МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет	**Кафедра**
«Машиностроения и транспорта»	«Транспортные машины»

Специальность: ***23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства***

Специализация: ***Автомобили и тракторы***

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему:

Повышение проходимости грузового автомобиля ГАЗон NEXT путем разработки подкатного моста

Студент _____ **Беляев Илья Алексеевич**
(подпись, дата)

Руководитель _____ **Войнов А.А.**
(подпись, дата)

Нормоконтролёр _____ **Лебединский К.В.**
(подпись, дата)

Рецензент _____ _____ _____
(должность, место работы) **(подпись, дата)** **(фамилия, инициалы)**

Работа допущена к защите (протокол заседания кафедры от _____ № _____)

Заведующий кафедрой _____ **Салмин В.В.**
(подпись, дата)

Работа защищена с оценкой _____ (протокол заседания ГЭК от _____ № ____)

Секретарь ГЭК _____ **Пименова О.В.**
(подпись, дата)

Пенза 2018 г.

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ МАШИНОСТРОЕНИЯ И ТРАНСПОРТА
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА «ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ»

«Утверждаю»
Заведующий кафедрой «ТМ»

проф. _____ *В.В. Салмин*
подпись
« ___ » февраля 2018 г.

ЗАДАНИЕ
на дипломное проектирование

Студент *гр. 13МН1* специальность *23.05.01*

Беляев Илья Алексеевич

Руководитель проекта: *к.т.н., доцент кафедры «ТМ», А.А. Войнов*

Время дипломного проектирования: *с 05.02.2018 г. по 27.05.2018 г.*

Место преддипломной практики: *ООО «Металлоконструкция», г. Сердобск*
Тема проекта: *Повышение проходимости грузового автомобиля ГАЗон NEXT путем разработки подкатного моста.*

Тема утверждена приказом ПГУ № 1240/о от 05.12.2017

Техническое задание на проект (назначение устройства, условия применения, внешние воздействия, специальные требования и т.п.)
Разработать подкатной (подключаемый по мере необходимости) мост для автомобиля ГАЗон NEXT с целью повышения проходимости транспортного средства.

Объем и содержание основной части проекта

Пояснительная записка (перечень вопросов, подлежащих разработке, расчетов, обоснований, описаний):

- *проведение патентных исследований;*
- *кинематический расчет проектируемой конструкции;*
- *расчет на прочность и жесткость проектируемых деталей;*
- *разработка технологического процесса изготовления червячного вала;*
- *вопросы безопасности жизнедеятельности;*
- *разработка инструкции по эксплуатации модернизированного автомобиля.*

Графическая часть (перечень и содержание чертежей, плакатов)

- *структура дипломного проекта* *1л А1*
- *патентно-информационное исследование* *1л А1*
- *общий вид автомобиля* *1л А1*
- *сборочный чертеж подкатного моста* *1л А1*
- *сборочный чертеж колесного редуктора* *2л А1*
- *плакат по устройству и работе проектируемой конструкции* *2л А1*
- *рабочие чертежи деталей проектируемой конструкции* *1л А1*
- *плакат по технологии изготовления червячного вала* *2л А1*

Литература:

- *патенты по тематике дипломного проекта;*
- *Артёмов И.И., Балакшин А.Б. и др. «Транспортные машины и транспортно-технологические комплексы. Курсовое и дипломное проектирование: методика и общие требования». – Пенза: ПГУ, 2004 г.*

Консультанты и содержание дополнительных разделов (указывается конкретное содержание задания)

По конструкции устройства: *«трансмиссия автомобиля ГАЗон NEXT»*

Консультант: *к.т.н., доцент* _____ *А.А. Войнов*
подпись

По технологии: «*технологический процесс изготовления червячного вала»*

Консультант: *к.т.н., доцент* _____ *А.А. Войнов*
подпись

По безопасности жизнедеятельности: *«безопасность при эксплуатации многоосных транспортных средств»*

Консультант: *к.т.н., доцент* _____ *А.А. Войнов*
подпись

Дата выдачи задания *05.02.2018 г.*

Руководитель дипломного проекта: *к.т.н., доцент* _____ *А.А. Войнов*
подпись

Задание к исполнению принял студент гр. 13МН1 _____ *И.А. Беляев*
подпись

« 05 » февраля 2018 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

«УТВЕРЖДАЮ»
Руководитель проекта

_____ *Войнов А.А.*
подпись

« ____ » _____ 2018 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения дипломного проекта

Наименование выполняемой работы	Срок исполнения		Отметка о выполнении (Подпись руководителя, консультанта)
	начало	окончание	
1	2	3	4
1. Получение задания на ДП, его уяснение и беседа с руководителем	*27.03.18*	*28.03.18*	
2. Подготовка к выполнению задания	*28.03.18*	*31.03.18*	
3. Подбор и изучение патентов, литературы. Начало работы над ДП	*31.03.18*	*07.04.18*	
4.Обоснование проекта	*07.04.18*	*10.04.18*	
5. Разработка 3D-модели системы повышения проходимости автомобиля	*10.04.18*	*20.04.18*	
6. Сборочный чертеж подкатного моста	*20.04.18*	*29.04.18*	
7. Сборочный чертеж колесного редуктора	*29.04.18*	*03.05.18*	
8. Чертежи деталей	*03.05.18*	*10.05.18*	
9. Расчет планетарного редуктора	*10.05.18*	*14.05.18*	
10. Расчет рессоры подкатного моста	*14.05.18*	*16.05.18*	
11. Расчет червячной передачи	*16.05.18*	*18.05.18*	
12. Разработка технологического процесса изготовления червячного вала	*18.05.18*	*19.05.18*	
13. Эксплуатация многоосных транспортных средств, источники опасностей, техника безопасности при ремонте	*19.05.18*	*20.05.18*	

Продолжение календарного плана

Наименование выполняемой работы	Срок исполнения		Отметка о выполнении (Подпись руководителя, консультанта)
	начало	окончание	
1	2	3	4
14. Руководство по эксплуатации модернизированного автомобиля	*20.05.18*	*21.05.18*	
15. Структура дипломного проекта	*21.05.18*	*24.05.18*	
16. Патентно-информационный обзор	*24.05.18*	*27.05.18*	
17. Общий вид автомобиля	*27.05.18*	*29.05.18*	
18. Предоставление ПЗ и чертежей руководителю на просмотр и подпись	*29.05.18*	*05.06.18*	
19. Полное завершение всех работ и представление заведующему кафедрой на подпись ПЗ (совместно с чертежами, отзывом и рецензией)	*06.06.18*		
20. Подготовка к защите проекта	*с 06.06.18*		
21. Защита дипломного проекта	*По графику*		

Студент группы 13МН1 _____ *Беляев И.А.*

подпись

«___» _____ 2018 г.

УДК − 629.1.02

Беляев И.А. Повышение проходимости грузового автомобиля ГАЗон *NEXT* путем разработки подкатного моста. Пенза: 2018 − 93 стр., 37 ил.

Грузовой автомобиль, проходимость, движитель, подкатной мост.

Настоящий дипломный проект представляет собой законченную расчетно-графическую работу, заключающуюся в повышении проходимости грузового автомобиля ГАЗон *NEXT* путем включения в конструкцию дополнительных движителей подкатного моста.

Дипломный проект содержит: патентно-информационный анализ с описанием наиболее перспективных конструкторских разработок и имеющегося уровня техники, конструкторскую часть с описанием предлагаемой модернизации трансмиссии и необходимыми аналитическими расчетами, технологическую часть с разработкой процесса механической обработки одной из деталей конструкции (червячный вал), раздел практического применения с описанием особенностей сборки и технического обслуживания разработанной конструкции, а также раздел безопасности жизнедеятельности, затрагивающий правила эксплуатации автомобиля, оснащенного предлагаемой модификацей.

Пояснительная записка содержит 93 листа машинописного текста, 37 рисунков, 5 таблиц.

					ПГУ 1.1–10.23.05.01.301.001 ПЗ		
Изм.	*Лист*	*№ докум.*	*Подпись*	*Дат*			
Разраб.		*Беляев*			*Повышение проходимости грузового автомобиля ГАЗон NEXT путем разработки подкатного моста*	*Лит.*	*Лист* 2 / *Листов* 93
Пров.		*Войнов*					
Реценз.						*Каф. «ТМ» гр. 13МН1*	
Н. контр.		*Лебединский*					
Утв.		*Салмин*					

Содержание

Введение……. 5

1 Патентно-информационный обзор……..... 6

1.1 Проходимость автомобиля……. 6

1.2 Влияние движителя на опорно-сцепную проходимость автомобиля…… 9

1.3 Ведущие мосты многоосных грузовиков……. 17

1.4 Патентный поиск…… 20

Выводы…… 21

2 Конструкторская часть……. 23

2.1 Конструкция и работа системы изменения дорожного просвета……. 23

2.2 Расчет планетарного редуктора…… 28

2.2.1 Определение числа зубьев колес…… 28

2.2.2 Определение коэффициента полезного действия редуктора……. 30

2.2.3 Выбор материала и допускаемые напряжения передачи…… 31

2.2.4 Геометрический расчет передачи…… 34

2.3 Расчет рессоры……. 35

2.3.1 Определение основных параметров рессоры…… 37

2.3.2 Расчет геометрических параметров листов проектируемой рессоры……. 38

2.4 Геометрический расчет червячной передачи…… 42

Выводы…… 46

3 Технологическая часть…… 47

3.1 Служебное назначение детали…….. 47

3.2 Технические требования к изготовлению червячного вала…… 47

3.3 Общая характеристика процесса обработки червячного вала…… 48

Выводы…… 59

4 Практическое применение…… 60

4.1 Сборка и регулировка червячной передачи…….. 60

4.2 Обкатка нового автомобиля с модернизированной трансмиссией……. 63

Выводы…… 70
5 Безопасность жизнедеятельности…… 71
5.1 Эксплуатация многоосных транспортных средств, источники опасностей.. 71
5.2 Требования безопасности при ремонте трансмиссии грузового автомобиля 79
Выводы…… 85
Заключение……. 86
Список использованных источников……... 89
Приложение А (обязательное) Патентные документы
Приложение Б (обязательное) Чертежи и спецификации
Приложение В (обязательное) Комплект технологической документации

Введение

В настоящее время очень остро стоит проблема конкурентоспособности отечественных автомобилей на российском рынке. Автомобили отечественного производства нередко уступают зарубежным аналогам по тягово-экономическим, технико-эксплуатационным и экологическим показателям.

Поэтому необходимо совершенствовать существующие и разрабатывать новые конструкции и технологии, позволяющие достигнуть современного мирового уровня.

Применение современных методов проектирования даёт возможность ускорить конструкторские расчеты, осуществить математическое моделирование сложных физических процессов, учитывать значительно большее число факторов при расчётах а, следовательно, более обоснованно выбирать конструктивные параметры проектируемого автомобиля.

Главные направления в решении поставленной проблемы следующие:

1) повышение эксплуатационных показателей автомобиля;
2) снижение расхода топлива;
3) снижение токсичности отработанных газов;
4) повышение надёжности деталей, узлов, агрегатов и автомобиля в целом;
5) повышение комфортабельности;
6) повышение активной и пассивной безопасности пассажиров.

Целью конструкторской разработки представленной работы является повышение проходимости грузового автомобиля ГАЗон *NEXT*. Для достижения поставленной цели в дипломном проекте решаются задачи по выбору оптимальной схемы модернизации трансмиссии автомобиля, производится обоснование и описание принципа действия выбранного конструкторского решения, а также производится расчет элементов трансмиссии транспортного средства.

