

Министерство сельского хозяйства РФ  
Департамент научно-технологической политики и образования  
ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль: «Технический сервис в АПК»

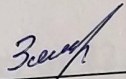
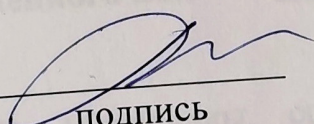
Кафедра: «Тракторы, автомобили и энергетические установки»

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

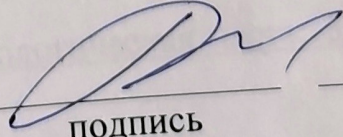
на соискание степени «бакалавр»

Тема: «Проектирование пункта технического обслуживания грузовых автомобилей с разработкой подкатного гайковерта»

Шифр ВКР.35.03.06.148.20. ПГ 00.00.00 ПЗ

|              |                       |                                                                                                        |                               |
|--------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Студент      | <u>Б252-02 группа</u> | <u></u><br>подпись  | <u>Загриев А.Н.</u><br>Ф.И.О. |
| Руководитель | <u>доцент</u>         | <u></u><br>подпись | <u>Хафизов Р.Н.</u><br>Ф.И.О. |

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите (Протокол № 11 от 17.06.2020 г.)

|                   |                      |                                                                                                        |                               |
|-------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| И.о зав. кафедрой | <u>доцент</u>        | <u></u><br>подпись | <u>Хафизов Р.Н.</u><br>Ф.И.О. |
|                   | <u>ученое звание</u> |                                                                                                        |                               |

Казань – 2020 г.

Министерство сельского хозяйства РФ  
Департамент научно-технологической политики и образования  
ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет  
Институт механизации и технического сервиса

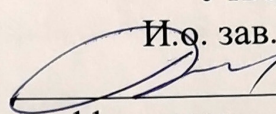
Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль: «Технический сервис в АПК»

Кафедра: «Тракторы, автомобили и энергетические установки»

Утверждаю

И.о. зав. кафедрой

 /Хафизов Р.Н./

\_\_\_ 11 \_\_\_ мая \_\_\_ 2020 г.

### ЗАДАНИЕ

#### НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

Студенту: Загриеву Айрату Нурфаиловичу

Тема: «Проектирование пункта технического обслуживания грузовых автомобилей с разработкой подкатного гайковерта»

Утверждена приказом по университету от 22.05.2020 \_\_\_ № 169

2. Срок сдачи студентом законченного ВКР \_\_\_ 15.06.2020 \_\_\_

3. Исходные данные к ВКР: Материалы, собранные в период преддипломной практики по данной теме, а также новые технические решения (анализ существующих конструкций, патенты, статьи и др.).

4. Перечень подлежащих разработке вопросов:

1. Аналитическая часть; 2. Технологическая часть; 3. Конструкторская часть.

5. Перечень графического материала (с указанием обязательных чертежей).

Лист 1 – Технологическая карта на снятие и установку колеса автомобиля КаМАЗ; Лист 2 – Пункт ТО; Лист 3 – Подкатной гайковерт; Лист 4 – Сборочный чертеж гайковерта; Лист 5 – Деталировка; Лист 6 – Экономическое обоснование конструкции.

#### 6. Консультанты по ВКР с указанием соответствующих разделов

| Раздел                | Консультант  |
|-----------------------|--------------|
| Конструкторская часть | Хафизов Р.Н. |

7. Дата выдачи задания \_\_\_\_\_ 11.05.2020 \_\_\_\_\_

#### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

| №<br>п/п | Наименование этапов дипломного<br>проектирования | Срок<br>выполнения | Примечание |
|----------|--------------------------------------------------|--------------------|------------|
| 1        | Аналитическая часть                              | 17.05.2020         |            |
| 2        | Технологическая часть                            | 28.05.2020         |            |
| 3        | Конструкторская часть                            | 10.06.2020         |            |

Студент \_\_\_\_\_ (Загриев А.Н.)  
 Руководитель ВКР \_\_\_\_\_ (Хафизов Р.Н.)

## **АННОТАЦИЯ**

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 57 листах компьютерного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Записка состоит из введения, трёх разделов, выводов и включает 4 рисунков, 2 таблицы и спецификации. Список использованной литературы содержит 22 наименования.

В первом разделе приведен технологический процесс снятия и монтажа колес грузовых автомобилей, а также произведен патентный поиск существующих устройств.

Во втором разделе произведено проектирование пункта технического обслуживания грузовых автомобилей, а также расчет и выбор основного производственного оборудования для участка.

В третьем разделе разработан подкатной гайковерт для снятия и установки колес грузовых автомобилей, произведены необходимые расчеты деталей и узлов конструкции. Также в третьем разделе спроектирована инструкция по охране труда, технике безопасности и физической культуре в производстве. Приведено экономическое обоснование конструкции.

Пояснительная записка завершается выводами.

## ABSTRACT

The final qualifying work consists of an explanatory note on 57 sheets of computer text and a graphic part on 6 sheets of A1 format.

The note consists of an introduction, three sections, conclusions and includes 4 figures, 2 tables and specifications. The list of references contains 22 names.

The first section presents the technological process of removal and installation of wheel hubs of trucks, as well as a patent search of existing devices.

In the second section, the design of the point of repair, as well as the calculation and selection of the main production equipment for the site.

In the third section, the installation for removal and installation of wheel hubs of trucks was developed, the necessary calculations of parts and components of the structure were made. Also in the third section the instruction on labor protection, safety and physical culture in production is designed. The economic justification of the design is given.

The explanatory note concludes.

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| ВВЕДЕНИЕ.....                                                  | 8  |
| 1. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....                                    | 9  |
| 1.1 Устройства ходовой части грузовых автомобилей .....        | 9  |
| 1.2 Техническое обслуживание ходовой части .....               | 12 |
| 1.3 Анализ существующих конструкций подкатных гайковертов..... | 15 |
| 1.4 Цели и задачи ВКР.....                                     | 18 |
| 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....                                   | 19 |
| 2.1 Расчет годовых объемов работ ТО.....                       | 19 |
| 2.2 Расчет числа постов ТО .....                               | 22 |
| 2.3 Расчет числа рабочих и площадей пункта ТО .....            | 23 |
| 2.4 Предлагаемая организация работ по ТО автомобилей.....      | 26 |
| 3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ .....                                  | 33 |
| 3.1 Предлагаемая конструкция.....                              | 33 |
| 3.2 Общее устройство и принцип работы .....                    | 34 |
| 3.3 Расчеты, подтверждающие работоспособность.....             | 35 |
| 3.4 Безопасность жизнедеятельности и охрана труда.....         | 41 |
| 3.4.1 Основы БЖД и основные понятия .....                      | 41 |
| 3.5 Физическая культура на производстве.....                   | 44 |
| 3.6 Экономическое обоснование конструкции.....                 | 48 |
| ВЫВОДЫ.....                                                    | 51 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....                         | 52 |
| СПЕЦИФИКАЦИЯ.....                                              | 54 |

## **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время существует несколько видов транспорта для перевозки грузов и пассажиров: воздушный, водный, железнодорожный и автомобильный. Наиболее распространенным является автомобильный транспорт.

Для автомобильного транспорта главной задачей является полное, качественное и своевременное выполнение всех потребностей юридических и физических лиц в перевозках, при возможности минимальных затрат, материальных и трудовых ресурсов. Решение этой задачи требует преимущественно развития автотранспорта общего пользования, повышении е грузовых и пассажирских перевозок, укрепление материально-технической базы и концентрации транспортных средств на крупных автотранспортных предприятиях, улучшение технического обслуживания и ремонта подвижного состава.

Существенный рост автопарка страны предопределяет опережающий темп развития автотранспорта по сравнению с другими видами. Для поддержания автопарка в технически исправном состоянии все шире внедряются средства диагностирования и новые формы организации труда. Все это требует ускоренного развития материально-технической базы предприятий, дальнейшего совершенствования процессов технического обслуживания и ремонта автомобилей, внедрение широкой механизации выполняемых работ и улучшение организации производства.

Механизация работ облегчает и ускоряет многие технические процессы, поэтому от рабочих обслуживающих автомобили, сейчас требуется не только знание устройства, но и практические навыки пользования современным оборудованием, умение применять необходимые приспособления, инструмент, контрольно-измерительные приборы при диагностировании автомобилей.

Применение современного оборудования при техническом обслуживании и ремонте автомобилей не исключает выполнение общеслесарных работ, которыми должен владеть каждый рабочий-ремонтник.

Поэтому для поддержания парка автомобилей и специальной строительно-дорожной техники в технически исправном состоянии требует дальнейшее развитие и совершенствование производственно-технической базы, станций технического обслуживания автомобилей, автозаправочных станций и других предприятий автотранспортной отрасли.

# **1 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

## **1.1 Устройства ходовой части грузовых автомобилей**

На грузовых автомобилях наибольшее распространение получили лонжеронные рамы. Они состоят из двух продольных параллельных блок-лонжеронов, соединённых поперечинами, с использованием заклёпок или сварки. В зонах, подвергающихся наибольшей нагрузке, лонжероны имеют более высокий профиль, а иногда усиливают вставками. Для крепления агрегатов на раме установлены кронштейны, к которым закреплены топливный бак, крылья, подножки, рессоры. Спереди к лонжеронам крепят передний бампер, предохраняющий автомобиль от повреждений, и буксирные крюки.

### **Балки мостов**

Балки ведущих мостов пустотелые, внутри их установлены главная передача, дифференциал и полуоси.

Балки задних мостов грузовых автомобилей штампованно-сварные. В средней части балка заднего моста имеет отверстие с кольцевым пояском, к которому крепится корпус главной передачи. На эту балку с обоих концов напрессовываются фланцы для крепления опорных дисков тормозных механизмов колёс.

Балка переднего ведущего моста автомобиля заканчивается фланцами, к которым крепятся шаровые опоры поворотных кулаков.

Колёса грузовых автомобилей снабжены дисками с плоским ободом. На ободе монтируют однобортовое съёмное разрезное кольцо, одновременно выполняющее функции замочного кольца.

На дисках колёс выполнены конические отверстия, которыми колесо устанавливают на шпильки. Гайки колёс тоже имеют конус. Совпадение конусов гаек и отверстий на дисках обеспечивают точную установку колёс. У грузовых автомобилей на ведущие задние полуоси устанавливают по два колеса. Диски внутренних колёс закреплены на шпильках колпачковыми

гайками с внутренней и наружной резьбой, а диски наружных колёс – гайками с конусом. Чтобы предотвратить самоотвёртывание гаек при ускорении и торможении автомобиля, гайки левой стороны имеют левую резьбу, а гайки правой стороны – правую.

Пневматическая шина состоит из покрышки, камеры и ободной ленты. Покрышки состоят из каркаса, протектора (беговой дорожки), боковой и бортовой частей. Для хороших дорог применяют шины с мелким дорожным рисунком протектора, а для плохих дорог и бездорожья – с крупным.

Камера изготовлена в виде кольцевого эластичного резинового рукава. Для наполнения воздухом и удаления его при необходимости, камера имеет вентиль, который состоит из корпуса, золотника и колпачка. Корпус вентиля выполнен из латуни в виде трубки с фланцем и закреплён в камере при помощи шайбы и гайки. Корпус вентиля может быть составным: верхняя часть изготовлена из латуни, нижняя из резины, привулканизированной к камере. Золотник включает в себя ниппель с резиновым кольцом, стержень и пружину. Золотник ввёртывают в корпус вентиля и закрывают сверху колпачком.

Балку грузовых автомобилей изготавливают из ковanej стали в виде двутавра с отогнутыми вверх концами. Выгнутая вниз средняя часть позволяет более низко установить двигатель. На концах балки расположены бобышки с проушинами, в которых вставлены шкворни, соединяющие балку с поворотными цапфами колёс. Чтобы облегчить поворот колёс, между бобышками и проушиной цапфы помещён опорный шариковый подшипник. На оси цапфы в двух конических роликовых подшипниках установлена ступица переднего управляемого колеса. Регулировочной гайкой можно регулировать затяжку подшипников во время эксплуатации.

Шкворень неподвижно закреплён в бобышке балки клиновым болтом. Поворотная цапфа установлена на шкворне в бронзовых втулках, запрессованных в отверстия её проушин. Поворотные рычаги вставлены в конические отверстия проушин цапфы и закреплены гайками.

Осевой зазор между поворотной цапфой и балкой регулируют прокладками. К поворотной цапфе болтами прикреплён щит тормозного барабана. Этот щит – опора колёсного тормозного механизма.

