересечение транспортных потоков.

## 2.7 Технологический расчет агрегатного участка

### 2.7.1 Технологический процесс на участке

Схема технологического процесса. Детали (картеры коробок передач, редукторов, задних мостов, ступицы колес, тормозные барабаны) ремонтируют на специализированных постах, куда их доставляют со склада деталей, ожидающих ремонта (ДОР). На этом участке рекомендуется ремонтировать все основные детали агрегатов, что дает возможность сократить пути их транспортирования. Здесь переклеивают тормозные накладки и ремонтируют приборы тормозной системы.

Номенклатуру деталей, подлежащих ремонту, определяют в каждом отдельном случае в зависимости от назначения ремонтного предприятия и величины его производственной программы.

Агрегаты собирают на специализированных постах и на рабочих местах. Детали для сборки поступают в комплектах с участка комплектования и с постов их ремонта. Собранные агрегаты проверяют и испытывают, окрашивают и затем подают на линию сборки автомобилей или на склад готовой продукции.

### 2.7.2 Уточнение численности производственных рабочих и расчет числа рабочих мест

Число рабочих мест для производственного подразделения при укрупненном проектировании находят по формуле:

$$N_{p.c} = \frac{\sum T_i^F}{\Phi_{p.c.} \cdot P_{\sigma} \cdot K_{3\sigma}}, \quad (2.10)$$

где  $\sum T_i^F = 21941,03$  чел.-ч. - суммарный годовой объем работ на данном производственном подразделении, чел.-ч;

Таблица 2.5 – Трудоемкость видов работ на участке

Вид работы на участке	$T_i$ , чел-ч
Сборка узлов агрегатов	7796,984
Общая сборка узлов агрегатов	4806,36
Испытание и регулировка агрегатов	1281,696
Разборо-сборочные и испытание приборов и механизмов Тормозной системы	2777,01
Восстановительные	6560,68
Итого	21941,03

$\Phi_{р.м.}$  – действительный фонд времени рабочего места с учетом сменности, ч;

$$\Phi_{р.м.} = \Phi_{11} \cdot n_{см} \cdot k_{исп} = 1980 \cdot 1 \cdot 0,8 = 1584 \text{ ч.}$$

$P_{ср} = 1$  – средняя плотность работы, т. е. среднее число рабочих, приходящихся на одно рабочее место;

$K_{зр} = 0,75$  – средний коэффициент загрузки рабочего места.

$$N_{р-с} = \frac{21941,03}{1584 \cdot 1 \cdot 0,75} = 18 \text{ чел.}$$

### 2.7.3 Расчет производственного оборудования

Годовой фонд времени оборудования определяется по формуле

$$\Phi_{об} = \Phi_{н.р.в.} \cdot n_{с} \cdot k_{исп} \quad (2.11)$$

где  $\Phi_{н.р.в.} = 1980$  – номинальный годовой фонд рабочего времени, ч.;

$n_{с} = 1$  – число смен работы;

$k_{исп} = 0,85$  – коэффициент использования оборудования в течении года с учетом выполнения обслуживания и ремонта

$$\Phi_{об} = 1980 \cdot 1 \cdot 0,85 = 1683 \text{ ч.}$$

### Расчет стационарного разборочного (сборочного) оборудования

Стационарная форма организации разборочно- сборочных работ харак-

теризуется тем, что эти работы (разборочные или сборочные) выполняет группа (бригада) рабочих на одном неподвижном месте (стенде), к которому подают (или убирают) необходимые детали и сборочные единицы.

Количество разборочно-сборочного оборудования  $N_{p-c}$  цеха (отделения) или участка при стационарной форме организации работ и укрупненном проектировании определяют по формуле

$$N_{p-c} = \frac{\sum T_{p-c}}{\Phi_{д.в.}} \quad (2.12)$$

где  $\sum T_{p-c} = 14603,34$  - суммарный годовой объем разборочных или сборочных работ, выполняемых на данном оборудовании (стенде), ч.;

$\Phi_{д.в.} = 1683$  - действительный годовой фонд времени работы данного оборудования (стенда) с учетом смешности, ч.

$$N_{p-c} = \frac{14603,34}{1683} = 8,68 \approx 9$$

Полученное при расчете дробное (расчетное) число округляют до целого числа единиц оборудования, которое считают принятым. Отношение расчетного числа оборудования к принятому будет коэффициентом загрузки оборудования, он составляет 0,96. Чем больше коэффициент загрузки оборудования, тем эффективнее оно используется на предприятии.