1. Патентно-информационный обзор

1.1 Проходимость автомобиля

Проходимость автомобиля – это его способность двигаться по плохим дорогам и в условиях бездорожья, а также преодолевать различные препятствия, встречающиеся на пути. Проходимость определяется способностью преодолевать сопротивление качению (используя тяговые силы на колесах), габаритными размерами транспортного средства, способностью автомобиля преодолевать препятствия, встречающиеся на дороге.

Основным фактором, характеризующим проходимость, является соотношение между наибольшей тяговой силой, и силой сопротивления движению. В большинстве случаев проходимость автомобиля ограничивается недостаточной силой сцепления колес с дорогой и в связи с этим невозможностью использовать максимальную тяговую силу. Для оценки проходимости автомобиля по грунту пользуются коэффициентом сцепной массы, определяемым делением массы, приходящейся на ведущие колеса на общую массу автомобиля.

Коэффициент сцепной массы для различных автомобилей отличается и наибольшую проходимость имеют автомобили, у которых все колеса являются ведущими. В случае применения прицепов, увеличивающих общую массу автопоезда, но не изменяющих сцепную массу, проходимость резко снижается.

На величину сцепления ведущих колес с дорогой значительное влияние оказывает удельное давление шин на дорогу и рисунок протектора. Удельное давление определяется делением массы, приходящейся на колесо, на площадь отпечатка шин. На рыхлых грунтах проходимость автомобиля будет лучше, если удельное давление будет меньше. На твердых и скользких дорогах проходимость улучшается при большом удельном давлении.

Шины с крупным рисунком протектора на мягких грунтах будут иметь отпечаток большей площади и меньшее удельное давление; на твердых грунтах

отпечаток этой шины будет меньшей площади и удельное давление увеличивается.

При движении по мягкому или заболоченному грунту применяют арочные шины, дающие большой отпечаток и меньшее удельное давление, а также применяют автомобили, где давление воздуха в шинах может регулироваться.

На проходимость автомобиля влияет также разная ширина колеи передних и задних колес. При совпадении колеи передних и задних колес задние колеса катятся по уже прорезанной колее, поэтому сопротивление их качению уменьшается, а проходимость автомобиля повышается, за исключением болотистой местности, где задние колеса могут проваливаться.

Проходимость автомобиля определяется и по геометрическим параметрам (рисунок 1.1).

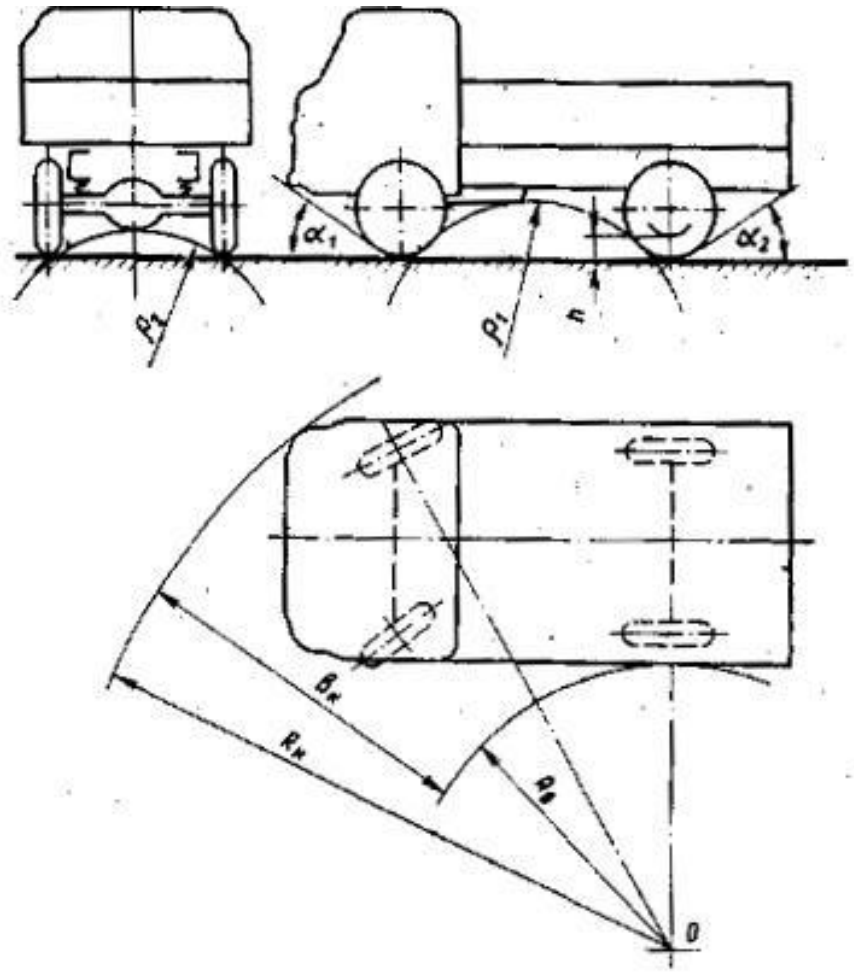


Рисунок 1.1 – Геометрические параметры проходимости

Геометрические параметры проходимости – показатели, характеризующие проходимость подвижного состава по неровностям дороги и его способность вписываться в дорожные габариты. Основными габаритными параметрами проходимости являются: дорожный просвет h, углы переднего $\alpha 1$ и заднего $\alpha 2$ свеса, продольный $\rho 1$ и поперечный $\rho 2$ радиусы проходимости, наружный Rн и внутренний Rв радиусы поворота, поворотная ширина bк коридора, углы гибкости βв в вертикальной и αг в горизонтальной плоскостях.

Дорожный просвет – это расстояние между низшей точкой подвижного состава и дорогой. Он характеризует возможность движения без задевания сосредоточенных препятствий (камней, пней, кочек и т.д.). Обычно дорожный просвет находится под картером главной передачи. Величина его зависит от типа подвижного состава и условий его эксплуатации. Так, для грузовых автомобилей дорожной проходимости дорожный просвет составляет 245 …290 мм, а для повышенной проходимости – 315 … 400 мм. Увеличение дорожного просвета приводит к повышению проходимости, что может быть достигнуто увеличением диаметра колес и уменьшением габаритов главной передачи (например, разнесенная главная передача). Однако увеличение дорожного просвета приводит к повышению центра тяжести подвижного состава, в результате чего может ухудшиться его устойчивость.

Углы переднего и заднего свеса – это углы, образованные плоскостью дороги и плоскостями, касательными к передним и задним колесам и к выступающим низшим точ-кам передней и задней частей подвижного состава. Они характеризуют проходимость по неровным дорогам во время въезда или съезда с препятствия (наезд на бугор, переезд через канаву, яму, кювет и т.д.).

Чем больше величина углов, тем большей крутизны дорожные неровности может преодолеть подвижной состав. Для грузовых автомобилей дорожной проходимости углы свеса составляют: $\alpha 1$=25……42° и $\alpha 2$ – 18 …38°, а для повышенной проходимости – соответственно 35 … 55° и 32 … 42° [12].

Продольные и поперечные радиусы проходимости – это радиусы окружностей, касательных к колесам и низшим точкам подвижного состава соответственно в продольной и поперечной, плоскостях. Эти радиусы определяют контуры препятствий, преодолеваемых подвижным составом без их задевания. Чем меньше указанные радиусы, тем выше проходимость; подвижного состава. Так, например, продольный радиус проходимости для обычных грузовых автомобилей составляет 2,7 … 5,5 м, а для; повышенной проходимости – 2,0 …3,5 м.

Углы гибкости в вертикальной и горизонтальной плоскостях – это углы возможного отклонения оси сцепной петли прицепа от оси тягового крюка. Угол вертикальной гибкости автопоезда характеризует его проходимость по неровностям дороги, а угол горизонтальной гибкости – способность к поворотам, т. е. его маневренность. Для автопоездов с двухосными прицепами углы гибкости составляют: βв не менее ±62° α г не менее ±55°, а для седельных автопоездов βв не менее ±8° и α ± 90°.

1.2 Влияние движителя на опорно-сцепную проходимость автомобиля

Опорно-сцепная проходимость автомобиля зависит от эффективности использования несущих свойств грунта и определяется главным образом конструкцией движителя и трансмиссии автомобиля. Опорно-сцепная проходимость зависит также от формы корпуса, типа подвески, удельной мощности автомобиля и др.

Грунты и снег относятся к дисперсным средам, основным отличием которых от сплошных является то, что находящиеся в них твердые частицы не образуют сплошной массы, а занимают лишь часть объема. При этом прочность связи между отдельными частицами значительно меньше прочности материала этих частиц. При действии внешней нагрузки происходят перемещения, сдвиги отдельных твердых частиц относительно друг друга.

По составу различают минеральные грунты и грунты органического происхождения. Минеральные грунты подразделяются на ряд категорий. В основу такого деления положены размеры и соотношение частиц двух фракций: глинистой и песчаной. Классификация по этим признакам называется гранулометрической. В зависимости от относительного содержания глинистых и песчаных фракций минеральные грунты делятся на глины (содержание глинистых частиц по массе более 30%), суглинистые грунты – (10...30%), супесчаные (3...10 %) и песчаные (менее 3 %).

Грунты, состоящие из отложений частиц органического вещества, занимают особое место. К ним относятся различные виды торфяно-болотных и илистых грунтов, которые различаются по влажности, составу и происхождению.

Механические свойства грунтов в большой степени зависят от их влажности. При незначительном увлажнении связных грунтов вода находится в них в виде тонких пленок или заполняет тончайшие волосяные промежутки между частицами. В таком состоянии она малоподвижна, слабо испаряется и способствует повышению связности грунта.

С повышением содержания воды заполняются более крупные поры грунта и увеличивается толщина водяных пленок на его частицах. Превышение определенных пределов влажности, характерных для каждого грунта.

Основными параметрами шин, определяющими характер их взаимодействия с опорной поверхностью, являются наружный диаметр и форма поперечного сечения шины. Шины в зависимости от отношения ширины профиля к его высоте делят на четыре типа: тороидные, широкопрофильные, арочные, пневмокатки.

Тороидные шины с нерегулируемым давлением устанавливают обычно на дорожных автомобилях. Радиальная деформация их под номинальной нагрузкой не превышает 12... 15 % высоты профиля. Поэтому опорная площадь небольшая и соответственно давление относительно высокое. Рисунок

протектора, как правило, дорожный, мелкий. Такие шины на деформируемых грунтах не обеспечивают высокой проходимости автомобиля.

В настоящее время изготовляют тороидные шины, способные работать при переменном давлении (шины с регулируемым давлением). Эти шины, установленные на автомобилях повышенной проходимости, обеспечивают их движение по грунтам со слабой несущей способностью.

Широкопрофильные шины первоначально создавались как специальные шины для автомобилей повышенной и высокой проходимости. При нормальном давлении воздуха опорная площадь у широкопрофильных шин на 30...35 % больше, чем у тороидных такой же грузоподъемности. При понижении давления опорная площадь увеличивается более чем в два раза. Рисунок протектора характерен для шин высокой проходимости. В последнее время широкопрофильные шины применяются также и для дорожных лег-ковых и грузовых автомобилей. Такие шины работают при постоянном давлении воздуха в них. Рисунок протектора – дорожный.