Для крепления рессор на балке выполнены площадки. Верхняя часть поворотных цапф соединена через поворотный рычаг с рулевым механизмом, а нижняя часть через рычаг рулевой тяги – с рулевой тягой.

### **Передняя подвеска**

Эта подвеска осуществлена на продольных полуэллиптических рессорах. Дополнительно к рессорам, она снабжена гидравлическими амортизаторами.

Крепление рессор к раме выполнено на резиновых подушках. В передние кронштейны рессор в специальные гнёзда дополнительно установлены упорные резиновые подушки, воспринимающие усилие.

Прогибы рессор ограничивают резиновые буферы. Подобным образом выполнена передняя подвеска и на других автомобилях. В отличие от ранее упомянутых, в рессорах листы от смещения один от другого фиксируются во время работы выступами и углублениями выштампованными в листах рессор, а не стяжками болтами и хомутами.

### **Задняя подвеска**

В задней подвеске автомобиля кроме основных рессор имеются дополнительные рессоры. Они закреплены на балке заднего моста вместе с основной рессорой стремянками, а их концы находятся против полков опорных кронштейнов.

### **Амортизаторы**

На автомобилях применяют жидкостные телескопические амортизаторы двойного действия. Они состоят из цилиндра, штока с поршнем, цилиндрического резервуара и клапанов. В поршне выполнены калиброванные отверстия и установлены перепускной клапан и клапан отдачи. В нижней части цилиндра смонтированы впускной клапан и клапан

снижения. Шток в верхней части соединён с кронштейном рамы, а нижняя часть резервуара с передней осью.

## **1.2 Техническое обслуживание ходовой части**

Неисправности элементов ходовой части (рамы, подвески осей и колёс) в основном возникают при эксплуатации автомобилей с нагрузкой, превышающей максимальную грузоподъёмность, а также при эксплуатации в тяжёлых условиях непрофиллированных дорог.

К основным неисправностям передней оси относят прогиб балки передней оси, износ шкворней и шкворневых втулок, разработка посадочных мест обойм подшипников колёс, нарушение углов их установки, в результате чего ухудшается управляемость автомобилем и повышается износ шин. Поломка рессор или просадка пружин подвески, а также отказ в работе амортизаторов вызывают в конечном итоге повышенный износ шин.

Неисправность агрегатов и узлов ходовой части выявляют частично осмотром при ЕО. В объём работ ТО-1 входят проверка состояния и крепления передних и задних подвесок и амортизаторов, измерение люфта в подшипниках ступиц колёс и шкворней поворотных цапф, а также оценка состояния рамы и балки передней оси. По графику в соответствии с картой смазки смазывают шарнирные опоры или подшипники шкворней поворотных цапф. Проверяют состояние шин и давление воздуха в них, которое при необходимости доводят до нормы.

При ТО-2 в дополнение к перечисленным работам проверяют и при необходимости регулируют правильность установки переднего и заднего мостов, углы установки передних колёс, закрепляют хомуты, стремянки и пальцы передних и задних рессор, подушки рессор и амортизаторы, устанавливая минимальные зазоры в подшипниках колёс.

Осмотр рамы позволяет установить изменения её геометрической формы и размеров, наличие трещин, погнутость лонжеронов и поперечин,

состояние креплений к раме кронштейнов рессор, подрессорников и амортизаторов.

Проверка геометрической формы рамы может быть выполнена измерением ширины рамы спереди и сзади по наружным плоскостям лонжеронов. Разница в ширине должна быть для автомобилей ГАЗ не более 4мм. Продольное смещение лонжеронов рамы от первоначального положения можно определить, замеряя диагонали между поперечинами рамы на отдельных её участках. Длина диагоналей на каждом участке должна быть одинаковой. Допускается минимальное отклонение не более 5мм.

Состояние подвесок проверяют при технических обслуживаниях внешним осмотром, а крепление их – приложением усилия. При осмотре рессор выявляют поломанные или треснутые листы. Рессора не должна иметь видимого продольного смещения, которое может произойти из-за среза центрального болта. Проверая надёжность крепления рессор, необходимо обращать особое внимание на степень затяжки гаек стремянок и отсутствие износа втулок шарнирных креплений рессор. Если рессоры имеют крепление концов в резиновых подушках, обращают внимание на их целостность, а также на правильное положение в опоре. Гайки крепления стремянок и хомутов рессор затягивают равномерно сначала передние (по ходу автомобиля), а затем задние.

Техническое обслуживание амортизаторов заключается в проверке их креплений, своевременной замене изношенных резиновых втулок. Особое внимание уделяется контролю герметичности. Если амортизатор имеет на поверхности потёки жидкости и потерял амортизирующие свойства, его ремонтируют, подвергают испытанию после ремонта и устанавливают на автомобиль.

Неисправности автомобильных колёс являются следствием неправильной эксплуатации. К ним относят разработку отверстий под шпильки или гайки крепления, трещины в дисках колёс, повреждения и погнутость закраин и ободьев, бортовых и замочных колец, биение колеса в

результате неумелого монтажа шины на обод, дисбаланс колеса, коррозию и нарушение лакокрасочного покрытия обода колеса. Указанные неисправности обнаруживают при внешнем осмотре, а биение проверяют вращением вывешенного колеса.

Шины, имеющие незначительные повреждения покрышек или проколы камер, ремонтируют в условиях АТП. Для этой цели используют электровулканизаторы и заплатки из сырой резины. Покрышки с изношенным протектором, но годным каркасом, сдают для восстановления проектора на шиноремонтное предприятие.

Для равномерного износа протектора шин рекомендуется периодически через 6-8 тыс. км переставлять колёса с задней на переднюю ось согласно схеме перестановки, включая сюда и запасное колесо. При перестановке колёс следует учитывать рисунок протектора (если он направленного действия), что обозначается стрелкой на боковине покрышки. При правильной установке колеса стрелка и преимущественное направление вращения при движении вперёд должны совпадать.

Монтаж шины ведут только на исправный обод. Перед монтажом всегда проверяют состояние обода. Он должен иметь правильную круглую форму, закраины и посадочные полки также не должны иметь повреждений, забоин и погнутостей, нарушений лакокрасочного покрытия.

Демонтаж и монтаж шин легковых автомобилей выполняют на стационарном стенде Ш-501М. Он состоит из опорного диска (стола) с проводом от реверсивного электродвигателя, пневматического нажимного устройства, стойки демонтируемого рычага и аппаратного шкафа. Рабочими органами стенда являются опорный стол, куда крепят колесо, два рычага, приводимые пневмоцилиндром и качающиеся в вертикальной плоскости на общей оси. Конец каждого рычага снабжён горизонтальным диском, служащим для отжима борта шины от обода. Рычаги перемещаются в вертикальной плоскости усилием пневматического цилиндра, подача воздуха

в который осуществляется педалью, управляющей одновременно включением электродвигателя.

После сборки колеса легковых и грузовых автомобилей в обязательном порядке балансируют.

Балансировку колес проводят для устранения их неуравновешенности (дисбаланса), которая является следствием неравномерного распределения массы колеса относительно оси или вертикальной плоскости симметрии. Дисбаланс при вращении колеса вызывает его биения и неравномерный усиленный износ шин. Для уменьшения влияния дисбаланса колеса подвергают статической и динамической балансировке.

### **1.3 Анализ существующих конструкций подкатных гайковертов**

Согласно положению о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта, перечень работ по второму техническому обслуживанию включает перестановку колес или замену отработавших свой ресурс.

Для снятия и установки колес используются различные устройства. Но самым распространенным является гайковерт. Гайковерты предназначены для отвертывания и заворачивания наружных и внутренних гаек колес грузовых автомобилей и автобусов. Гайковерты отличаются, как по конструкции, так и по принципу действия.

Электрогайковерт для колес грузовых автомобилей и автобусов производитель Columbus (рисунок 1.1).

Рабочий процесс проходит в несколько этапов (ударов) с нарастающим усилием: 1 удар - 520 Нм, 2 удар - 640 Нм, 3 удар - 710 Нм и т.д. Аппарат оснащен маховиком, который трансформирует электроэнергию в ударное усилие. При своих достаточно небольших размерах (вес 55 кг) электрогайковерт развивает колоссальную мощность - до 3500 Нм.

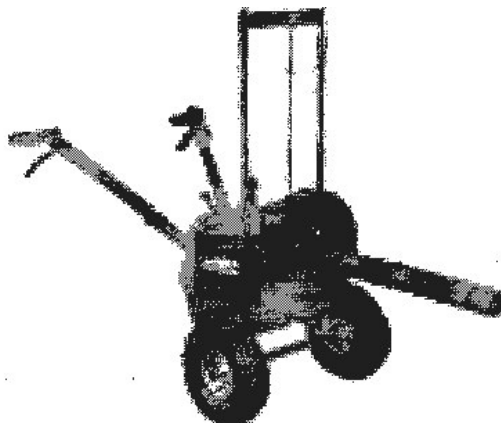


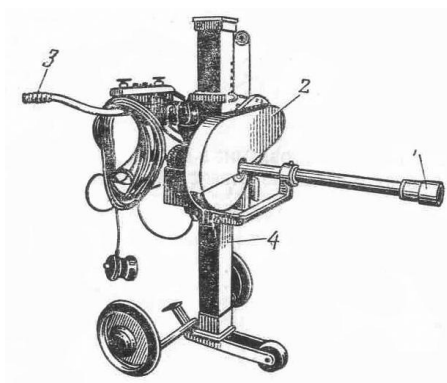
Рисунок 1.1 – Гайковерт для откручивания гаек колес грузовых автомобилей и автобусов производитель Columbus

Технические характеристика: высота х ширина х длина 1000х600х1300 мм, мощность электродвигателя 1,1 кВт, электропитание 3х380В/50 Гц, Стоимость 2050 EUR.

Основными недостатками данного гайковерта является:

- плохая устойчивость, т.к. гайковерт имеет 2 колеса;
- при передвижении гайковерта мешает сетевой кабель;
- высокая стоимость по сравнению с аналогичными гайковертами;
- во время работы гайковерт приходится придерживать ногой, для того, что бы он не откатывался назад.

Наиболее распространенный отечественный гайковерт – И-330 (рисунок 1.2).



- 1 – ключ, 2 – инерционно-ударный механизм, 3 – рукоятка управления,  
4 – стойка гайковерта

Рисунок 1.2 – Гайковерт для откручивания гаек колес грузовых автомобилей и автобусов И-330

Гайковерт представляет собой передвижную установку инерционно-ударного действия. Состоит из тележки, рабочего механизма, двух рукояток управления.

Техническая характеристика:

|                                                                                  |                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Тип                                                                              | Передвижной, электромеханический, инерционно-ударного действия |
| Крутящий момент затяжки, развиваемый при первом приложении нагрузки к гайке, Н·м | 500...600                                                      |
| Максимальный крутящий момент отвертывании гайке, Н·м                             | 1500                                                           |
| Размер торцевых головок, мм:                                                     |                                                                |
| шестигранной                                                                     | 38                                                             |
| четырёхгранной                                                                   | 30                                                             |
| Частота вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup>                                     | 480                                                            |
| Электродвигатель                                                                 | АОЛ-31-4;<br>N = 0,55кВт;<br>n = 1410 мин <sup>-1</sup>        |
| Питание электродвигателя                                                         | От сети трехфазного переменного тока, U = 380/220 В            |
| Габаритные размеры, мм                                                           | 1200x650x1100                                                  |
| Масса, кг                                                                        | 105                                                            |

Основными недостатками данного гайковерта является:

- устаревшая конструкция гайковерта;
- при передвижении гайковерта мешает сетевой кабель;
- относительно тяжелый, и для передвижения используется физическая сила слесаря-ремонтника;

- во время работы гайковерт приходится придерживать ногой, для того, что бы он не откатывался назад.

#### **1.4 Цели и задачи ВКР**

Целью выпускной квалификационной работы является проект пункта ТО для организации и ремонта ходовой части грузовых автомобилей. Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

а) Провести подбор оборудования, расчет численности производственных рабочих, компоновку и планировку пункта ТО.

б) Разработать устройства для съема и установки колес грузовых автомобилей.

в) Разработать инструкцию по безопасности жизнедеятельности и охране труда, а также мероприятия по физической культуре на производстве

г) Провести технико-экономическую оценку конструкции.

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В технологической части дипломного проекта необходимо решить вопросы, связанные с определением числа постов и количества рабочих, необходимых производственных площадей пункта ТО, а также сформулировать предложения по совершенствованию работ в пункта ТО.