#### **Расчет оборудования для обкатки и испытания**

Расчет числа испытательных стендов. В процессе ремонта каждый объект подвергают обкатке и испытанию по установленному техническими условиями режиму. Годовая программа обкаточно-испытательных отделений или станций выражается числом ремонтируемых объектов.

Необходимое число испытательных стендов или установок  $N_{и.у.}$  определяется по формуле:

$$N_{и.у.} = \frac{W_r \cdot \alpha_{и.у.} \cdot (t_1 + t_2)}{\Phi_{д.в.} \cdot K_c} \quad (2.13)$$

где  $W_r$  - годовая программа ремонтируемых объектов, ед.;

$\Phi_{д.в.} = 1683$  - действительный годовой фонд времени работы установок с учетом числа рабочих смен, ч.;

$\alpha_n = 1,15$  – коэффициент повторности обкатки и испытания

$t_1$  – продолжительность обкатки и испытания одного объекта, ч;

$t_2$  – время установки и снятия объекта с учетом необходимой переналадки стенда, ч.

$K_c = 0,95$  – коэффициент использования стенда по времени

Число испытательных стендов для ведущих мостов автомобиля КамАЗ:

$W_1 = 1100$  ед.;  $t_1 = 0,45$  ч.;  $t_2 = 0,08$  ч.;

$$N_{шт.} = \frac{1100 \cdot 1,15 \cdot 0,53}{1683 \cdot 0,95} = 1$$

Число испытательных стендов для коробок передач автомобиля КамАЗ:

$W_1 = 1100$  ед.;  $t_1 = 0,45$  ч.;  $t_2 = 0,08$  ч.;

$$N_{шт.} = \frac{200 \cdot 1,15 \cdot 0,53}{1683 \cdot 0,95} = 1$$

Число испытательных стендов для ведущих мостов и коробок передач автомобиля ЗиЛ:

$W_1 = 1100$  ед.;  $t_1 = 0,45$  ч.;  $t_2 = 0,08$  ч.;

$$N_{шт.} = \frac{900 \cdot 1,15 \cdot 0,53}{1683 \cdot 0,95} = 1$$

## 2.8 Выбор и расчет подъемно-транспортного оборудования

Виды и количество подъемно-транспортного оборудования, необходимого для эффективного обеспечения производственного процесса ремонтного предприятия, зависит от номенклатуры ремонтируемых объектов, их массы и размеров, типа производства и формы организации труда, типа и размеров производственных помещений.

В каждом отдельном случае выбирают подъемные механизмы и транспорт такого вида, которые бы наиболее рационально обслуживали данный участок процесса. Количество оборудования может быть рассчитано или принято из опыта работы такого же предприятия.

Число необходимых кранов в пролете кранов  $N_{кр}$  определяют по формуле:

$$N_{кр} = \frac{n_{оп} \cdot T_{оп}}{60 \cdot K_p} \quad (14)$$

где  $n_{оп} = 7$  – число крановых операций в час, принимается исходя из технологического процесса.

$T_{кр}$  – средняя продолжительность одной крановой операции, мин.;

$K_p$  – коэффициент, учитывающий простой крана в ремонте (принимают равным 0,95... 0,97).

Число крановых операций определяют в зависимости от обслуживаемого краном технологического процесса и такта ремонта.

Среднюю продолжительность одной крановой операции рассчитывают по формуле:

$$T_{оп} = \frac{2 \cdot L}{v} + t_z + t_p, \quad (2.15)$$

где  $L=10$  – средняя дальность транспортирования груза за одну операцию, м;

$v=8$  – скорость передвижения крана (принимают по технической характеристики крана), м/мин;

$t_z=2$  – среднее время на загрузку крана за одну операцию, мин.

$t_p=2$  – среднее время на разгрузку крана за одну операцию, мин.

$$T_{оп} = \frac{2 \cdot 10}{8} + 2 + 2 = 6,5$$

$$N_{кр} = \frac{7 \cdot 6,5}{60 \cdot 0,95} = 0,8 \approx 1$$

При укрупненном расчете, т. е. по опыту работы аналогичных предприятий, число мостовых кранов для обслуживания разборочно-сборочных цехов (отделений) принимают один кран на 30... 40 м. длины цеха.