Арочные шины имеют профиль в виде арки и сильно развитые грунтозацепы. Работают при постоянном давлении воздуха 0,05...0,15 МПа. Это позволяет обеспечить относительно низкое давление на грунт и хорошее сцепление колес. Скорость движения автомобилей по твердым дорогам ограничена. Такие шины применяют в основном как средство для повышения проходимости автомобилей в определенные сезоны года, устанавливая их вместо сдвоенных колес.

Пневмокатки – специальные шины, имеющие тонкую резинокордную оболочку и работающие при малом внутреннем давлении воздуха (0,02...0,1 МПа). Применяются только на специальных машинах, предназначенных для движения в особо трудных условиях.

Наиболее труднопроходимые для автомобиля грунтовые и заснеженные поверхности в первом приближении могут быть сведены к четырем видам,

различным по физико-механическим свойствам и характеру взаимодействия с движителем: переувлажненный грунт, болото, сухой песок, снег.

Движение по переувлажненному грунту сопровождается образованием колеи, глубина которой оказывает непосредственное влияние на сопротивление качению. Из формулы следует, что глубина колеи зависит от диаметра колеса, ширины профиля и нагрузки на колесо. Этими параметрами определяется среднее давление колеса на грунт. Если бы шина была абсолютно эластичной, давление колеса на грунт определялось бы давлением воздуха в шине. Поскольку часть нагрузки передается через каркас шины, давление на грунт зависит от соотношения жесткости шины и грунта.

Если жесткость шины больше, чем жесткость грунта, она будет погружаться в грунт не деформируясь, т. е. пневматическая шина будет работать как жесткое колесо. Если же жесткость шины меньше жесткости грунта, шина деформируется. Это приведет к увели-чению поверхности контакта шины с грунтом, уменьшению на него давления и сопротивления качению. На деформируемых грунтах площадь опорной поверхности может быть увеличена за счет увеличения ширины шины и ее диаметра и уменьшения давления воз-духа в ней. Наиболее предпочтительным является увеличение диаметра колеса и снижение внутреннего давления в шине, так как с увеличением ее ширины растет объем деформируемого грунта и тем самым увеличивается сопротивление качению. Поскольку при уменьшении давления воздуха в шине площадь контакта растет в большей степени по длине, для повышения проходимости автомобиля целесообразно применять шины, давление воздуха в которых можно уменьшать при движении по деформируемым поверхностям.

Коэффициент сопротивления качению по деформируемым грунтам определяется гистерезисными потерями энергии в шине и затратами ее на перемещение и деформацию грунта. Минимальное сопротивление качению соответствует опре-деленному давлению воздуха в шине. При увеличении

давления воздуха в шине свыше этого значения сопротивление качению возрастает из-за увеличения глубины следа (колеи), а при уменьшении – из-за большой деформации шины.

Очевидно, что для каждого типа и состояния грунта может быть найдено оптимальное давление воздуха в шине, при котором сопротивление качению будет минимальным. Оптимальное давление обеспечивается при установке на автомобилях повышенной и высокой проходимости систем регулирования давления воздуха в шинах.

Возможность движения по деформируемым грунтам определяется также реализуемой окружной силой, максимальное значение которой по аналогии со случаем качения колеса по недеформируемой поверхности будем характеризовать коэффициентом сцепления.

При движении по связным грунтам коэффициент сцепления в значительной степени зависит от давления воздуха в шине, размеров и формы грунтозацепов. С уменьшением давления в шине увеличивается площадь контакта и большее число грунтозацепов вступает в работу. Форма грунтозацепов оказывает влияние на сцепление, самоочищаемость и эластичность шины.

При грунтозацепах с наклонной упорной поверхностью повышается уплотнение грунта между ними, вследствие чего возрастает сопротивление грунта срезу. Сужение грунтозацепа к вершине, а также расположение грунтозацепов под углом 45° к продольной оси шины способствует самоочищаемости протектора и обеспечивает хорошее сцепление ее с грунтом во всех направлениях.

При качении шины с сильно расчлененным протектором по твердой дороге возникают вибрации колеса при ударах грунтозацепов о поверхность дороги. Для устранения этого явления у автомобилей, предназначенных для работы по бездорожью и твердым дорогам, применяются шины с

универсальным протектором, у которых безударное качение обеспечивается за счет применения сплошного пояса в средней части беговой дорожки.

Если толщина слоя переувлажненного грунта невелика, иногда целесообразно увеличивать давление воздуха в шинах. При этом колесо прорезает переувлажненный слой и входит в контакт с твердым основанием. Это обеспечивает возможность создания большой окружной силы колеса.

Песок и сухой кристаллический снег относятся к несвязным грунтам. Несущая способность их определяется в основном коэффициентом внутреннего трения. Низкая проходимость автомобиля наблюдается только при достаточно большой толщине слоя песка или снега. Если слой песка или снега небольшой толщины лежит на прочном основании, сопротивление качению не-значительно. Уменьшить сопротивление качению по слою несвязного грунта большой толщины можно главным образом за счет уменьшения давления воздуха в шинах.

Сцепление колес с песчаным грунтом также определяется в основном внутренним трением в грунте. В зависимости от давления на грунт коэффициент сцепления шин с сухим песком φ_p = 0,2...0,7.

С началом буксования колеса происходит сдвиг песка. Это приводит к увеличению глубины колеи. В этом случае наличие грунтозацепов обусловливает разрыхление верхнего слоя грунта и увеличение глубины колеи. Поэтому наилучшей проходимостью по песку обладают машины, оборудованные пневмокатками с малым давлением воздуха в них и грунтозацепами малой высоты. При преодолении участков сыпучих песков из-за опасности их разрыхления не рекомендуется переключать передачи, маневрировать и останавливаться. Трогание автомобиля с места должно осуществляться плавно, без пробуксовывания колес.

Сыпучий снег характеризуется очень малым коэффициентом внутреннего трения. В связи с этим преодоление участков глубокого сыпучего снега возможно только при специальных конструкциях колесных движителей,

обеспечивающих давление на грунт не более 0,01 МПа. При движении по уплотняющемуся снегу проходимость автомобиля обеспечивается теми же способами, что и при движении по уплотняющимся грунтам.

Особую трудность представляют для автомобилей заболоченные участки. Обычно преодоление таких участков возможно, если колеса автомобиля не прорезают верхний слой, связанный корнями растений. Поэтому при проезде таких участков давление от ходовой части на опорную поверхность должно быть минимальным, а окружное усилие на ведущих колесах – постоянным или плавно изменяющимся.

Опорно-сцепная проходимость автомобиля зависит от схемы и типа трансмиссии. Тип трансмиссии определяет плавность передачи крутящего момента от двигателя к ведущим колесам. С этой точки зрения наиболее неблагоприятной является механическая трансмиссия, при которой возможны разрывы потока мощности при переключении передач, резкие колебания и броски крутящего момента при трогании с места. Гидродинамические, гидрообъемные и электрические трансмиссии обеспечивают плавную передачу крутящего момента к ведущим колесам.

Это способствует уменьшению динамических воздействий на грунт и тем самым повышению проходимости автомобиля. У автомобилей повышенной и высокой проходимости все колеса являются ведущими. В приводе к ведущим колесам обычно используют межколесные и межосевые дифференциалы. При наличии межколесного дифференциала максимальное окружное усилие, развиваемое колесами моста, ограничивается сцеплением колеса, находящегося на поверхности с наименьшим коэффициентом сцепления. Допустим, что колеса ведущего моста автомобиля располагаются на поверхностях с коэффициентами сцепления. Тогда максимальное окружное усилие, развиваемое колеса.

Таким образом, в замкнутом контуре (колеса заднего моста – главная передача и карданный вал заднего моста – вал раздаточной коробки –

карданный вал переднего моста – главная передача и колеса переднего моста) все элементы, передающие крутящий момент, оказываются нагруженными дополнительным крутящим моментом. Появление дополнительного момента в замкнутом силовом контуре в технической литературе называют циркуляцией мощности: в контуре как бы появляется дополнительная мощность.

Движение автомобиля при наличии циркуляции мощности сопровождается повышенным изнашиванием шин и механизмов трансмиссии, а также дополнительным сопротивлением движению автомобиля. Поэтому при движении автомобиля в легких условиях мощность должна подводиться только к одному мосту или в приводе устанавливаются дифференциальные механизмы, позволяющие колесам автомобиля катиться с различной угловой скоростью. Следует отметить, что циркуляция мощности может возникать не только при различных радиусах колес, но и когда колеса автомобиля за один и тот же промежуток времени проходят разный путь, например при движении по криволинейной траектории или по дороге с неровностями.

В настоящее время еще нет единых методов оценки проходимости автомобилей. Наиболее часто она оценивается путем определения характеристик движения по эталонным маршрутам, а также путем сравнительной оценки способности автомобилей преодолевать труднопроходимые участки и отдельные препятствия.

Эталонный маршрут – это специальный маршрут, в который в зависимости от назначения автомобиля включают трудные для движения автомобиля участки: песчаные и заболоченные, броды, лесные и горные дороги, а также булыжные и грунтовые. Он включает также участки дорог с хорошим покрытием. При длительных испытаниях маршруты подбирают таким образом, чтобы они проходили по основным районам страны и включали все виды дорог. Оценку проходимости автомобиля проводят по производительности, средней скорости движения, расходу топлива.

Дополнительными показателями могут быть число застреваний, средняя скорость прохождения особо трудных участков и др..

1.3 Ведущие мосты многоосных грузовиков

Стремление к повышению грузоподъемности – с одной стороны, и ограничение нагрузок на дорожное полотно – с другой, вынудили конструкторов обратить внимание на многоосные транспортные средства. Оказалось, что повышение грузоподъемности за счет прибавления третьего моста очень выгодно и составляет от 50 до 100%. При этом собственная масса грузовика возрастает незначительно, всего на 20 – 25%. Этим объясняется распространение в мире многоосных грузовых автомобилей с колесной формулой 6х4, 6х2, 8х4 и даже 8х2.

В настоящее время почти каждая крупная автомобилестроительная компания имеет в своей программе трехосные шасси, выполненные на базе двухосных. В зависимости от назначения можно разделить многоосные машины на магистральные и грузовики, предназначенные для работы не только на дорогах с твердым покрытием, но и на грунтовых. Первые, как правило, в трехосном исполнении имеют колесную формулу 6х2, реже 6х4. Вторые – 6х4 или 6х6. Колесные формулы 8х2 и 8х4 используют на специальных шасси для установки кранового оборудования, цистерн, самосвальных кузовов и т.д.

Главным достоинством колесной формулы 6х2 является простота, поскольку трансмиссия такого грузовика почти не отличается от трансмиссии базового автомобиля с колесной формулой 4х2. Новыми в трехосной модификации являются лишь рама, дополнительная опорная ось, тормозная система и электрооборудование. В производстве стоимость этой версии выше стоимости базовой модели лишь на 10 – 20%, и это обстоятельство с учетом роста грузоподъемности объясняет большое распространение подобных машин на дорогах Европы.

Оригинальным качеством колесной формулы 6х2 признано пониженное отношение нагрузки задних колес к полной допустимой массе грузовика, поэтому имеющие ее автомобили должны эксплуатироваться только на дорогах с твердым покрытием. Для снижения износа шин подкатной оси, а также временного увеличения нагрузки на ведущий мост машины разработаны различные устройства, приподнимающие подкатной мост над дорогой.