### 2.1 Расчет годовых объемов работ ТО

Годовой объем работ ТО  $T_{\text{ТР}}$ , чел·ч, определяем с учетом годового пробега автомобилей  $L_{\text{Г}}$  и удельной трудоемкости ТО  $t_{\text{ТР}}$  на 1000 км пробега для каждой марки автомобиля:

$$T_{\text{ТР}} = \frac{L_{\text{Г}}}{1000} \cdot t_{\text{ТР}}, \quad (2.1)$$

где  $L_{\text{Г}}$  - годовой пробег автомобилей одной марки (по таблице 1.1, например, для автомобилей КАМАЗ  $L_{\text{Г}} = 2120424$ ), км;

$t_{\text{ТР}}$  - удельная трудоемкость ТО автомобилей одной марки, чел·ч/1000 км.

В свою очередь удельная трудоемкость ТО  $t_{\text{ТР}}$ , чел·ч/1000 км, определяется:

$$t_{\text{ТР}} = t_{\text{ТР}}^{\text{Н}} \cdot k_1 \cdot k_{2\text{ср}} \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5, \quad (2.2)$$

где  $t_{\text{ТР}}^{\text{Н}}$  - нормативная удельная трудоемкость ТО (для автомобилей КАМАЗ  $t_{\text{ТР}}^{\text{Н}} = 8,5$  [1]), чел·ч/1000км;

$k_1$  - коэффициент, учитывающий условия эксплуатации автомобилей (для 3 категории условий эксплуатации для  $t_{\text{ТР}}$   $k_1 = 1,2$  [1]);

$k_{2\text{ср}}$  - коэффициент, учитывающий модификацию подвижного состава;

$k_3$  - коэффициент, учитывающий природно-климатическую зону (для зоны холодного климата для  $t_{\text{ТР}}$   $k_3 = 1,2$  [1]);

- $k_4$  - коэффициент, учитывающий пробег автомобилей с начала эксплуатации;
- $k_5$  - коэффициент, учитывающий мощность предприятия (для предприятия с  $A_{и}$  = от 100 до 200 ед и технологически совместимыми группами менее трех  $k_5 = 1,05$  [1]).

Средний коэффициент, учитывающий модификацию подвижного состава  $k_{2ср}$ , определяется:

$$k_{2ср} = \frac{A_{баз} \cdot k_{2баз} + A_{тяг} \cdot k_{2тяг} + A_{сам} \cdot k_{2сам} + A_{спец} \cdot k_{2спец}}{n}, \quad (2.3)$$

где  $A_{баз}$ ,  $A_{тяг}$ ,  $A_{сам}$ ,  $A_{спец}$  - соответственно количество базовых, тягачей, самосвалов и специализированных автомобилей данного семейства (для автомобилей КАМАЗ  $A_{баз}=17$ ,  $A_{тяг} = 9$ ,  $A_{сам}=11$ ,  $A_{спец}=4$ ), ед;

$k_{2баз}$ ,  $k_{2тяг}$ ,  $k_{2сам}$ ,  $k_{2спец}$  - соответственно коэффициенты, учитывающие модификацию подвижного состава (для автомобилей КАМАЗ  $k_{2баз}=1$ ,  $k_{2сам}=1,15$ ,  $k_{2тяг}=1,10$ ,  $k_{2спец}=1,15$  [1]);

$n$  - количество автомобилей одной марки (для автомобилей КАМАЗ  $n=41$ ), ед.

Тогда коэффициент, учитывающий модификацию подвижного состава  $k_{2ср}$  будет равен:

$$k_{2ср} = \frac{17 \cdot 1 + 9 \cdot 1,10 + 11 \cdot 1,15 + 4 \cdot 1,15}{41} = 1,076.$$

Для определения  $k_4$  необходимо знать «возраст» автомобилей, который характеризуется отношением пробега с начала эксплуатации к пробегу до КР. В качестве примера, определим расчетный пробег до КР

автомобилей КАМАЗ и в итоге «возраст» автомобилей КАМАЗ эксплуатируемых АТП.

Нормативный пробег автомобиля до КР  $L_{\text{КР}}$  км, назначаем по [1] и корректируем с учётом условий эксплуатации:

$$L_{\text{КР}} = L_{\text{КР}}^H \cdot K_1 \cdot K_{2\text{ср}} \cdot K_3, \quad (2.4)$$

где  $L_{\text{КР}}^H$  - нормативный пробег автомобиля до КР (для автомобилей КАМАЗ  $L_{\text{КР}}^H = 300000$  [1]), км;

$K_1$  - коэффициент, учитывающий категорию условий эксплуатации (для 3 категории для  $L_{\text{КР}}$   $K_1 = 0,8$  [1]);

$K_2$  - коэффициент, учитывающий модификацию ПС (для автобусов для  $L_{\text{КР}}$ ;

$K_3$  - коэффициент, учитывающий климатические условия (для зоны холодного климата для  $L_{\text{КР}}$   $K_3 = 0,8$  [1]).

Средний коэффициент, учитывающий модификацию подвижного состава  $k_{\text{ср}}$ , определяется:

$$K_{2\text{ср}} = \frac{A_{\text{баз}} \cdot k_{2\text{баз}} + A_{\text{тяг}} \cdot k_{2\text{тяг}} + A_{\text{сам}} \cdot k_{2\text{сам}} + A_{\text{спец}} \cdot k_{2\text{спец}}}{n}, \quad (2.5)$$

где  $A_{\text{баз}}$ ,  $A_{\text{тяг}}$ ,  $A_{\text{сам}}$ ,  $A_{\text{спец}}$  - соответственно количество базовых, тягачей, самосвалов и специализированных автомобилей данного семейства (для автомобилей КАМАЗ  $A_{\text{баз}} = 17$ ,  $A_{\text{тяг}} = 9$ ,  $A_{\text{сам}} = 11$ ,  $A_{\text{спец}} = 4$ );

$k_{2\text{баз}}$ ,  $k_{2\text{тяг}}$ ,  $k_{2\text{сам}}$ ,  $k_{2\text{спец}}$  - соответственно коэффициенты, учитывающие модификацию подвижного состава (для автомобилей КАМАЗ  $k_{2\text{баз}} = 1$ ,  $k_{2\text{сам}} = 0,85$ ,  $k_{2\text{тяг}} = 0,95$ ,  $k_{2\text{спец}} = 0,85$  [1]);

$n$  - количество автомобилей одной марки (для автомобилей КАМАЗ  $n = 41$ ), ед.

Тогда средний коэффициент, учитывающий модификацию подвижного состава будет равен:

$$K_{2cp} = \frac{17 \cdot 1 + 9 \cdot 0,95 + 11 \cdot 0,85 + 4 \cdot 0,85}{41} = 0,92.$$

Тогда

$$L_{KP} = 300000 \times 0,8 \times 0,92 \times 0,8 = 176640 \text{ км}$$

и

$$L_3 / L_{KP} = 672805 / 176640 = 3,8,$$

т.е. для автомобилей КАМАЗ  $L_3$  = свыше 2,00  $L_{KP}$ .

Тогда удельная трудоемкость ТР  $t_{ТР}^H$ , чел·ч/1000 км, для автомобилей марки КАМАЗ составит:

$$t_{ТР}^H = 8,5 \cdot 1,2 \cdot 1,076 \cdot 1,2 \cdot 2,1 \cdot 1,05 = 29,03 \text{ чел·ч/1000 км.}$$

Следовательно годовой объем работ ТР  $T_{ТР}$ , чел·ч, для автомобилей КАМАЗ составит:

$$T_{ТР} = \frac{2120424}{1000} \cdot 29,03 = 61556 \text{ чел·ч.}$$

Для определения годового объема работ постового текущего ремонта  $T_{ПТР}$ , чел·ч, годовой объем работ ТР необходимо умножить на долю постовых работ:

$$T_{ПТР} = T_{ТР} \cdot b_{пост}, \quad (2.6)$$

где  $b_{пост}$  - доля постовых работ (для автомобилей КАМАЗ

$$b_{пост} = 0,45 [2]).$$

Тогда

$$T_{ПТР} = 61556 \cdot 0,45 = 27700 \text{ чел·ч.}$$

## 2.2 Расчет числа постов ТО

Исходные данные:

- годовая трудоемкость работ постового ТО  $T_{ПТР} = 47198 \text{ чел·ч};$
- число дней работы зоны ТО в году  $D_{рг} = 365 \text{ дн};$
- число смен работы зоны ТО  $c = 2;$

- продолжительность смены

$$t_{\text{см}} = 8 \text{ ч.}$$

Число постов ТР  $X_{\text{тр}}$ :

$$X_{\text{тр}} = \frac{T_{\text{нтр}} \cdot \eta_{\text{см}} \cdot \eta_{\text{н}}}{D_{\text{рз}} \cdot t_{\text{см}} \cdot P_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{и}}} \cdot K_{\text{мп}}, \quad (2.7)$$

где  $\eta_{\text{н}}$  - коэффициент, учитывающий неравномерность возникновения отказов автомобиля (с учетом неравномерности возникновения отказов автомобиля принимаем  $\eta_{\text{н}}=1,25$  [4]);

$\eta_{\text{см}}$  - коэффициент, учитывающий долю работ выполняемых в наиболее загруженную смену (при односменной работе зоны ТР  $\eta_{\text{см}}=0,6$  [4]);

$P_{\text{н}}$  - число рабочих на одном посту (по технологическим соображениям, с учетом типа ремонтируемых автомобилей принимаем  $P_{\text{н}}=2,0$ ), чел;

$\eta_{\text{и}}$  - коэффициент, учитывающий использование рабочего времени поста (планируем организовать на АТП централизованную подготовку производства и поэтому принимаем  $\eta_{\text{и}}=0,85$  [4]);

$K_{\text{мп}}$  - коэффициент, учитывающий передачу части работ постового ТР комплексу подготовки производства (при организации централизованной подготовки производства принимаем  $K_{\text{мп}}=0,8$  [4]).

Тогда

$$X_{\text{тр}} = \frac{47198 \cdot 0,6 \cdot 1,25}{365 \cdot 8 \cdot 2,0 \cdot 0,85} \cdot 0,8 = 5,7.$$

Принимаем  $X_{\text{тр}} = 6$ .

### 2.3 Расчет числа рабочих и площадей пункта ТО

К производственным рабочим относятся рабочие зон и участков, непосредственно выполняющие работы по ремонту подвижного состава. Рассчитаем необходимое (явочное) и штатное (списочное) число рабочих. Технологически необходимое число обеспечивает выполнение суточной, а штатное – годовой производственной программы (объемов работ).

Технологически необходимое число рабочих  $P_{т(яв)}$ , чел, определяем по формуле:

$$P_{т(яв)} = \frac{T_{нтр}}{\Phi_{рм}} \cdot k_{пп}, \quad (2.8)$$

где  $\Phi_{рм}$  - годовой объем времени рабочего места, ч.

В свою очередь годовой фонд рабочего места  $\Phi_{рм}$ , ч, определяется:

$$\Phi_{рм} = D_{рг} \cdot t_{см} - \sum D_{пп} \cdot t_{сокp}, \quad (2.9)$$

где  $D_{рг}$  - режим работы зоны ТР в году ( $D_{рг}=365$ ), дн;

$t_{см}$  - продолжительность смены ( $t_{см} = 8$ ), ч;

$\sum t_{сокp}$  - число часов, на которые сокращаются смены в предпраздничные и предвыходные дни в течении года, ч;

$\sum D_{пп}$  - число предпраздничных и предвыходных дней, в которые планируются сокращения смены, дн.

По трудовому законодательству при режиме работы предприятия 365 дн. в году сокращения не планируются.

Следовательно годовой фонд рабочего места  $\Phi_{рм}$ , ч, составит:

$$\Phi_{рм} = 365 \cdot 8 = 2920 \text{ ч.}$$

Технологически необходимое число рабочих  $P_{т(яв)}$ , чел, составит:

$$P_{т(яв)} = \frac{47198}{2920} \cdot 0,8 = 12,9 \text{ чел, принимаем } P_{т(яв)} = 13 \text{ чел.}$$

В том числе по сменам: в первую 7 и во вторую 6.

Списочное число рабочих  $P_{сп}$ , чел, определяем с учетом годового фонда рабочего времени:

$$P_{сп} = \frac{T_{нтр}}{\Phi_p} \cdot k_{пп}, \quad (2.10)$$

где  $\Phi_p$  - годовой фонд рабочего времени, ч.

