

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Политехнический институт
Факультет «Автотранспортный»
Кафедра «Колесных и гусеничных машин»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент

_____ А. И. Ильин
«__» _____ 2019 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой
к.т.н., профессор

_____ В.Н. Бондарь
«__» _____ 2019 г.

Модернизация трансмиссии двухзвенного гусеничного снегоболотохода ДТ-30

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 23.05.02.2019.006ПЗ ВКР

Руководитель проекта
д.т.н., профессор

_____ С.И. Черепанов
«__» _____ 2019 г.

Консультант по экономике
старший преподаватель

_____ С.Ю. Лелекова
«__» _____ 2019 г.

Автор проекта
студент группы П-601

_____ А.Р. Кадыров
«__» _____ 2019 г.

Консультант по БЖД
к.т.н., доцент

_____ А.В. Кудряшов
«__» _____ 2019 г.

Нормоконтролер
к.т.н., доцент

_____ В.И. Дуюн
«__» _____ 2019 г.

АННОТАЦИЯ

Кадыров А.Р. Модернизация трансмиссии двухзвенного гусеничного снегоболотохода ДТ-30 – Челябинск ЮУрГУ, П, АТ; 2019, 83 с., 12 ил., библиогр. Список – 34 наим., 12 листов чертежей ф. А1.

В выпускной квалификационной работе разработана конструкторская документация на конический редуктор для гусеничного снегоболотохода ДТ-30.

В процессе проектирования проведен анализ существующей кинематической схемы конического редуктора, выполнен расчет на контактную прочность и изгиб зубчатой круглозубой конической передачи. По результатам произведенных расчетов составлена конструкторская документация в виде рабочих чертежей.

Расчеты в выпускной квалификационной работе выполнены при помощи программ MS Excel 2019, Компас 3D v18. Пояснительная записка к выпускному квалификационному проекту оформлена в текстовом редакторе MS Word 2019 в соответствии со стандартом ЮУрГУ [31].

| | | | | | | | | |
|-----------|------|-----------|---------|------|---|------------------------|------|--------|
| | | | | | 23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | |
| Разраб. | | Кадыров | | | <i>Модернизация трансмиссии двухзвенного гусеничного снегоболотохода ДТ-30.</i> | Лит. | Лист | Листов |
| Провер. | | Черепанов | | | | | 3 | 83 |
| Н. Контр. | | Дуюн | | | | ЮУрГУ Кафедра «КГМ» | | |
| Утверд. | | Бондарь | | | | | | |

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 9 |
| 1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ | 10 |
| 1.1 Назначение и характеристика снегоболотохода ДТ-30 | 10 |
| 1.2 Анализ конструкции трансмиссии..... | 13 |
| 1.2.1 Главная передача | 13 |
| 1.2.1.1 Одинарные центральные редукторы | 15 |
| 1.2.1.1.1 Червячные главные передачи..... | 15 |
| 1.2.1.1.2 Конические главные передачи | 16 |
| 1.2.1.1.3 Гипоидные главные передачи | 17 |
| 1.2.1.2 Передачи с центральными двойными редукторами..... | 19 |
| 1.2.1.2.1 Центральные двойные главные передачи | 20 |
| 1.2.1.2.2 Разнесенная главная передача | 23 |
| 2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ | 28 |
| 2.1 Анализ схемы трансмиссии..... | 28 |
| 2.1.1 Конический редуктор..... | 28 |
| 2.2 Определение передаточного числа конической передачи | 29 |
| 2.3 Режимы нагрузки конической шестерни..... | 30 |
| 2.4 Расчет зубчатого зацепления на контактную выносливость..... | 33 |
| 2.5 Расчет прочности валов конического редуктора..... | 38 |
| 2.5.1 Вал ведущей шестерни..... | 38 |
| 3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ..... | 42 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | 23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 7 |

| | |
|--|----|
| 3.1 Введение | 42 |
| 3.2 Описание детали и ее назначения | 42 |
| 4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ | 48 |
| 4.1 Организационная часть выпускной квалификационной работы | 48 |
| 5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ..... | 62 |
| 5.1 Введение | 62 |
| 5.2 Нормирование опасных и вредных производственных факторов | 63 |
| 5.2.1 Микроклимат производственных помещений..... | 63 |
| 5.2.3 Производственный шум..... | 65 |
| 5.2.4 Производственная вибрация..... | 67 |
| 5.2.3 Требования к производственному освещению | 68 |
| 5.2.4 Правила противопожарного режима | 70 |
| 5.2.4.1 Огнетушители на производстве ГОСТ Р 51057-2001. | 71 |
| 5.3.1 Меры защиты от прямого прикосновения | 74 |
| 5.3.2 Меры защиты от прямого и косвенного прикосновений..... | 74 |
| 5.3.3 Меры защиты при косвенном прикосновении | 75 |
| 5.3.4 Инструкция по охране труда для слесаря-ремонтника..... | 75 |
| 5.3.4.1 Общие требования безопасности | 75 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ..... | 80 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК..... | 81 |

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Графическая часть на 12 листах ф. А1

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Спецификации на 10 листах ф. А4

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------------------|------|
| | | | | | <i>23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 8 |

ВВЕДЕНИЕ

В течение нескольких десятилетий с высокой эффективностью сотни вездеходов ДТ-30 используется в различных регионах России для перевозки всевозможных грузов, под монтаж различного технологического оборудования, в том числе жилых блоков, кранов, экскаваторов, цистерн, противопожарного оборудования. Наиболее эффективно ДТ-30 используются в составе аварийно-спасательных групп при поисковых и аварийно-спасательных работах в экстремальных условиях, возникающих во время стихийных бедствий, когда требуется в условиях бездорожья, наводнений, снежных заносов, обвалов и массовых разрушений быстро эвакуировать из зоны бедствия людей, доставить в зону бедствия спасателей с их оборудованием, врачей и продовольствие.

Одним из наиболее важных качеств для таких транспортных средств, помимо надежности и проходимости, является подвижность. Для улучшения подвижности была заменена силовая установка и возникла необходимость модернизации существующей трансмиссии.

Целью дипломного проекта является расчет передаточного числа конического редуктора, необходимого для достижения скорости в 14 м/с, анализ существующей кинематической схемы трансмиссии снегоболотохода, выполнить проверку на прочность, составить конструкторскую документацию для изготовления конического редуктора для снегоболотохода ДТ-30.

Для достижения поставленной цели в дипломном проекте следует решить следующие задачи: 1) Рассчитать передаточное число конического редуктора; 2) расчет зубчатого зацепления на контактную прочность и изгиб; 3) создание 3D модели редуктора в программе компас 3D v18.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 9 |

1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ

1.1 Назначение и характеристика снегоболотохода ДТ-30

Двухзвенный гусеничный снегоболотоход ДТ-30 (рисунок 1.1) [1], предназначен для перевозки различных грузов, людей в сложных климатических условиях. Техническая характеристика приведена в таблице 1.1.

Исходные данные для таблицы берем из технического описания снегоболотохода ДТ-30.

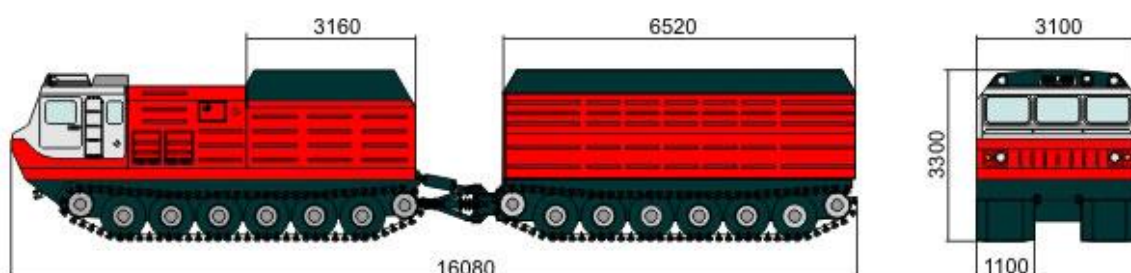


Рисунок 1.1

Таблица 1.1 – Техническая характеристика снегоболотохода ДТ-30

| Весовые параметры и нагрузки | |
|--|---------------------------|
| Снаряженная масса шасси, кг | 28 200 |
| Грузоподъемность автомобиля, кг | 30000 |
| Полная масса, кг | 58200 |
| Двигатель: | |
| Модель | В92С2 |
| Тип | Дизельный с турбонаддувом |
| Максимальная мощность, кВт (л.с.) | 677 (920) |
| Частота вращения коленчатого вала дизеля при максимальной мощности, с ⁻¹ (об/мин) | 33,3 (2000) |
| Максимальный крутящий Н·м (кгс·м), не менее | 3923 (400) |

Продолжение таблицы 1

| | |
|--|---|
| Частота вращения коленчатого вала дизеля при максимальном крутящем моменте, с ⁻¹ (об/мин) | 21,7±0,8 (1300±50) |
| Коэффициент приспособляемости по крутящему моменту, не менее | 1,25 |
| Коробка передач: | |
| Модель | ГМП «Витязь» |
| Тип | Гидромеханическая, полуавтоматическая |
| Передаточные числа на всех передачах | 1 передача (4,5), 2 передача (1,853), 3 передача (1,227), 4 передача (0,5), ЗХ (3,413) |
| Преодолеваемые препятствия (с полной нагрузкой): | |
| Максимальный угол подъема или спуска на сухом грунте | 30° |
| Максимальный угол крена | 15° |
| Водные преграды | На плаву |

В качестве силовой установки на снегоболотоход установлен многотопливный дизельный двигатель В92-С2. Внешняя скоростная характеристика двигателя представлена на рис. 1.2.

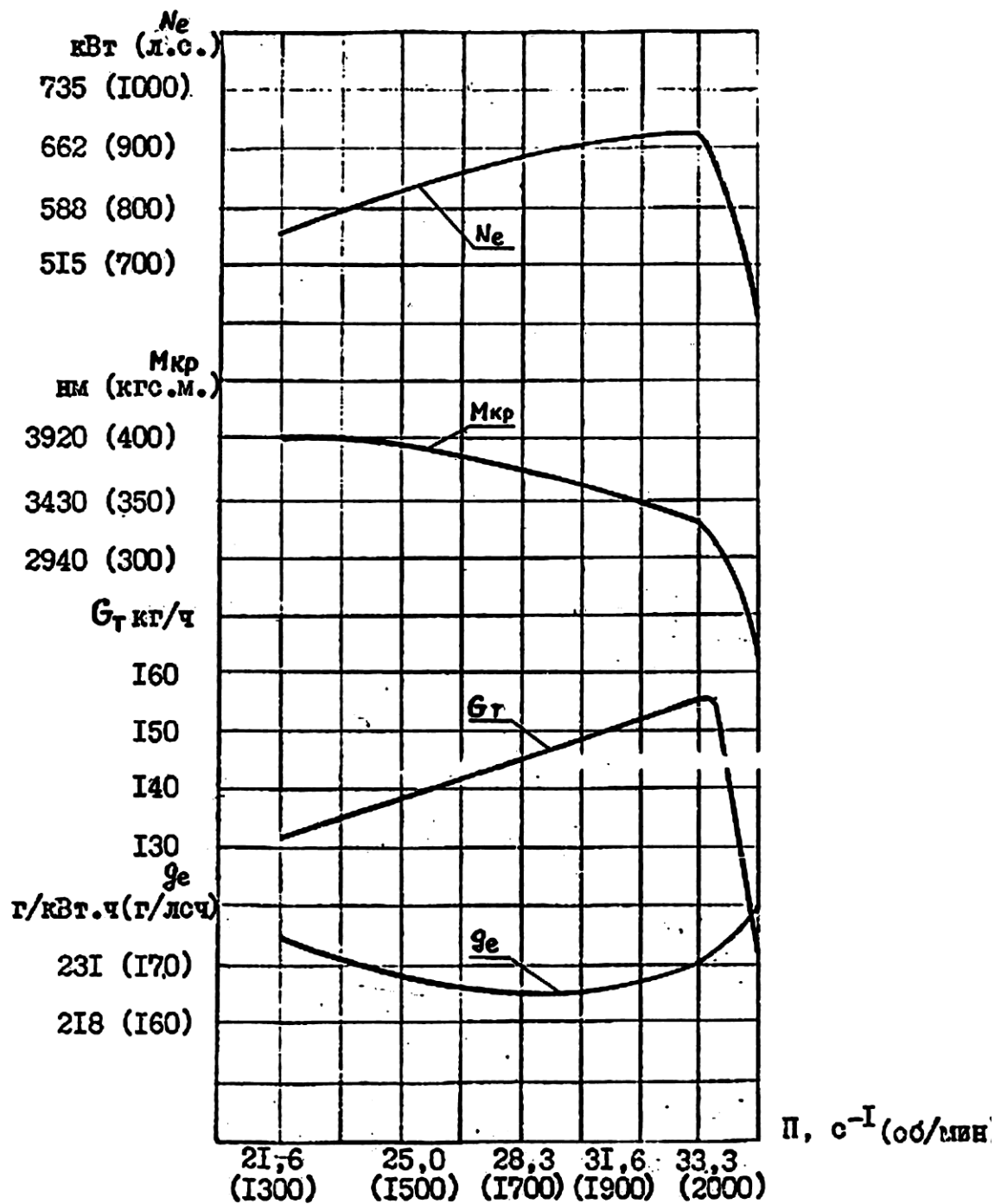


Рисунок 1.2 Внешняя скоростная характеристика двигателя В-92С2.

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

1.2 Анализ конструкции трансмиссии

Трансмиссия — совокупность сборочных единиц и механизмов, соединяющих двигатель с ведущими колёсами транспортного средства или рабочим органом станка, а также системы, обеспечивающие работу трансмиссии. В общем случае трансмиссия предназначена для передачи крутящего момента от двигателя к колёсам, изменения тяговых усилий, скоростей и направления движения. [3].

Трансмиссия снегоболотохода ДТ-30 состоит из:

- гидротрансформатора;
- коробки передач;
- конического редуктора (главной передачи);
- валов привода ведущих колес (полуоси);
- карданных валов;
- бортовых редукторов.

К узлам, обеспечивающим распределение мощности в ведущем мосту, относятся главная передача и дифференциал. Поэтому более подробно рассмотрим именно их.

1.2.1 Главная передача

Главная передача - передача моста или часть передачи моста, преобразующая крутящий момент и передающая всю мощность, реализуемую ведущими колесами этого моста [2].

Классификация главных передач:

- 1) По числу ступеней:
 - одинарные;

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 13 |

– двойные;

2) Одинарные по типу зацепления зубчатых колес:

– прямозубые, косозубые;

– со спиральным или круговым зубом.

Одинарные гипоидные:

– с верхним смещением шестерни;

– с нижним смещением шестерни.

Червячные:

– с верхним червяком;

– с нижним червяком.

Цилиндрические:

– прямозубые;

– косозубые;

– шевронные.

3) Двойные: по месту расположения:

центральные:

– односкоростные;

– двухскоростные.

разнесенные:

– с колесным редуктором;

– с бортовым редуктором.

4) По относительной подвижности осей:

– не планетарные;

– планетарные;

– субпланетарные.

5) По расположению плоскости разъема картера:

– с горизонтальным;

– с вертикальным;

– разъем под 45° .

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | 23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 14 |

1.2.1.1 Одинарные центральные редукторы

Одноступенчатая главная передача — главная передача с одной парой зубчатых колес [3].

Одноступенчатые главные передачи наиболее просты по конструкции и технологичны в производстве и поэтому широко применяются на всех типах легковых автомобилей, на легких и средних колесных тягачах, бронированных машинах, автобусах и легких и средних грузовых автомобилях. т.е. во всех тех случаях, когда этот тип передачи обеспечивает необходимое передаточное число силового привода при допустимых габаритах редуктора по высоте и требуемой долговечности.

В тяжелых грузовых автомобилях используется — как гипоидный, так и вариант с коническими зубчатыми колесами.

Применяются четыре вида одноступенчатых главных передач: червячная, коническая, гипоидная и цилиндрическая.

1.2.1.1.1 Червячные главные передачи

В настоящее время применяются редко. Их используют на некоторых многоосных многоприводных автомобилях.

Сравнительно с главными передачами других типов червячная передача имеет преимущества:

– малые габариты и масса при большом передаточном числе передачи. В червячной передаче при ее значительном нагружении можно использовать передаточное число в пределах диапазона 8...12;

– малая шумность и высокая плавность работы, обуславливаемая продольным скольжением зубьев. Вследствие этого динамические нагрузки, вызываемые погрешностями изготовления в червячной передаче значительно меньше, чем в конической;

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | 23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 15 |

– имеется возможность для опускания карданного вала при размещении червяка снизу. В этом случае не требуется предусматривать туннель в полу, что очень важно для автомобилей с низкой рамой или низко расположенным полом;

– существует возможность удобного и простого конструктивного выполнения привода к мостам многоосных автомобилей, при использовании верхнего червяка, что позволяет просто осуществлять привод от промежуточного моста к последующему ведущему.

Но в то же время имеется очень большой минус. КПД червячной передачи (0,9...0,92) ниже, чем у передач других типов, что объясняется скольжением зубьев, неблагоприятным для создания масляного клина. Современные методы изготовления червячной пары позволяют повысить ее КПД. Однако по трудоемкости изготовления и применяемым материалам (оловянистая бронза) червячная передача остается самой дорогостоящей.

1.2.1.1.2 Конические главные передачи

Коническая главная передача (рисунок 1.3) с круговым зубом впервые была применена в 1913 году с целью уменьшения размеров, снижения высоты пола, а, следовательно, центра масс легкового автомобиля и увеличение прочности зубьев главной передачи.