## 2.9 Расчет площади (уточненный) производственного подразделения

Уточненный расчет производственных площадей подразделений пред-

приятия производится по суммарной площади, занимаемой технологическим, подъемно-транспортным оборудованием, средствами технологического оснащения и производственным инвентарем по формуле:

$$F_{\text{п}} = \sum F_{\text{об}} \cdot K_{\text{п}}, \quad (2.16)$$

где  $F_{\text{об}}$  – суммарная площадь занимаемая технологическим, подъемно-транспортным оборудованием и производственным инвентарем (берется из ведомости оборудования и оснащения рабочих мест по каждому производственному подразделению),  $\text{м}^2$ ;

$K_{\text{п}}$  – коэффициент плотности расстановки оборудования, учитывающий нормы размещения оборудования, инвентаря и проездов, проходов в пределах рассматриваемого подразделения. Он принимается равным для агрегатного участка – 4,0...5,0

Таблица 2.6 – Характеристики оборудования

№	Наименование	Габариты, мм	Площадь, $\text{м}^2$	Мощность, кВт
1	2	3	4	5
1	Вертикально-сверлильный станок 2П118	870x590	0,51	1,5
2	Поворотный стенд для сборки тормозных барабанов со ступицами	Д=1800	2,54	-
3	Станок для растачивания тормозных барабанов и обтачивания тормозных накладок 670 (АСО)	1200x900	1,08	2,8
4	Пневматический пресс для клёпки фрикционных накладок тормозных колодок Р-304 (АСО)	1200x600	0,72	-
5	Станок для шлифования фрикционных накладок тормозных колодок	650x650	0,42	1,7
6	Стенд для ремонта рулевых механизмов и карданных валов автомобиля ЗиЛ-130	600x930	0,56	-

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5
7	Стенд для ремонта коробок передач ЗиЛ-130	600x540	0,32	-
8	Пневматический пресс с ручным приводом	700x500	0,35	-
9	Пастольно сверлильный станок	700x500	0,35	0,6
10	Стенд для сборки задних мостов ЗиЛ-130	1100x1000	1,1	-
11	Стенд для испытания ведущих мостов ЗиЛ-130	2590x2590	6,5	17
12	Гидравлический пресс с усилием 20Т	680x1000	0,68	-
13	Стенд для испытания коробок передач ЗиЛ-130	2500x1150	2,75	10
14	Стенд для сборки задних мостов КамАЗ	1100x1000	1,1	-
15	Стенд для испытания ведущих мостов КамАЗ	2590x2590	6,5	17
16	Стенд для испытания коробок передач КамАЗ	2500x1150	2,75	10
17	Стенд для ремонта рулевых механизмов и карданных валов автомобиля КамАЗ	600x930	0,56	-
18	Стенд для ремонта коробок передач КамАЗ	600x540	0,32	-
19	Стенд для ремонта редукторов задних мостов КамАЗ	700x830	5,8	-
20	Стенд для ремонта редукторов задних мостов ЗиЛ-130	700x830	5,8	-
21	Слесарный верстак	700x1400	0,98	-
22	Ларь для обтирочных материалов	1000x500	0,5	-
23	Ванна для мойки деталей	1050x500	0,53	-
24	Стеллаж для деталей	1400x450	0,63	-
25	Станок для заточки инструментов	800x600	0,48	0,4
	ИТОГО		43,83	151

$$F_{\text{в}} = \sum F_{\text{ос}} \cdot K_{\text{в}} = 43,83 \cdot 4 = 175,32 \text{ м}^2$$

### 2.10 Определение расхода электроэнергии

Годовая потребность предприятия в электроэнергии определяется на основании расчетов силовой и осветительной нагрузок.

К исходным данным для определения силовой нагрузки относятся установленная мощность токоприемников, разделенных на группы по однородности характера работ обслуживаемого оборудования, и режим работы потребителей электроэнергии.