Повышение нагрузки на ведущий мост признано полезным и для преодоления скользких участков дороги, однако устройства подъема не ведущей задней оси существенно удорожают всю конструкцию и снижают эффективность эксплуатации. Минский автомобильный завод еще в середине 60-х годов начал выпуск модели МАЗ-516 с колесной формулой 6х2 и поднимающейся задней осью, но успеха у транспортников она не имела. В опытном порядке были изготовлены версии автомобилей с колесной формулой 6х2 на базе грузовиков ГАЗ-53А и ЗИЛ-130, но до конвейера обе разработки так и не дошли.

Иногда конструкторы создают грузовые автомобили с колесной формулой 6х2, с приводом только на задний мост и двумя передними не ведущими осями. Подобные конструкции отличает высокая маневренность, но их стоимость повышается из-за необходимости иметь два управляемых моста и специальное рулевое управление.

В трехосных автомобилях с колесной формулой 6х4 и 6х6 применяют два типа приводов: последовательный, при котором передача крутящего момента от раздаточной коробки к обоим мостам осуществляется одним карданным валом, и параллельный – с применением двух отдельных валов, выходящих из раздаточной коробки.

Распространение получили три схемы параллельного привода мостов. В них могут использоваться конические, гипоидные и даже червячные передачи.

Чаще всего для крепления двух задних мостов к раме применяют качающуюся тележку с продольными рессорами и рычажным направляющим аппаратом. На промежуточном мосту закрепляют промежуточные опоры

карданных передач, а сами мосты часто снабжают механизмами блокировки колесных или межосевого дифференциала.

Бортовой привод, при котором колеса правого и левого борта получают крутящий момент от одной раздаточной коробки или двух, работающих каждая со своим силовым агрегатом, отличается тем, что не требует установки межколесных дифференциалов ввиду отсутствия осей как таковых. В СССР (России) такой тип привода устанавливался на внедорожные машины специального конструкторского бюро (СКБ) ЗИЛ, возглавляемого В.А. Грачевым, и на специальных автомобилях, выпускаемых Брянским автозаводом. Примерами аналогичных иностранных конструкций являются специальные машины *Laffly* (Франция), *DAF* (Голландия), *Alvis* (Великобритания), *Panhard* (Франция).

В современных конструкциях задних ведущих мостов автомобилей с колесными формулами 6х4 и 6х6 используется последовательный привод, реализуемый довольно разнообразно. При этом применяют цилиндрические, конические, гипоидные и червячные главные передачи. Наиболее простым является привод, выполненный в виде червячных передач. Промежуточный вал, соединяющий червяки обеих главных передач, снабжен двумя карданными шарнирами и шлицевым соединением. Применение верхних червячных передач позволяет увеличить дорожный просвет, нижних – понизить уровень пола.

В некоторых конструкцияъ для того, чтобы передавать крутящий момент на промежуточный карданный вал, вторую ведущую шестерню располагают сзади промежуточного моста, а чтобы колеса обоих мостов тележки могли вращаться в одном и том же направлении, ведомая шестерня главной передачи заднего моста установлена с противоположной стороны ведущей шестерни. Крутящий момент к обоим задним мостам (промежуточному и заднему) передается ведущей и ведомой шестернями промежуточного моста, в связи с этим конструкция этих шестерен достаточно сложна.

Во многих магистральных тягачах производства США раздаточная коробка закреплена на раме, и крутящий момент передается набором шестерен к нижнему валу, концы которого с помощью карданных шарниров соединены с валами ведущих конических шестерен. Эти валы снабжены реактивными кожухами, прикрепленными к картеру раздаточной коробки с помощью шарика и сферического корпуса, внутри которого находятся карданные шарниры, вследствие чего скользящие соединения здесь излишни.

В шестиколесных грузовиках *Scammel* (Великобритания) первая ступень передачи выполнена с помощью конических шестерен, хотя с успехом может быть использована и червячная главная передача. Привод к ведущим колесам осуществляется через набор шестерен, размещенных в качающемся корпусе.

Трансмиссии автомобилей с колесной формулой 6х4 могут быть как с межосевым дифференциалом, так и без него. В автомобилях, работающих в условиях бездорожья, когда каждое из колес работает со значительным скольжением, межосевой дифференциал часто не применяют. Для тягачей, работающих на дорогах с твердым покрытием, межосевой дифференциал необходим.

1.4 Патентный поиск

Создание новой конструкции любого автомобиля начинается с изучения уже существующих аналогов и достижений в данной сфере. В рамках дипломного проекта проведен анализ патентных документов Российской Федерации, размещенных в открытых источниках и доступных для использования. Целью поиска являлись конструкторские решения, идеи, схемы и т.п., направленные на решение задач повышения проходимости грузового автомобиля. Сведения о технических решениях, целях и способах достижения положительного эффекта приводятся в таблице 1.1, а полные версии патентных документов представлены в приложении А.

Таблица 1.1 – Сведения о технических решениях

Номер и название охранного документа	Страна выдачи, классификационный индекс, заявитель, патентообладатель	Цель создания технического решения, чем достигается
2389632 Автомобиль повышенной проходимости	Российская Федерация МПК: *B62D 61/12* Патентообладатель: Лужков Ю.М.	Цель – повышение Проходимости грузового автомобиля Достигается за счет Использования подключаемого Дополнительного движителя
2398704 Устройство для подъема оси для транспортного средства и содержащая его подвеска колес	Российская Федерация МПК: *B62D 61/12* Авторы: Хок Х., Панке Х. Патентообладатель: "САФ-ХОЛЛАНД ГМБХ"	Цель – повышение эффективности механизма подключения дополнительной оси транспортного средства Достигается за счет Использования пневматического привода, а также модернизации подвески автомобиля
2480343 Устройство – цилиндроприжимной механизм для распределения собственной нагрузки с передней оси колесного трактора на дополнительно установленный движитель	Российская Федерация МПК: *B60B 11/02, B60B 39/00, B62D 61/12* Авторы: Щитов С.В, Кузнецов Е.Е. Патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования дальневосточный государственный аграрный университет	Цель - увеличение Проходимости транспортного средства Достигается за счет распределения собственной нагрузки колесного трактора с его передней оси на дополнительно установленный движитель
2484978 Устройство для повышения проходимости колесной машины	Российская Федерация МПК:*B60B 39/00, B62D 57/02, F03G 3/06* Авторы: Дроздов С.Н., Мазитов М.А. Патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Оренбургский государственный аграрный университет"	Цель – увеличение проходимости колесных машин в условиях бездорожья Достигается за счет создаваемой гидравлической системой инерционной силы

Выводы

Анализируя иформацию о существующих конструкциях и способах повышения проходимости, можно сделать вывод о том, что применение

дополнительных движителей, а именно использование подкатного моста в конструкции грузового автомобиля способно существенно повысить эксплуатационные свойства транспортного средства и расширить сферу его применения. Принято решение о разработке конструкции автомобиля ГАЗон Next, оснащенного дополнительным подкатным мостом (конструкция, описанная в патенте №2389632 «Автомобиль повышенной проходимости»).

2 Конструкторская часть

2.1 Конструкция и работа системы изменения дорожного просвета

Для решения задач, направленных на повышение проходимости грузового автомобиля ГАЗон Некст предлагается конструкция трансмиссии транспортного средства, имеющая в своем составе дополнительный подкатной мост, обеспечивающий (при необходимости) увеличение тягово-сцепных характеристик в сложных дорожных условиях (рисунки 2.1-2.3).

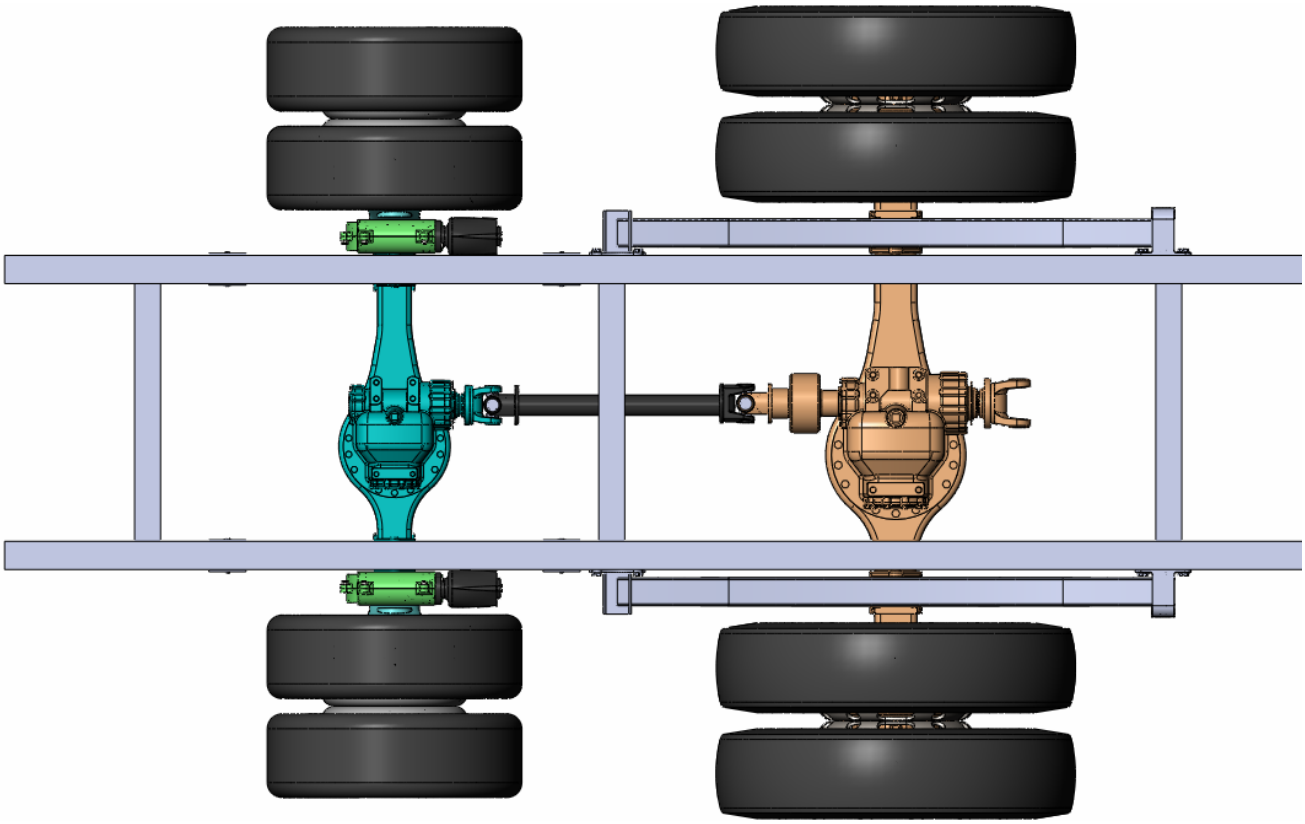


Рисунок 2.1 – Предлагаемое техническое решение

Модернизированная трансмиссия включает в себя задний (основной) ведущий мост, с проходной главной передачей, обеспечивающей возможность разрыва силового потока (между задним и подкатным мостом), а также подкатной мост.