Размеры главной передачи с круговыми зубьями меньше, так как меньше диаметр шестерни. Это обеспечивает снижение давления и динамических нагрузок на зуб, а так же повышение износостойкости.

Зубья шестерни всегда имеют левое направление спирали. Это делается для того, чтобы не было ввинчивания шестерни на заднем ходе, когда подшипники недостаточно затянуты.

К преимуществам конической главной передачи относятся:

– высокий КПД. КПД конической передачи с круговым зубом находится в пределах 0,97...0,98;

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | 23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 16 |

- при массовом производстве высокая технологичность;
- требования к качеству смазочных материалов предъявляются невысокие.

К недостаткам конической передачи можно отнести небольшую величину передаточного числа, обусловленную прочностью ведущего зубчатого колеса и габаритами ведомого.

В главной передаче автомобиля ведущая шестерня устанавливается на четырех подшипниках: двух однорядных шариковых радиально-упорных подшипниках и двух роликовых подшипниках.

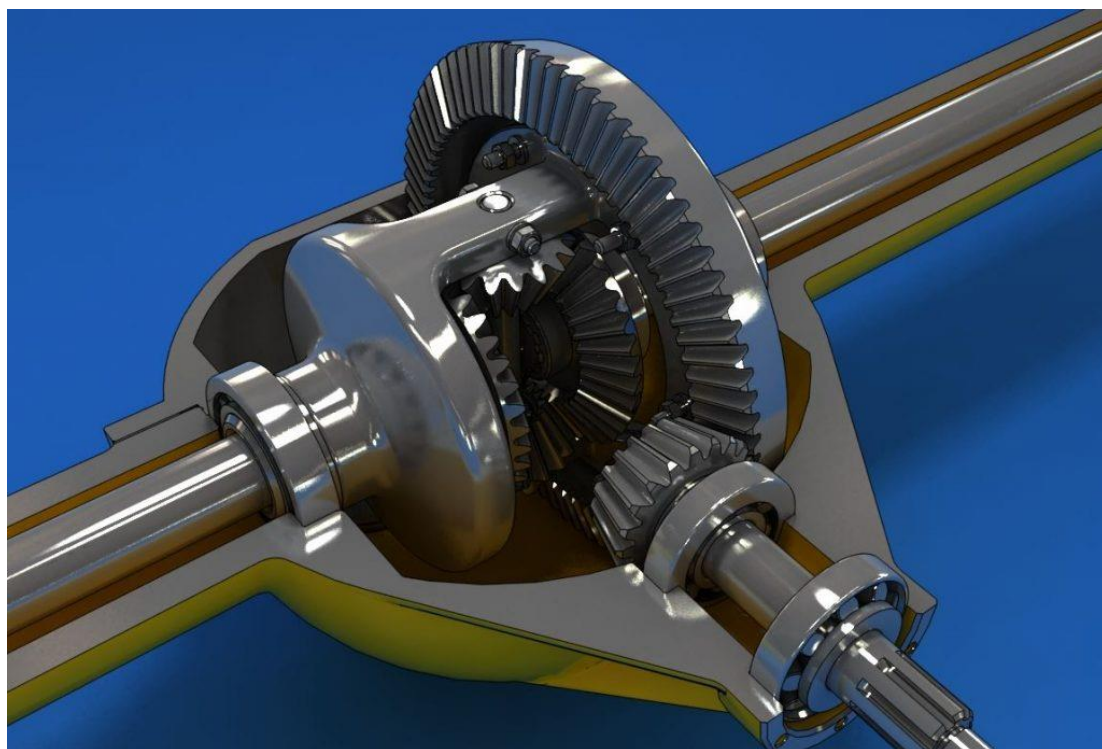


Рисунок 1.3 – Коническая главная передача автомобиля

1.2.1.1.3 Гипоидные главные передачи

Использование гипоидных главных передач связано с увеличением плавности их работы, меньшей шумности и несколько большей выносливости и прочности по сравнению с коническими. Иногда применение гипоидной передачи связывается с использованием гипоидного смещения шестерни как фактора, расширяющего компоновочные возможности.

К преимуществам гипоидной передачи относятся:

- большая прочность зубьев ведущего колеса, чем у конической передачи;
- передаточное число гипоидной передачи больше, чем конической;
- возможность достижения более низкого положения кузова и вследствие этого уменьшения высоты центра тяжести;
- простота конструкции;
- значительно меньшие размеры по сравнению с конической передачей.

К недостаткам гипоидной передачи относятся:

- низкий КПД по сравнению с конической;
- повышается требование к смазке передачи;
- увеличенное скольжение профилей в зацеплении.

Примером конструкции гипоидной главной передачи является автомобиль ГАЗ-3307 (рисунок 1.4). Ось ведущей гипоидной шестерни смещена вниз на 32 мм. Ведущая шестерня выполнена с левым направлением зуба, ведомая с правым. Зубчатый венец ведущей шестерни выполнен за одно целое с ведущим валом. На задний конец вала установлен до упора в торцовую поверхность зубчатого венца роликовый подшипник, который фиксируется стопорным кольцом.

При больших нагрузках происходит выдавливание смазки в направлении продольных контактных линий, поэтому необходимо применять специальную так называемую гипоидную смазку.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 18 |

этому просто получить большие понижающие передаточные числа, необходимые для создания достаточно большой силы тяги на ведущих колесах. Передачи этого типа применяются когда необходимо передаточное число $i=7...12$ и его невозможно получить с помощью одинарной передачи.

При распределении общего передаточного числа двухступенчатых передач по отдельным зубчатым парам следует руководствоваться следующим:

Центральная двойная главная передача хорошо приспособлена для создания проходного моста и тележки трехосных автомобилей. Некоторое смещение оси ведущей конической шестерни вверх относительно оси ведомой цилиндрической позволяет расположить проходной вал, не вводя дополнительной зубчатой передачи для проходного моста.

Недостатком центральной двойной главной передачи являются: относительно большие габариты центральной части ведущего моста, что вызывает затруднения при проектировании автомобилей с низкой посадкой платформы или кузова, а так же при компоновке переднего ведущего моста полноприводных автомобилей.

В конструкциях современных грузовых автомобилей большой грузоподъемности все больше стремятся применять двухступенчатые передачи со второй ступенью из планетарных передач, размещенных в ступицах колес.

1.2.1.2.1 Центральные двойные главные передачи

Наибольшее применение получили три схемы центральных двойных главных передач, размещаемых в одном картере.

1) Двойная передача с непроходным ведущим валом.

Эта передача применяется на грузовых автомобилях средней и большой грузоподъемности с колесной формулой 4x2 [4]. Данная передача используется на автомобилях ЗИЛ-433110, КрАЗ-6322 и др.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 20 |

Двойная главная передача ЗИЛ-433110 показана на рисунке 1.5. Ее основные части: ведущая 1 и ведомая 2 конические, ведущая 4 и ведомая 3 цилиндрические шестерни. Вал ведущей конической шестерни установлен в стакане картера редуктора на двух конических роликовых подшипниках, вал ведомой конической и ведущей цилиндрической шестерни также вращается на двух конических роликовых подшипниках. Ведомая цилиндрическая шестерня прикреплена к коробке дифференциала и вместе с ней установлена на двух роликовых конических подшипниках.

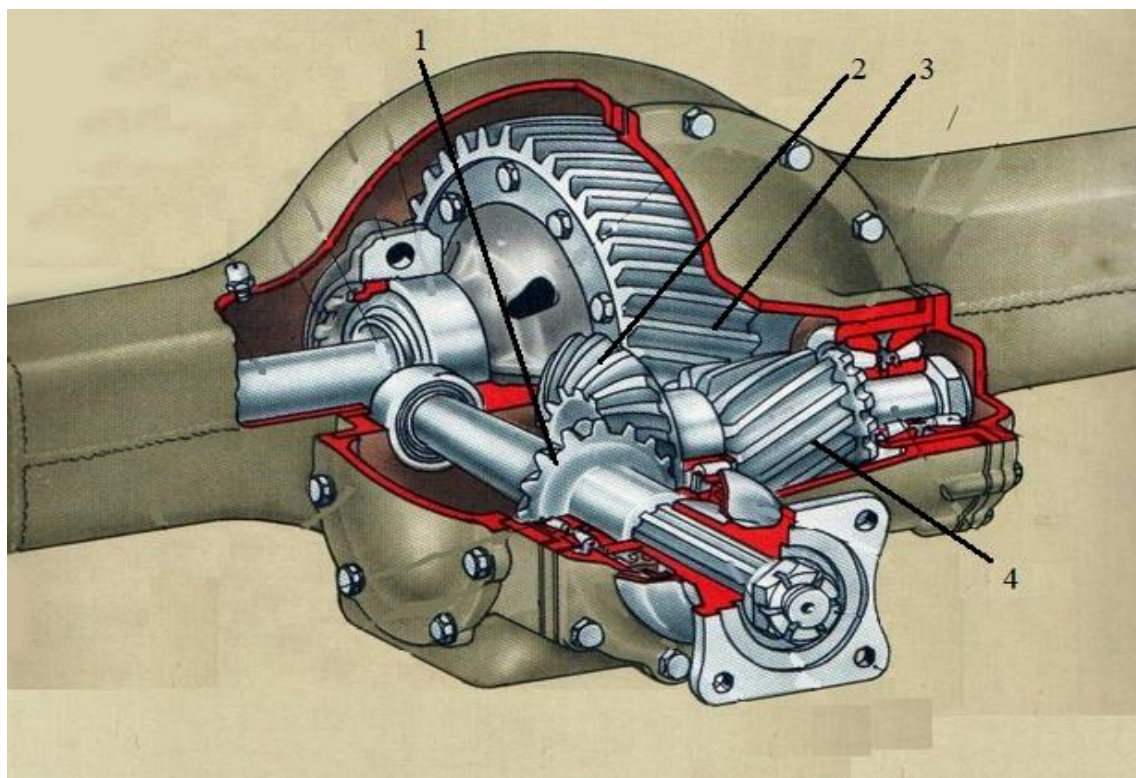


Рисунок 1.5 – Двойная главная передача заднего моста автомобиля ЗИЛ-433110

2) Двойная передача с проходным ведущим валом (рисунок 1.6). В настоящее время на автомобилях с колесной формулой 6x4, 6x6, 8x8 двойные редукторы с непроходным ведущим валом почти целиком заменены редукторами с проходными ведущими валами.

По этой схеме выполняются главные передачи трехосных автомобилей многоцелевого назначения КраЗ-65055, Урал- 4320-31, КамАЗ-65115 и другие грузоподъемностью до 16 тонн.

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

23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР

Лист

21

Преимуществом этой схемы является получение наиболее компактного среднего проходного моста тележки трехосного автомобиля, так как в этой конструкции цилиндрическая передача находится над дифференциалом.

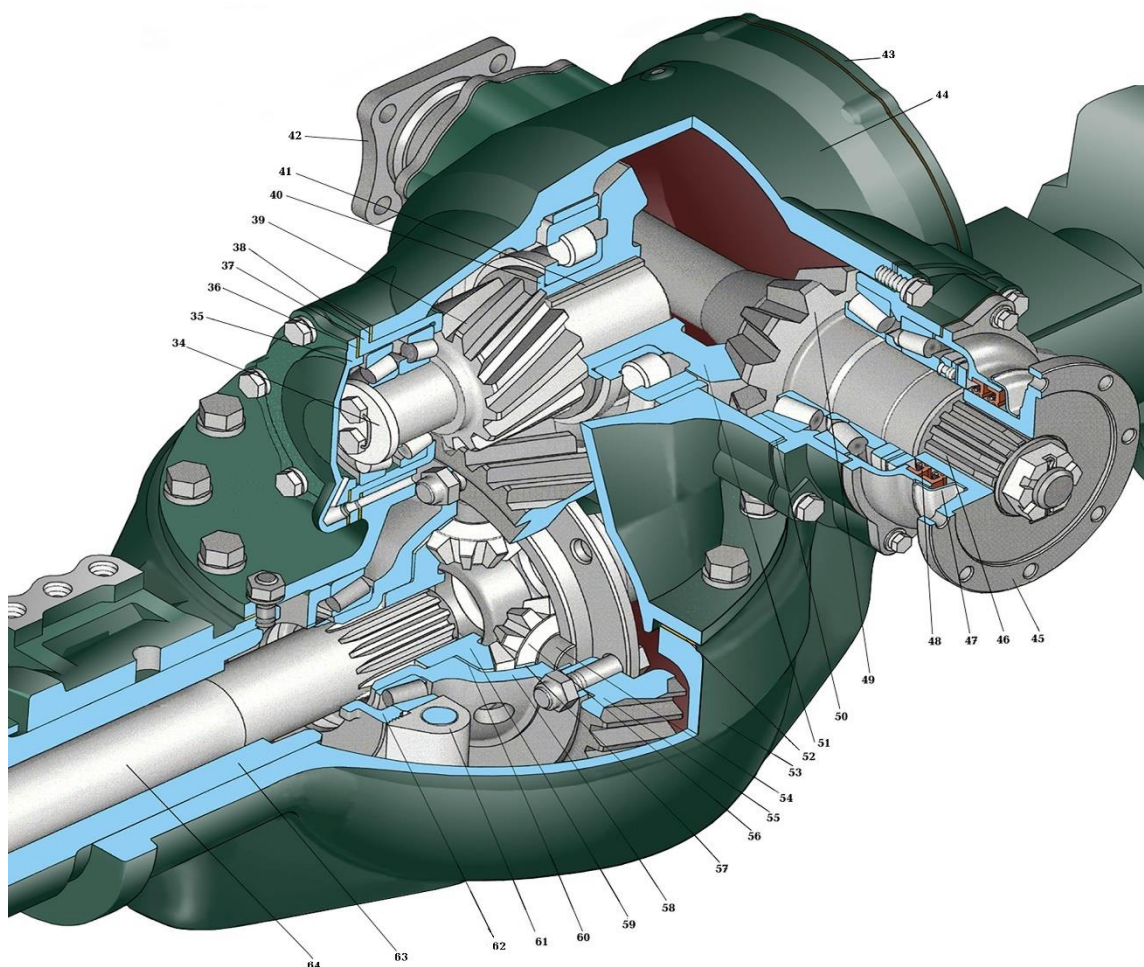


Рисунок 1.6 – Главная передача с проходным ведущим валом
Урал-4320-31

34 – шайба прижимная; 35 – крышка стакана подшипников; 36, 38 – регулировочная прокладка; 37 – стакан подшипников; 39 – ведущая цилиндрическая шестерня; 40 – опорная шайба; 41 – шпонка; 42 – фланец карданного вала привода заднего моста; 43 – крышка картера редуктора; 44 – картер редуктора; 45 – фланец карданного вала привода среднего моста; 46 – проходной вал редуктора; 47 – отражатель фланца; 48 – ведущая коническая шестерня; 49 – ведомая коническая шестерня; 52 – прокладка картера; 53 – картер моста; 54 – крестовина дифференциала; 55 – ведомая цилиндрическая шестерня;

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

23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР

Лист

22

56 – сателлит; 58 – чашка дифференциала; 59 – полуосевая шестерня; 61 – крышка подшипника дифференциала; 62 – регулировочная гайка; 63 – кожух полуоси; 64 – полуось; 65 – стопорная пластина; 66 – сливная пробка; 67 – заливная пробка

3) Двойная передача с первой ступенью в виде пары цилиндрических шестерен.

На трех- и четырехосных автомобилях большой грузоподъемности (КРАЗ-257 и др.) в настоящее время применяют схему с двумя цилиндрическими шестернями, которая обеспечивает простоту и компактность конструкции передачи. Такой привод получен в результате укорачивания карданного вала в автомобиле с малой базой.

Условия смазки опор вала шестерни и промежуточного вала хуже во втором и в третьем вариантах схемы. В этих передачах необходимо предусматривать принудительную систему смазки или специальные ловушки и каналы со стоком масла и опорным подшипником указанных валов.

Примером конструкции двухступенчатой главной передачи по первому варианту схемы является автомобиль ЗИЛ-433110. Коническая шестерня входит в зацепление с коническим колесом, прикрепленным к фланцу поперечного вала. Шестерни имеют спиральные зубья. Вал установлен в гнездах картера на двух конических роликоподшипниках. Совместно с валом изготовлена цилиндрическая шестерня, находящаяся в зацеплении с колесом, соединенным болтами с чашками коробки дифференциала. Масло к подшипникам поступает через каналы в картере.

1.2.1.2.2 Разнесенная главная передача

Разнесенные главные передачи могут обеспечить коэффициент редукции 20...30, при небольших габаритах и малой массе.

Бортовые редукторы устанавливаются у каждого из ведущих колес, по бортам корпуса или на концах балки моста.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | 23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 23 |

Соединение этого редуктора осуществляется при помощи карданной передачи. Отличительной особенностью колесного редуктора является то, что он монтируется внутри обода колеса и является частью ведущего колеса.

Разнесенная двойная главная передача состоит из центрального редуктора с одинарной конической или гипоидной передачей и межколесного дифференциала, за которым расположены два колесных редуктора или бортовых редуктора.

Применение колесных передач усложняет конструкцию ведущего моста, но упрощает получение больших передаточных чисел, так как они равны произведению передаточного числа главной передачи и колесной. Если ведущий мост снабжен колесной передачей, то в средней части моста устанавливается коническая или гипоидная главная передача.