В свою очередь годовой фонд рабочего времени  $\Phi_p$ , ч, определяется:

$$\Phi_p = \Phi_{pm}^H - (D_{oo} + D_{до} + D_{ув}) \cdot \frac{40}{6},$$

где  $\Phi_{pm}^H$  - номинальный фонд времени рабочего места, ч;  
 $D_{oo}$  - продолжительность основного отпуска (для слесарей по ремонту автомобилей условия труда нормальные и  $D_{oo} = 24$  [4]), дн;  
 $D_{до}$  - продолжительность дополнительного отпуска (для районов приравненных к северным  $D_{до} = 14$  [4]), дн;  
 $D_{ув}$  - потери времени по уважительным причинам (с учетом выполнения работ мужчинами  $D_{ув} = 10$  [4]), дн;

$\frac{40}{6}$  - средняя продолжительность смены, ч.

Определяем  $\Phi_{pm}^H$  для условий работы в обычные рабочие дни и соответствующей им продолжительности смены, т.е. для  $D_{pg} = 249$  дн и  $t_{cm} = 8$  ч или  $D_{pg} = 301$  дн и  $t_{cm} = 7$  ч.

При  $D_{pg} = 249$  дн и  $t_{cm} = 8$  ч предусмотрены сокращения смен на один час в предпраздничные дни, тогда  $\Phi_{pm}^H$ , ч:

$$\Phi_{pm}^H = 249 \cdot 8 - 8 \cdot 1 = 1984 \text{ ч}$$

Тогда годовой фонд рабочего времени  $\Phi_p$ , ч, составит:

$$\Phi_p = 1984 - (24 + 14 + 10) \cdot \frac{40}{6} = 1664 \text{ ч.}$$

Следовательно, списочное число рабочих в зоне ТО  $P_{сп}$ , чел, составит:

$$P_{сп} = \frac{47198}{1664} \cdot 0,8 = 22,7 \approx 23 \text{ чел.}$$

Анализируя данные вычисления можно сделать вывод о недостаточности рабочих в зоне ТО. Следует укомплектовать зону ТО еще 5 исполнителями и исключить из процесса ремонта водителей.

Площадь пункта постового ТО  $F_{тр}$ ,  $m^2$ , определяем по плотности расстановки постов:

$$F_{mp} = f_a \cdot X_{mp} \cdot K_n, \quad (2.11)$$

где  $f_a$  - максимальная площадь под автомобилем,  $\text{м}^2$ ;

$X_{\text{тр}}$  - число постов в зоне;

$K_n$  - коэффициент плотности расстановки постов (с учетом назначения постов и типа автомобилей принимаем  $K_n = 6$  [4]).

Площадь под автомобилем  $f_a$ ,  $\text{м}$ , определяется по формуле:

$$f_a = B_a \cdot L_a, \quad (2.12)$$

где  $L_a$  - длина автомобиля (для автомобиля КаМАЗ-55111  $L_a = 8,1$  [5]),  $\text{м}$ ;

$B_a$  - ширина автомобиля (для автомобиля КаМАЗ-55111  $L_a = 2,64$  [5]),  $\text{м}$ .

Тогда

$$f_a = 8,1 \cdot 2,64 = 21,06 \text{ м}^2.$$

и

$$F_{\text{тр}} = 21,6 \cdot 6 \cdot 6 = 777,6 \text{ м}^2.$$

Расчетная площадь зоны ТО будет равна  $F_{\text{тр}} = 777,6 \text{ м}^2$ , что больше существующей площади под зону  $F_{\text{тр}} = 576 \text{ м}^2$ . Поэтому предлагаем расположить зону на существующих канавных постах, а также на свободной площади между 4 и 7 колонной в пролете БВ.

## **2.4 Предлагаемая организация работ по ТО автомобилей**

Для обеспечения требований ОТ и ТБ, улучшения условий труда, повышения качества ремонта, а так же сокращения времени простоя автомобилей на постах ТО предлагаем организовать работы следующим образом.

Согласно проведенного технологического расчёта для проведения ТО необходимо 6 постов.

Предлагаем использовать для выполнения работ ТО пять канавных тупиковых постов траншейного типа расположенных в пролете БВ между колоннами 1 и 3, а также создать 1 напольный пост и расположить его в пролете БВ, между колоннами 4 и 7.

Въезд и выезд из пункта ТО осуществляется через ворота расположенные между колоннами 3 и 4.

Предлагаем использовать широкую специализацию постов ТО, разбив их условно на три группы. Первая группа будет состоять из двух постов по текущему ремонту двигателя, включая систему питания, охлаждения и выпуска отработавших газов. Так как подход к ремонтируемому или заменяемому двигателю и элементам систем необходим снизу и сбоку автомобиля, то предлагаем организовать работы на канавных постах.

Вторая группа постов ТО автомобилей будет состоять из трех канавных постов, на которых будут производить ремонт или замену КП, сцепления, рулевого управления, редукторов ведущих мостов и карданной передачи, а также элементов ходовой части.

Оставшийся один напольный пост предлагаем использовать для ремонта тормозной системы и электрооборудования.

На постах второй группы необходим подъем (вывешивание) колес осей автомобиля на высоту 200-400 мм. С учетом распределения массы снаряженного автомобиля по осям (масса автомобиля КаМАЗ около 10 тонн, в том числе на переднюю ось - 4180 кг и на заднюю тележку - 6090 кг [6]) грузоподъемность канавного подъемника должна быть не менее 6090 кг. Для обеспечения безопасности выполнения работ производимых на вывешенном автомобиле также предлагаем использовать телескопические подставки с регулируемым выдвижным органом в пределах от 400 до 800 мм.

Заправку масла в узлы и агрегаты, с учетом организации централизованного маслохозяйства предлагаем организовать с помощью маслораздаточных колонок.

Слив охлаждающей жидкости предлагаем осуществлять в канавы, предварительно оснатив их сливом в канализацию.

Для поднятия колес на постах по ремонту электрооборудования и элементов тормозной системы предлагаем использовать гаражный домкрат грузоподъемностью не менее 3,5 тонн.

Для запрессовки и выпрессовки шкворней необходимо создать усилие не менее 300 кН. Для обеспечения целостности деталей разбираемого соединения и создания необходимого условия предлагаем использовать пресс-съёмник, обеспечивающий необходимые требования.

Для снятия ступицы колеса в сборе с тормозным барабаном необходимо приложить усилие для снятия не менее 5000 Н, обеспечить необходимую высоту перемещения рабочего органа от 320 до 560 мм, а также перемещение ступицы с тормозным барабаном вдоль оси снятия не менее 250 мм и их удержание. Предлагаем использовать специальное устройство, обеспечивающее захват за ступицу и упор с приложением требуемого усилия в балку моста.

При снятии и установке рессоры на автомобиль возникает неудобство, заключающееся в обеспечении подхода к рессоре сбоку и снизу автомобиля. При снятии и установке рессоры (масса рессоры 250 кг [6]) вручную даже двумя исполнителями создается недопустимая нагрузка на исполнителей (согласно требованиям ОТ нагрузка не должна превышать 25 кг на одного человека). Для обеспечения требований ОТ и удобства выполнения работ предлагаем использовать специальное устройство с грузоподъемностью не менее 250 кг, обеспечивающее захват как можно ближе к центру рессоры и ее удержание, и имеющее возможность вертикального перемещения рабочего органа устройства по высоте от 400 до 600 мм, с учетом высоты расположения рессоры на автомобиле.

Работы по снятию, установке и транспортировке мостов вызывают трудности в связи с их большой массой, более 800 кг [6] . Их снятие и

установку предлагаем производить путем поднятия автомобиля кран-балкой и выкатывания моста из под автомобиля.

Узлы и агрегаты, требующие транспортировки, предлагаем перевозить на тележке грузоподъемностью 500 кг.

Для смазки узлов трения пластическими смазками через пресс-масленки, предлагаем использовать солидолонагнетатели с электромеханическим приводом, создающим давление не менее 6 МПа.

Мойку узлов предлагаем производить в передвижной ванне, размеры которой обеспечат погружение в моющий раствор мелких узлов и деталей.

Для контроля затяжки крепежных соединений предлагаем использовать динамометрическую рукоятку с пределом измерения от 0 ... 150 Н·м.

Для откручивания и закручивания гаек колес необходимо создать момент порядка 15-20 кг·м. [6] . Подход к автомобилю при этом необходим сбоку. Исходя из высоты поднятия автомобиля и расположения гаек колеса на автомобиле рабочий орган гайковерта должен перемещаться по высоте в пределах от 500 до 900 мм. Для обеспечения возможности использовать гайковерт для откручивания и закручивания гаек колес автомобилей КрАЗ, КамАЗ он должен иметь возможность смены торцевого ключа под размеры гаек колес разных автомобилей.

При работах связанных с откручиванием и закручиванием гаек стремянок рессор, необходимо создать момент (регулируемый) от 30-60 кг·м[6], при этом подход к автомобилю осуществляется снизу и сверху и при высоте расположения гаек от уровня пола от 400 до 900 мм. Для обеспечения требований ТБ и ОТ, удобства выполнения работ, предлагаем для данных работ применять гайковерт, обеспечивающий подход к гайкам как сверху так и снизу. Высота перемещения рабочего органа гайковерта должна быть в пределах от 400 до 900 мм, а максимальный момент затяжки более 60 кг·м. При проведении работ по снятию и установке колес предлагаем использовать специализированную тележку для снятия и установки колес. С учетом

высоты расположения вывешенного колеса автомобиля, тележка должна быть оборудована подъемно-захватным органом, что обеспечивает удержание колеса при снятии. Подъемно-захватный орган должен перемещается по высоте в пределах 100-300 мм и иметь грузоподъемность не менее 200 кг, грузоподъемность назначаем с учетом массы задних спаренных колес А равной 200 кг, что обеспечивает выполнение требований ОТ и ТБ, а также удобство выполнения работ.

Для упорядоченного хранения снятых колес, предлагаем устанавливать снятые колеса в кассеты.

Слив масла из мостов предлагаем осуществлять через воронки, смонтированные на стене канавы, на шарнирно-поворотном кронштейне и соединенные с центральным маслопроводом гибким трубопроводом (шлангом). Это исключает необходимость переноса емкостей с маслом и вероятность его разлива.

Остальные работы на всех постах также предлагаем максимально механизировать по аналогии.

Выбранные по справочникам и каталогам [7, 8] гаражное оборудование, оргтехоснастка и инструмент дополнительно подобранные для зоны ТР и приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Перечень оборудования, оргтехоснастки и инструмента

| Наименование                           | Тип, Модель   | Характеристика                                                              | Кол. |
|----------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 Оборудование                         |               |                                                                             |      |
| 1.1 Подъемник для грузовых автомобилей | Собст. изгот. | Привод гидро-механический, грузоподъемность 6,5 т, $H_{\max}=1600\text{мм}$ | 5    |
| 1.2 Устройство для замены шкворней     | Собст. изгот. | Передвижное, с гидроприводом, усилие на штоке 18 кН, ход штока 100 мм       | 1    |

Продолжение таблицы 2.1

|                                                                     |                |                                                                                                   |   |
|---------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 1.3 Подкатной гайковерт для снятия колес грузовых автомобилей       | Собств. изгот  | Электромеханический, передвижной, $M_{кр}=250..300$ Нм, высота обслуживания $H_{п}=500...1000$ мм | 2 |
| 1.4 Тележка для снятия и установки колес                            | М-115М         | Напольная, грузоподъемность 250кг, высота обслуживания $H=200$ мм                                 | 2 |
| 1.5 Гайковерт для гаек стремянок рессор 3-х и 2-х осных автомобилей | И-319          | Передвижной, электромеханический, $M_{кр}=360...600$ Нм                                           | 2 |
| 1.6 Тележка для снятия и установки рессор                           | П-241          | С ручным приводом, $Q=150$ кг, $H_{п}=170$ мм                                                     | 2 |
| 1.7 Маслораздаточная колонка                                        | 169М           | Производительность 3 л мин.                                                                       | 3 |
| 1.9 Устройство для снятия ступиц колес                              | Собств. изгот. | $H_{п}=500...1000$ мм, усилие на штоке $R_{ш}=5$ кН                                               | 1 |
| 1.10 Домкрат гаражный                                               | Д-12           | Механический, высота подъема 300мм                                                                | 1 |
| 2 Технологическая и организационная оснастка                        |                |                                                                                                   |   |
| 2.1 Подставка под автомобиль                                        | П-238          | Телескопическая, $H_{п}=400...800$ мм,                                                            | 3 |
| 2.2 Тележка для транспортировки агрегатов                           | Р-535          | Каркасная, $Q=0,8$ t.                                                                             | 2 |
| 2.3 Соледолонагнетатель                                             | НииАТ-390      | Передвижной, электромеханический, $P=6$ МПа, $N=0,6$ кВт.                                         | 6 |
| 2.4 Подставка под двигатель                                         | Соб. изгот.    | Металлическая, каркасная                                                                          | 2 |
| 2.5 Воронка для слива масла                                         | Собст. изгот.  | Диаметр 200мм, шарнирно-поворотная.                                                               | 5 |
| 2.6 Бак для сбора отработавшего масла                               | Собст. изгот.  | Передвижной, металлический, $V=100$ л                                                             | 3 |
| 2.7 Бак для сбора охлаждающей жидкости                              | Собст. изгот.  | Передвижной, металлический, $V=60$ л.                                                             | 3 |
| 2.8 Ванна для мойки деталей                                         | 5162 ПС        | Передвижная, $V=0,4$ м <sup>3</sup>                                                               | 1 |