Годовой расход силовой электроэнергии

$$W_{\text{св}} = \sum N_{\text{г.г.}} \cdot \eta_{\text{г}} \cdot \Phi_{\text{г}} \cdot K_{\text{св}} \text{ кВт-ч, где} \quad (2.17)$$

$N_{\text{г.г.}} = 151$  — установленная мощность токоприемников по группам оборудования, кВт;

$\eta_{\text{г}}$  — коэффициент загрузки оборудования, представляющий собой отношение расчетного (теоретически потребного) количества единиц оборудования к количеству единиц этого оборудования, принятому в проекте. Для расчетов  $\eta_{\text{г}} = 0,6—0,75$ ;  $\Phi_{\text{г}} = 1683$  — действительный годовой фонд времени работы оборудования при заданной сменности, ч;

$K_{\text{св}}$  — коэффициент спроса, учитывающий не одновременность работы потребителей, в среднем можно принять равным  $0,3—0,5$ .

$$W_{\text{св}} = \sum N_{\text{г.г.}} \cdot \eta_{\text{г}} \cdot \Phi_{\text{г}} \cdot K_{\text{св}} = 151 \cdot 0,75 \cdot 1683 \cdot 0,5 = 95300 \text{ кВт-ч}$$

Чтобы определить осветительную нагрузку, необходимо знать размеры освещаемых площадей производственных, складских, вспомогательных и административно-бытовых помещений и нормы расхода электроэнергии в соответствии с условиями работы.

Годовой расход электроэнергии для нужд освещения

$$W_{\text{ос}} = \sum R \cdot t \cdot F \text{ кВт-ч, где} \quad (2.18)$$

$R = 25$  — норма расхода электроэнергии в ваттах на  $1 \text{ м}^2$  площади пола

освещаемого помещения за 1 ч (удельная мощность);

$t=1000$ — средняя продолжительность работы электрического освещения в течение года, ч.;

$F=176$ — площадь пола освещаемых помещений,  $m^2$ .

$$W_{\text{осв}} = \sum R \cdot t \cdot F = 25 \cdot 1000 \cdot 176 = 4400 \text{ кВт}$$

Company Confidential

### 3 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ СТЕНДА ДЛЯ РЕМОНТА ГОЛОВКИ ЦИЛИНДРОВ

#### 3.1 Описание прототипа

Качество проведения разборочно-сборочных работ по головке цилиндров в значительной мере влияет на послеремонтный ресурс работы двигателя. Нарушение требований сборки, только по сборке клапана, может сократить ресурс работы двигателя в разы, поэтому качественная сборка головки цилиндров с соблюдением всех необходимых требований весьма актуальная задача.

В настоящее время в большинстве ремонтных предприятиях агропромышленного комплекса ремонт двигателей, в том числе и сборка и разборка головки цилиндров, осуществляется на монтажных столах с использованием специальных зажимов, что отнимает больше времени и сил и при неосторожности возникают различные дефекты деталей. Это в свою очередь сказывается на качестве сборки и увеличивает трудозатраты (трудоемкость, чел.-ч) и затраты времени (производительность, шт./ч).

Для устранения вышесперчисленных недостатков предлагается конструкция- стенд для разборки и сборки головки цилиндров, который рекомендуется установить в отделении по ремонту двигателей.

					<b>ВКР.23.03.03.588.18.00.00.00.ПЗ</b>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разработ.</i>		<i>Королев К.Л.</i>			<b>Стенд для ремонта головки цилиндров</b>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Проверил</i>		<i>КалимуллинМН</i>					1	17
<i>Н.контр.</i>					КГАУ, ОПРМ, гр.3452с			
<i>Уте</i>		<i>Абдигамов НР</i>						

### 3.2 Устройство и принцип действия

Стенд (рисунок 3.1) состоит из сварного основания, представленного в виде шкафа 1, внутри которого хранятся инструменты и дополнительные детали к стенду; на столе крепятся подвижная 2 и неподвижная 8 стойки, в зависимости от длины головки подвижная стойка может перемещаться по направляющим основания влево или вправо; на стойках шарнирно закреплены опорные лапки 3 и 6; к опорной лапке прикреплена стягивающим винтом 4 подвижная зажимная лапка 5; эта лапка зажимает головку цилиндра; две опорные лапки соединены поперечиной 9, размер которой подбирается по марке головки цилиндров. Сдавливание пружины клапана осуществляется вручную с помощью рукоятки 10. Головка цилиндров может вращаться на 360° вокруг своей оси и стопориться с помощью педали 11.