Применение колесной передачи увеличивает число деталей ведущего моста, но не приводит к росту его массы, так как ведущий мост воспринимает меньше крутящие моменты.

К преимуществам разнесенных передач относятся:

– уменьшение размеров межколесного дифференциала и диаметра полуосей за счет малой степени редукции момента, подводимого к межколесному дифференциалу, уменьшение, в связи с этим их габаритных размеров и массы;

– получение максимально компактной центральной части ведущего моста, что особенно важно для автомобилей и низкой посадкой кузова и при наличии требования обеспечить большой дорожный просвет;

– малые нагрузки на зубья при небольших размерах центрального и колесных редукторов.

К недостаткам передачи относятся:

– более сложная конструкции в сравнение с двойной передачей;

– большое количество деталей;

– большая трудоемкость обслуживания.

Одноступенчатая коническая или гипоидная передача в средней части моста, соединенная с цилиндрической передачей привода колес наружного или

внутреннего зацепления, передача наружного зацепления может быть расположена в отдельном картере между дифференциалом и ступицей колес или даже в ступице колес.

Разнесенные главные передачи, имеющие бортовой редуктор с передачей внешнего зацепления, обеспечивают существенное повышение нагрузочной способности по сравнению с центральными двойными передачами. По сложности конструкции они занимают промежуточное место между центральными двойными передачами и передачами с колесными планетарными редукторами.

Цилиндрическая передача с внешним зацеплением является самой простой, представляющая собой зубчатую передачу, составленную из двух цилиндрических шестерен. Меньшая из шестерен воспринимает крутящий момент от полуоси и передает его на большую, жестко связанную со ступицей ведущего колеса.

Цилиндрические передачи внешнего зацепления наиболее дешевые, но, вместе с тем, и наименее удобные в конструктивном отношении, главным образом из-за необходимости в большом пространстве для их размещения и установки зубчатых колес на подшипниках.

Вследствие разделения общего передаточного числа мост и полуоси могут быть выполнены меньшими. В результате этого даже при передачи больших крутящих моментов необходимый дорожный просвет сокращается расстояние от фланца ведущей шестерни до середины моста.

Положение ведущей цилиндрической шестерни на одном уровне с ведомой обуславливает большой дорожный просвет под центральной главной передачей и низкое положение центра тяжести кузова.

Одним из основных недостатков передачи внешнего зацепления является сложность получения относительно большого передаточного числа.

Этого недостатка лишены редукторы с цилиндрической передачей внутреннего зацепления, которые обладают большой компактностью.

Передача внутреннего зацепления обычно размещается в ступицах колес, ее обычно располагают внутри барабанных тормозов, для чего тормозной барабан

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 25 |

должен быть достаточно большим. И в случае дальнейшего роста подводимого крутящего момента было очень трудно передавать возникающие при этом относительно большие силы посредством одной пары шестерен цилиндрической передачи. В этом случае необходимо предусматривать возможность применения усиленных подшипников для зубчатых колес.

К преимуществам следует отнести:

– большее передаточное число при сохранении небольших размеров моста и колесного редуктора, что увеличивает проходимость автомобиля.

К недостаткам таких передач также следует отнести: некоторую сложность размещения тормозов и установки ступицы колеса.

Одноступенчатая коническая или гипоидная главная передача, соединенная с планетарной передачей, расположенной в ступицах колес. В ведущем мосту с планетарными передачами в ступицах колес крутящий момент, подводимый к ведущему колесу автомобиля, непосредственно преобразуется в тяговую силу.

Наиболее оптимальные размеры планетарных передач, достигаются в случае предусматривания максимального возможного передаточного числа на конечной ступени, т.е. в колесном редукторе. Планетарные колесные передачи (с заторможенным водилом) обеспечивают передаточные числа в пределах 2-5. Редукторы с заторможенным эпициклическим колесом благодаря возможности получения больших передаточных чисел ($i=3...6$) имеют широкое распространение в ведущих мостах автомобилей. В редукторах с заторможенным солнечным колесом передаточные числа находятся в пределах $i=1,2...1,5$, что ограничивает применение таких редукторов.

Цилиндрические планетарные колесные редукторы обычно имеют три сателлита.

Находят применения конструкции с четырьмя и пятью сателлитами. Однако увеличение числа сателлитов обуславливает повышение стоимости конструкции, а также применение дополнительных конструктивных мероприятий по выравниванию нагрузки между ними.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 26 |

Преимуществом планетарных конструкций является:

- малые размеры конической или гипоидной передачи;
- малое расстояние от середины моста до фланца ведущей шестерни главной передачи;
- планетарная передача располагается вне тормозов;
- разделение передаваемого крутящего момента между несколькими сателлитами;
- компактность и высокий КПД.

К недостаткам передачи относятся:

- большое количество деталей (шестерен и подшипников);
- трудность размещения и герметизация колесного тормоза;
- большая трудоемкость технического обслуживания редуктора.

Примером конструкции, разнесенным главных передач, является грузовой автомобиль «КрАЗ-65055». В нем используется привод колес, ведущая шестерня которого располагается над ведомой. В качестве опоры ведущей цилиндрической шестерни служат шариковые подшипники.

Эта конструкция позволяет получать наибольшее увеличение дорожного просвета.

Одним из недостатков схемы является трудность получения относительно большого передаточного числа.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 27 |

2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Анализ схемы трансмиссии

Основные элементы трансмиссии ДТ-30 показаны на рисунке 2.1.

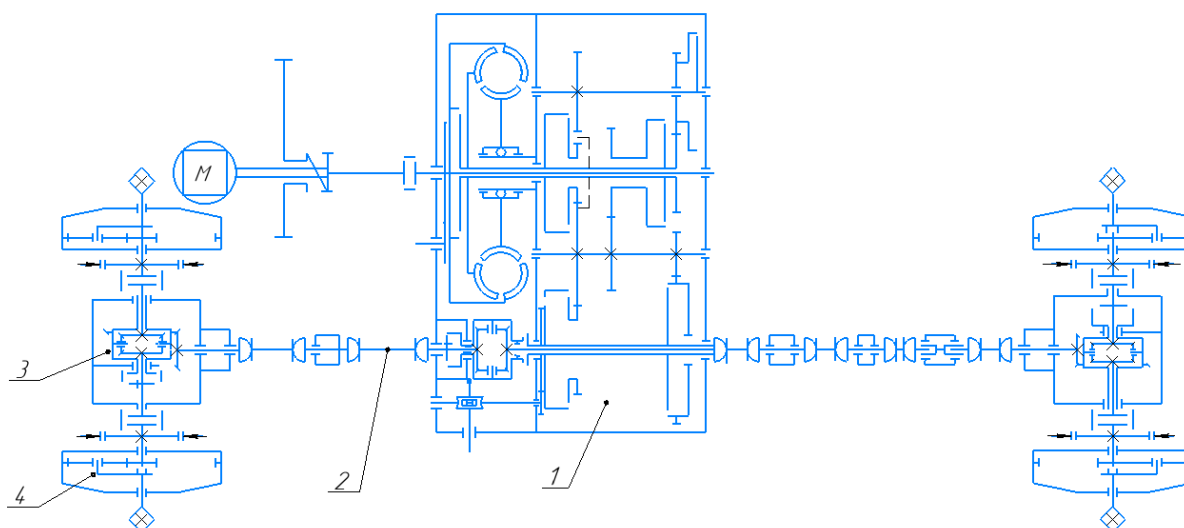


Рисунок 2.1 – Кинематическая схема ДТ-30

1 – ГМП с блокируемым дифференциалом; 2 – карданная передача; 3 – конический редуктор с блокируемым дифференциалом; 4 – бортовой редуктор

В рамках задачи мы рассматриваем конический редуктор первого звена. Бортовые редуктора остаются без изменений.

2.1.1 Конический редуктор

Конический редуктор (рисунок 2.2) представляет собой одноступенчатый редуктор с блокируемым дифференциалом.

Детали редуктора монтируются в картере, изготовленном из алюминия. К ним относятся: ведущий вал с конической шестерней, установленный на двух конических роликоподшипниках; ведомая коническая шестерня, приклепанная к

правой чашке дифференциала; конический дифференциал, имеющий четыре сателлита, две полуосевые шестерни; крестовина; две чашки дифференциала; механизм блокировки.

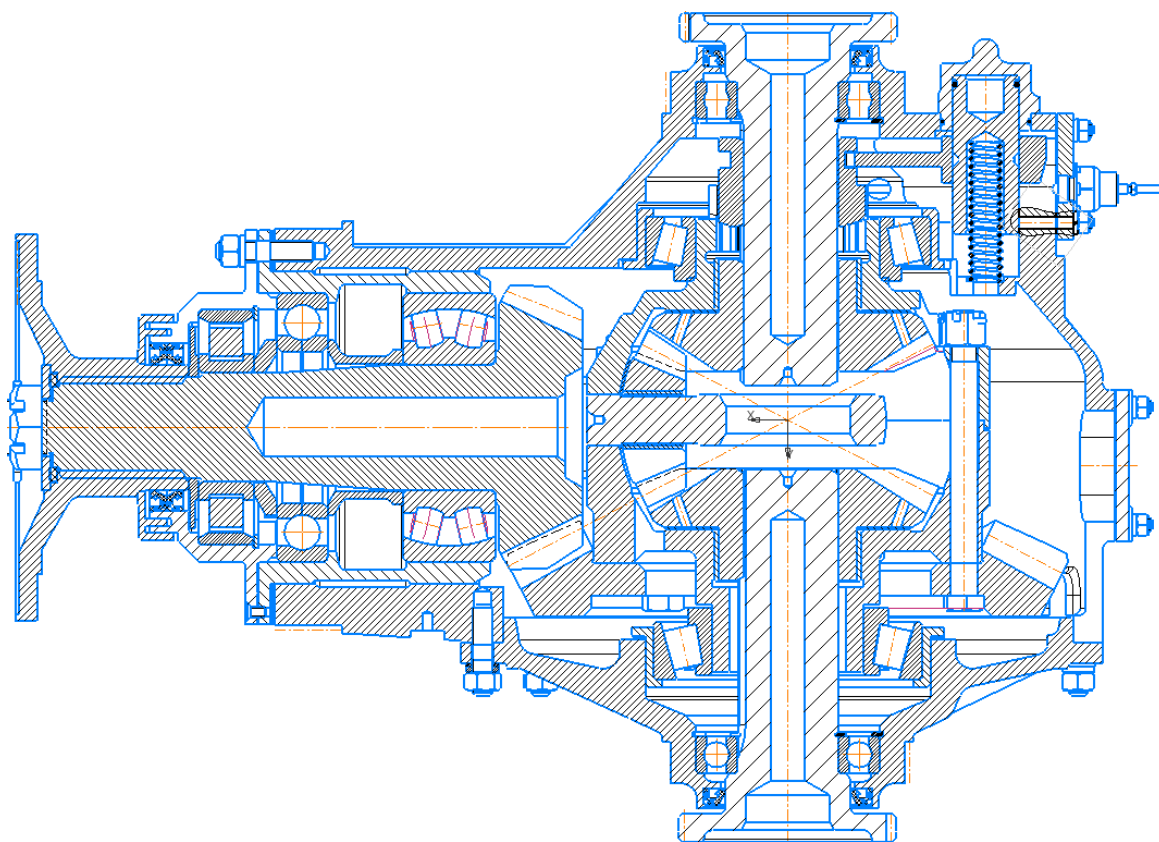


Рисунок 2.2 – Главная передача

2.2 Определение передаточного числа конической передачи

Передаточное число трансмиссии находится по формуле:

$$I_{\text{тр}} = \frac{0,06z \cdot t \cdot n_{\text{дв}}}{v}, \quad (2.1)$$

где $I_{\text{тр}}$ – передаточное число трансмиссии;

z – число пар роликов ведущего колеса $z=9$;

t – шаг гусеницы, м $t=0,185$;

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

v – скорость, км/ч;

$n_{дв}$ – частота вращения двигателя.

$$I_{тр} = I_{бр} \cdot I_{кр} \cdot I_{кп} , \quad (2.2)$$

где $I_{бр}$ – передаточное число бортового редуктора;

$I_{кр}$ – передаточное число конического редуктора;

$I_{кп}$ – передаточное число коробки передач.

Исходя из технического задания находим передаточное отношение для конического редуктора, используя передаточное отношение коробки передач на IV передаче, $v=V_{max}$, $n_{дв}=2000$ об/мин.

$$I_{кр} = \frac{0,06z \cdot t \cdot n_{дв}}{v \cdot I_{бр} \cdot I_{кп}} \quad (2.3)$$

$$I_{кр} = \frac{0,06 \cdot 9 \cdot 0,185 \cdot 2000}{50,4 \cdot 4,5 \cdot 0,5} = 1,762$$

2.3 Режимы нагрузки конической шестерни.

Скорость вращения шестерни рассчитывается по формуле:

$$n_i = \frac{n_{дв}}{I_{кпi}} , \quad (2.4)$$

где i – выбранная передача;

В связи с наличием межбортовых дифференциалов распределение нагрузки по бортам принято 0,5. Крутящий момент на ведущей шестерне конического редуктора рассчитывается по формуле:

$$T_i = 0,5M_{кр} \cdot I_{кпi} \cdot \eta_{корд} \cdot \eta_{кп} , \quad (2.5)$$

Где $\eta_{корд}$ – КПД карданных валов $\eta_{корд} = 0,985$;

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------------------|------|
| | | | | | 23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР | Лист |
| | | | | | | 30 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

$\eta_{кп}$ – КПД коробки передач при заблокированном гидротрансформаторе $\eta_{кп} = 0,98$.

Расчет будет производиться при заблокированном гидротрансформаторе. Скорость вращения двигателя на 1 передаче $n_1 = 1700$ об/мин, на 2 передаче $n_2 = 1800$ об/мин, на 3 передаче $n_3 = 1900$ об/мин, на 4 передаче $n_4 = 2000$ об/мин. Крутящий момент выбирается из внешней скоростной характеристики см. рисунок 1.2.

Определим максимальный крутящий момент ведущей шестерни:

$$T_{max} = 0,5 \cdot 3923 \cdot 4,5 \cdot 0,985 \cdot 0,98 = 8644 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Определим скорость вращения ведущей шестерни при максимальном крутящем моменте:

$$n_{Tmax} = \frac{1300}{4,5} = 289$$

Определим крутящий момент ведущей шестерни на первой передаче:

$$T_1 = 0,5 \cdot 3600 \cdot 4,5 \cdot 0,985 \cdot 0,98 = 7819 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Определим скорость вращения ведущей шестерни на первой передаче:

$$n_1 = \frac{1700}{4,5} = 378 \text{ об/мин}$$

Определим крутящий момент ведущей шестерни на второй передаче:

$$T_2 = 0,5 \cdot 3500 \cdot 1,85 \cdot 0,985 \cdot 0,98 = 3125 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Определим скорость вращения ведущей шестерни на второй передаче:

$$n_2 = \frac{1800}{1,85} = 973 \text{ об/мин}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------------------|------|
| | | | | | <i>23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 31 |

Определим крутящий момент ведущей шестерни на третьей передаче:

$$T_3 = 0,5 \cdot 3430 \cdot 1,227 \cdot 0,985 \cdot 0,98 = 2031 \text{ н}\cdot\text{м}$$

Определим скорость вращения ведущей шестерни на третьей передаче:

$$n_3 = \frac{1900}{1,227} = 1548 \text{ об/мин}$$

Определим крутящий момент ведущей шестерни на четвертой передаче:

$$T_4 = 0,5 \cdot 3200 \cdot 0,5 \cdot 0,985 \cdot 0,98 = 772 \text{ н}\cdot\text{м}$$

Определим скорость вращения ведущей шестерни на четвертой передаче:

$$n_4 = \frac{2000}{0,5} = 4000 \text{ об/мин}$$

Полученные данные занесем в таблицу 2.1

Таблица 2.1

| Передача | Скорость вращения ведущей шестерни, n, об/мин | Крутящий момент на ведущей шестерне, T, н·м | Продолжительность работы на выбранной передаче, t, ч |
|-----------------------|---|---|--|
| Макс. крутящий момент | 289 | 8644 | - |
| I | 378 | 7819 | 12 |
| II | 973 | 3125 | 168 |
| III | 1548 | 2031 | 260 |
| IV | 4000 | 772 | 180 |

2.4 Расчет зубчатого зацепления на контактную выносливость.

Исходные данные для расчета на выносливость представлены в таблице 2.2. Для расчета выбран Максимальный крутящий момент и соответствующая ему скорость вращения ведущей шестерни.