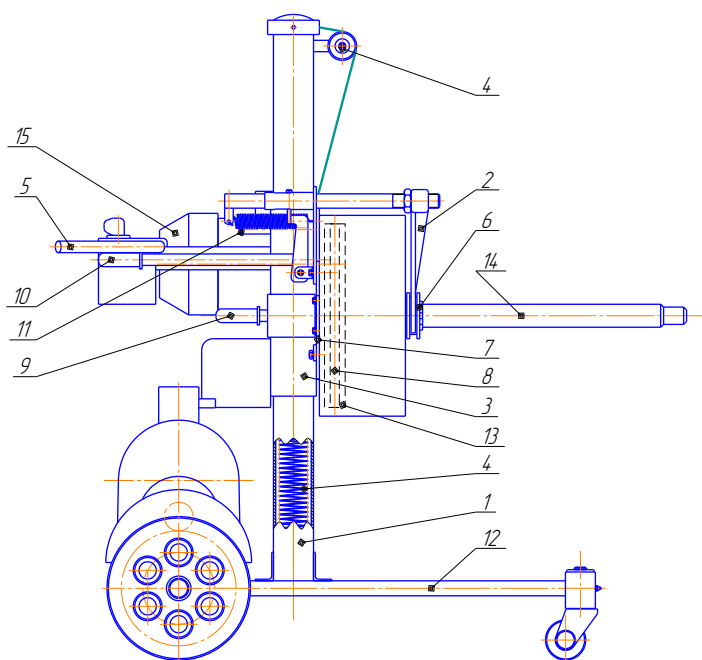
Продолжение таблицы 2.1

|                                                        |                  |                                                                                               |    |
|--------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.9 Кассета для колес                                  | Собст.<br>изгот. | На 4 колеса                                                                                   | 2  |
| 2.10 Верстак                                           | ОРГМ68           | Металлический,<br>с тисами, Н <sub>губок</sub> =<br>100мм                                     | 3  |
| 2.11 Шкаф для инструмента                              | Собст.<br>изгот. | Металлический,<br>полочный                                                                    | 2  |
| 2.12 Стеллаж для сменных подхватов                     | Собст.<br>изгот. | Металлический,<br>полочный, на 6<br>предметов                                                 | 1  |
| 2.13 Тележка слесаря авторемонтника                    | Р-633            | Передвижная,<br>металлическая, с<br>ящиками под<br>ключи                                      | 5  |
| 2.14 Тележка слесаря по ремонту<br>электрооборудования | М-537            | Передвижная,<br>металлическая                                                                 | 1  |
| 2.15 Упор под колесо                                   | Собст.<br>изгот. | Металлический                                                                                 | 12 |
| 2.16 Пожарный щит                                      | Собст.<br>изгот. | На 6 предметов                                                                                | 1  |
| 2.17 Ящик с песком                                     | Собст.<br>изгот. | Объем=1.5м <sup>3</sup>                                                                       | 1  |
| 3 Инструмент                                           |                  |                                                                                               |    |
| 3.1 Комплект инструмента автомеханика                  | И-131            | На 6 наименований                                                                             | 10 |
| 3.2 Рукоятка динамометрическая                         | 131М             | Предел измерения<br>по шкале<br>150...0...150Нм,<br>цена деления (ц.д.)<br>10 Нм              | 7  |
| 3.3 Штангенциркуль                                     | ШЦ-<br>1,2       | 1-предел<br>измерений 0...<br>125мм, ц.д. 0,1 мм<br>2-предел<br>измерений<br>0...160мм        | 5  |
| 3.4 Прибор для проверки рулевого управления            | К-402            | Ручной,<br>механический                                                                       | 2  |
| 3.5 Линейка для проверки схождения колес               | КИ-8929          | Механическая, ц.д.<br>1мм, предел<br>измерения 2 м                                            | 2  |
| 3.6 Прибор для проверки натяжения ремней               | ППНР-100         | Диапазон<br>измерения прогиба<br>0...30 мм,<br>Диапазон<br>регулируемого<br>усилия 20...100 Н | 2  |

### 3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1 Предлагаемая конструкция

С учетом недостатков по результатам анализа предложен гайковерт для откручивания гаек колес грузовых автомобилей и автобусов с приводом на колеса. В отличие от всех существующих ныне конструкций, данный гайковерт оснащен приводом на колеса для возможности самостоятельного перемещения по зоне ТО и ремонта, тем самым, уменьшив нагрузку на слесарей-авторемонтников и увеличив производительность труда.



- 1 – вертикальная стойка, 2 – вилка, 3 – каретка, 4 – механизм противовеса,  
5 – механизм управления, 6 – муфта, 7 – плита, 8 – ремень клиновой В (Б) 1320,  
9 – рукоять вращения шпинделя, 10 – рукоять управления муфтой, 11 – фиксатор,  
12 – ходовая часть гайковерта, 13 – шкиф-маховик, 14 – шпиндель гайковерта,  
15 – электродвигатель

Рисунок 3.1 – Гайковерт для откручивания гаек колес грузовых автомобилей и автобусов с приводом на колеса

Основные преимущества данного гайковерта является:

- конструкция гайковерта новая, и не уступает зарубежным аналогам;
- гайковерт дешевле зарубежных аналогов;

- при движении гайковерта сетевой кабель подвешен и не мешает;
- легкость передвижения (гайковерт передвигается самостоятельно, слесарю-ремонтнику остается только управлять направлением движения);
- во время работы гайковерт не приходится придерживать ногой, (откатываться назад гайковерту не позволяет прямозубая передача, через которую гайковерт приводится в движение).

### **3.2 Общее устройство и принцип работы**

Гайковерт состоит из ходовой части 12 за счет которой гайковерт перемещается и вертикальной стойки 1, по которой перемещается каретка 3 с ударно-инерционным механизмом. Каретка имеет устройство для фиксации на необходимой высоте – фиксатор 11. Внутри вертикальной стойки расположен пружинный механизм противовеса 4, служащий для уменьшения усилия перемещения каретки с механизмом гайковерта.

На каретке закреплен механизм управления гайковертом 5, кнопку пуска-останова привода гайковерта и переключатель направления вращения привода, также имеется блок управления ходовой частью гайковерта, который включает в себя кнопку пуска-остановка мотор-редуктора и переключатель направления вращения мотор-редуктора.

Ударно-инерционный механизм гайковерта монтируется на плите 7 каретки и состоит из приводного электродвигателя 15, шкива-маховика 13, шпинделя 14 и механизм привода муфты 2. Вращение от привода к маховику передается клиновым ремнем 8, а от маховика к шпинделю – шлицевым соединением через муфту 6 с рычагом. Натяжение клинового ремня осуществляется натяжным роликом. На конце шпинделя устанавливается ключ S38 или переходник. В квадратное отверстие ключа S38 устанавливаются остальные ключи из прилагаемого комплекта, в зависимости от размера монтируемой гайки. Переходник предназначен для использования торцевых головок с посадочным размером 3/4" (19мм).

### 3.3 Расчеты, подтверждающие работоспособность

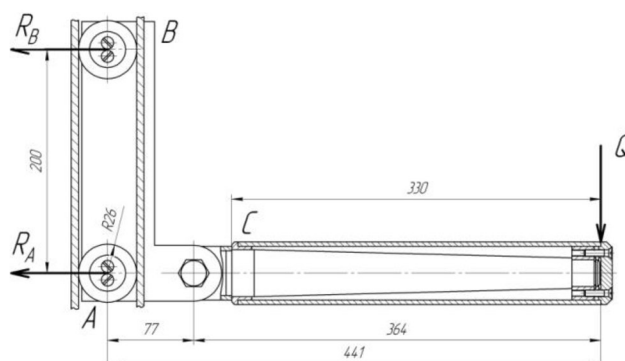


Рисунок 3.2 – Расчетная схема консоли и подвижного кронштейна  
Определим вес груза, действующего на консоль [2,4,7,17,18]:

$$Q = M \cdot g \quad (3.1)$$

где  $M$  – масса груза, принимаем 60 кг;

$g$ - ускорение свободного падения, принимаем  $9,81 \text{ м/с}^2$ , тогда:

$$Q = 60 \cdot 9,81 = 600 \text{ Н} = 6 \text{ кН}$$

Изгибающий момент от расчетного груза в тоске С:

$$M = Q \cdot l \quad (3.2)$$

где  $l$  –плечо действия веса груза, из чертежа  $330 \text{ мм} = 0,33 \text{ м}$ :

$$M = 6 \cdot 0,33 = 2,13 \text{ кНм.}$$

Принимаем материал вала консоли – сталь 25, термообработка – нормализация, режим нагружения – статический, тогда  $\sigma = 180 \text{ МПа}$ .

Определим необходимый момент сопротивления сечения консоли по формуле:

$$W = \frac{M}{\sigma} \quad (3.3)$$

$$W = \frac{1,13 \cdot 10^3 \text{ Нм}}{180 \cdot 10^6 \text{ Па}} = 6,3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

Диаметр вала консоли определим по формуле:

$$d = \sqrt[3]{10W} \quad (3.4)$$

$$d = \sqrt[3]{10 \cdot 6,3 \cdot 10^{-6}} = 0,0397 \text{ м} = 39,7 \text{ мм}$$

Принимаем диаметр вала в опасном сечении 40 мм.

Проверка втулок крепления приемника колеса к подвижной рамке на срез. Условие прочности на срез имеет вид [15]:

$$\tau = \frac{4 * F}{\pi * d^2 * n} \leq \tau_{\sigma} \quad (3.5)$$

где F – поперечная сила, Н;

d – диаметр втулки, м;

n – число плоскостей среза;

$\tau_{\sigma}$  допускаемое напряжение материала пальца на срез, Па.

Принимаем d=0.032 м, F= Q= 3,43 кН, n = 2, материал втулки– сталь 40Х нормализованная,  $\tau_{\sigma}=1150 \text{ кгс/см}^2=1,15*10^8 \text{ Па}$ , получим:

$$\tau = \frac{4 * 3,43 * 1000}{\pi * 0,032^2 * 2} = 2,13 * 10^6 \text{ Па} \leq 1,15 * 10^8 \text{ Па}$$

Таким образом, условие прочности на срез выполняется.

Проверка втулок крепления приемника колеса к подвижной рамке на смятие. Условие прочности на смятие имеет вид:

$$\sigma = \frac{F}{d * t} \leq \sigma_{\sigma} \quad (3.6)$$

где F – поперечная сила, Н;

d – диаметр втулки, м;

t – ширина поверхности смятия, м;

$\sigma_{\sigma}$  допускаемое напряжение материала пальца на смятие, Па.

Принимаем d=0.032 м, F=3,43 кН, t = 0.012, материал детали – сталь 09Г2С,  $\sigma_{\sigma}=1650 \text{ кгс/см}^2=1,65*10^8 \text{ Па}$ , получим:

$$\sigma = \frac{3,43 * 1000}{0,032 * 0,012 * 2} = 4,47 * 10^6 \text{ Па} \leq 1,65 * 10^8 \text{ Па}$$

Таким образом, условие прочности на смятие выполняется.

Определим нагрузку на ролики подвижной рамки.

Уравнение равновесия имеет вид:

$$R_B * 0.200 = Q * 0.441$$

Откуда найдем реакцию в ролике В:

$$R_B = \frac{0.441}{0.2} * Q$$

$$R_B = \frac{0.441}{0.2} * 3.43 = 7.56 \text{ кН}$$

В качестве роликов используются шариковые подшипники N305 с внутренним диаметром 25 мм. Выполним проверку осей роликов на срез и смятие [13].

Принимаем  $d=0.025$  м,  $R_B= 7,56$  кН,  $n = 2$ , материал оси – сталь 40Х нормализованная,  $\tau_0=1150$  кгс/см<sup>2</sup>= $1,15*10^8$  Па, получим:

$$\tau = \frac{4 * 7,56 * 1000}{\pi * 0,025^2 * 2} = 7,70 * 10^6 \text{ Па} \leq 1,15 * 10^8 \text{ Па}$$

Таким образом, условие прочности на срез выполняется.