Принцип действия стенда состоит в следующем. Головка цилиндров крепится на стенде с помощью зажимной и опорной лапок. Для поворота головки цилиндров вокруг оси необходимо отвернуть стопорный винт подвижной стойки и нажатием на педаль отпустить стержень 7, повернуть головку в нужное положение, опустить педаль, затянуть стопорный винт. Стенд крепится на фундаменте четырьмя болтами.

### 3.3 Технические характеристики

Тип стенда - стационарный;

Конструкция - сборочно-сварная;

Привод - ручной;

Габариты, мм .

длина- 1005,

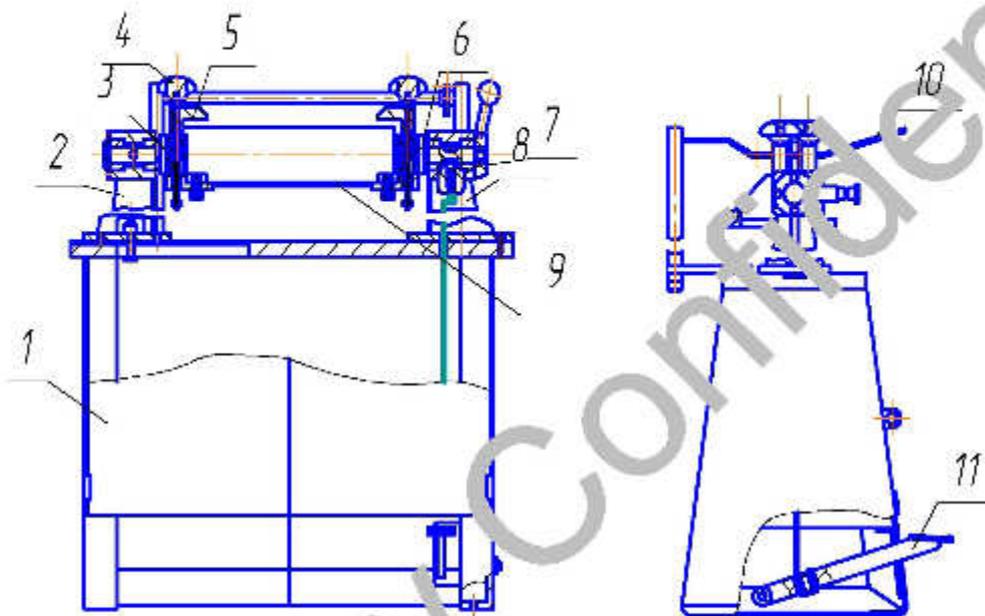
ширина – 602;

					<i>ВКР.23.03.03.588.18.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

высота- 1150.

Вес-115 кг,

Максимальная грузоподъемность-200кг



- 1-Рама;
- 2- Подвижная стойка;
- 3- Опорная лапка подвижной стойки;
- 4- Стягивающий винт;
- 5- Зажимная лапка;
- 6- Опорная лапка неподвижной стойки;
- 7- Стержень;
- 8- Неподвижная стойка;
- 9- Поперечина; 10-Рукоятка; 11-Педадь

Рисунок 3.1 – Стенд для разборки и сборки головки цилиндров

					ВКР.23.03.03.588.18.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Да-		3

### 3.4 Инженерный расчет элементов конструкции

#### 3.4.1 Расчет и выбор посадок для деталей сопрягаемых с подшипниками качения

Исходные данные

Номер подшипника – 6-8306;

Радиальная нагрузка - 1500 Н.

Определение номинальных значений параметров подшипников качения

Наружный диаметр  $D=60$  мм;

Внутренний диаметр  $d=30$  мм;

Ширина  $B=21$  мм;

Радиус фаски  $r=2,5$  мм.

Определение характера нагрузки подшипников

В данном случае перегрузка составляет до 150%, так как нагрузки минимальны.

Определение вида нагружения наружного и внутреннего колец подшипника

В данном случае вращается внутреннее кольцо, поэтому оно подвергается циркуляционному виду нагружения. Наружное кольцо не вращается, поэтому оно подвергается местному виду нагружения.