Таблица 2.2

| Наименование параметров | Обозначение | Шестерня | Колесо |
|--|---------------------|----------|--------|
| Число зубьев | Z1, Z2 | 20 | 35 |
| Средний делительный диаметр | d_{m1} (2) | 161,658 | 282,9 |
| Угол делительного конуса | $\delta_1(2)$ | 29°44' | 60°16' |
| | K_{be} | 0,266 | |
| Длина образующей делительного конуса, мм | $Re_1(2)$ | 187,916 | |
| Коэффициент смещения исходного контура | X1(2) | 0,2 | -0,2 |
| Коэффициент тангенциальной коррекции | τ_1 (2) | 0 | 0 |
| Угол наклона зуба в середине зубчатого венца, град | β_{cp1} (2) | 30 | |
| Угол между осями, град | Σ | 90 | |
| Коэффициент высоты головки | h_a^* | 1 | |
| Коэффициент радиального зазора | c^* | 0,25 | |
| Ширина зубчатого венца по образующей делительного конуса, мм | b_{w1} (2) | 50 | 50 |
| Коэффициент формы зуба | y'_1 (2) | 0,276 | 0,285 |
| Коэффициент учета тангенциальной коррекции | K_τ | 1,05 | 0,973 |
| Твердость поверхности зуба | (HRC) ε | 59 | 59 |
| Допускаемые напряжения изгиба, Мпа | σ_{Fmax} | 1600 | 1600 |
| Допускаемые контактные напряжения, Мпа | σ_{HPmax} | 2728 | 2728 |
| Степень точности | | 8 | 8 |
| Твёрдость сердцевины | (HRC) c | 30-44 | 30-44 |
| Частота вращения шестерни, об/мин | ω_1 | 290 | - |

Расчёт окружной скорости на средней делительной окружности в зацеплении:

$$v_c = \frac{\pi \omega_1 d_{m1}}{60 \cdot 1000} \quad (2.6)$$

$$v_c = \frac{3,14 \cdot 290 \cdot 161,6}{60 \cdot 1000} = 1,71$$

$$\frac{K_{be}}{2 - K_{be}} \cdot \tan \delta_1 \quad (2.7)$$

$$\frac{K_{be}}{2 - K_{be}} \cdot \tan \delta_1 = \frac{0,266}{2 - 0,266} \cdot \tan 29^\circ 44' = 0,27$$

Коэффициент, учитывающий распределение нагрузки по ширине зубчатого венца $K_{H\beta}$, находится по рисунку 2.3

Принимаем $K_{H\beta} = 1,06$

Удельная окружная динамическая сила находится по формуле:

$$\omega_{Hv} = \delta h \cdot g_0 \cdot v_c \cdot \sqrt{\frac{d_{m1} + d_{m2}}{2 \cdot u}}, \quad (2.8)$$

где δh – коэффициент, учитывающий влияние зубчатой передачи и модификации головок зубьев $\delta h = 0,004$;

g_0 – Коэффициент, учитывающий влияние разности шагов зацепления шестерни и колеса $g_0 = 61$.

$$\omega_{Hv} = 0,004 \cdot 61 \cdot 1,71 \cdot \sqrt{\frac{161,65 + 282,9}{2 \cdot 1,75}} = 4,74$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР | |
| | | | | | | Лист 34 |

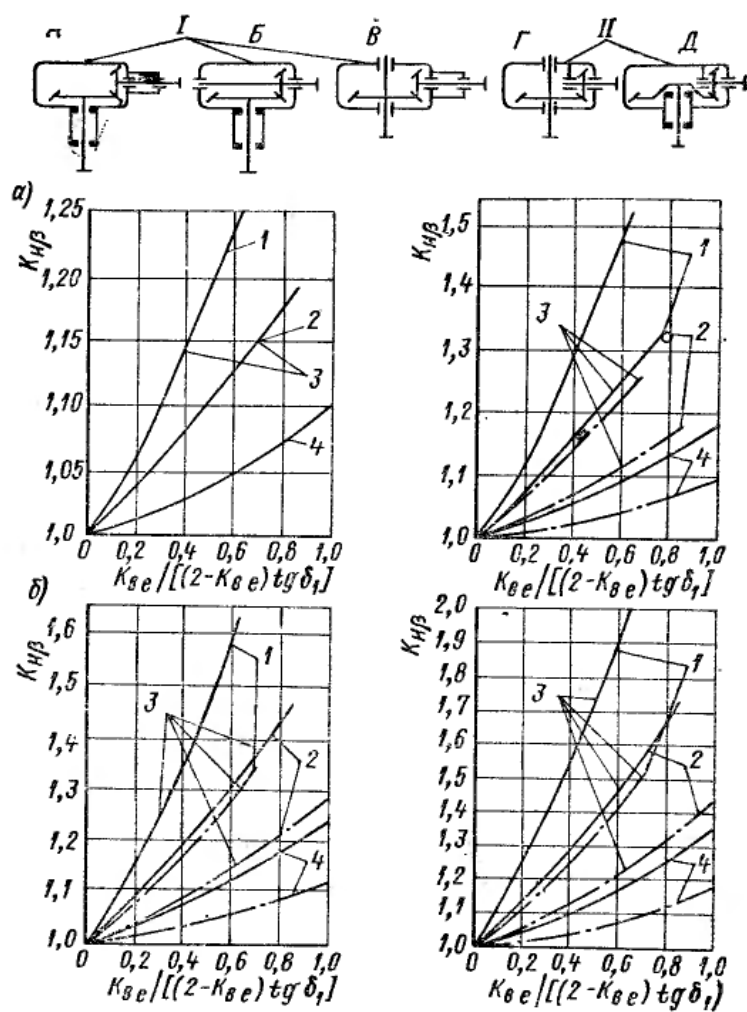


Рис. 2.3 Кривые для определения коэффициентов $K_{H\beta}$ и $K_{F\beta}$ при расчете передач с коническими зубчатыми колесами соответственно на контактную и изгибную выносливость: а — при $H_1 \leq HB 350$ и $H_2 \leq HB 350$ или $H_1 > HB 350$ и $H_2 \leq HB 350$; б — при $H_1 > HB 350$ и $H_2 > HB 350$; 1 — опоры на шариковых подшипниках; 2 — опоры на роликовых подшипниках; 3 — передача I; 4 — передача II

K_{Hv} — коэффициент, учитывающий динамическую нагрузку в зацеплении, определяемый по формуле:

$$K_{Hv} = 1 + \frac{\omega H v \cdot b \cdot \omega \cdot d_{m1}}{2000 \cdot T_{1H} \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta}}, \quad (2.9)$$

где $b \cdot \omega = 43,34$;

T_{1H} — расчетная нагрузка;

где $K_{H\alpha}$ — коэффициент, учитывающий распределение нагрузки между зубьями $K_{H\alpha} = 1,1$;

$K_{H\beta}$ - коэффициент, учитывающий распределение нагрузки по ширине зубчатого венца $K_{H\beta} = 1,06$.

$$K_{Hv} = 1 + \frac{4,74 \cdot 43,34 \cdot 161,65}{2000 \cdot 8644 \cdot 1,1 \cdot 1,06} = 1,002$$

Удельная расчетная нагрузка рассчитывается по формуле:

$$\omega Ht = \frac{2000 \cdot T_{1H}}{b_{\omega}(1-0,5K_{be})d_{\omega e1}} K_{H\alpha} K_{H\beta} K_{Hv}, \quad (2.10)$$

где $d_{\omega e1}$ – внешний начальный диаметр шестерни $d_{\omega e1} = 203,05$

$$\omega Ht = \frac{2000 \cdot 8644}{43,34(1-0,5 \cdot 0,27) \cdot 203,05} 1,1 \cdot 1,06 \cdot 1,002 = 2653 \text{ Н/мм}$$

Коэффициент, учитывающий суммарную длину контактных линий находится по формуле:

$$z_e = \sqrt{\frac{1}{0,95 \cdot (1,88 - 3,2 \left(\frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_2} \right) \cos \beta_n)}} \quad (2.11)$$

$$z_e = \sqrt{\frac{1}{0,95 \cdot (1,88 - 3,2 \left(\frac{1}{20} + \frac{1}{35} \right) \cos 30^\circ)}} = 0,79$$

Расчетное контактное напряжение находится по формуле:

$$\sigma_F = z_h z_m z_e \sqrt{\frac{\omega Ht}{0,85(1-0,5K_{be})d_{\omega e} \cdot \sin \delta_2}}, \quad (2.12)$$

где z_h – коэффициент, учитывающий форму сопряженных поверхностей зубьев в полюсе зацепления $z_h = 1,6$;

z_m – коэффициент, учитывающий механические свойства материалов зубчатых колес $z_m = 277$.

$$\sigma_F = 1,6 \cdot 277 \cdot 0,79 \sqrt{\frac{2653}{0,85(1 - 0,5 \cdot 0,27)203,05 \cdot \sin 60^\circ 24'}} = 1583,3$$

Сравним расчетное контактное напряжение с допускаемым

$$\sigma_{HPmax} > \sigma_F \rightarrow 2728 > 1583,3$$

Так как неравенство верное, то условие прочности выполняется. Найдем коэффициент запаса по формуле:

$$n_H = \frac{\sigma_{HPmax}}{\sigma_F} \quad (2.13)$$

$$n_H = \frac{2728}{1583,3} = 1,72$$

Удельная расчетная окружная сила определяется по формуле:

$$\omega Ft = \frac{2000 \cdot T_{F1}}{b_{\omega}(1-0,5K_{be})d_{\omega e1}} K_{H\alpha} K_{H\beta} K_{H\nu} \quad (2.14)$$

$$\omega Ft = \frac{2000 \cdot 8644}{43,34(1 - 0,5 \cdot 0,27)203,05} 1,1 \cdot 1,06 \cdot 1,002 = 2653$$

Расчетное напряжение изгиба определяется по формуле:

$$\sigma_F = Y_F Y_{\beta} \cos \delta_1 \frac{\omega Ft}{0,85(1-0,5K_{be})m_n}, \quad (2.15)$$

где Y_F – коэффициент, учитывающий форму зуба $Y_F = 3,6$

Y_{β} – коэффициент, учитывающий наклон зуба $Y_{\beta} = 0,78$

$$\sigma_F = 3,6 \cdot 0,78 \cdot \cos 29^{\circ} 36' \frac{2653}{0,85(1 - 0,5 \cdot 0,27)7} = 1258,7$$

Сравним расчетное напряжение изгиба с допускаемым

$$\sigma_{Fmax} > \sigma_F \rightarrow 1600 > 1258,7$$

Так как неравенство верное, то условие прочности выполняется. Найдем коэффициент запаса по формуле:

$$n_H = \frac{\sigma_{HPmax}}{\sigma_F} \quad (2.16)$$

$$n_H = \frac{1600}{1258,7} = 1,27$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | 23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 37 |

2.5 Расчет прочности валов конического редуктора.

Крутящий момент находится по формуле:

$$M_i = 2T_i \quad (2.17)$$

Найдем крутящий момент для первой передачи:

$$M_1 = 2 \cdot 7819 \cdot \frac{100}{9,8} = 159571 \text{ кгсм}$$

Найдем крутящий момент для второй передачи:

$$M_2 = 2 \cdot 3125 \cdot \frac{100}{9,8} = 63775 \text{ кгсм}$$

Найдем крутящий момент для третьей передачи:

$$M_3 = 2 \cdot 2031 \cdot \frac{100}{9,8} = 41448 \text{ кгсм}$$

Найдем крутящий момент для четвертой передачи:

$$M_4 = 2 \cdot 772 \cdot \frac{100}{9,8} = 15755 \text{ кгсм}$$

2.5.1 Вал ведущей шестерни.

Окружная сила находится по формуле:

$$P_0 = \frac{M_i}{D_{срш}}, \quad (2.18)$$

где $d_{срш}$ – средний диаметр шестерни по венцу, см $d_{срш}=19,5$

Определим окружную силу для первой передачи:

$$P_{01} = \frac{159571}{19,5} = 8183 \text{ кг}$$

Определим окружную силу для второй передачи:

$$P_{02} = \frac{63775}{19,5} = 3270 \text{ кг}$$

Определим окружную силу для третьей передачи:

$$P_{03} = \frac{41448}{19,5} = 2125 \text{ кг}$$

Определим окружную силу для четвертой передачи:

$$P_{04} = \frac{15755}{19,5} = 807 \text{ кг}$$

Коэффициент радиальной силы:

$$K_T = \left(\frac{1}{\cos(\beta_n)} \right) \cdot (\sin(\beta_n) \cdot \sin(\delta_1) + \tan(\alpha_n) \cdot \cos(\delta_1)) \quad (2.19)$$

$$K_T = \left(\frac{1}{\cos(30)} \right) \cdot (\sin(30) \cdot \sin(30,14) + \tan(20) \cdot \cos(30,14)) = 0,65$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------------------|------|
| | | | | | 23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 38 |

Радиальная сила находится по формуле:

$$P_{T1} = P_0 \cdot K_T, \quad (2.19)$$

Определим радиальную силу для первой передачи:

$$P_{T1} = 8183 \cdot 0,65 = 5346 \text{ кг}$$

Определим радиальную силу для второй передачи:

$$P_{T2} = 3270 \cdot 0,65 = 2136 \text{ кг}$$

Определим радиальную силу для третьей передачи:

$$P_{T3} = 2125 \cdot 0,65 = 1388 \text{ кг}$$

Определим радиальную силу для четвертой передачи:

$$P_{T4} = 807 \cdot 0,65 = 587 \text{ кг}$$

Коэффициент осевой силы:

$$K_S = \left(\frac{1}{\cos(\beta_n)} \right) \cdot (\sin(\beta_n) \cdot \cos(\delta_1) - \tan(\alpha_n) \cdot \sin(\delta_1)) \quad (2.20)$$

$$K_S = \left(\frac{1}{\cos(30)} \right) \cdot (\sin(30) \cdot \cos(30,14) - \tan(30) \cdot \sin(30,14)) = 0,28$$

Осевая сила находится по формуле:

$$P_{S1} = P_0 \cdot K_S, \quad (2.19)$$

Определим радиальную силу для первой передачи:

$$P_{S1} = 8183 \cdot 0,28 = 2358 \text{ кг}$$

Определим радиальную силу для второй передачи:

$$P_{S2} = 3270 \cdot 0,28 = 942 \text{ кг}$$

Определим радиальную силу для третьей передачи:

$$P_{S3} = 2125 \cdot 0,28 = 612 \text{ кг}$$

Определим радиальную силу для четвертой передачи:

$$P_{S4} = 807 \cdot 0,28 = 232 \text{ кг}$$

Расчетная схема ведущего вала показана на рисунке 2.4.

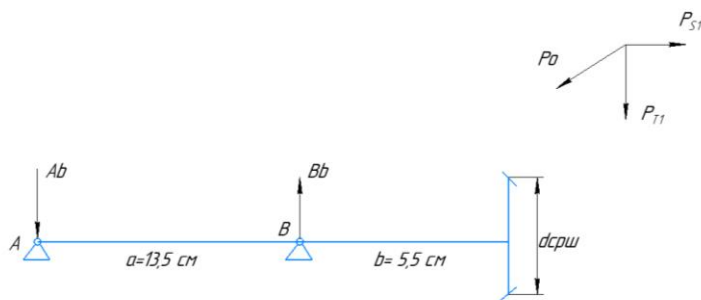


Рисунок 2.4 Расчетная схема ведущего вала.

Результирующая реакция А:

$$A = \sqrt{\left(\frac{P_o \cdot b}{a}\right)^2 + \left(\frac{(P_{T1} \cdot b) + \left(P_{S1} \cdot \left(\frac{d_{срш}}{2}\right)\right)}{a}\right)^2}, \quad (2.20)$$

где а – расстояние между центром подшипников и венцов шестерен а=13,3;

в – расстояние между центром подшипников и венцов шестерен в=5,5.

Результирующая реакция В:

$$B = \sqrt{\left(\frac{P_o \cdot (a+b)}{a}\right)^2 + \left(\frac{(P_{T1} \cdot (a+b)) + \left(P_{S1} \cdot \left(\frac{d_{срш}}{2}\right)\right)}{a}\right)^2} \quad (2.21)$$

Найдем Результирующие реакции А и В для первой передачи

$$A_1 = \sqrt{\left(\frac{8183 \cdot 5,5}{13,3}\right)^2 + \left(\frac{(5346 \cdot 5,5) + \left(2358 \cdot \left(\frac{19,5}{2}\right)\right)}{13,3}\right)^2} = 5193$$

$$B_1 = \sqrt{\left(\frac{8183 \cdot (5,5 + 13,3)}{13,3}\right)^2 + \left(\frac{(5346 \cdot (5,5 + 13,3)) + \left(2358 \cdot \left(\frac{19,5}{2}\right)\right)}{13,3}\right)^2} = 14883$$

Найдем Результирующие реакции А и В для второй передачи

$$A_2 = \sqrt{\left(\frac{3270 \cdot 5,5}{13,3}\right)^2 + \left(\frac{(2143 \cdot 5,5) + \left(942 \cdot \left(\frac{19,5}{2}\right)\right)}{13,3}\right)^2} = 2075$$

$$B_2 = \sqrt{\left(\frac{3270 \cdot (5,5 + 13,3)}{13,3}\right)^2 + \left(\frac{(2143 \cdot (5,5 + 13,3)) + \left(942 \cdot \left(\frac{19,5}{2}\right)\right)}{13,3}\right)^2} = 5928$$

Найдем Результирующие реакции А и В для третьей передачи

$$A_3 = \sqrt{\left(\frac{2125 \cdot 5,5}{13,3}\right)^2 + \left(\frac{(1388 \cdot 5,5) + \left(612 \cdot \left(\frac{19,5}{2}\right)\right)}{13,3}\right)^2} = 1349$$

$$B_3 = \sqrt{\left(\frac{2125 \cdot (5,5 + 13,3)}{13,3}\right)^2 + \left(\frac{(1388 \cdot (5,5 + 13,3)) + \left(612 \cdot \left(\frac{19,5}{2}\right)\right)}{13,3}\right)^2} = 3853$$

Найдем Результирующие реакции А и В для четвертой передачи

$$A_3 = \sqrt{\left(\frac{807 \cdot 5,5}{13,3}\right)^2 + \left(\frac{(587 \cdot 5,5) + \left(232 \cdot \left(\frac{19,5}{2}\right)\right)}{13,3}\right)^2} = 512$$

$$B_3 = \sqrt{\left(\frac{807 \cdot (5,5 + 13,3)}{13,3}\right)^2 + \left(\frac{(587 \cdot (5,5 + 13,3)) + \left(232 \cdot \left(\frac{19,5}{2}\right)\right)}{13,3}\right)^2} = 1464$$

Выводы по разделу два

В данном разделе дипломной работы произведен анализ схемы трансмиссии, было определено передаточное число конической передачи, рассчитаны режимы нагрузки на коническую шестерню, произведен расчет зубчатого зацепления на контактную выносливость и изгиб, произведен расчет прочности валов конического редуктора.