Проверка осей роликов подвижной рамки на смятие.

Принимаем  $d=0.025$  м,  $F=7,56$  кН,  $t = 0.012$ , материал детали – сталь 40Х,  $\sigma_0=3000$  кгс/см<sup>2</sup>= $3,0*10^8$  Па, получим:

$$\sigma = \frac{3,43 * 1000}{0,032 * 0,012 * 2} = 1,26 * 10^7 \text{ Па} \leq 1,65 * 10^8 \text{ Па}$$

Таким образом, условие прочности на смятие выполняется.

### **Расчет привода винта**

Так как привод приспособления ручной, принимаем параметры привода согласно рекомендаций для ручного привода кранов и подъемников: усилие на рукоятке механизма – не более 15 кг (150Н), скорость руки рабочего не более 1 м/с.

Принятая рукоятка привода винта имеет плечо 180 мм, тогда угловая скорость входящего вала конической передачи составит:

$$\omega = \frac{V}{R} \quad (3.7)$$

где  $V$  – окружная скорость руки рабочего, принимаем 1 м/с,

$R$  – радиус рукоятки (плечо), м, составляет 0,18м.

$$\omega = \frac{1}{0,18} = 5,56$$

Минимальное передаточное число ручного привода:

$$U_{\text{пр}} = \frac{Q}{F_p} \quad (3.8)$$

где  $F_p$  – усилие на рукоятке подъемника от руки рабочего, Н.

$$U_{\text{пр}} = \frac{3,43 \cdot 10^3}{150} = 22,9$$

Мощность ручного привода [12]:

$$N = F_p \cdot V \quad (3.9)$$

$$N = 150 \cdot 1,0 = 150 \text{ Вт.}$$

### Расчет грузового винта и его привода

Определим внутренний диаметр винта из условия прочности:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot 0,7 \cdot [\sigma]}} \quad (3.10)$$

где  $[\sigma]$  – допускаемые напряжения сжатия для материала винта, принимаем для стали 35 80 МПа.

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 3430}{3,14 \cdot 0,7 \cdot 80 \cdot 10^6}} = 0,009 \text{ м}$$

Таким образом, минимальный диаметр винта по условию прочности составит 9 мм. Для винта принимаем резьбу Трап 26x5 ГОСТ 9484-81 шаг витков  $S = 5$  мм, внутренний диаметр резьбы  $d_2 = 21$  мм.

Определим КПД передачи, принимая материал винта- сталь 35, гайки – сталь.

Угол подъема винтовой линии [9]:

$$\tan(\beta) = \frac{S}{\pi \cdot d_2} \quad (3.11)$$

$$\tan(\beta) = \frac{5}{3,14 \cdot 21} = 0,076$$

$$\beta = 4,33^\circ$$

Угол трения при  $f=0,12$ :

$$\tan(\rho) = 0,12$$

$$\rho = 6,84^\circ$$

Работа за один оборот винта:

$$A_p = Q * \pi * d_2 \tan(\beta + \rho) \quad (3.12)$$

$$A_p = 3430 * 3.14 * 21 \tan(4,33 + 6.84) = 44683 H * мм$$

Работа за один оборот винта, необходимая для преодоления трения на торцевой части винта:

$$A_T = \frac{2}{3} * \frac{Q * f_1 * (d_3^3 - d_4^3)}{d_3^2 - d_4^2} \quad (3.13)$$

где  $d_3$  и  $d_4$  диаметры опоры винта, принимаем  $d_3=26$ мм и  $d_4=18$  мм.

$$A_T = \frac{2}{3} * \frac{3430 * 0,12 * (26^3 - 18^3)}{26^2 - 18^2} = 222682 H * мм$$

Полезная работа подъема груза:

$$A_{II} = Q * S \quad (3.14)$$

$$A_{II} = 3430 * 5 = 17150 H * мм$$

КПД винта:

$$\eta_B = \frac{A_{II}}{A_p + A_T} \quad (3.15)$$

$$\eta_B = \frac{17150}{44683 + 222682} = 0,06$$

Таким образом, расчетный КПД винта составляет 6 %.

Определим необходимый крутящий момент [5]:

$$T_B = \frac{A_p + A_T}{\phi} \quad (3.16)$$

где  $\phi$  – угол поворота винта, за который совершилась работа, т.е. один оборот  $\phi=2\pi$ :

$$T_B = \frac{44683 + 222682}{2 * 3,14} = 42552 H *_{мм} = 42,6 H *_{м}$$

### Рассчитаем винт на прочность и устойчивость

Поскольку винт является грузовым, необходимо проверить его на устойчивость. Длину винта предварительно принимаем:  $l=0,6м$ .

Радиус инерции винта

$$i = \frac{d_1}{4} \quad (3.17)$$

$$i = \frac{0.021}{4} = 5,25 * 10^{-3} м$$

Гибкость винта:

$$\lambda = \frac{l}{i} \quad (3.18)$$

$$\lambda = \frac{0,6}{5,25 * 10^{-3}} = 114,3$$

Так как гибкость  $\lambda > 100$ , то расчет устойчивости ведем по формуле Эйлера:

$$P_{кр} = \frac{\pi^2 E * J}{l^2} \quad (3.19)$$

где E-модуль упругости, Па, для стали  $E=2,1 * 10^{11}$  Па:

J - момент инерции поперечного сечения винта,  $м^4$

Момент инерции определим по формуле [2,5]:

$$J = \frac{\pi d_1^4}{64} \quad (3.20)$$

$$J = \frac{3,14 (0.021)^4}{64} = 9,55 * 10^{-9} м^4$$

Критическая сила:

$$P_{кр} = \frac{3,14^2 2,1 * 10^{11} * 9,55 * 10^{-9}}{0,6^2} = 54982 H$$

Вес колеса шасси составляет  $Q=3430$  Н, что меньше критической силы, поэтому деформации винта не произойдет.

### **3.4 Безопасность жизнедеятельности и охрана труда**

#### **3.4.1 Основы БЖД и основные понятия**

Результат взаимодействия человека со средой обитания может изменяться в весьма широких пределах: от позитивного до катастрофического, сопровождающегося гибелью людей и разрушением компонентов среды обитания. Определяют негативный результат взаимодействия опасности – негативные воздействия, внезапно возникающие, периодически или постоянно действующие в системе «человек – среда обитания».

Опасность – негативное свойство живой или неживой материи, способное причинить ущерб самой материи, людям, природной среде, материальным ценностям. Опасность – центральное понятие в безопасности жизнедеятельности. Располагают опасности естественного и антропогенного происхождения. Естественные опасности обуславливают стихийные явления, климатические условия, рельеф местности и т.д.

Негативное воздействие на человека и среду обитания не ограничивается естественными опасностями. Человек, решая задачи своего материального обеспечения, непрерывно воздействует на среду обитания и, чем выше преобразующая деятельность человека, тем выше уровень и число антропогенных опасностей – вредных и травмирующих факторов, отрицательно воздействующих на человека и окружающую его среду.

Значительным техногенным опасностям подвергается человек при попадании в зону действия технических систем: транспортные магистрали, зоны изучения радио-телепередающих систем и т.д. Уровни опасного воздействия на человека в этом случае определяются характеристиками технических систем и длительностью пребывания человека в опасной зоне. Вероятно проявление опасности и при использовании человеком технических устройств на производстве и в быту: электрические сети и приборы, станки, газовые баллоны и т.д. Возникновение таких опасностей

связано как с наличием неисправностей в технических устройствах, так и с неправильными действиями человека при их использовании.

Опасности техносферы во многом антропогенны и в основе их возникновения лежит человеческая деятельность.

Наука о безопасности жизнедеятельности исследует мир опасностей, действующих в среде обитания человека, разрабатывает системы и методы защиты человека от опасности. В современном понимании БЖД изучает опасности производственной, бытовой и городской среды, как в условиях повседневной жизни, так и при возникновении чрезвычайных ситуаций технического и природного происхождения. Реализация целей и задач безопасности жизнедеятельности включает следующие основные этапы научной деятельности:

- идентификация и описание зон воздействия опасности техносферы и отдельных ее элементов (предприятия, машины, приборы и т.п.);
- разработка и реализация наиболее эффективных систем и методов защиты от опасностей и управления состоянием безопасности техносферы;
- разработка и реализация мер по ликвидации последствий проявления опасностей;
- организация обучения населения основам безопасности и подготовки специалистов по безопасности жизнедеятельности.

Главная задача науки о безопасности жизнедеятельности – анализ источников и причин возникновения опасности, прогнозирование и оценка их воздействия в пространстве и во времени. Практическое обеспечение безопасности жизнедеятельности при проведении технологических процессов и эксплуатации технических систем во многом определяется решениями и действиями инженеров и техников. Руководитель производственного процесса обязан:

- обеспечить оптимальное (допустимые) условия деятельности на рабочих местах подчиненных ему сотрудников;

- идентифицировать травмирующие и вредные факторы, сопутствующие реализации производственного процесса;
- обеспечивать применение и правильную эксплуатацию средств защиты работающих и окружающей среды;
- постоянно (периодически) осуществлять контроль условий деятельности, уровня воздействия травмирующих и вредоносных факторов на работающих;
- организовывать инструктаж или обучение рабочих безопасным приемам деятельности;
- лично соблюдать правила безопасности и контролировать их соблюдение подчиненными;
- при возникновении аварии организовывать спасение людей, локализацию огня, воздействия электрического тока, химических и других опасных воздействий.

К основным функциям БЖД относится:

- формирование требований безопасности и экологичности к источникам негативных факторов, назначение предельно допустимых выбросов (ПДВ), сбросов (ПДС), электрически воздействий (ПДЭВ), допустимого риска и др.;
- описание жизненного пространства, его зонирование по значениям негативных факторов на основе экспертизы источников негативных воздействий, их взаимного расположения и режима действия, а также с учетом климатических, географических и других особенностей региона или зоны деятельности;
- организация мониторинга состояния среды обитания и инспекционного контроля источников негативных воздействий;
- разработка и использование средств эко- биозащиты;
- реализация мер по ликвидации последствий аварий и других чрезвычайных ситуаций;

- обучение населения основам БЖД и подготовка специалистов всех уровней и форм деятельности к реализации требований безопасности и экологичности.

### **3.5 Физическая культура на производстве**

Производственная гимнастика как элемент научной организации труда должна массово и прочно войти в режим трудового дня. Ей отводится роль профилактического средства поддержания высокой работоспособности на протяжении рабочего дня. Сеченовский феномен активного отдыха - важное условие для плодотворной интеллектуальной деятельности. Многочисленные научные данные свидетельствуют о том, что чередование умственного труда с выполнением физических упражнений и повышают сопротивляемость организма эмоциональному стрессу и предупреждению процессами, работой анализаторов, точными и быстрыми действиями и т.д.

Основное назначение физических упражнений, которые используются в процессе труда, - снижение профессионального утомления. Оказывая благотворное влияние на организм работающего, физические упражнения регулируют мозговое и периферическое кровообращение. Мышечные движения создают огромное число нервных импульсов, которые обогащают мозг массой ощущений, способствуя устойчивому настроению.

Важно учитывать виды труда, которые отличаются степенью физической нагрузки большим нервно-психическим напряжением (это профессии педагога, врача, инженера, ученого и т.д.).

По степени физической активности и величине нервно-психологического напряжения выделяют медицинских работников, труд которых связан с большой ответственностью за принятие правильного решения, в особенности труд хирургов, отличающийся высоким нервно-эмоциональным напряжением и длительным статическим напряжением мышц в процессе операции [21].

Перечисленные выше виды труда предъявляют высокие требования к деятельности головного мозга, зрительного анализатора, связанного с напряжением внимания, к продолжительным статическим нагрузкам на мышечный аппарат.

В производственной гимнастике нужно включать специальные упражнения на разгибание туловища, наклоны, вращение в плечевых суставах, повороты, вращение туловищем и другие упражнения [22].

### **Производственная гимнастика на рабочем месте**

Производственная физическая культура - система методически обоснованных физических упражнений физкультурно-оздоровительных и спортивных мероприятий, направленных на повышение и сохранение устойчивой профессиональной дееспособности. Форма и содержание этих мероприятий определяются особенностями профессионального труда и быта человека. Заниматься ПФК можно как в рабочее, так и в свободное время.

В рабочее время производственная физическая культура (ПФК) реализуется через производственную гимнастику.