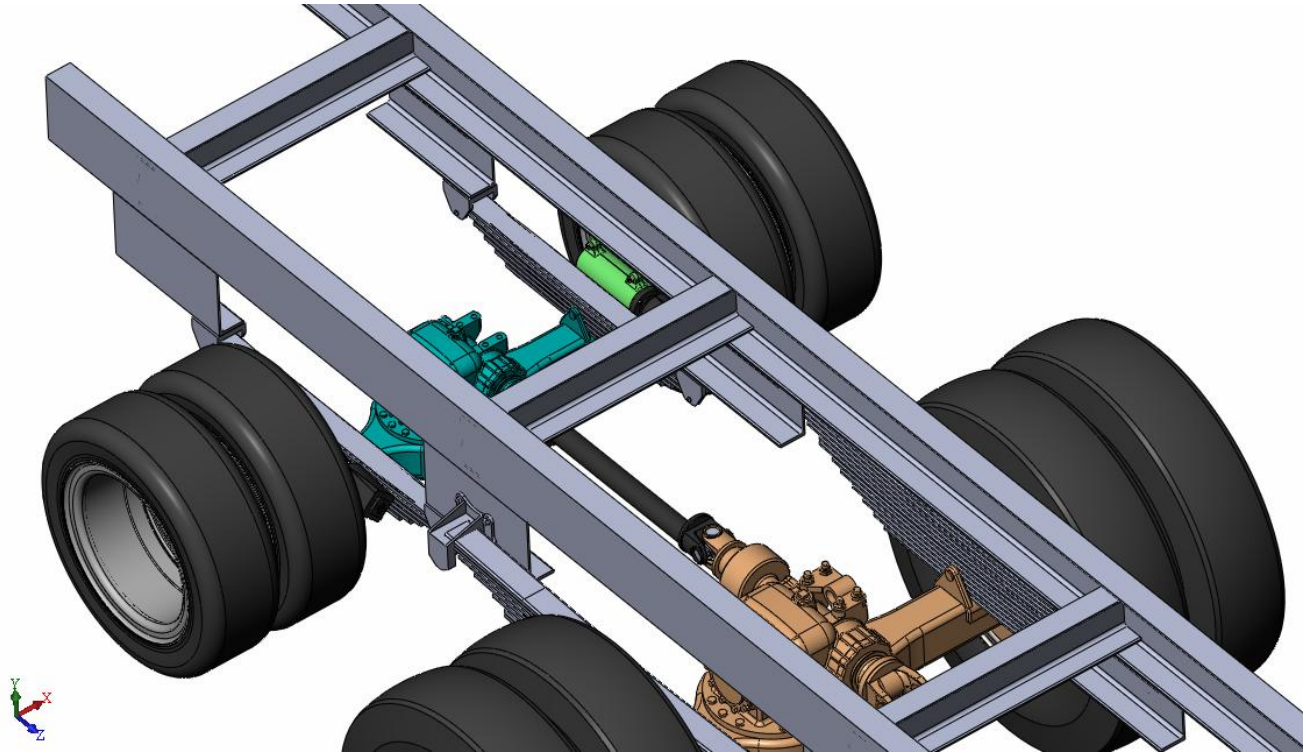


Рисунок 2.2 – Общий вид модернизированной трансмиссии

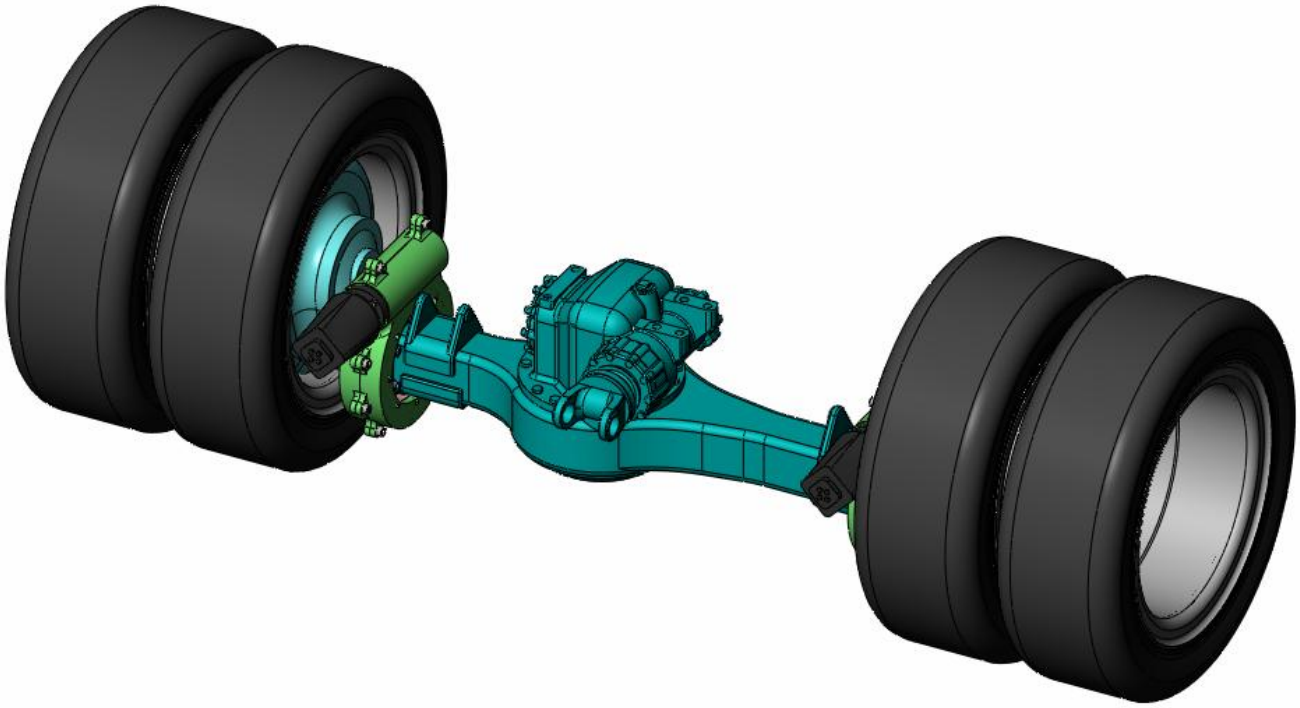


Рисунок 2.3 – Портальный подкатной мост

Подкатной мост выполнен портальным, имеющим в своем составе колесные редукторы и механизм изменения положения колес относительно

балки моста. Подвеска подкатного моста – рессорная. Силовой поток от заднего моста к подкатному передается посредством карданной передачи через электромагнитную муфту.

Колесныей редуктор (рисунок 2.4) предлагаемой конструкции двухступенчатый. Первая ступень – зубчатая пара, состоящая из приводного вала-шестерни и зубчатого колеса на блок-шестерне. Вторая ступень – планетарный редуктор типа 2*h-k* с ведущей солнечной шестерней.

Коронное колесо планетарной передачи жестко установлено в корпусе колесного редуктора и поджато крышкой редуктора. Вращающий момент снимается с сателлитов и передается на ведомый вал. Хвостовик ведомого вала через шлицы соединен со ступицей, установленной через конические роликовые подшипники на крышке редуктора. На ступицу посредством резьбовых соединений устанавливаются колеса подкатного моста и тормозной барабан.

Механизм изменения положения колесного редуктора (относительно балки моста) червячного типа – на корпус колесного редуктора жестко устанавливается зубчатое червячное колесо (рисунки 2.5, 2.6). Сопрягаемый с ним червяк приводится во вращение шаговым электродвигателем, обеспечивая точное позиционирование колес подкатного моста. Регулирование положения подкатного моста производится водителем непосредственно из кабины.

Работает предлагаемая конструкция следующим образом. При эксплуатации автомобиля ан участке дороги с хорошим, ровным покрытием, колесный редуктор подкатного моста находится в положении, при котором колеса расположены выше уровня штатного дорожного просвета автомобиля. Электромагнитная включающая муфта находится в выключенном положении и вращающий момент на колеса подкатного моста не передается.

При эксплуатации автомобиля в плохих дорожных условиях, когда тягово-сцепных свойств штатных движителей не достаточно, возникает потребность в их увеличении.

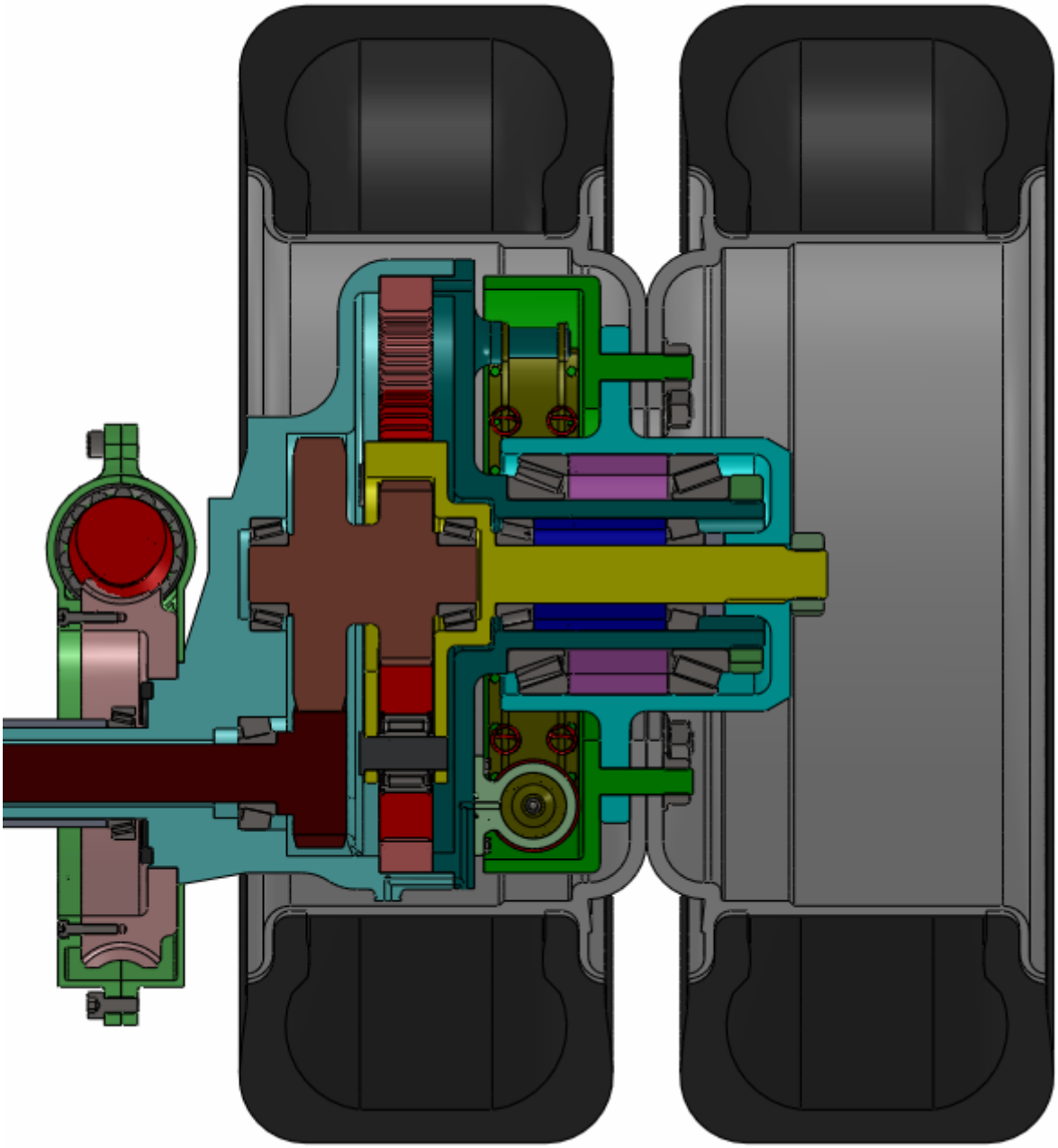


Рисунок 2.4 – Конструкция колесного редуктора

Водитель дистанционно (из кабины) производит подачу напряжения питания на шаговые электродвигатели, приводящие во вращение червяк. Вращением червяка и сопряженного с ним зубчатого колеса производится поворот корпуса колесного редуктора относительно балки, и колеса подкатного моста занимают положние, при котором они контактируют с дорожной поверхностью. Питание шаговых электродвигателей прекращается.