3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Введение

В машиностроении технологическая обработка, наряду с разработкой конструкторской документации являются крайне важными составляющими производства. Требования в сфере повышения качества, сфере сокращения времени обработки и в сфере экономичного расходования материалов предъявляются все более жесткие требования.

3.2 Описание детали и ее назначения

Деталь изображена на рисунке 3.1.

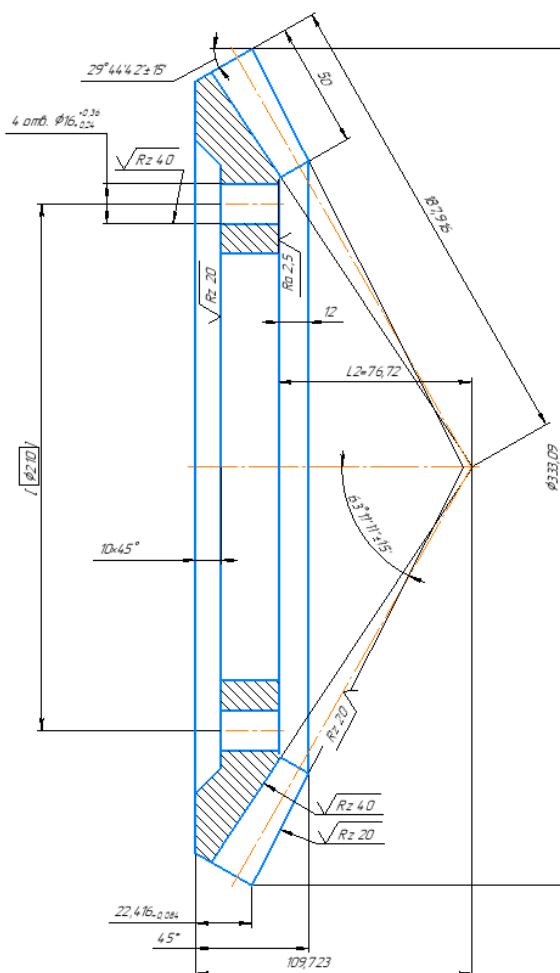


Рисунок 3.1 – Ведомая Шестерня конического редуктора ДТ-30

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | | Лист |
| | | | | | 23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР | 42 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

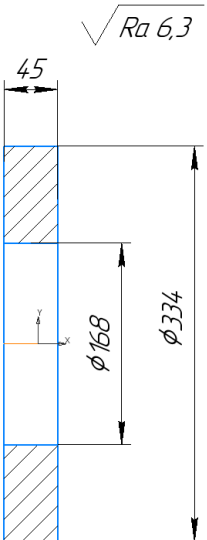
Для уменьшения затрат на механическую обработку, сокращения расхода материала и, в следствие, сокращения себестоимости готовой детали наиболее целесообразно перенести формообразование на заготовительную стадию. Предпочтительным видом получения заготовки для данной детали является штамповка.

Конфигурация детали диктует следующий порядок обработки заготовки:

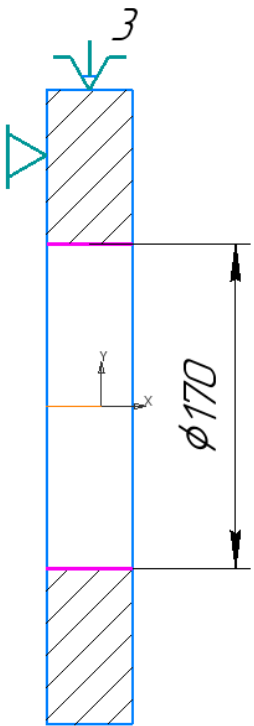
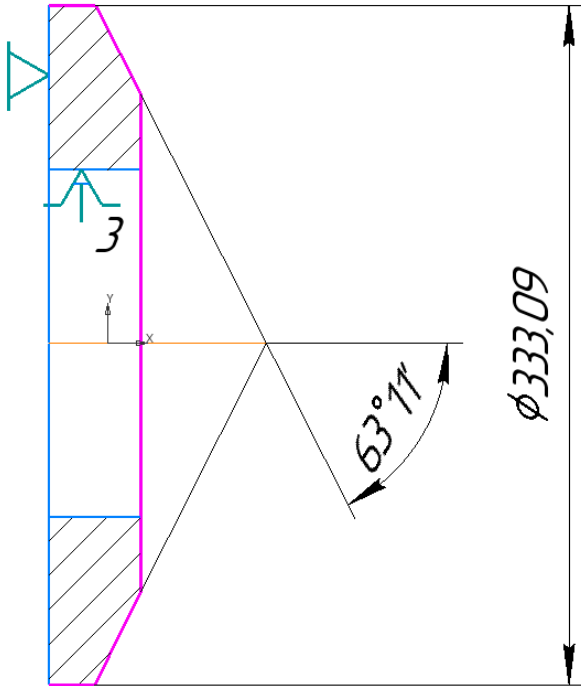
- 000 – заготовительная;
- 005 – токарная с ЧПУ;
- 010 – токарная с ЧПУ(2 установка);
- 015 – токарная с ЧПУ;
- 020 – зубофрезерная;
- 025 – сверлильная;
- 030 – шлифовальная;
- 035 – промывочная;
- 040 – технический контроль.

В таблице 3.1 представлен технологический процесс изготовления детали «Ведомая Шестерня конического редуктора ДТ-30».

Таблица 3.1 – Технологический процесс изготовления детали «Ведомая Шестерня конического редуктора ДТ-30»

| Операция | Эскиз обработки детали | Инструмент |
|-----------------------------------|---|---|
| 000 – заготовительная (штамповка) |  | Штамповочный пресс Trumpf TRUMATIC 200 [18] |

Продолжение таблицы 3.1

| Операция | Эскиз обработки детали | Инструмент |
|-----------------------------------|--|--|
| 005 – токарная с ЧПУ |  | Токарный станок с ЧПУ Doosan 240 MB [19] |
| 010 – токарная с ЧПУ 1 установ |  | Токарный станок с ЧПУ Doosan 240 MB[19] |

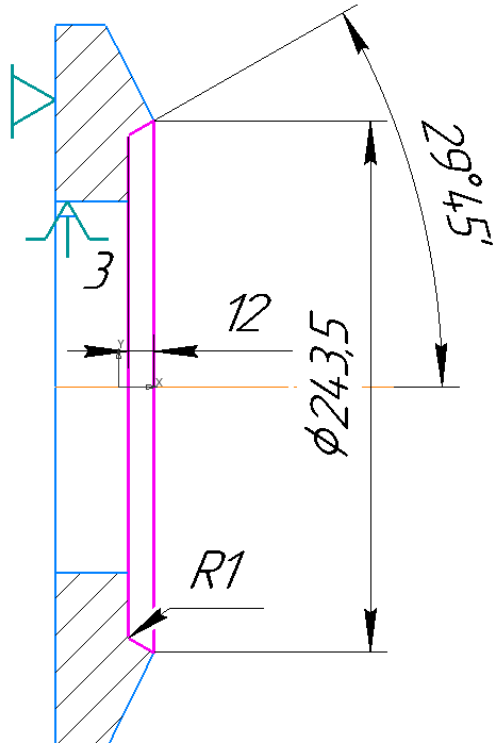
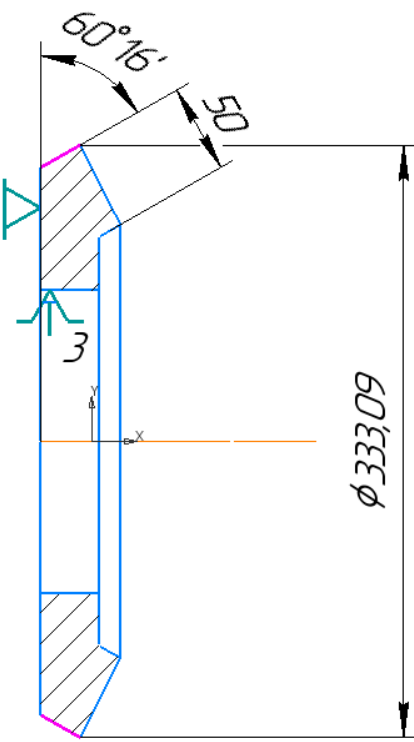
| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР

Лист

44

Продолжение таблицы 3.1

| Операция | Эскиз обработки детали | Инструмент |
|-----------------------------|--|--|
| <p>2 установ</p> |  | <p>Токарный станок с ЧПУ Doosan 240 MB[19]</p> |
| <p>015 – токарная с ЧПУ</p> |  | <p>Токарный станок с ЧПУ Doosan 240 MB[19]</p> |

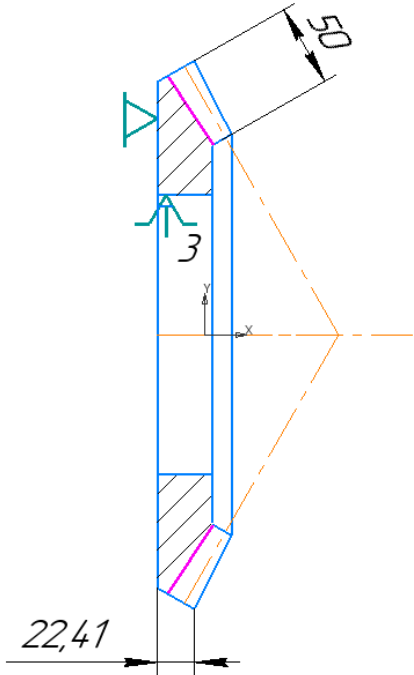
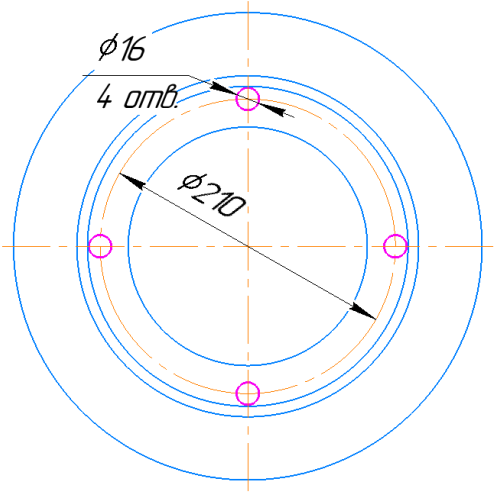
| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР

Лист

45

Продолжение таблицы 3.1

| Операция | Эскиз обработки детали | Инструмент |
|--------------------------------|--|--|
| <p>020 – зубофрезерная</p> |  | <p>Зуборезный станок 528СФ3 с ЧПУ[20]</p> |
| <p>025 – сверлильная</p> |  | <p>Радиально- сверлильный станок 2А554[22]</p> |

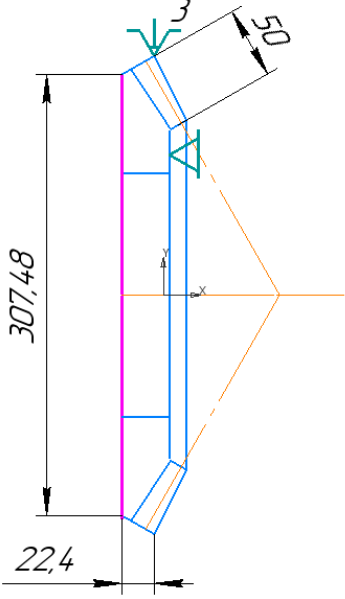
| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР

Лист

46

Окончание таблицы 3.1

| | | |
|-------------------------------|--|--|
| 030 – шлифовальная |  | Станок круглошлифовальный 3У142[23] |
| 035 – промывочная | | Моечная машина |
| 040 – технический контроль | | Стол ОТК Профилограф- профилометр HOMMEL TESTER T1000[24] |

Выводы по разделу четыре

В данном разделе выпускной квалификационной работы был разработан технологический процесс изготовления ведомой шестерни конического редуктора ДТ-30. Представленный маршрутно-операционный технологический процесс обеспечивает выполнение всех требований конструкторской документации за счет выполнения принципов совмещения баз и определенности базирования.

4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

4.1 Организационная часть выпускной квалификационной работы

Для достаточно полного отражения взаимосвязи и характеристики работ предполагается использование моделей проектов или разработок. Традиционно предполагается использование моделей типа ленточных план-графиков Ганнта, позволяющих отразить календарные сроки начала и окончания работ и для определения времени, затраченного на выполнение всех работ. Ленточные графики составляются в пределах не расчетного, а за заданного срока выполнения всего комплекса работ. На основании данных из ленточного графика бюро планирования составляет рабочие планы – графики работы подразделений предприятия. Составляются задания руководителями подразделений для исполнителей с указанием сроков работ. Для своевременного и организованного выполнения работ по дипломному проектированию мы будем использовать этот план-график в качестве плана.

По горизонтали на ленточном графике отмечается работа. На графике Ганнта (таблица 5.1.) весь цикл работ по дипломному проектированию изображается отрезками прямых, с учетом того, что они могут выполняться параллельно и последовательно. Продолжительность дипломного проектирования около 90 дней.

Полученные данные после построения план-графика Ганнта (ожидаемая продолжительность работ, категории количество исполнителей) будут использоваться в экономическом этапе для расчета капитальных затрат.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 48 |

| № п.п. | Этап работ | Исполнители | | Продол- жительность, раб. дни | Рабочие дни | | | | | | |
|--------|--|--|------------|-------------------------------------|-------------|------|-------|-------|-------|-----|-------|
| | | категория | кол- во | | 1-5 | 6-10 | 11-15 | 16-20 | 21-25 | ... | 85-90 |
| 1 | Общие сведения | Инженер | 1 | 2 | — | | | | | | |
| 2 | Обзор существующей техни- ки | Инженер | 1 | 6 | — | | | | | | |
| 3 | Технико-экономическое обоснование проекта | Руководитель темы. Инженер | 1 1 | 10 | — | | | | | | |
| 4 | Конструкторская и техно- логическая часть | Руководитель темы, инженер | 1 1 | 30 | | | | — | | | |
| 5 | Экономическая часть | Консультант по эко- ном. части Инженер | 1 1 | 10 | | | | — | | | |
| 6 | Раздел БЖД | Консультант БЖД Инженер | 1 1 | 10 | | | | — | | | |
| 7 | Разработка конструктор- ской документации | Руководитель темы. Инженер. | 1 1 | 60 | | | | | | | — |

Таблица 5.1 -- План-график Гантта (ленточный) выполнения НИОКР

4.2 Экономическая часть выпускной квалификационной работы

1)Предпроизводственные затраты

Рассчитаем сметную себестоимость $C_{см}$, которая представляется как сумма следующих типовых статей затрат:

$$C_{см} = C_M + C_{з.п.осн.} + C_{з.п.доп.} + C_{с.с.} + C_{накл.}, \quad (4.1)$$

где C_M - прямые материальные затраты; $C_{з.п.осн.}$ - затраты по основной заработной плате исполнителей; $C_{з.п.доп.}$ - затраты по дополнительной заработной плате исполнителей; $C_{с.с.}$ - отчисление по единому социальному налогу; $C_{накл.}$ - накладные (общехозяйственные налоги).

В составе прямых материальных затрат C_M учитываются затраты на потребляемые ресурсы, которые приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Расчет затрат на материалы для выполнения НИОКР

| Наименование | Единица измерения | Количество | Стоимость, руб. | Сумма, руб. |
|------------------------|-------------------|------------|-----------------|-------------|
| Бумага А4 | Пачка | 2 | 220,00 | 440 |
| Ватман А1 | Пачка, 5 листов | 3 | 295,5 | 886,5 |
| Персональный компьютер | Шт. | 1 | 60000 | 60000 |
| Лицензия Компас 3Д | Шт. | 1 | 146000 | 146000 |
| Стол компьютерный | Шт. | 1 | 3924 | 3924 |

Величина затрат C_M рассчитывается по формуле:

$$C_M = k_T \sum_{i=1}^m C_i N_{расх}, \quad (4.2)$$

где k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы;

C_i – цена приобретения единицы i -го вида ресурсов, руб./ шт.;

$N_{расх}$ – количество материальных ресурсов i -го вида.

$$C_M = 1,2(440 + 886,5 + 60000 + 146000 + 3924) = 253500 \text{ руб.}$$

2) Основная заработная плата

Затраты по основной заработной плате исполнителей проекта планируются с учетом продолжительности отдельных этапов проекта и его общей продолжительности, с применением данных о нормах оплаты труда специалистов и их степени занятости (для некоторых категорий - трудоемкости работ). Основную заработную плату рассчитаем по отдельным работам (исполнителям).

Оплата труда научно-производственного персонала, непосредственно принимавшего участие в разработке темы, относится к основной заработной плате $C_{з.п.осн.}$. Данные по трудоемкости отдельных этапов нам понадобятся для вычисления затрат по основной заработной плате. Для расчета основной заработной платы у научных работников, ИТР и служащих необходимо определить их среднедневной заработок.