Производственная гимнастика - это комплексы специальных упражнений, применяемых в режиме рабочего дня, чтобы повысить общую и профессиональную работоспособность, а также с целью профилактики и восстановления.

Основная задача производственной гимнастики - повышение профессиональной работоспособности трудящихся за счет выполнения специально подобранных упражнений, направленных на восстановление работоспособности в процессе труда, снижение утомления. Одним из условий сохранения высокой профессиональной работоспособности является переключение деятельности (феномен активного отдыха И.М. Сеченова). Таким переключением деятельности и является производственная гимнастика.

Ее гигиеническое значение заключается в оздоровительном эффекте, в улучшении функциональных показателей физического развития и

физической подготовленности при систематическом применении в снижении нервно-психического напряжения. Осложняет проведение производственной гимнастики ограниченность во времени, выполнение физических упражнений непосредственно на рабочем месте, в рабочей одежде и т.д.

Производственная гимнастика имеет следующие основные формы.

Вводная гимнастика направлена на скорейшее включение организма в работу. С ее помощью достигается оптимальная возбудимость центральной нервной системы и привычный рабочий ритм, поэтому подбираются движения и ритм, соответствующие предстоящей деятельности. Комплексы вводной гимнастики состоят из 6- 8 упражнений, выполняемых в течение 5-7 мин в начале рабочего дня.

Физкультурная пауза, как форма активного отдыха, позволяет предупредить утомление и способствует поддержанию более высокой работоспособности. Она состоит из 5-7 упражнений и проводится в течение 5-7 мин при появлении первых отчетливых признаков наступающего утомления. Обычно это бывает во второй половине рабочего дня, за 2-2,5 ч до окончания работы. Упражнения для физкультпауз подбираются в зависимости от особенностей трудового процесса.

Физкультурные минутки относятся к малым формам активного отдыха и проводятся в течение 1-2 мин, состоят из 2-3 упражнений. Их целью является снижение местного утомления, возникающего, например, при длительном сидении в рабочей позе, сильном напряжении внимания, зрения и т.п. Чаще всего используются в режиме рабочего дня работников умственного труда - до 5 раз, по мере необходимости в активном отдыхе. Их использование не зависит от того, выполняется физкультпауза и вводная гимнастика или нет.

Физическая нагрузка во время производственной гимнастики зависит от пола, возраста, состояния здоровья и степени подготовленности занимающихся. Поскольку производственный коллектив не однороден, следует ориентироваться на средние показатели по субъективным

ощущениям занимающихся во время и после занятий. У них могут возникнуть жалобы на плохое самочувствие, усталость, сердцебиение, головокружение, головную боль и др., а также признаки утомления (покраснение лица, повышенная потливость, одышка и др.). При появлении тех или иных неблагоприятных симптомов необходимо изменить дозировку упражнений - уменьшить темп движений или количество повторений, а при выраженных случаях утомления и жалобах на сердцебиение и головокружение - направить на консультацию к врачу [21].

Проведение гимнастики на рабочих местах экономит время, но не всегда возможно из-за неудовлетворительного санитарного состояния окружающей среды. Поэтому при организации производственной гимнастики предполагаемое место занятий обследуется в санитарном отношении с привлечением инженера по технике безопасности. Когда это необходимо, проводят специальные гигиенические исследования заводская лаборатория, здравпункт или санэпидемстанция. С целью оценки мест занятий и определения контингента занимающихся в паспортизации отделов и цехов принимают участие медицинский работник и санитарный врач.

При определении условий профессионального труда и наличия вредностей учитывают характер трудового процесса (рабочая поза, степень нервно-психического и мышечного напряжения), особенности технологического процесса и производственного оборудования (степень механизации и автоматизации производственных процессов, герметичность оборудования, удобство его обслуживания и т.п.) и санитарно-гигиеническую обстановку (метеорологические условия, загрязнение воздуха пылью и газами, шум, вибрация, ионизирующая радиация, освещенность и др.) [22].

В помещениях, где проводится производственная гимнастика, необходимо постоянно поддерживать чистоту, перед занятиями проветривать. В помещениях должно быть достаточно свободной площади. Санитарными нормами на промышленных предприятиях предусматривается

ширина проходов между станками не более 1,5 м. Такая же ширина считается минимальной для групповых занятий гимнастикой. В среднем на каждого занимающегося должно приходиться не менее 1,5 м<sup>2</sup> свободной площади пола.

Место, выбранное для занятий, должно быть безопасным. У станков и машин, находящихся рядом с местами для занятий гимнастикой, все открытые и движущиеся части (гребенки, зубчатые сегменты, маховые колеса и т.п.), а также открытые передачи (шкивы, ремни и др.) и вообще все опасные части должны иметь конструктивные ограждения.

На места занятий гимнастикой распространяются и другие правила безопасности: ограждение проводов высокого напряжения, ограждение от непосредственного влияния лучистой энергии и др.

Во избежание травм при занятиях гимнастикой полы должны быть гладкими, нескользкими, удобными для уборки. Перед занятиями (не позже чем за 30 мин) в производственном помещении следует произвести влажную уборку (перед подметанием посыпать пол влажными опилками) [21].

### 3.6 Экономическое обоснование конструкции

Себестоимость единицы работы,  $S$ , руб [6]:

$$S = \frac{C_{\text{ЭГ}}}{T_{\text{общ}}}, \quad (3.21)$$

где  $C_{\text{ЭГ}}$  - годовые эксплуатационные затраты, руб;  
 $T_{\text{общ}}$  - Годовая производственная программа, чел·ч

$$S = \frac{1151197.11}{36043} = 3194 \text{ руб/чел·ч}$$

Расчетная цена единицы работы,  $\Pi_p$ , руб [6]:

$$\Pi_p = S \cdot K, \quad (3.22)$$

где  $K$  - коэффициент учитывающий прибыль КРМ ( $K=1,35$ )  
 $\Pi_p = 31,94 \cdot 1,35 = 43,12 \text{ руб}$

Доход,  $D$ , руб:

$$D = \Pi_p \cdot T_{\text{общ}} = 43,12 \cdot 36043 = 1554174,16 \text{ руб}$$

Прибыль,  $\Pi$ , руб:

$$\Pi = Д - C_{\text{ЭГ}} = 1554174,16 - 1151197,11 = 402933,93$$

Производительность труда,  $\Pi_{\text{т}}$ , руб/ч:

$$\Pi_{\text{т}} = \frac{Д}{Ч_{\text{р}}}, \quad (3.23)$$

где  $Ч_{\text{р}}$  - численность рабочих,  $Ч_{\text{р}} = 21$ , чел

$$\Pi_{\text{т}} = \frac{1554174,16}{21} = 74008,29 \text{ руб/ч}$$

Средняя месячная заработная плата одного рабочего,  $ЗП_{\text{м}}$ , руб:

$$ЗП_{\text{м}} = \frac{\Phi ЗП_{\text{об}}}{Ч_{\text{р}} \cdot 12} = \frac{474578,19}{21 \cdot 12} = 1883,25$$

Расходы на 1 руб. дохода,  $P$ , руб:

$$P = \frac{C_{\text{ЭГ}}}{Д} = \frac{1151197,11}{1554174,16} = 0,74$$

Фондоемкость,  $\Phi_{\text{емк}}$  [6]:

$$\Phi_{\text{емк}} = \frac{C_{\text{опр}}}{Д}, \quad (3.24)$$

где  $C_{\text{опр}}$  - стоимость основных производственных фондов,  $C_{\text{опр}}$ , руб

$$\Phi_{\text{емк}} = \frac{1155908,97}{1554174,16} = 0,75,$$

Фондоотдача,  $\Phi_{\text{о}}$ , руб:

$$\Phi_{\text{о}} = \frac{Д}{C_{\text{опр}}} = \frac{1554174,16}{1155908,97} = 1,34$$

Рентабельность,  $R$ , %

$$R = \frac{\Pi}{C_{\text{опр}}} \cdot 100\% = \frac{402933,93}{1155908,97} \cdot 100\% = 34,86$$

Срок окупаемости капитальных вложений,  $T_{\text{ок}}$ , год:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{опр}}}{\Pi} = \frac{1155908,97}{402933,93} = 2,87$$

Коэффициент экономической эффективности капитальных вложений,

$E$ :

$$E = \frac{1}{T_{\text{ок}}} = \frac{1}{2,87} = 0,35$$

Условно-годовая экономия на снижение себестоимости работ,  $\Xi_{\text{э}}$ , руб:

$$\Xi_{\text{э}} = (C_1 - C_2) \cdot T_2, \quad (3.25)$$

где  $C_1, C_2$  - себестоимость единицы продукции (1 чел·ч)  
соответственно фактически и по проекту, руб;

$T_2$  - проектируемый годовой объем работ по  
трудоемкости, чел·ч

$$\Theta_{\text{с}} = (35.24 - 31.94) \cdot 36043 = 118941.90 \text{ руб}$$

Годовой экономический эффект,  $\Theta_{\text{г}}$ , руб:

$$\Theta_{\text{г}} = \Theta_{\text{с}} - K \cdot E_{\text{н}}, \quad (3.26)$$

где  $K$  - капитальные вложения, руб [6];

$E_{\text{н}}$  - нормативный коэффициент экономической  
эффективности,  $E_{\text{н}} = 0,15$

$$\Theta_{\text{г}} = 118941,9 - 1155908,97 \cdot 0,15 = 54444,45 ,$$

Результаты расчетов сводим в таблице 3.1

Таблица 3.1– Техничко-экономические показатели устройства

| Наименование показателей                                 | Единица измерения | Значение    |
|----------------------------------------------------------|-------------------|-------------|
| Годовая производственная программа                       | чел·ч             | 36043       |
| Численность работающих                                   | чел               | 21          |
| Стоимость производственных фондов                        | руб               | 1155908,97  |
| Годовые эксплуатационные затраты                         | руб               | 11551197,11 |
| Себестоимость единицы работы                             | руб/ чел·ч        | 31,94       |
| Расчетная цена единицы продукции                         | руб/ чел·ч        | 43,12       |
| Доход                                                    | руб               | 1554174,16  |
| Прибыль                                                  | руб               | 402933,93   |
| Производительность труда                                 | руб/ чел·ч        | 74008,29    |
| Среднемесячная зарплата 1-го рабочего                    | руб               | 1883,25     |
| Расходы на 1 руб. дохода                                 | -                 | 0,74        |
| Фондоемкость                                             | -                 | 0,75        |
| Фондоотдача                                              | -                 | 1,34        |
| Рентабельность                                           | год               | 34,86       |
| Срок окупаемости капитальных вложений                    | -                 | 2,87        |
| Коэффициент экономической эффективности                  | руб               | 0,35        |
| Условно-годовая экономия на снижение себестоимости работ | руб               | 118941,9    |
| Годовой экономический эффект                             | руб               | 54444,45    |

## **ВЫВОДЫ**

В выпускной квалификационной работе приведены результаты разработки технологии организации текущего ремонта.

На основе анализа существующих методов организации ТО, нормативных документов, условий работы предприятия разработанный оптимизированный технологический процесс проведения ТО позволяет повысить надежность эксплуатации парка машин и уменьшить затраты на их ремонт.

Проведен расчет трудоемкости работ, площади пункта ТО, подбор и рациональная расстановка оборудования, выполнена технологическая карта для проведения съема и установки колес автомобиля КаМАЗ.

Выполнен расчет для изготовления подкатного гайковерта для снятия и установки колес грузовых автомобилей.