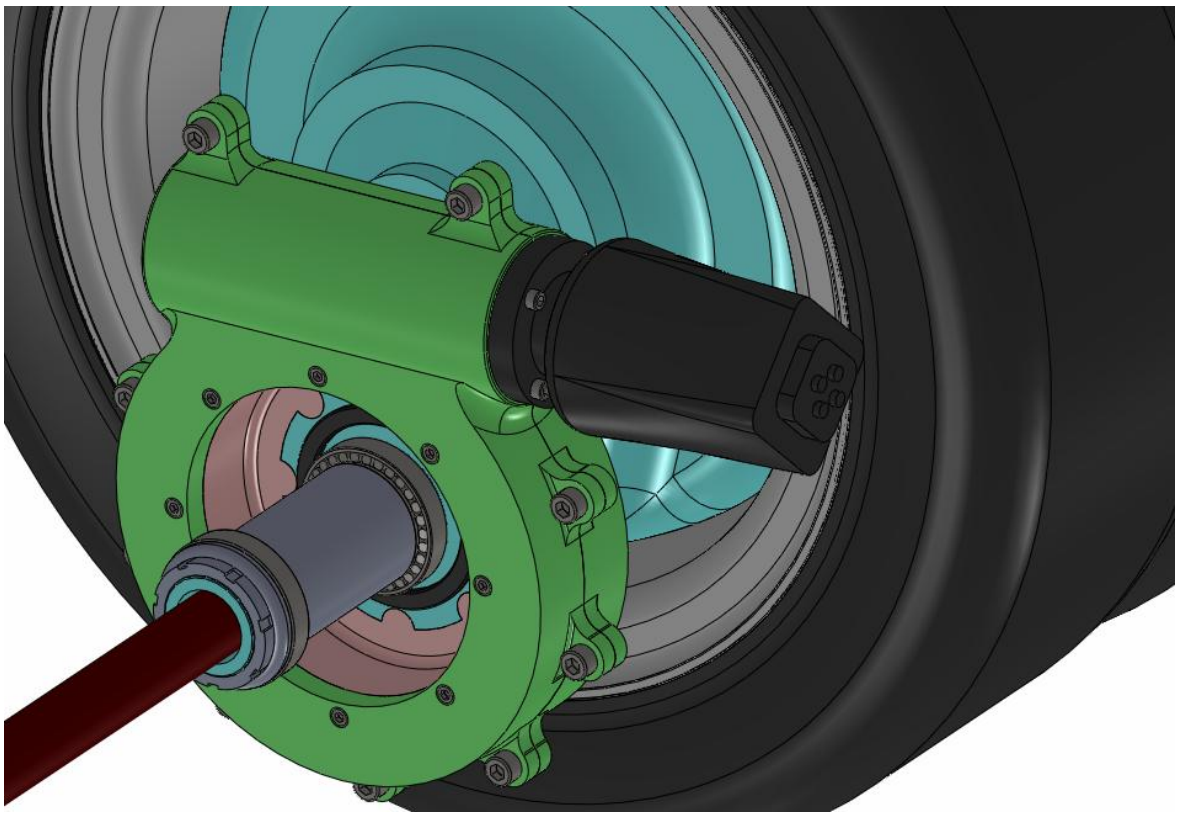


Рисунок 2.5 – Механизм изменения положением колесного редуктора

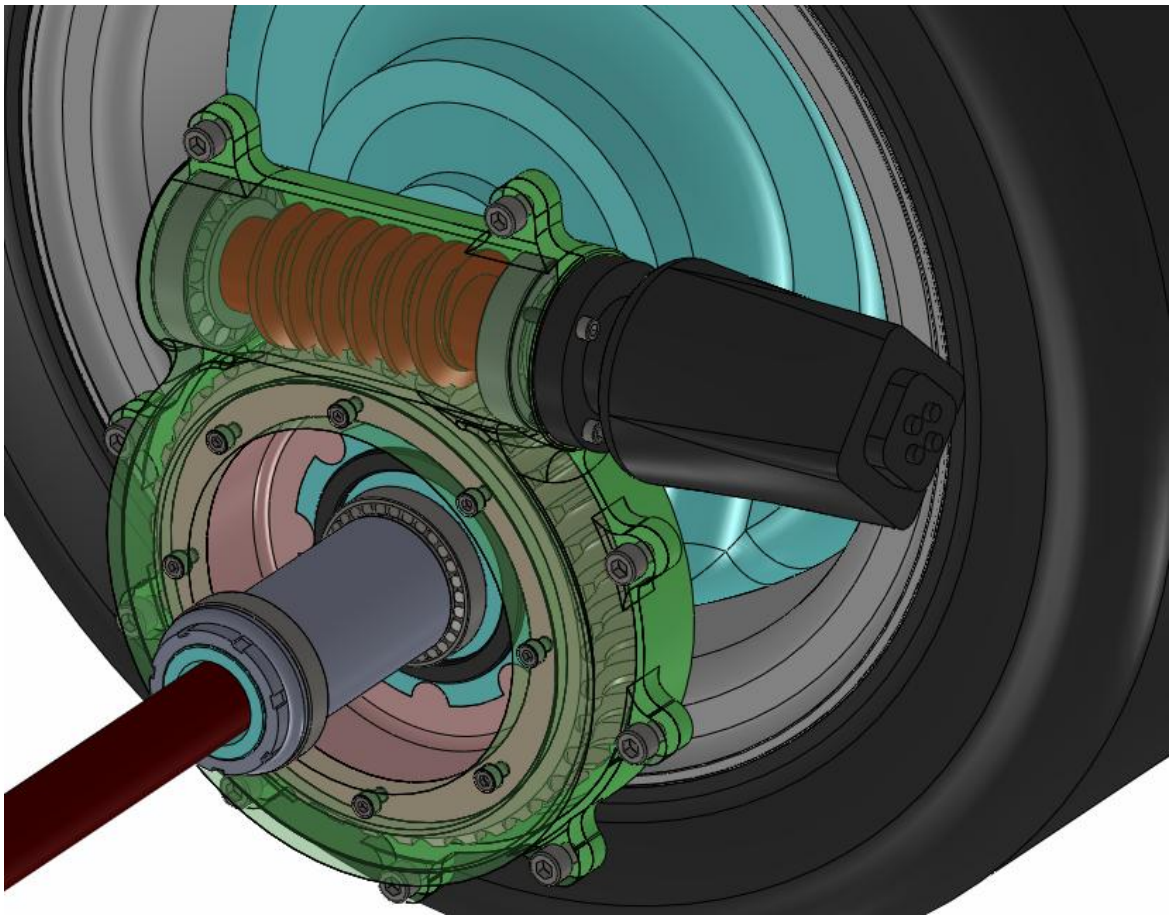


Рисунок 2.6 – Конструкция червячного редуктора

После этого водитель производит включение электромагнитной муфты, соединяющую карданной передачей задний и подкатной мосты.

Вращающий момент поступает на главную передачу подкатного моста, приводные валы, солнечную шестерню планетарной передачи колесного редуктора, откуда через сателлиты и корпус сателлитов передается через шлицы на ступицу колес.

Тягово-сцепные свойства автомобиля увеличиваются и автомобиль приобретает возможность преодоления труднопроходимого участка дороги.

2.2 Расчет планетарного редуктора

2.2.1 Определение числа зубьев колес

Уравнение для определения числа зубьев редуктора

$$Z_1:Z_2:Z_3:\Upsilon=1:(i_{1H}^{(3)}-2)/2:(i_{1H}^{(3)}-1):i_{1H}^{(3)}/n_w, \qquad (2.1)$$

где – z_1 число зубьев солнечной шестерни;

z_2–число зубьев сателлитов;

z_3– число зубьев центрального колеса с внутренними зубьями;

n_w –число сателлитов;

Υ–целое число.

Принимаем число сателлитов n_W = 3, что должно обеспечить получение компактной конструкции и равномерность распределения нагрузки по сателлитам.

$i_{1H}^{(3)}$ – передаточное отношение редуктора.

Обозначение передаточного отношения, связывающего относительные угловые скорости двух звеньев, имеет три индекса: два внизу, соответствующие обозначениям этих звеньев (первый из них относится к звену, угловая скорость которого в числителе), и один вверху, соответствующий звену, относительно которого взяты угловые скорости. Например, запись $i_{1H}^{(3)}$ означает передаточное

отношение между звеньями 1(центральным колесом с наружными зубьями) и *H* (водилом) в движении относительно колеса 3 (центральным колесом с наружными зубьями), которое неподвижно. Передаточное отношение имеет знак плюс, если направления вращения связываемых им звеньев совпадают.

При $i_{1H}^{(3)} = 4$ уравнение для определения числа зубьев редуктора будет выглядеть

$$Z_1:Z_2:Z_3:\Upsilon = 1 : 4/2 : 5 : 4/3 \quad (2.2)$$

Числа зубьев колес выражаем через z_1 – число зубьев центрального колеса:

$$z_3 = (i_{1H}^{(3)} - 1)\, z_1 = (4\text{-}1)\, Z_1 = 3Z_1; \quad (2.3)$$

$$z_2 = (i_{1H}^{(3)}/2 - 1)z_1 = (4/2 - 1)\, Z_1 = Z_1; \quad (2.4)$$

$$\Upsilon = (i_{1H}^{(3)} / n_w)z_1 = 4/3\, Z_1 \quad (2.5)$$

Подбором (учитывая при этом, что должно соблюдаться неравенство $z_1 \geq 17$) находим, что z_1, z_4 и γ будут целыми числами при:

$z_1 = 36$; $z_2 = 36$; $z_3 = 108$.

При проектировании планетарных передач следует соблюдать три условия:

1. Условие соосности валов центральных колес

Для этого в передачах, выполненных без смещения производящего контура, число зубьев колес должно удовлетворять условию

$$z_3 = z_1 + 2z_2. \quad (2.6)$$

В передачах со смещением производящего исходного контура условие соосности проверяют равенством межосевых расстояний колес:

$$A_{w12} = A_{w23}, \quad (2.7)$$

где A_{w12} – межосевое расстояние между сателлитом 2 и солнечным колесом;

A_{w23} – межосевое расстояние между сателлитом 2 и корончатым колесом.

2. Условие сборки

Для этого сумма чисел зубьев колес 3(корончатого) и 1(солнечного) должна быть кратна числу сателлитов:

$$z_3 + z_1/n_w = \gamma, \quad (2.8)$$

где n_w–число сателлитов;

γ – целое число.

3. Условие соседства

Необходимо, чтобы соседние сателлиты не задевали при вращении зубьями друг друга:

$$d_{a2} < 2A_{w12}\sin\pi/n_w; \quad (2.9)$$

$$z_2+2<(z_1+z_2)\sin\pi/n_w, \quad (2.10)$$

где d_{a2} – диаметр окружности выступов сателлитов.