В основную заработную плату включают прямую заработную плату сотрудников и дополнительный районный коэффициент. Районный коэффициент равен 15% от прямой заработной платы.

Таблица 4.3 – Заработная плата по категориям работников

| Исполнители | Оклад, руб. | Трудоемкость, чел.-дн. | ПЗП, руб. | Районный коэффициент | ОЗП, руб. |
|------------------------------------|-------------|------------------------|-----------|----------------------|------------|
| Руководитель | 35000 | 100 | 145833,3 | 21874,995 | 167708,295 |
| Инженер | 30000 | 128 | 160000 | 24000 | 184000 |
| Консультант по БЖД | 33000 | 10 | 13750 | 2062,5 | 15812,5 |
| Консультант по экономической части | 33000 | 10 | 13750 | 2062,5 | 15812,5 |
| Сумма | | | | | 383333,295 |

$$L_{ср.д.} = \frac{L_0}{F}, \quad (4.3)$$

где $L_{\text{ср.д}}$ – среднедневная заработная плата, руб.;

L_0 – оклад за месяц, руб.;

F – месячный фонд времени (рабочие дни).

Среднедневной заработок консультанта найдем по формуле:

$$L_{\text{ср.д.}} = \frac{33000}{22} = 1500 \text{ руб}$$

Среднедневной заработок инженера найдем по формуле:

$$L_{\text{ср.д.}} = \frac{30000}{22} = 1363,63 \text{ руб}$$

Среднедневной заработок руководителя дипломного проекта найдем по формуле:

$$L_{\text{ср.д.}} = \frac{35000}{22} = 1590,90 \text{ руб}$$

Тогда определим по формуле заработную плату за выполнение определенного этапа проекта:

$$L = L_{\text{ср.д.}} \cdot t \quad (4.4)$$

где L - заработная плата за выполнение определенного этапа НИОКР;

$L_{\text{ср.д.}}$ среднедневная заработная плата исполнителя;

t – трудоемкость работы, чел.-дни.

Определим заработную плату за выполнение определенного этапа проекта консультанта:

$$L = (1500 \cdot 10) \cdot 2 = 30000 \text{ руб}$$

Определим заработную плату за выполнение определенного этапа работ инженера:

$$L = 1363,63 \cdot 128 = 174544,64 \text{ руб}$$

Определим заработную плату за выполнение определенного этапа работ руководителя проекта:

$$L = 1590,90 \cdot 100 = 159090 \text{ руб}$$

Заработная плата для рабочих рассчитывается на основе тарифной системы. Вначале устанавливаем общий объем работы по видам: сборка, монтаж, наладка и т.д., норма-час. Затем по каждому виду работ определяем средний разряд и на его основе - средняя стоимость одного норма-часа. Суммарную заработную плату рабочих по видам работ определяем по формуле:

$$L = \sum_{1}^n 1_{\text{ср.}i} t_i \text{ руб.}, \quad (4.5)$$

где L — заработная плата рабочих по всем видам работ, руб.;

n — количество видов работы;

$1_{\text{ср.}i}$ — средняя стоимость одного нормо-часа, i -го вида работ, руб./нормо-час;

t_i — трудоемкость i -го вида работ, нормо-час

$$L = \sum_1^3 135 \cdot 1.6 = 648 \text{ руб./нормо-час}$$

Расчет основной заработной платы по всем категориям работников сводится в таблице 4.4:

Таблица 4.4 – Ведомость основной заработной платы

| Код этапа (работы) | Категория персонала | Численность исполнителей | Количество чел.-дней, подлежащих отработке. | Средняя зарплата в день, руб. | Сумма основной заработной платы по этапу, руб. |
|---|---------------------|--------------------------|---|-------------------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 01 Общие сведения | Инженер | 1 | 2 | 1363,63 | 2727 |
| 02 Обзор существующей техники | Инженер | 1 | 6 | 1363,63 | 8182 |
| 03 Технико-экономическое обоснование проекта | Руководитель | 1 | 10 | 1590,90 | 15909 |
| | Инженер | 1 | 10 | 1363,63 | 13636 |
| 04 Конструкторская часть | Руководитель | 1 | 30 | 1590,90 | 47727 |
| | Инженер | 1 | 30 | 1363,63 | 40909 |

Продолжение таблицы 4.4

| | | | | | |
|---|---|---|----|---------|-------|
| 05 Экономическая часть | Консультант по экономической части | 1 | 10 | 1500 | 15000 |
| | Инженер | 1 | 10 | 1363,63 | 13636 |
| 06 Раздел БЖД | Консультант по БЖД | 1 | 10 | 1500 | 15000 |
| | Инженер | 1 | 10 | 1363,63 | 13636 |
| 07 Разработка конструкторск ой документации | Руководитель | 1 | 60 | 1590,90 | 95454 |
| | Инженер | 1 | 60 | 1363,63 | 81818 |
| Итого: 363634 | | | | | |

Так же необходимо рассчитать дополнительную заработную плату $C_{з.п.доп}$ исполнителей проекта, с учетом величины доплат за отклонения от нормальных условий труда, выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций, предусмотренных ТК РФ. Затраты по дополнительной заработной плате персонала, занятого по проекту:

$$C_{з.п.доп} = C_{з.п.оос} \cdot \alpha \quad (4.6)$$

$$C_{з.п.доп} = 363634 \cdot 0,12 = 43636$$

Отчисления по единому социальному налогу $C_{Е.Н.}$ учитывают взносы организации в государственные внебюджетные фонды (Пенсионный фонд РФ, Фонд социального страхования РФ, Фонд обязательного медицинского страхования РФ). Ставки взносов устанавливаются Налоговым кодексом РФ, их величина дифференцирована в зависимости от зарплаты персонала организации. При обосновании сметной себестоимости темы ДП величину $C_{Е.Н.}$ определяем по формуле:

$$C_{Е.Н.} = (C_{з.п.оос} + C_{з.п.доп})k_c, \quad (4.7)$$

где k_c – коэффициент, соответствующий ставке единого социального налога.

$$C_{E.H.} = (363634 + 43636) \cdot 0,3 = 122181 \text{руб}$$

Накладные (общехозяйственные) расходы $C_{\text{накл}}$ учитывают затраты организации на зарплату управленческого персонала и персонала функциональных служб, на содержание и ремонт зданий и сооружений организации, иные расходы. Величину $C_{\text{накл}}$ определим:

$$C_{\text{накл.}} = C_{\text{З.П.О.О.С.}} \cdot k_n, \quad (4.8)$$

где k_n – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

$$C_{\text{накл.}} = 363634 \cdot 0,5 = 181817 \text{руб}$$

Теперь по формуле (4.1) рассчитаем смету затрат на выполнение работы:

$$C_{\text{СМ}} = 253500 + 363634 + 43636 + 122181 + 181817 = 964768$$

Все полученные данные расчетов сведем в ведомость затрат этапов выпускной квалификационной работы, таблица 5.5.

Таблица 4.5 – Ведомость затрат этапов ВКР

| Статьи затрат | Базовая сметная стоимость, тыс. руб. | Удельный вес элементов затрат в сметной стоимости, % | Плановая сметная стоимость тыс. руб. |
|---------------------------------|--------------------------------------|--|--------------------------------------|
| Материалы | 253500 | 26,27 | 256853 |
| Основная заработная плата | 363634 | 37,69 | 359547 |
| Дополнительная заработная плата | 43636 | 4,5 | 42595 |
| Социальные отчисления | 122181 | 12,6 | 121510 |
| Прочие накладные расходы | 181817 | 18,94 | 181500 |
| Всего по теме | 964768 | 100 | 962500 |

2) Оценка коммерческой состоятельности выпускной квалификационной работы

Экономический эффект от новой техники может быть рассчитан от снижения ее себестоимости, от изменения расходов на ее эксплуатации, от увеличения срока службы и др.

В общем случае капитальные вложения (инвестиции) в строительство и организацию работ ($K_{\text{СУМ}}$) по выпуску новой продукции включает в себя

$$K_{\text{СУМ}} = K_{\text{пр}} + K_{\text{об}} + K_{\text{сопр}} + K_{\text{НИОКР}} \quad (4.9)$$

где $K_{\text{пр}}$ – прямые капитальные вложения, руб.;

$K_{\text{об}}$ – минимально необходимые оборотные средства;

$K_{\text{сопр}}$ – сопряженные капитальные вложения, руб.;

$K_{\text{НИОКР}}$ – капитальные вложения в НИОКР.

В выпускном квалификационном проекте рассматриваются реальные инвестиции, при этом учитываются только прямые капитальные вложения:

$$K_{\text{пр}} = (0,5...0,9)C_{\text{пол}} \cdot A_{\Gamma} \quad (4.10)$$

где $C_{\text{пол}}$ – полная себестоимость, которая равна

$$C_{\text{пол}} = m \cdot k_{\text{изг.}} \cdot C_{\text{рын.мет.}}$$

где m – масса изделия;

$k_{\text{изг.}}$ - коэффициент затрат на производство, который принимаем 2,5;

$C_{\text{рын.мет.}}$ – средняя рыночная стоимость металлопроката, принимаем 60 руб. за килограмм;

$$C_{\text{пол}} = 159 \cdot 2,5 \cdot 60 = 23850 \text{ руб.}$$

A_{Γ} – программа выпуска продукции, которая равна 250 шт.

Подставим эти данные в уравнение и получим:

$$K_{\text{пр}} = 0,6 \cdot 23850 \cdot 250 = 3577500$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------------------|------|
| | | | | | 23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 56 |

Расчёт оптовой цены (4.11):

$$C_{\text{опт}} = C_{\text{п}} + \text{П}, \quad (4.11)$$

где $C_{\text{пол}}$ – полная себестоимость;
 П – прибыль от продаж;

Найдём прибыль от продаж (4.12):

$$\text{П} = C_{\text{п}} \cdot \frac{K_{\text{прб}}}{100\%}, \quad (4.12)$$

где $K_{\text{прб}}$ – уровень рентабельности (принимается равным 30%).

$$\text{П} = 23850 \cdot 0.3 = 7155 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{опт}} = 23850 + 7155 = 31005 \text{ руб.}$$

Расчёт отпускной цены по формуле (4.13):

$$C_{\text{отп}} = \text{П} + C_{\text{п}} + \text{Н}, \quad (4.13)$$

где Н – налог.

Найдём налог (4.14):

$$\text{Н} = C_{\text{опт}} \cdot \frac{20\%}{100\%}. \quad (4.14)$$

$$\text{Н} = 23850 \cdot 0,2 = 4770 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{отп}} = 23850 + 7155 + 4770 = 35775 \text{ руб.}$$

Рассчитаем период окупаемости проекта, то есть минимальный временной интервал (от начала осуществления инвестиционного проекта), за пределами которого суммарный эффект становится равным нулю и остается в дальнейшем положительным.

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{сум}}}{P_p}, \quad (4.11)$$

где $T_{\text{ок}}$ – период окупаемости;
 $K_{\text{сум}}$ – ежегодные капитальные вложения;
 P_p – проектная прибыль.

$$P_p = P_{\text{б}} k_{\text{н.п.}}, \quad (4.12)$$

где $P_{\text{б}}$ – балансовая (общая) прибыль;
 $k_{\text{н.п.}}$ – коэффициент, учитывающий налог на прибыль, $k_{\text{н.п.}} = 0,76$.

Балансовая (общая) прибыль от реализации продукции определяется как разность отпускной цены изделия ($C_{\text{отп}}$) и плановой ее полной себестоимости ($C_{\text{пол}}$) с учетом годовой программы выпуска

$$P_{\text{б}} = (C_{\text{отп}} - C_{\text{пол}}) A_{\text{г}} \quad (4.13)$$

$$P_{\text{б}} = (35775 - 23850) \cdot 250 = 2981250 \text{ руб.}$$

$$P_p = 2981250 \cdot 0,76 = 2265750 \text{ руб.}$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{3577500}{2265750} = 1,57 \text{ г.}$$

Графической иллюстрацией срока окупаемости ВКР является график денежных потоков рисунок 4.1.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | 23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 58 |

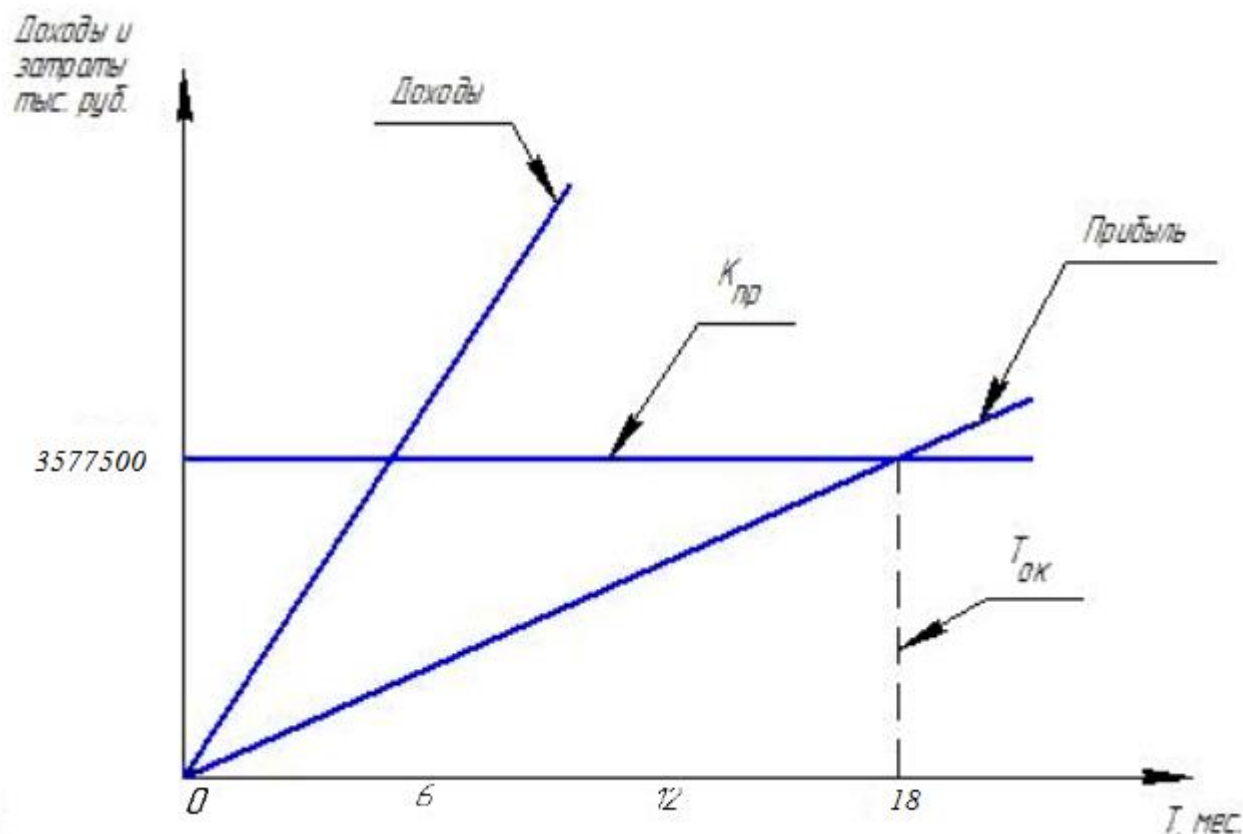


Рисунок 4.1 – График денежных потоков

Точка безубыточности проекта показывает критический объем производства ($A_{кр}$), при котором прибыль становится нулевой, так как выручка от реализации совпадает с издержками производства. Определим точку безубыточности проекта по формуле:

$$A_{кр} = \frac{B}{C_{отп.} - a} \quad (4.14)$$

где B – условно–постоянные издержки на весь выпуск, руб./год;

$C_{отп.}$ – отпускная цена предприятия, руб./шт.;

a – условно-переменные издержки на единицу продукции, руб./шт.

В расчетах принимаются значения условно-постоянных издержек, как 70% полной себестоимости, а значения условно переменных издержек – 30% от полной себестоимости.

$$A_{кр} = \frac{4173750}{31005-7155} = 175 \text{ шт/год}$$

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

Графически «точка безубыточности» рассчитываются по формулам, учитывающим зависимость объемов реализации (V_p) и общих издержек от объемов выпуска и реализации (C):

$$V_p = \Pi_{отп} A_r \quad (4.15)$$

$$C = a A_r + B \quad (4.16)$$

$$V_p = 31005 \cdot 250 = 250 \text{ руб/год}$$

$$C = 7155 \cdot 250 + 4173750 = 5962500 \text{ руб/год}$$

Графической иллюстрацией определения точки безубыточности служит рисунок 5.2.