Определение величины интенсивности нагружения от циркуляционной нагрузки

Величина интенсивности нагружения определяется по формуле [12]:

$$P_k = \frac{R}{B-2r} \times K_H \times F \times F_{a2}, \quad (3.1)$$

где  $P_k$  - величина интенсивности нагружения, Н/мм;

$R$  - радиальная нагрузка, Н;

									Лист
									4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР.23.03.03.588.18.00.00.00.ПЗ				



$$D_{\max} = D - ES = 60 + 0 = 60 \text{ мм};$$

$$D_{\min} = D - EI = 60 + (-0,035) = 59,965 \text{ мм};$$

При этом предельные зазоры и натяги будут равны:

$$S_{\max} = ES - EI_n = 0 - (-15) = 15 \text{ мкм};$$

$$S_{\min} = EI - ES_n = -35 - 0 = -35 \text{ мкм};$$

$$N_{\max} = ES_n - EI = 0 - (-35) = 35 \text{ мкм};$$

Для внутреннего кольца подшипника качения  $\varnothing 30 \text{ I.O.}$ :

$$es_n = 0; ei_n = -15 \text{ мкм};$$

$$d_{\max} = d + es_n = 30 + 0 = 30 \text{ мм};$$

$$d_{\min} = d + ei_n = 30 + (-0,015) = 29,985 \text{ мм};$$

Для вала  $\varnothing 30 \text{ K6}$ :

$$ei = +2 \text{ мкм}; T_d = 19 \text{ мкм};$$

$$es = ei + T_d = 2 + 19 = 21 \text{ мкм};$$

$$d_{\max} = d + es = 30 + 0,021 = 30,021 \text{ мм};$$

$$d_{\min} = d + ei = 30 + 0,002 = 30,002 \text{ мм};$$

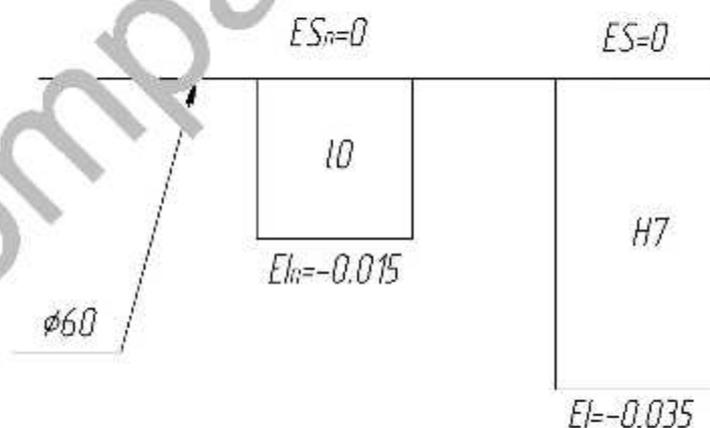
При этом предельные натяги будут равны:

$$N_{\max} = es - ei_n = 21 - (-15) = 36 \text{ мкм};$$

$$N_{\min} = ei - es_n = 2 - 0 = 2 \text{ мкм};$$

Построение схемы расположения полей допусков деталей соединения

а) Для наружного кольца



					ВКР.23.03.03.588.18.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

б) Для внутреннего кольца

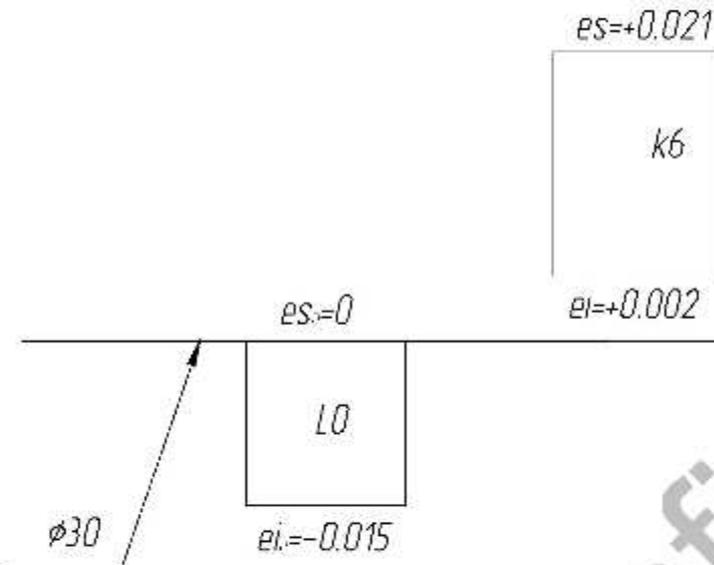


Рисунок 3.2- Схема расположения полей допусков деталей соединения

Обоснование шероховатости посадочных поверхностей вала и отверстия в корпусе, а также их торцевых поверхностей деталей