Разность между $2A_{w12}\sin\pi/n_w$ и d_{a2} должна быть больше 2,5 мм.

Фактическое передаточное число редуктора при принятых числах зубьев $i_p = i_{1H}^{(3)} = 1 + z_3/z_1 = 1+108/36 = 4$.

Условие соосности (числа зубьев сателлитов):

$z_2 = (z_3-z_1)/2 = (108-36)/2=36$.

Условие сборки:

$\gamma = (z_3+z_1) / n_w = (108+36)/3=48$ (целое число).

Условие соседства:

$z_3\sin(180^o/n_w) - z_2[1 + \sin(180^o/n_w)] = 108 \sin 60^o - 36(\sin 60^o + 1) = 26,35>2$

2.2.2 Определение коэффициента полезного действия редуктора

Принимаем для всех опор подшипники качения КПД=0,99. Для двух ступеней передачи (с внешним и внутренним зацеплением) при остановленном водиле

$\eta_{13}^{(H)}=0,98\cdot0,99=0,970$

КПД планетарной передачи:

$$\eta_{1H}^{(3)} = 1-\left(1-\frac{1}{i_{13}^{(H)}}\right)\cdot\left(1-\eta_{13}^{(H)}\right) \quad (2.11)$$

$$1-\left(1-\frac{1}{6}\right)\cdot(1-0,970)=0,975$$

КПД редуктора с учетом потерь в двух парах подшипников, для каждой из которых $\eta_{\text{п}} = 0{,}99$,

$$\eta_p = \eta_{1H}^{(3)} \cdot \eta_n^2 \qquad (2.12)$$

$\eta_p = 0{,}976 \cdot 0{,}99^2 = 0{,}956.$

2.2.3 Выбор материала и допускаемые напряжения передачи

Выбираем для солнечной шестерни и сателлитов сталь 40ХН, термообработка – улучшение. Твердость поверхности зуба и для солнечной шестерни, и для сателлита 270 НВ.

Допускаемые контактные напряжения

$$\sigma_{HPj} = \frac{\sigma_{H\,limbj}}{S_{Hj}} \cdot K_{HLj}, \qquad (2.13)$$

где $j = 1$ для солнечной шестерни и $j = 2$ для сателлита,

σ_{Hlimbj} – предел контактной выносливости поверхности зубьев, соответствующий базовому числу циклов перемен напряжений, определяется в зависимости от марки стали и ее химико-термической обработки

Предел контактной выносливости:

$\sigma_{Hlim\,b1} = \sigma_{Hlim\,b2} = 2\text{НВ}_{2\text{ср}} + 70 = 2 \cdot 270 + 70 = 610$ МПа.

S_H – коэффициент безопасности.

$S_H = 1{,}1$ для колес с однородной структурой материала,

$S_H = 1{,}2$ при поверхностном упрочнении зубьев.

Для солнечной шестерни и сателлита $S_{H1} = S_{H2} = 1{,}1$.

K_{HLj} – коэффициент долговечности:

$$K_{HLj} = \sqrt[6]{N_{\text{но}j} / N_{\text{не}}} \geq 1, \qquad (2.14)$$

где $N_{\text{не}\,j}$ – эквивалентное число циклов напряжений;

$N_{\text{но}\,j}$ – базовое число циклов, определяемое в зависимости от твердости (по Бринелю или Роквеллу),

$N_{но} = 30(HB)^{2,4} \cong 340\ (HRC)^{3.15} + 8 \cdot 10^6$.

При $HRC > 56$ принимают $N_{но} = 1{,}2 \cdot 10^8$.

$N_{но1}$=$N_{но2}$ = 30 ($HB_{2ср}$)^{2,4} = $30 \cdot 270^{2,4} = 2{,}05 \cdot 10^7$.

Величина $N_{не\ j}$ определяется по формуле:

$$N_{не\ j} = N_{\Sigma j} \cdot K_{не}, \qquad (2.15)$$

где $K_{не}$ – коэффициент приведения переменного режима работы к постоянному, определяется в зависимости от заданного режима

$K_{не} = 0{,}18$;

$N_{\Sigma j}$ = суммарное число циклов напряжений:

Для солнечной шестерни:

$N_{\Sigma 1} = 60 \cdot t_{\Sigma} \cdot n_1 \cdot n_w = 60 \cdot 10000 \cdot 2005{,}35 \cdot 3 = 3{,}6 \cdot 10^9$

$N_{He1} = N_{\Sigma 1} \cdot K_{He} = 3{,}6 \cdot 10^9 \cdot 0{,}18 = 6{,}48 \cdot 10^8$.

Для сателлита:

$N_{\Sigma 2} = 60 \cdot 10000 \cdot 835{,}56 = 5{,}01 \cdot 10^8$.

$N_{He2} = N_{\Sigma 2} \cdot K_{He} = 5{,}01 \cdot 10^8 \cdot 0{,}18 = 9{,}02 \cdot 10^7$.

Принимаем для солнечной шестерни $K_{HL1} = 1$, для сателлита $K_{HL2} = 1$

Определяем:

$$\sigma_{HP1} = \sigma_{HP2} = \frac{\sigma_{H\,limb2}}{S_{H2}} \cdot 1 \qquad (2.16)$$

$$\sigma_{HP1} = \frac{610}{1{,}1} \cdot 1 = 550 \text{ МПа}.$$

В случае расчета прямозубых передач допускаемое контактное напряжение σ_{HP} принимается равным $\sigma_{HPj\ min}$, т.е. минимальному из двух значений, вычисленных по формуле (2.13).

Окончательно принимаем σ_{HP}=550 МПа.

Допускаемые напряжения изгиба:

Из-за конструктивных трудностей, связанных с осевыми силами косозубые зубчатые колеса в планетарных передачах не используют. Поэтому мы будем рассматривать расчет только прямозубых колес.

Допускаемые напряжения изгиба

$$\sigma_{FPj} = \frac{\sigma_{F\,lim\,bj}}{S_{Fj}} \cdot K_{FLj} \cdot K_{FCj} \ , \qquad (2.17)$$

где $\sigma_{Flim\,b}$ – предел выносливости зубьев при изгибе, соответствующий базовому числу циклов перемен напряжений, определяется в зависимости от марки стали и ее химико-термической обработки.

$\sigma_{F\,lim\,b1} = \sigma_{F\,lim\,b2} = 1{,}35 \cdot HB_{2ср} + 100 = 1{,}35 \cdot 270 + 100 = 465$ МПа

S_F – коэффициент безопасности, $S_F = 1{,}65\ S_F$, где S_F – коэффициент, учитывающий способ получения заготовки зубчатого колеса (для поковок и штамповок $S_F = 1$),

$S_{F1} = S_{F2} = 1{,}65$;

K_{FL} – коэффициент долговечности:

$$K_{FLj} = \sqrt[mF]{\frac{N_{FO}}{N_{Fej}}} \geq 1 \ , \qquad (2.18)$$

при $HB < 350$ $mF = 6$.

N_{FO} – базовое число циклов, $N_{FO} = 4 \cdot 10^6$;

N_{Fe} – эквивалентное число циклов напряжений:

$$N_{Fej} = N_{\Sigma j} \cdot K_{Fej} \ , \qquad (2.19)$$

где K_{Fej} – коэффициент приведения переменного режима работы к постоянному.

$N_{Fe1} = N_{\Sigma 1} \cdot K_{Fe1} = 3{,}6 \cdot 10^9 \cdot 0{,}06 = 2{,}16 \cdot 10^8$

$N_{Fe2} = N_{\Sigma 2} \cdot K_{Fe2} = 5{,}01 \cdot 10^8 \cdot 0{,}06 = 3{,}01 \cdot 10^7$

При $N_{Fe} > N_{FO}$ принимаем $K_{FL} = 1$.

K_{FC} – коэффициент, учитывающий влияние двухстороннего приложения нагрузки. При нереверсивной (односторонней) нагрузке $K_{FC} = 1$. При реверсивной симметричной нагрузке:

$K_{FC} = 1 - \gamma_{FC}$,

где γ_{FC} – коэффициент, учитывающий влияние химико-термической обработки.

В для солнечной шестерни и для сателлита:

K_{FC1}=1;

K_{FC2}=1-0,35=0,65;

Определяем σ_{FPj}:

$$\sigma_{FP1} = \frac{\sigma_{F\,limb1}}{S_{F1}} \cdot K_{FL1} \cdot K_{FC1} = \frac{465 \cdot 1 \cdot 1}{1{,}65} = 281{,}8 МПа$$

$$\sigma_{FP2} = \frac{\sigma_{F\,limb2}}{S_{F2}} \cdot K_{FL2} \cdot K_{FC2} = \frac{465 \cdot 1 \cdot 0{,}65}{1{,}65} = 183{,}2 МПа$$

2.2.4 Геометрический расчет передачи

Принимаем модуль зацепления равным трем. Межосевое расстояние при выбранном модуле

$$A_{W12} = \frac{m \cdot (z_1 + z_2)}{2} \qquad (2.20)$$

$$A_{w12} = \frac{3 \cdot (36 + 36)}{2} = 108 \text{ мм.}$$

Ширина зубчатых колес

$$B = \psi_{ba} \cdot A_W \qquad (2.21)$$

B =0,25·108=27 мм.

Диаметры делительных окружностей:

$$d_{1i} = m_n \cdot z_{1i}, \qquad (2.22)$$

$d_{1i} = 108$ мм.

$$d_{2i} = m_n \cdot z_{2i} \qquad (2.23)$$

$d_{2i} = 324$ мм.

Диаметры впадин зубьев:

$$d_{f1i} = d_{1i} - 2{,}5 \cdot m_n + 2 \cdot m_n, \qquad (2.24)$$

$d_{f1i} = 100{,}8$ мм.

$$d_{f2i} = d_{2i} - 2{,}5 \cdot m_n + 2 \cdot m_n. \qquad (2.25)$$

$d_{f2i} = 331{,}4$мм.

Диаметры вершин зубьев:

$$d_{a1i} = 2 \cdot a_w - d_{f2i} - 2 \cdot c^* \cdot m_n, \quad (2.26)$$

$$d_{a2i} = 2 \cdot a_w - d_{f1i} - 2 \cdot c^* \cdot m_n, \quad (2.27)$$

где c^*=0,25

$d_{a1i} = 114$мм.

$d_{a2i} = 318$ мм.

2.3 Расчет рессоры

Расчетная нагрузка на одну рессору.

$$P = \frac{Q_1 - Q_2}{2}, \quad (2.28)$$

где Q_1 – нагрузка на переднюю ось,

Q_2 – вес неподрессоренных частей передней оси.

Примем нагрузку на заднюю ось автомобиля 6000 кг, а вес неподрессоренных частей оси 250кг.

$$P = \frac{6000 - 250}{2} = 875кг = 8750H$$

Жесткость рессоры:

$$C = \frac{P}{f}, \quad (2.29)$$

$$C = \frac{8750}{0{,}15} = 0{,}583 \cdot 10^5 \frac{H}{м}$$

Расчетное количество листов

$$N = \frac{\left[\left(\frac{3}{\Delta\sigma}\right)^3 \cdot \frac{2C}{b} \cdot \left(\frac{E}{\delta}\right)^2\right]}{L^3}, \quad (2.30)$$

где L – компоновочная длина рессор;

E – модуль упругости материала рессор;

b – ширина листа рессоры;

δ – коэффициент прогиба рессоры;

$\Delta\sigma$ – удельное напряжение;

C – жесткость рессоры.