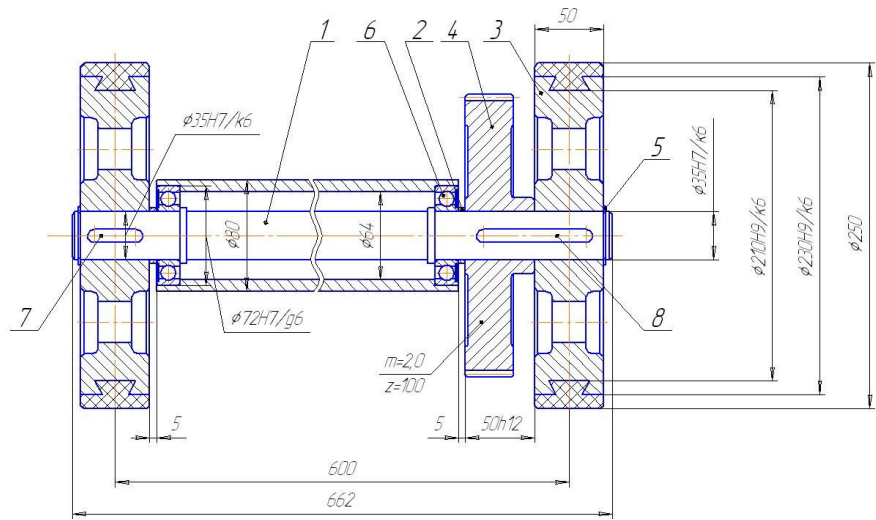
Была обоснована экономическая целесообразность разработки приспособления, годовой экономический эффект составил 54444,45 руб. со сроком окупаемости 2,87 года.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

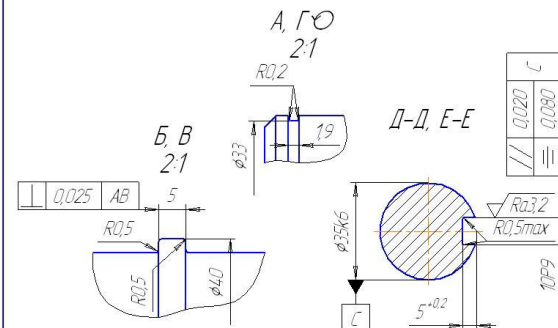
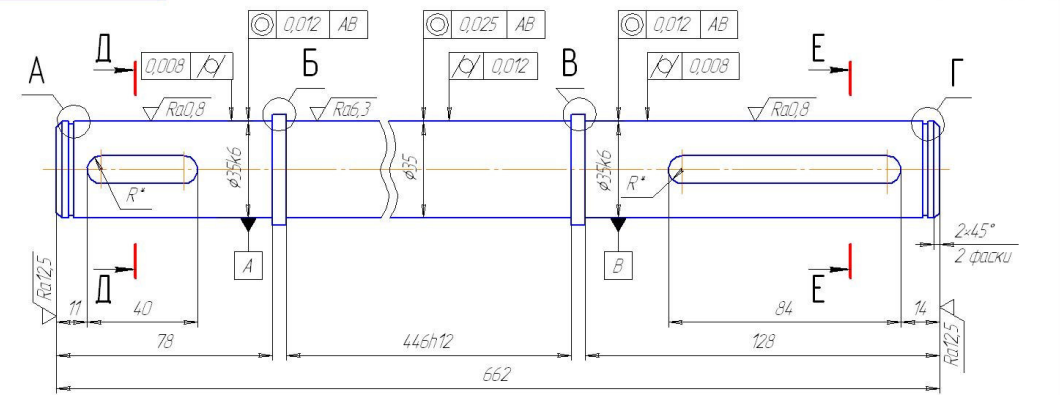
1. Александров М.Г. Подъемно-транспортные машины / М.Г. Александров. – М.: Высшая школа, 2011. – 326 с.
2. Грибков В.М. Справочник по оборудованию для технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей [Текст] / В.М. Грибков, П.А. Карпенкин. – М.: Россельхозиздат, 2005. – 225 с.
3. Александров М.Г. Подъемно-транспортные машины / М.Г. Александров. – М.: Высшая школа, 2012. – 206 с.
4. Андреев П.А. Технический сервис в сельском хозяйстве / П.А. Андреев, В.М. Баутин. - М., 2011. – 246 с.
5. Ануриев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. / В. И. Ануриев. – М.: Машиностроение, 2001. – Т. 2. – 1086 с.
6. Булгариев, Г.Г. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ (для студентов ИМиТС) /Г.Г. Булгариев, Р.К. Абдрахманов, А.Р. Валиев. – Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2009. – 64 с.
7. Гуревич Д. Ф. Ремонтные мастерские совхозов и колхозов / Д. Ф. Гуревич, А. А. Цирин. – М.: Агропромиздат, 1988. – 340 с.
8. Детали машин и основы конструирования / М. Н. Ерохин, А. В. Карп, Е. И. Соболев и др. – М.: «Колос», 2004. – 463 с.
9. Дипломное проектирование: Учебно - методическое пособие по специальности «Технология обслуживания и ремонта машин в агропромышленном комплексе». Под редакцией Хафизова К.А.- Казань.: КГСХА, 2004.-316с. Учебное пособие.
10. Канарев Ф.М. Охрана труда / Ф. М. Канарев. – М.: Агропромиздат, 2011. – 359 с.
11. Барашков И.В. Организация технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей в автотранспортных предприятиях [Текст] / И.В. Барашков, В.Д. Чепурный. - М.: МАДИ, 2010. - 110с.

12. Курчаткин В. В. Надежность и ремонт машин / В. В. Курчаткин. – М.: «Колос», 2000. – 863 с.
13. Матвеев В.А. Техническое нормирование ремонтных работ в сельском хозяйстве / В. А. Матвеев. - М.: Колос, 2000. – 280 с.
14. Матрюков Б.С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Учеб для студ. ВУЗ.- 2-е изд., стер. -М.: Издательский центр «Академия», 2004.- 336 с.
15. Смелов А.П. Курсовое и дипломное проектирование по ремонту машин / А.П. Смелов, И.С.Серый. – М.: Колос, 2011. – 192 с.
16. Тельнов Н.Ф. Ремонт машин / Н. Ф. Тельнов. – М.: «Агропромиздат», 2015. – 540 с.
17. Техническое обслуживание и ремонт машин / И.Е. Ульман, Г.С. Игнатов, В.А. Борисенко и др. – М.: «Агропромиздат», 2010. - 380 с.
18. Черепанов С.С. Оборудование для текущего ремонта сельскохозяйственной техники / С. С. Черепанов, А.А. Афанасьев. – М.: «Колос», 2008. – 256 с.
19. Шевченко П.И. Справочник слесаря по ремонту тракторов / П. И. Шевченко – Л.: «Машиностроение», 2005. – 335 с.
20. Кузнецов Ю. М. Охрана труда на предприятиях автомобильного транспорта. – М.: Транспорт, 1986.
21. Основы теории и методики физического воспитания: учебное пособие / Отв. ред. Г.В. Валеева. - Уфа: Изд-во УГНТУ, 2010.
22. Физическая культура: учебное пособие / Под редакцией В.А. Коваленко. - М.: Изд-во АСВ, 2000.- 432 с.

# СПЕЦИФИКАЦИЯ

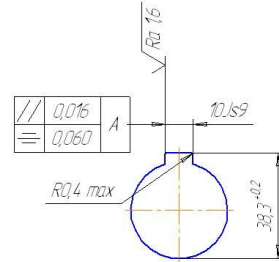
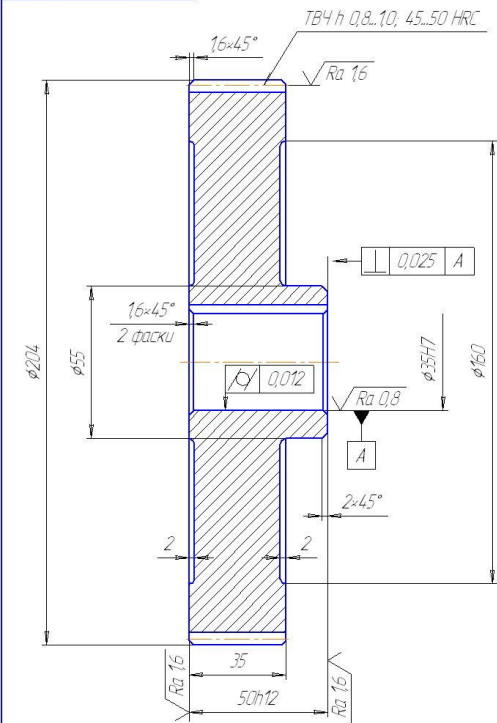


| ВРХА.35.03.06.14.8.20.ПГ 0102.00 СБ |          |          |       | Приводной вал в сборе         |           |         |
|-------------------------------------|----------|----------|-------|-------------------------------|-----------|---------|
| Изм.                                | Лист     | № докум. | Подп. | Лист                          | Масса     | Масштаб |
| Разработ.                           | Зависим. | АН       | 08.20 | Д                             | 4,9       | 12      |
| Проект.                             | Исполн.  | РН       | 08.20 | Лист 15                       | Листов 19 |         |
| Н.контр.                            | Исполн.  | РН       | 08.20 | КГАН код ТАИЗУ 6052-02 группа |           |         |
| Зав.кадр.                           | Исполн.  | РН       | 08.20 |                               |           |         |



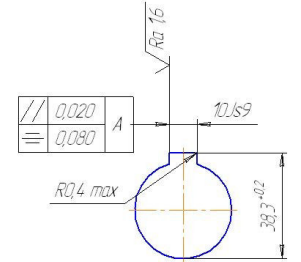
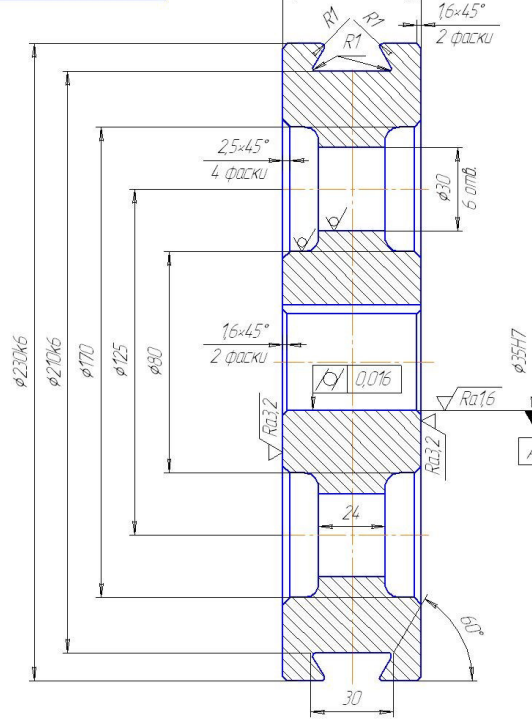
1. Твердость вала 260...285 НВ.
2. \*Размер обеспечен инструментом.
3. Предельные отклонения размеров валов - $\pm$ 2 остальных  $\pm$ 1/2 по ГОСТ 25670-83.

| ВРХА.35.03.06.14.8.20.ПГ 0102.01 |          |          |       | Вал                           |           |         |
|----------------------------------|----------|----------|-------|-------------------------------|-----------|---------|
| Изм.                             | Лист     | № докум. | Подп. | Лист                          | Масса     | Масштаб |
| Разработ.                        | Зависим. | АН       | 08.20 | Д                             | 16        | 11      |
| Проект.                          | Исполн.  | РН       | 08.20 | Лист 16                       | Листов 19 |         |
| Н.контр.                         | Исполн.  | РН       | 08.20 | КГАН код ТАИЗУ 6052-02 группа |           |         |
| Зав.кадр.                        | Исполн.  | РН       | 08.20 |                               |           |         |



1. 269...302 НВ кроме места указанного особо.
2. Радиусы скруглений 16 мм max.
3. Предельные отклонения размеров отверстий  $\pm$ 2 валов - $\pm$ 2 остальных  $\pm$ 1/2 по ГОСТ 25670-83.

| ВРХА.35.03.06.14.8.20.ПГ 0102.02 |          |          |       | Колесо зубчатое               |           |         |
|----------------------------------|----------|----------|-------|-------------------------------|-----------|---------|
| Изм.                             | Лист     | № докум. | Подп. | Лист                          | Масса     | Масштаб |
| Разработ.                        | Зависим. | АН       | 08.20 | Д                             | 0,6       | 11      |
| Проект.                          | Исполн.  | РН       | 08.20 | Лист 17                       | Листов 19 |         |
| Н.контр.                         | Исполн.  | РН       | 08.20 | КГАН код ТАИЗУ 6052-02 группа |           |         |
| Зав.кадр.                        | Исполн.  | РН       | 08.20 |                               |           |         |



1. Неуказанные радиусы 5 мм.
2. Предельные отклонения размеров поверхностей  $\nabla$  валов - $\pm$ 2 остальных  $\pm$ 1/2; поверхностей  $\nabla$   $\pm$ 1/2 по ГОСТ 25670-83.

| ВРХА.35.03.06.14.8.20.ПГ 0102.03 |          |          |       | Колесо                        |           |         |
|----------------------------------|----------|----------|-------|-------------------------------|-----------|---------|
| Изм.                             | Лист     | № докум. | Подп. | Лист                          | Масса     | Масштаб |
| Разработ.                        | Зависим. | АН       | 08.20 | Д                             | 0,9       | 11      |
| Проект.                          | Исполн.  | РН       | 08.20 | Лист 18                       | Листов 19 |         |
| Н.контр.                         | Исполн.  | РН       | 08.20 | КГАН код ТАИЗУ 6052-02 группа |           |         |
| Зав.кадр.                        | Исполн.  | РН       | 08.20 |                               |           |         |