Шероховатость посадочных поверхностей валов и отверстий корпусов выбираем [21]:

$$R_{a \text{ вала}} = 1,25 \text{ мкм};$$

$$R_{a \text{ отв}} = 2,5 \text{ мкм};$$

### 3.4.2 Расчет фундаментных болтов

Фундаментные болты рассчитывают на растяжение. Найдем внутренний диаметр резьбы болта по формуле [7]:

$$d = 1,31 \times \sqrt{\frac{P}{[\sigma]_b}} \quad (3.2)$$

где  $P$  - полное усилие, растягивающее болт, Н;

$[\sigma]_b$  - допускаемое напряжение на растяжение материала болта, МПа.

Полное усилие определяется исходя из соотношения:

					ВКР.23.03.03.588.18.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

$$P = \frac{F \times h_1}{h_2} \quad (3.3)$$

где  $F$  - усилие редуктора на кольцо, Н ( $F = 1500$  Н);

$h_1, h_2$  - шечи, м.

В данном случае  $h_1 = 0,58$  м;  $h_2 = 0,37$  м.

Тогда

$$P = \frac{7500 \times 0,58}{0,37} = 11756,75 \text{ Н}$$

Определим допускаемое напряжение на растяжение материала болта по формуле [7]:

$$[\sigma]_r = \frac{\sigma_r}{S} \quad (3.4)$$

где  $\sigma_r$  - предел текучести болтов, МПа ( $\sigma_r = 300$  МПа);

$S$  - коэффициент безопасности ( $S = 1,5 \dots 2,0$ ).

Итак,

$$[\sigma]_r = \frac{300}{2} = 150 \text{ МПа}$$

Таким образом, внутренний диаметр резьбы болта будет равен:

$$d = 1,31 \times \sqrt{\frac{11756,75}{150}} = 12 \text{ мм}$$

С учетом того, что на данном стенде может осуществляться ремонт редуктора заднего моста и другого грузового автомобиля, то принимаются болты диаметром резьбы 24 мм. Этот размер взят с учетом коэффициента запаса  $K = 1,7 \dots 10$ , что обеспечивает наибольшую безопасность при работе на данном стенде.

### 3.4.3 Расчет болтов на срез при нагружении в плоскости стыка

Потребная сила затяжки болта рассчитывается по формуле [9]:

					<b>ВКР.23.03.03.588.18.00.00.00.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ догум.	Подпись	Дата		8

$$F_{\text{max}} = \frac{S \times Q}{i \times f}, \quad (3.5)$$

где  $Q$  - расчетная сдвигающая сила, приходящаяся на один наиболее нагруженный болт, Н ( $Q=1500$  Н);

$S$  - запас сцепления (во избежании сдвигов в пределах зазоров между болтами и отверстиями  $S \geq 1,5 \dots 2,0$ ),

$i$  - число стыков стягиваемых болтами;

$f$  - коэффициент трения ( $f=0,2$ ).

Итак,

$$F_{\text{max}} = \frac{1500 \times 2}{2 \times 0,2} = 3000 \text{ Н}$$

Условие прочности болта рассчитывается по формуле [7]:

$$Q < \frac{\pi \times d_b^2}{4} \times i \times [\tau]_{\text{ср}}, \quad (3.6)$$

где  $d_b$  - диаметр болта в опасном сечении, мм;

$i$  - число поверхностей среза ( $i=2$ );

$[\tau]_{\text{ср}}$  - допустимое напряжение среза, МПа.

Допустимое напряжение среза определяется по формуле [7]:

$$[\tau]_{\text{ср}} = (0,2 \dots 0,3) \times \sigma_T, \quad (3.7)$$

где  $\sigma_T$  - предел текучести, МПа ( $\sigma_T = 300$  МПа).