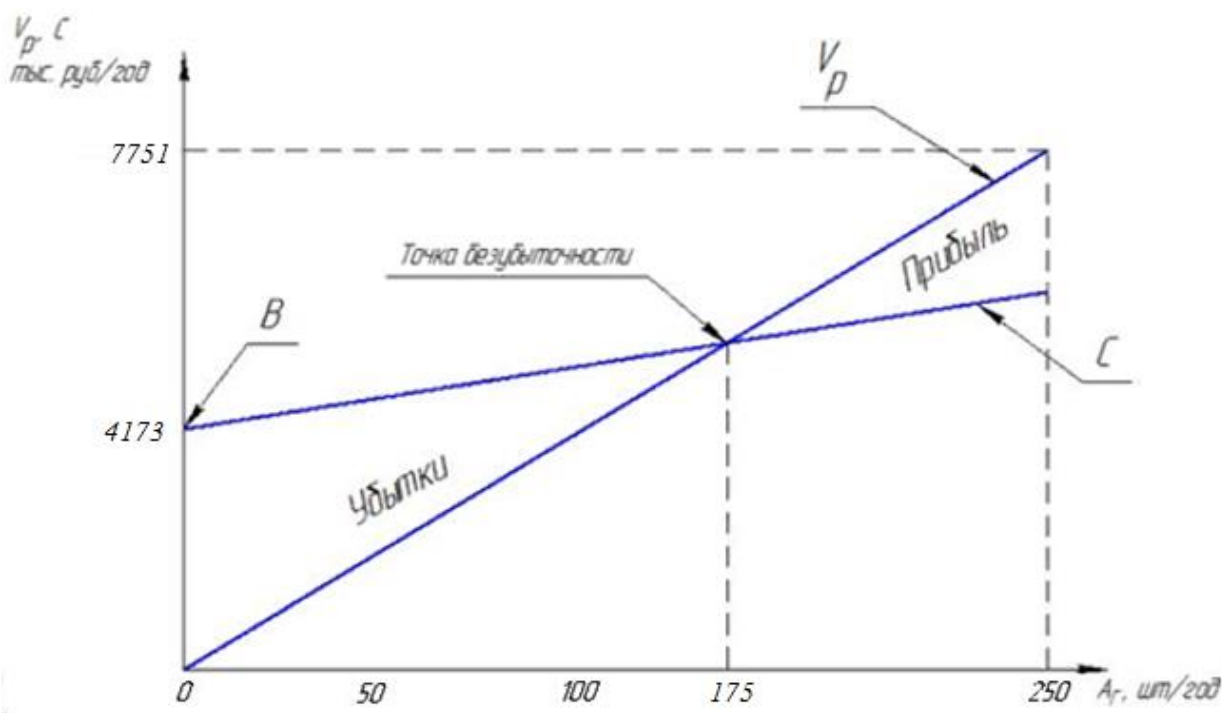


Рисунок 4.2 – Анализ безубыточности производства

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

Таблица 4.6– Техничко-экономические показатели ВКР

| № п.п | Наименование показателей | Единица измерения | Изделие | |
|-------|--------------------------|-------------------|---------|---------|
| | | | базовое | новое |
| 1 | Годовая программа | шт. | 250 | 250 |
| 2 | Полная себестоимость | руб. | - | 23850 |
| 3 | Оптовая цена | руб. | - | 31005 |
| 4 | Прибыль | руб./год | - | 2265750 |
| 5 | Инвестиции | тыс.руб. | - | 3577500 |
| 6 | Срок окупаемости | год | - | 1,57 |
| 7 | Точка безубыточности | шт. | - | 175 |

Выводы по разделу пять

В данном разделе выпускной квалификационной работы представлена оценка рынка сбыта данного изделия. Выполнен расчет затрат на изготовление и определена себестоимость изделий ходовой группы бульдозера. Рассчитана себестоимость изделия. Дана оценка коммерческой состоятельности и эффективности инвестиций. Подсчитана приблизительная прибыль и срок окупаемости данного изделия, который составляет 18 месяцев. Построены графические зависимости анализа безубыточности производства и график денежных потоков. Составлена таблица технико-экономических показателей выпускной квалификационной работы.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Введение

Безопасность жизнедеятельности (БЖД) – система знаний, предназначенная для обеспечения безопасности обитания человека в производственной и непромышленной среде. В условиях быстро растущего производства, внедрения новой техники и технологий, научно-технического прогресса проблема безопасности жизнедеятельности приобретает особую актуальность. В качестве одного из основных прав граждан в Конституции Российской Федерации, закреплено право на охрану здоровья статья 41. Право работника на здоровье и безопасные условия труда являются следствием этого. Так же эти права закреплены в форме субъективного права в статье 37 Конституции.

Следствием этого является и право работника на здоровье и безопасные условия труда, которые также в качестве отдельного принципа и в форме субъективного права закреплены в статье 37 Конституции.

Требования охраны труда, согласно трудовому кодексу (статья 211), обязательны для исполнения юридическими и физическими лицами при проектировании, строительстве (реконструкции) и эксплуатации объектов, конструировании машин, механизмов и другого оборудования, разработке технологических процессов, организации производства и труда. Устанавливаются правила, процедуры и критерии, направленные на сохранение жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности.

Задачей раздела по безопасности жизнедеятельности – выявление всех опасных и вредных производственных факторов, возникающих в процессе изготовления конического редуктора, а также обеспечение безопасности на высоком уровне и выяснение способов снижения травматизма.

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 [16] в процессе производства ходовой группы тележек могут возникнуть следующие опасные и вредные производственные факторы:

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | 23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 62 |

- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- повышенный уровень вибрации;
- нарушение микроклиматических условий производственной среды;
- нарушение условий освещенности на рабочем месте;
- нарушение требований безопасности при работе с инструментами (ручными, электрическими и пневматическими);
- нарушение пожаробезопасности.

Длительное нахождение человека в зоне влияния нескольких различных неблагоприятных факторов может привести к возникновению различных заболеваний. Для снижения вредного воздействия неблагоприятных факторов на организм человека осуществляют нормирование опасных и вредных производственных факторов.

5.2 Нормирование опасных и вредных производственных факторов

5.2.1 Микроклимат производственных помещений

Санитарные правила устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений с учетом интенсивности энергозатрат работающих, времени выполнения работы, периодов года и содержат требования к методам измерения и контроля микроклиматических условий.

Микроклимат производственных помещений – метеорологические условия внутренней среды этих помещений.

Параметрами, характеризующими микроклимат, являются:

- температура воздуха;
- температура поверхностей;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового излучения.

С изменением внешних природных условий параметры микроклимата так же изменяются.

Оптимальные показатели микроклимата распространяются на всю рабочую зону, допустимые показатели устанавливаются дифференцированно для постоянных и непостоянных рабочих мест. Микроклиматические условия в производственных помещениях регламентируются СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [17], СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах».

Работа операторов станков и сборщиков относится к категории Пб (работы с интенсивностью энерготрат 201 - 250 ккал/ч (233 - 290 Вт), связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением). Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах представлены в таблице 6.1., в таблицах 6.2., 6.3., приведены допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Таблица 5.1 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

| Период года | Категория работ по уровню энерготрат, Вт | Температура воздуха, °С | Температура поверхности, °С | Относительная влажность воздуха, % | Скорость движения воздуха, м/с |
|-------------|--|-------------------------|-----------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Холодный | Пб(233-290) | 17-19 | 16-20 | 60-40 | 0,2 |
| Теплый | | 19-21 | 18-22 | 60-40 | 0,3 |

Таблица 5.2 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений часть 1

| Период года | Категория работ по уровню энерготрат, Вт | Температура воздуха, °С | | Температура поверхностей, °С |
|-------------|--|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| | | диапазон ниже оптимальных величин | диапазон выше оптимальных величин | |
| Холодный | Пб (233-290) | 15,0-16,9 | 19,1-22,0 | 14,0-23,0 |
| Теплый | | 16,0-18,9 | 21,1-27,0 | 15,0-28,0 |

Таблица 5.3 - Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений часть 2

| Период года | Категория работ по уровню энерготрат, Вт | Относительная влажность воздуха, % | Скорость движения воздуха, м/с | |
|-------------|--|------------------------------------|---|---|
| | | | для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более | для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более |
| Холодный | Пб (233-290) | 15-75 | 0,2 | 0,4 |
| Теплый | | 15-75 | 0,2 | 0,5 |

Для поддержания температуры воздуха в указанных пределах необходима система центрального водяного отопления. Требования к системам отопления устанавливаются СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» [18].

Для контроля за состоянием микроклимата в производственной зоне используются термометры и измерители влажности.

5.2.3 Производственный шум

Источниками шума в производственных условиях являются работающие ручные механизированные инструменты, станки, механизмы, электрические машины, кузнечнопрессовое, подъемно-транспортное, вспомогательное оборудование (вентиляционные установки, кондиционеры), компрессоры, и т.д.

По характеру спектра шума подразделяются на тональные и широкополосные.

По временным характеристикам шума разделяют на постоянные и непостоянные. В свою очередь непостоянные шумы разделяют на прерывистые, импульсные и колеблющиеся во времени.

В качестве характеристик постоянного шума на рабочих местах, а также для определения эффективности мероприятий по ограничению его неблагоприятного влияния, принимаются уровни звукового давления в децибелах (дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц.

В качестве общей характеристики шума на рабочих местах применяется оценка уровня звука в дБ(А), представляющая собой среднюю величину частотных характеристик звукового давления.

Характеристикой непостоянного шума на рабочих местах является интегральный параметр – эквивалентный уровень звука в дБ(А).

Таблица 5.4 – Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для выполнения всех видов работ в производственных помещениях и на территории предприятий

| Вид трудовой деятельности, рабочее место | Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | | Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА |
|--|--|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|--|
| | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | |
| Выполнение всех видов работ, в производственных помещениях | 107 | 95 | 87 | 82 | 78 | 75 | 73 | 71 | 69 | 80 |

Учитывая, что с помощью технических средств не всегда имеется возможность решить проблему снижения уровня шума, следует выделить большее внимание применению средств индивидуальной защиты (антифоны, заглушки и др.). Эффективность средств индивидуальной защиты обеспечивается их правильным подбором в зависимости от уровней и спектра шума, а также контролем за условиями их эксплуатации.

5.2.4 Производственная вибрация

Вибрацию по способу передачи на человека (в зависимости от характера контакта с источниками вибрации) условно подразделяют на: местную (локальную), передающуюся на руки работающего, и общую, передающуюся через опорные поверхности на тело человека в положении сидя (ягодицы) или стоя (подошвы ног). Общая вибрация в практике гигиенического нормирования обозначается как вибрация рабочих мест. В производственных условиях нередко имеет место сочетанное действие местной и общей вибрации.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) вибрации - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 ч в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ вибрации не исключает нарушение здоровья у сверхчувствительных лиц.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 67 |

Таблица 5.5 – Предельно допустимые значения параметров локальной вибрации по осям Z, X, Y

| Среднегеометрические частоты, Гц | Виброускорение | | | | Виброскорость | | | |
|---|------------------|------|-----|-----|------------------------|-----|-----|-----|
| | м/с ² | | дБ | | м/с · 10 ⁻² | | дБ | |
| | Z | XУ | Z | XУ | Z | XУ | Z | XУ |
| 1 | 1,1 | 0,4 | 121 | 112 | 20,0 | 6,3 | 132 | 122 |
| 2 | 0,79 | 0,45 | 118 | 113 | 7,1 | 3,5 | 123 | 117 |
| 4 | 0,56 | 0,79 | 115 | 118 | 2,5 | 3,2 | 114 | 116 |
| 8 | 0,63 | 1,6 | 116 | 124 | 1,3 | 3,2 | 108 | 116 |
| 16 | 1,1 | 3,2 | 121 | 130 | 1,1 | 3,2 | 107 | 116 |
| 31,5 | 2,2 | 6,3 | 127 | 136 | 1,1 | 3,2 | 107 | 116 |
| 63 | 4,5 | 13,0 | 133 | 142 | 1,1 | 3,2 | 107 | 116 |
| Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни | 0,56 | 0,4 | 115 | 112 | 1,1 | 3,2 | 107 | 116 |

Таблица 5.6 – Предельно допустимые значения транспортной вибрации в октавных полосах частот

| Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц | Виброускорение | | Виброскорость | |
|---|------------------|-----|------------------------|-----|
| | м/с ² | дБ | м/с · 10 ⁻² | дБ |
| 8 | 1,4 | 123 | 2,8 | 115 |
| 16 | 1,4 | 123 | 1,4 | 109 |
| 31,5 | 2,8 | 129 | 1,4 | 109 |
| 63 | 5,6 | 135 | 1,4 | 109 |
| 125 | 11 | 141 | 1,4 | 109 |
| 250 | 22 | 147 | 1,4 | 109 |
| 500 | 45 | 153 | 1,4 | 109 |
| 1000 | 89 | 159 | 1,4 | 109 |
| Корректированные и эквивалентные корректиро- ванные значения и их уровни | 2 | 126 | 2 | 112 |

Основными нормативными правовыми актами, регламентирующими параметры производственных вибраций, являются: «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий» СН 2.2.4/2.1.8.566-96 [18], СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» [17].

5.2.3 Требования к производственному освещению

В производственных помещениях используется 3 вида освещения: естественное (источником его является солнце), искусственное (когда используются только искусственные источники света); совмещенное или смешанное (характеризуется одновременным сочетанием естественного и искусственного освещения).

Совмещенное освещение применяется в том случае, когда только естественное освещение не может обеспечить необходимые условия для выполнения производственных операций.

Действующими строительными нормами и правилами предусмотрены две системы искусственного освещения: система общего освещения и комбинированного освещения.

Освещение производственных помещений регламентируется СП 52.13330.2016, СанПиН 2.2.4.3359-16.

Настоящий свод правил распространяется на проектирование зданий и сооружений различного назначения, места производства работ вне зданий, площадки промышленных и сельскохозяйственных предприятий, железнодорожные пути площадок предприятий, наружное освещение городов, поселков и сельских населенных пунктов, автотранспортных тоннелей.

В данном своде правил для помещений нормируется средняя освещенность на условной рабочей поверхности для любых источников света, кроме оговоренных случаев. Нормируемые значения яркости дорожных покрытий в настоящих нормах приводятся для любых источников света.

Нормированные значения освещенности в люксах, отличающиеся на одну ступень, следует принимать по шкале: 0,2; 0,3; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 10; 15; 20; 30; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 400; 500; 600; 750; 1000; 1250; 1500; 2000; 2500; 3000; 3500; 4000; 4500; 5000.

Нормированные значения яркости поверхности, кд/м² Естественное и искусственное освещение (с Изменением N 1), отличающиеся на одну ступень,

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
| | | | | | 23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 69 |

следует принимать по шкале: 0,2; 0,3; 0,4; 0,6; 0,8; 1; 2; 3; 5; 8; 10; 12; 15; 20; 25; 30; 50; 75; 100; 125; 150; 200; 400; 500; 750; 1000; 1500; 2000; 2500.

У наших работников разряд зрительной работы IVб.

Таблица 5.7 – Нормы по показателям искусственной освещенности

| Наименование производственного участка (группы рабочих мест) | Норма искусственной освещенности в лк | Норма коэффициента пульсации, % | Норма естественной освещенности, КЕО, % |
|---|--|---------------------------------------|--|
| Слесарь- ремонтник | 200 | 20 | >0,8 |

Для общего искусственного освещения помещений следует использовать, как правило, разрядные источники света, отдавая предпочтение при равной мощности источникам света с наибольшей световой отдачей и сроком службы.

Нормируемые характеристики освещения в помещениях и снаружи зданий могут обеспечиваться как светильниками рабочего освещения, так и совместным действием с ними светильников освещения безопасности и (или) эвакуационного освещения.

5.2.4 Правила противопожарного режима ППР от 20.09.2017г. Производственные объекты

Технологические процессы проводятся в соответствии с регламентами, правилами технической эксплуатации и другой утвержденной в установленном порядке нормативно-технической и эксплуатационной документацией, а оборудование, предназначенное для использования пожароопасных и пожаро-взрывоопасных веществ и материалов, должно соответствовать конструкторской документации.

Запрещается совместное применение (если это не предусмотрено технологическим регламентом), хранение и транспортировка веществ и материалов, которые при взаимодействии друг с другом способны воспламеняться, взрываться или образовывать горючие и токсичные газы (смеси).

Руководитель организации при выполнении планового ремонта или профилактического осмотра технологического оборудования обеспечивает соблюдение необходимых мер пожарной безопасности.

5.2.4.1 Огнетушители на производстве ГОСТ Р 51057-2001.

Углекислотные огнетушители

Предназначены для тушения загораний различных веществ и материалов, электроустановок под напряжением до 10000 В (10кВ), двигателей внутреннего сгорания, горючих жидкостей.

Запрещается тушить материалы, горение которых происходит без доступа воздуха.

Принцип действия основан на вытеснении двуокиси углерода избыточным давлением. При открывании запорно-пускового устройства CO₂ по сифонной трубке поступает к раструбу. Углекислота, попадая на горящее вещество, изолирует его от кислорода. CO₂ из сжиженного состояния переходит в твердое (снегообразное). Температура на выходе из раструба резко (от -70С до -80С) понижается, тем самым одной из особенностей этих огнетушителей является понижение температуры в место распыления.

Срок проверки - 1 раз в год (путем взвешивания), перезарядки - 1 раз в 5 лет.

Порошковые огнетушители

Предназначены для тушения пожаров и загораний нефтепродуктов, ЛВЖ и ГЖ, растворителей, твердых веществ, а также электроустановок под напряжением до 1000 В (1кВ).

Принцип действия огнетушителей со встроенным газовым источником давления. При срабатывании запорно-пускового устройства прокалывается заглушка баллона с рабочим газом (углекислый газ, азот). Газ по трубке подвода поступает в нижнюю часть корпуса огнетушителя и создает избыточное давление. Порошок вытесняется по сифонной трубке и шланг к стволу. Нажимая на курок

ствола, можно подавать порошок порциями. Порошок, попадая на горящее вещество, изолирует его от кислорода воздуха.

Принцип действия закачного огнетушителя. Рабочий газ закачан непосредственно в корпус огнетушителя. При срабатывании запорно-пускового устройства порошок вытесняется газом по сифонной трубке в шланг и к стволу-насадке или в с сопло. Порошок можно подавать порциями. Он попадает на горящее вещество и изолирует его от кислорода воздуха.

Срок проверки - 1 раз в год (выборочно), перезарядки - 1 раз в 5 лет.

Правила работы с огнетушителем:

1. При тушении электроустановок порошковым огнетушителем подавай заряд порциями через 3-5 секунд.
2. Не подноси огнетушитель ближе 1м к горячей электроустановке.
3. Направляй струю заряда только с наветренной стороны.
4. Не берись голой рукой за раструб углекислотного огнетушителя во избежание обморожения.
5. При тушении нефтепродуктов пенным огнетушителем покрывают пенной всю поверхность очага, начиная с ближнего края.
6. При тушении горящего масла запрещается направлять струю заряда сверху вниз.
7. Направляй струю заряда на ближний край очага, углубляясь постепенно, по мере тушения.
8. Очаг пожара в нише тушите сверху вниз.
9. По возможности тушите пожар несколькими огнетушителями.

5.3 Заземление и защитные меры электробезопасности ПУЭ 7.

Токоведущие части электроустановки не должны быть доступны для случайного прикосновения, а доступные прикосновению открытые и сторонние проводящие части не должны находиться под напряжением, представляющим опасность поражения электрическим током, как в нормальном режиме работы электроустановки, так и при повреждении изоляции.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | 23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 72 |

Для защиты от поражения электрическим током в нормальном режиме должны быть применены по отдельности или в сочетании следующие меры защиты от прямого прикосновения:

- основная изоляция токоведущих частей;
- ограждения и оболочки;
- установка барьеров;
- размещение вне зоны досягаемости;
- применение сверхнизкого (малого) напряжения.

Для дополнительной защиты от прямого прикосновения в электроустановках напряжением до 1 кВ, следует применять устройства защитного отключения (УЗО) с номинальным отключающим дифференциальным током не более 30 мА.

Для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции должны быть применены по отдельности или в сочетании следующие меры защиты при косвенном прикосновении:

- защитное заземление;
- автоматическое отключение питания;
- уравнивание потенциалов;
- выравнивание потенциалов;
- двойная или усиленная изоляция;
- сверхнизкое (малое) напряжение;
- защитное электрическое разделение цепей;
- изолирующие (непроводящие) помещения, зоны, площадки.

Меры защиты от поражения электрическим током должны быть предусмотрены в электроустановке или ее части либо применены к отдельным электроприемникам и могут быть реализованы при изготовлении электрооборудования, либо в процессе монтажа электроустановки, либо в обоих случаях.

Для заземления электроустановок могут быть использованы искусственные и естественные заземлители. Если при использовании естественных заземлителей сопротивление заземляющих устройств или напряжение прикосновения имеет допустимое значение, а также обеспечиваются нормированные значения напряжения на заземляющем устройстве и допустимые плотности токов в естественных заземлителях, выполнение искусственных заземлителей в электроустановках до 1 кВ не обязательно. Использование естественных заземлителей в качестве элементов заземляющих устройств не должно приводить к их повреждению при протекании по ним токов короткого замыкания или к нарушению работы устройств, с которыми они связаны.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
| | | | | | 23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 73 |

Применение двух и более мер защиты в электроустановке не должно оказывать взаимного влияния, снижающего эффективность каждой из них.

5.3.1 Меры защиты от прямого прикосновения

Основная изоляция токоведущих частей должна покрывать токоведущие части и выдерживать все возможные воздействия, которым она может подвергаться в процессе ее эксплуатации. Удаление изоляции должно быть возможно только путем ее разрушения. Лакокрасочные покрытия не являются изоляцией, защищающей от поражения электрическим током, за исключением случаев, специально оговоренных техническими условиями на конкретные изделия. При выполнении изоляции во время монтажа она должна быть испытана в соответствии с требованиями гл.1.8.

Барьеры предназначены для защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям в электроустановках напряжением до 1 кВ или приближения к ним на опасное расстояние в электроустановках напряжением выше 1 кВ, но не исключают преднамеренного прикосновения и приближения к токоведущим частям при обходе барьера. Для удаления барьеров не требуется применения ключа или инструмента, однако они должны быть закреплены так, чтобы их нельзя было снять непреднамеренно. Барьеры должны быть из изолирующего материала.

5.3.2 Меры защиты от прямого и косвенного прикосновений

Сверхнизкое (малое) напряжение (СНН) в электроустановках напряжением до 1 кВ может быть применено для защиты от поражения электрическим током при прямом и/или косвенном прикосновениях в сочетании с защитным электрическим разделением цепей или в сочетании с автоматическим отключением питания.

В качестве источника питания цепей СНН в обоих случаях следует применять безопасный разделительный трансформатор в соответствии с ГОСТ "Трансформаторы разделительные и безопасные разделительные трансформаторы" или другой источник СНН, обеспечивающий равноценную степень безопасности.

Токосоведущие части цепей СНН должны быть электрически отделены от других цепей так, чтобы обеспечивалось электрическое разделение, равноценное разделению между первичной и вторичной обмотками разделительного трансформатора.

Проводники цепей СНН, как правило, должны быть проложены отдельно от проводников более высоких напряжений и защитных проводников, либо отделены от них заземленным металлическим экраном (оболочкой), либо заключены в неметаллическую оболочку дополнительно к основной изоляции.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 74 |

Вилки и розетки штепсельных соединителей в цепях СНН не должны допускать подключение к розеткам и вилкам других напряжений. Штепсельные розетки должны быть без защитного контакта.

5.3.3 Меры защиты при косвенном прикосновении

Требования защиты при косвенном прикосновении распространяются на:

- корпуса электрических машин, трансформаторов, аппаратов, светильников и т.п.;
- приводы электрических аппаратов;
- шкафы распределительных щитов, щитов управления, щитков и шкафов, а также съемных или открывающихся частей, если на последних установлено электрооборудование напряжением выше 50 В переменного или 120 В постоянного тока (в случаях, предусмотренных соответствующими главами ПУЭ - выше 25 В переменного или 60 В постоянного тока);
- металлические конструкции распределительных устройств, кабельные конструкции, кабельные муфты, оболочки и броню контрольных и силовых кабелей, оболочки проводов, рукава и трубы электропроводки, оболочки и опорные конструкции шинпроводов (токопроводов), лотки, короба, струны, тросы и полосы, на которых укреплены кабели и провода (кроме струн, тросов и полос, по которым проложены кабели с зануленной или заземленной металлической оболочкой или броней), а также другие металлические конструкции, на которых устанавливается электрооборудование;
- металлические оболочки и броню контрольных и силовых кабелей и проводов на напряжения, не превышающие указанные в 1.7.53, проложенные на общих металлических конструкциях, в том числе в общих трубах, коробах, лотках и т.п., с кабелями и проводами на более высокие напряжения;
- металлические корпуса передвижных и переносных электроприемников;
- электрооборудование, установленное на движущихся частях станков, машин и механизмов.

5.3.4 Инструкция по охране труда для слесаря-ремонтника

5.3.4.1 Общие требования безопасности

Настоящая инструкция предусматривает основные требования по организации и проведению безопасной работы слесаря-ремонтника при обслуживании оборудования обогатительной фабрики.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | 23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 75 |

К самостоятельной работе в качестве слесаря-ремонтника допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие:

- профессиональное обучение и имеющие соответствующее удостоверение по профессии;
- предварительный медицинский осмотр и получившие заключение о пригодности к данной профессии;
- вводный инструктаж по безопасности труда, пожарной безопасности и оказанию доврачебной помощи пострадавшему;
- первичный инструктаж на рабочем месте и обученные безопасным методам и приемам выполнения работ.

Слесарь-ремонтник обязан проходить:

- периодические медицинские осмотры - ежегодно;
- повторный инструктаж по безопасности труда - не реже одного раза в квартал;
- обучение безопасным методам и приемам работ и проверку их знаний в объеме программы, утвержденной администрацией предприятия, - один раз в год;
- внеплановый и целевой инструктаж - по мере необходимости.

Слесарь-ремонтник обязан: соблюдать правила внутреннего распорядка и дисциплину труда; своевременно и точно исполнять распоряжения администрации; соблюдать технологическую дисциплину, требования по охране труда, технике безопасности и производственной санитарии; бережно относиться к имуществу предприятия; соблюдать порядок передвижения по железнодорожным путям и автодорогам; знать значения применяемых на предприятии знаков безопасности, звуковых и световых сигналов, быть внимательным к подаваемым сигналам и выполнять их требования.

Каждый неправильно поданный или непонятный сигнал должен восприниматься как сигнал "Стоп".

В течение всей рабочей смены следует соблюдать установленный администрацией режим труда и отдыха. Отдыхать и курить разрешается только в специально отведенных местах.

Слесарь-ремонтник обязан:

- соблюдать на производстве требования пожарной безопасности, а также соблюдать и поддерживать противопожарный режим;
- соблюдать меры предосторожности при проведении работ с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями, горючими газами и другими опасными в пожаро- и взрывоопасном отношении веществами, материалами и оборудованием;

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 76 |

- знать месторасположение главного и запасных выходов из цехов фабрики и пути эвакуации из зоны возникновения пожара или аварии;
- уметь пользоваться первичными средствами пожаротушения.

Правила безопасности перед началом работы

1. Осмотреть, привести в порядок и надеть спецодежду. Застегнуть и заправить ее так, чтобы она не имела свисающих и развевающихся концов. Обувь должна быть с закрытой верхней частью, твердым носком и толстой подошвой.
2. Проверить комплектность, исправность средств индивидуальной защиты.
3. Получить задание на работу и инструктаж по технике безопасности, связанный с особенностями работы.
4. Осмотреть место предстоящих работ или верстак, привести его в порядок, убрать посторонние предметы.
5. Проверить наличие и исправность инструмента, приспособлений. При работе применять только исправный инструмент и приспособления.
6. Убедиться в достаточной освещенности рабочего места. Если необходимо пользоваться переносной электрической лампой, необходимо проверить, есть ли на лампе защитная сетка, исправны ли кабель и изоляционная резиновая трубка.

Требования безопасности во время работы

1. Во время работы слесарь обязан выполнять только ту работу, которая ему поручена.
2. Все работы слесарь должен выполнять по распоряжению или по наряду-допуску (виды работ, производимых по наряду-допуску и распоряжению, указаны в утвержденных главным инженером «Перечне работ, выполняемых по наряду-допуску» и «Перечне работ, выполняемых по распоряжению»).
3. При обслуживании оборудования в местах, не имеющих достаточного освещения должны применяться переносные светильники напряжением не выше 12 В.
4. Очистку светильников и замену перегоревших ламп должен проводить электротехнический персонал.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
| | | | | | 23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 77 |

5. Слесарь должен выполнять только ту работу, которая поручена ему руководителем.
6. Не допускать к месту производства работ посторонних лиц.
7. Работы по ремонту котельного оборудования выполнять по наряду-допуску бригадой, состоящей не менее чем из 3-х человек.
8. Для освещения места производства работ внутри котлов, топок, газоходов, резервуаров применять переносные источники освещения напряжением не выше 12В, выполненные во взрывобезопасном исполнении.
9. При пользовании ручным слесарным инструментом выполнять требования «Инструкции по охране труда при работе с ручным слесарно-кузнечным инструментом».
10. Обо всех неполадках, обнаруженных во время работы, сообщать руководителю подразделения.

Требования безопасности в аварийных ситуациях

1. При обнаружении неисправности оборудования для газопламенных работ (генератора, баллонов, редуктора, резака и т.п.) газосварщик обязан прекратить производство работ и не возобновлять их до устранения неисправности.
2. В случае возникновения загорания необходимо работу прекратить, перенести баллоны, шланги и другое оборудование на безопасное расстояние от места загорания и сообщить об этом бригадиру или руководителю работ. После этого газосварщик должен принять участие в тушении пожара. Пламя следует тушить углекислотными огнетушителями, асбестовыми покрывалами, песком или сильной струей воды.
3. При потере устойчивости свариваемых (разрезаемых) изделий и конструкций работы следует прекратить и сообщить о случившемся бригадиру или руководителю работ. После этого газосварщик должен принять участие в работах по предотвращению обрушения конструкций.

Требования безопасности по окончании работ:

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
| | | | | | | 78 |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

1. Привести в порядок рабочее место и произвести уборку у станка, на котором выполнялась работа.
2. Проверить наличие инструмента, не оставлять его на месте работы, убрать в шкаф.
3. Электро- и пневмоинструмент сдать руководителю работ.
4. Убрать с верстака все детали и уложить их устойчиво в установленное для этого место.
5. Сдать рабочее место и оборудование сменщику или руководителю работ, сообщить о всех замечаниях, неисправностях, неполадках: в работе оборудования, инструмента и приспособлений.

Выводы по разделу пять

В разделе безопасность жизнедеятельности выпускной квалификационной работы проведена идентификация опасностей и оценка рисков. Сформулированы меры, направленные на снижение риска. Сформулирована информация для пользователя.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | 23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 79 |

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе была модернизирована трансмиссия двухзвенного гусеничного снегоболотохода ДТ-30, путем изменения передаточного числа в коническом редукторе.

В процессе работы был произведен анализ схемы трансмиссии, определено передаточное число конической передачи, рассчитаны режимы нагрузки на коническую шестерню, произведен расчет зубчатого зацепления на контактную выносливость и изгиб, произведен расчет прочности валов конического редуктора.

В организационно-экономическом разделе произведен анализ прогрессивности и технологичности проектируемой конструкции, в сравнение с серийным изделием.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | 23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 80 |

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Технические характеристики снегоболотохода ДТ-30. – <http://www.bolotohod.ru/ru/cat1/cat13/183.html>
- 2 Анурьев, В.И., Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. / под ред. И.Н. Жестковой. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001. – Т. 2. – 912 с.
- 3 ГОСТ 4543–71. Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2008. – 28 с.
- 4 Решетов, Д.М. Детали машин – М.: Машиностроение, 1989.
- 5 Дунаев, П.Ф., Детали машин. Курсовое проектирование – М.: Высшая школа, 1984. – 258
- 6 Чернавский, С. А. Проектирование механических передач. – М.: Машиностроение, 1989.
- 7 Штамповочный пресс Trumpf TRUMATIC 200. – <http://biz-gid.ru/products/unit?pid=188429>
- 8 Токарный станок с ЧПУ. – <https://www.machinedeal.com/ru/cnc-lathes-2-axes/240-mb-124867/>
- 9 Зуборезный станок. – <https://www.k-sm.ru/ru/equipment/gear/gear-cutting/zuboreznyj-stanok-528sf3/>
- 10 Горизонтально-протяжной станок. – <http://www.gigant-m.ru/machinery/strogalnye-dolbezhnye-stanki-i-protjazhnye-stanki/protjazhnye-stanki/gorizontalno-protjazhnoj-stanok-mp7a523//>
- 11 Радиально-сверлильный станок 2А554. – http://www.induktor.ru/catalog/endzovye_ustanovki/.
- 12 Станок круглошлифовальный. – <http://www.novator-grp.ru/rus/catalog/260>.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 81 |

- 13 Профилограф-профилометр HOMMEL TESTER T1000. – https://finval.ru/catalog/instrument/sredstva_izmereniya/mitutoyo.
- 14 Заслонов, В.Г. Организационно – экономическая часть дипломного проекта: учебное пособие / В.Г. Заслонов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2009. – 95 с.
- 15 ГОСТ 15467–79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2009. – 21 с.
- 16 ГОСТ 12.0.003–2015. Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М.: Стандартинформ, 2016. – 9 с.
- 17 СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Минздрав России, 1997 – 38 с.
- 18 СНиП 41-01–2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – М.: Госстрой России, 2004. – 45 с.
- 19 ГОСТ 32548–2013. Вентиляция зданий. Воздухораспределительные устройства. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2016. – 16 с.
- 20 ГН 2.2.5.1313–03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. – М.: Минздрав России, 2003. – 19 с.
- 21 СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. – М.: Минстрой России, 2016. – 102 с.
- 22 ГОСТ 12.1.003–83. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. – М.: Изд-во стандартов, 2008. – 18 с.
- 23 СП 51.13330.2011. Защита от шума. – М.: НИИСФ РААСН, 2011. – 18 с.
- 24 ГОСТ 12.1.019–79. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. – М.: Стандартинформ, 2000. – 8 с.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 82 |

- 25 ГОСТ 12.1.030–81. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. – М.: Стандартинформ, 1988. – 16 с.
- 26 ГОСТ 12.1.004–91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования. – М.: Стандартинформ, 2006. – 41 с.
- 27 НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – М.: МЧС России, 2003. – 27 с.
- 28 ГОСТ Р 12.2.143-2009. Система стандартов безопасности труда. Системы фотолюминесцентные эвакуационные. Требования и методы контроля. – М.: Стандартинформ, 2010. – 32 с.
- 29 ГОСТ Р 53325–2012. Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытаний. – М.: Стандартинформ, 2014. – 262 с.
- 30 ГОСТ Р 51616–2000. – Автомобильные транспортные средства. Шум внутренний. Допустимые уровни и методы испытаний. – М.: Стандартинформ, 2007. – 49 с.
- 31 СТО ЮУрГУ 04 – 2008 Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 56 с.
- 32 ГОСТ 4543–71. Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2008. – 39 с.
- 33 ГОСТ 26645–85. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – М.: Изд-во стандартов, 1996. – 36 с.
- 34 ГОСТ 9.306–85. Единая система защиты от коррозии и старения. Покрyтия металлические и неметаллические неорганические. Обозначения. – М.: Изд-во стандартов, 1997. – 17 с.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>23.05.02.2019.006.00.00 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 83 |