Тогда

$$[\tau]_{\text{ср}} = (0,2 \times 300) = 60 \text{ МПа}$$

Таким образом

$$Q \leq \frac{3,14 \times 0,012^2}{4} \times 2 \times 60 \times 10^6 = 13564,8 \text{ Н}$$

Так как в данном случае  $Q=1500$  Н, то условие (3.6)

$$1500 \text{ Н} \leq 13564,8 \text{ Н}$$

выполняется.

					<b>ВКР.23.03.03.588.18.00.00.00.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

### 3.5 Инструкция по охране труда при эксплуатации стенда для ремонта головки цилиндров

СОГЛАСОВАНО

Председатель профкома

«10» января 2018г.

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель предприятия:

«10» января 2018г.

#### ИНСТРУКЦИЯ

по безопасности труда при эксплуатации стенда для ремонта головки цилиндров

К работе на стенде могут быть допущены только лица, прошедшие инструктаж, усвоившие правила безопасности, получившие практические навыки безопасного ведения работ.

Приступая к самостоятельной работе на стенде, могут только лица, хорошо знакомые с их устройством, эксплуатацией и обслуживанием.

Приступая к выполнению работы, рабочий обязан:

- застегнуть одежду на все пуговицы, рубашку заправить в брюки, завязать рукава;
- подготовить рабочее место согласно требованиям безопасности;
- проверить исправность инструмента, приспособлений стенда;
- опробовать стенд на холостом ходу;
- проверить наличие и исправность ограждений и других защитных приспособлений.

Запрещается работать с неисправными инструментами и приспособлениями.

Во время работы стенда смазка и чистка его не разрешается.

Не разрешается сидеть, опираться на элементы стенда, трогать руками движущиеся части.

					<b>ВКР.23.03.03.588.18.00.00.00.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10



Балансовая стоимость проектируемой установки определяется по формуле:

$$C_{б} = [G_k \cdot (C_s \cdot E + C_m)] + C_{до} / K_{воз}, \quad (3.9)$$

где  $G_k$  – масса конструкции без покупных деталей и узлов, кг;

$C_s$  – издержки производства приходящиеся на 1 кг. массы конструкции, руб.;

$E$  – коэффициент измерения стоимости изготовления машин в зависимости от объема выпуска;

$C_m$  – затраты на материалы, приходящиеся на 1 кг массы машин, руб./кг.;

$C_{до}$  – дополнительные затраты на покупные детали и узлы, руб.;

$K_{воз}$  – коэффициент, учитывающий отклонение прейскурантной цены от балансовой стоимости.

$$C_{б} = [33 \cdot (0,08 \cdot 1,8) \cdot 0,72] \cdot 280 / 1,32 = 9260 \text{ руб.}$$

Таблица 3.2 – Исходные данные для расчета технико-экономических показателей

Наименование	Проектируемый	Базовый
1	2	3
Масса конструкции, кг	115	156
Балансовая стоимость, руб	9260	12430
Количество обслуживающего персонала, чел.	1	1
Разряд работы	IV	IV
Тарифная ставка, руб/ч.	80	80
Норма амортизации, %	20	20
Норма затрат на ремонт ТО, %	5	5
Годовая загрузка конструкции, г.	320	320

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ВКР.23.03.03.588.18.00.00.00.ПЗ

Лист

13

$$K_{эф} = \frac{5568,96}{9260} = 0,6$$

Таблица 3.3 - Сравнительные технико-экономические показатели конструкций.

№/пп	Наименование показателей	Базовый	Проект	Проект в % к базовому
1	2	3	4	5
1	Часовая производительность чел/ч	0,16	0,2	125
2	Фондоемкость процесса, руб/ед	242,8	144,6875	60
3	Металлоемкость процесса, кг/ед	0,2539	0,1497	59
4	Трудоемкость процесса, челч/ед	6,25	5	80
5	Уровень эксплуатационных затрат, руб/л	373,189	286,174	77
6	Уровень приведенных затрат, руб/л	409,609	307,877	75
7	Годовая экономия, руб.	x	5568,96	x
8	Годовой экономический эффект, руб.	x	6510,848	x
9	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	x	1,66	x
10	Коэффициент эффективности капитальных вложений	x	0,6	x