Из условия компоновки принимается:

L = 1575 мм;

b = 75 мм.

Материал, применяемый в рессорных листах – сталь 50ХГФА, для которой

$E = 2{,}1 \cdot 10^5$ МПа $= 2{,}1 \cdot 10^{11}$ Па

Статическое напряжение σ = 600 МПа

Удельное напряжение

$$\Delta\sigma = \frac{\sigma}{f} = \frac{600}{0{,}15} = 4000 \frac{МПа}{м}$$

Коэффициент прогиба рессоры

$$\delta = 2 - \frac{h_k^3}{h_0^3}, \qquad (2.31)$$

где h_0 – толщина листа в точке приложения нагрузки;

h_k – толщина листа в точках реакций.

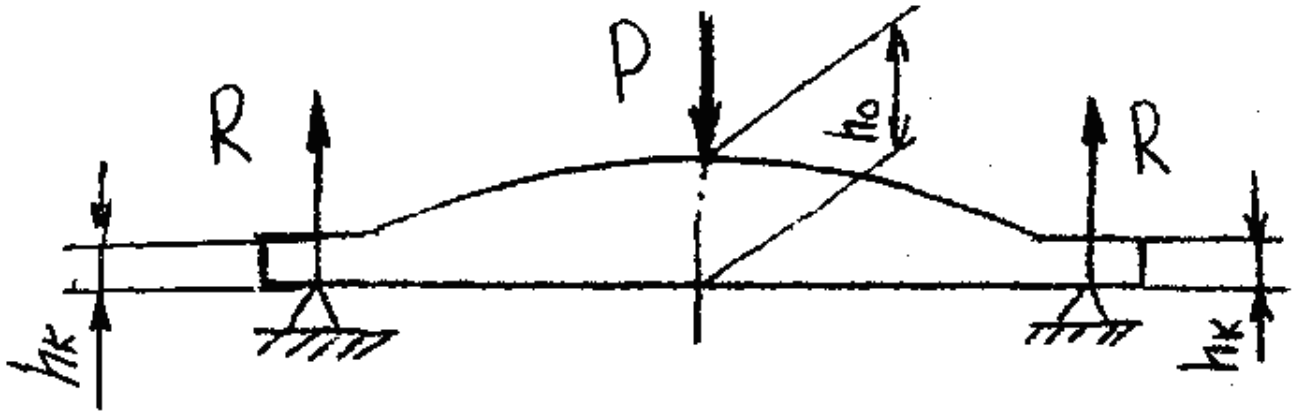


Рисунок 2.7 – Расчетная схема листа рессоры

Согласно существующему условию отношение $\frac{h_k}{h_0} = 0...0{,}6$.

Принимается

$$\frac{h_k}{h_0} = 0{,}5$$

Тогда:

$$\delta = 2 - 0{,}5^3 = 1{,}875$$

Таким образом, количество листов рессоры равно:

$$N = \frac{\left(\frac{3}{4000 \cdot 10}\right)^3 \cdot \frac{2 \cdot 0{,}583 \cdot 10^5}{0{,}075} \cdot \left(\frac{2{,}1 \cdot 10^{11}}{1{,}875}\right)^2}{1{,}575^3} = 2{,}1$$

Принимается количество листов рессоры, равное 2.

Определение толщины листа в точке приложения нагрузки:

$$h_0 = \frac{3}{\Delta\sigma}\sqrt{\frac{E}{2\delta}\left(\frac{C}{N_1 b}\right)^2}, \qquad (2.32)$$

где N_1 – округленное до целой величины количество листов рассчитываемой рессоры.

$$h_0 = \frac{3}{4000 \cdot 10^6}\sqrt{\frac{2{,}1 \cdot 10^{11}}{2 \cdot 1{,}875} \cdot \left(\frac{0{,}583 \cdot 10^5}{2 \cdot 0{,}075}\right)^2} = 0{,}015м$$

Толщина листа в точках действий реакций

$$h_k = h_0 \cdot 0{,}5 = 15 \cdot 0{,}5 = 7{,}5мм = 0{,}0075м$$

2.3.1 Определение основных параметров рессоры

Определение расчетного прогиба рессоры.

$$f = \frac{P \cdot L^3 \cdot \delta}{4E \cdot b \cdot h_0^3 \cdot n_1} \qquad (2.33)$$

$$f = \frac{8750 \cdot 1{,}575^3 \cdot 1{,}875}{4 \cdot 2{,}1 \cdot 10^{11} \cdot 0{,}075 \cdot 0{,}015^3 \cdot 2} = 0{,}151м$$

Таким образом, уточненное значение расчетного прогиба рессоры: $f_{расч.}$= 151мм.

Определение средних расчетных напряжений в рессоре.

$$\sigma_{ср} = \frac{3}{2} \cdot \frac{P \cdot L}{b \cdot h_0 \cdot n_1} \qquad (2.34)$$

$$\sigma_{ср} = \frac{3}{2} \cdot \frac{8750 \cdot 612{,}5}{0{,}075 \cdot 0{,}015 \cdot 2} = 612{,}5 МПа$$

Определение веса листов проектируемой рессоры:

$$m = p \cdot V, \qquad (2.35)$$

где $V = b \cdot h_0 \cdot L \cdot K_v$;

где K_v – объемный коэффициент

$$K_v = \frac{1}{3} \cdot \left(2 + \left(\frac{h_k}{h_0}\right)^2\right) = \frac{1}{3} \cdot \left(2 + \left(\frac{9{,}5}{19}\right)^2\right) = 0{,}75$$

p = 7,8 г/см – 7800 кг/м

Для 1 листа:

$$V = 0{,}075 \cdot 0{,}015 \cdot 1{,}89 \cdot 0{,}75 = 1{,}59 \cdot 10^{-3} м^3$$

$$m = 1{,}59 \cdot 10^{-3} \cdot 7800 = 12{,}44 кг$$

Для 2 листа:

$$V = 0{,}075 \cdot 0{,}015 \cdot 1{,}575 \cdot 0{,}75 = 1{,}33 \cdot 10^{-3} м^3$$

$$m = 1{,}33 \cdot 10^{-3} \cdot 7800 = 10{,}4 кг$$

2.3.2 Расчет геометрических параметров листов проектируемой рессоры

По рисунку 2.20:

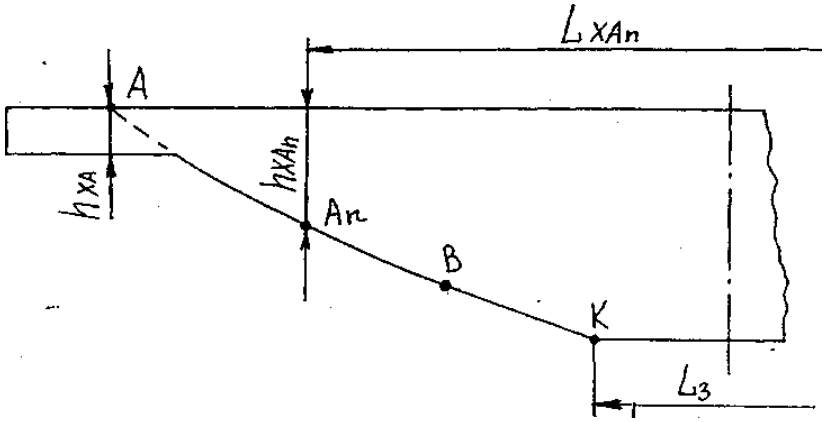


Рисунок 2.8 – Лист рессоры. Расчетная схема

L_3 – Длина заделки

L_3 = 120мм

Участок АВ – параболический.

Участок ВК – прямолинейный (переходный).

При проектировании малолистовых рессор длина переходного участка выбирается в интервале: 110...130 мм. Для расчёта принимается ВК = 120 мм.

Таким образом,

$$\frac{1}{2}Lxb = \frac{1}{2}L_3 + L_{пер} = 60 + 120 = 180мм;$$

$$Lxb = 360мм$$

Находим расположение точки А для точки А h_{xa} = 7,5 мм

$$L_{xa} = L_p \cdot \left(1 - \left(\frac{h_{xa}}{h_0}\right)^2\right) = 1{,}575 \cdot \left(1 - \left(\frac{7{,}5}{15}\right)^2\right) = 1180мм$$

Далее разбиваем участок АВ на отрезки длиной по 50 мм.

$$h_{xa\,n} = \sqrt{\frac{h_0^2}{L_p}\left(L_p - L_{xa\,n}\right)} \qquad (2.36)$$

Для $L_{xa1} = 1130мм$

$$h_{xa1} = \sqrt{\frac{15^2}{1575}(1575 - 1130)} = 8{,}0мм$$

Для $L_{xa2} = 1080мм$

$$h_{xa2} = \sqrt{\frac{15^2}{1575}(1575 - 1080)} = 8{,}4мм$$

Для $L_{xa3} = 1030мм$

$$h_{xa3} = \sqrt{\frac{15^2}{1575}(1575 - 1030)} = 8{,}8мм$$

Для $L_{xa4} = 980мм$

$$h_{xa4} = \sqrt{\frac{15^2}{1575}(1575 - 980)} = 9{,}2мм$$

Для $L_{xa5} = 930мм$

$$h_{ха5} = \sqrt{\frac{15^2}{1575}(1575-930)} = 9{,}6мм$$

Для $L_{ха6} = 880мм$

$$h_{ха6} = \sqrt{\frac{15^2}{1575}(1575-880)} = 10{,}0мм$$

Для $L_{ха7} = 830мм$

$$h_{ха7} = \sqrt{\frac{15^2}{1575}(1575-830)} = 10{,}3мм$$

Для $L_{ха8} = 780мм$

$$h_{ха8} = \sqrt{\frac{15^2}{1575}(1575-780)} = 10{,}7мм$$

Для $L_{ха9} = 730мм$

$$h_{ха9} = \sqrt{\frac{15^2}{1575}(1575-730)} = 11{,}0мм$$

Для $L_{ха10} = 680мм$

$$h_{ха10} = \sqrt{\frac{15^2}{1575}(1575-680)} = 11{,}3мм$$

Для $L_{ха11} = 630мм$

$$h_{ха11} = \sqrt{\frac{15^2}{1575}(1575-630)} = 11{,}6мм$$

Для $L_{ха12} = 580мм$

$$h_{ха12} = \sqrt{\frac{15^2}{1575}(1575-580)} = 11{,}9мм$$

Для $L_{ха13} = 530мм$

$$h_{ха13} = \sqrt{\frac{15^2}{1575}(1575-530)} = 12{,}2мм$$

Для $L_{ха14} = 480мм$

$$h_{ха13} = \sqrt{\frac{15^2}{1575}(1575-480)} = 12{,}5мм$$

Для $L_{ха15} = 430мм$

$$h_{ха15} = \sqrt{\frac{15^2}{1575}(1575-430)} = 12{,}8мм$$

Для $L_{ха16} = 380мм$

$$h_{ха16} = \sqrt{\frac{15^2}{1575}(1575-380)} = 13{,}1мм$$

Для $L_{ха17} = 360мм$

$$h_{ха12} = \sqrt{\frac{15^2}{1575}(1575-360)} = 13{,}2мм$$

Определение свободной стрелы выгиба рессоры (собранной) без внешней нагрузки.

$$H_0 = H_k + f_{расч}; \quad (2.37)$$

где $H_к$ – контрольная стрела рессоры (выгиб рессоры под действием статической нагрузки).

По компоновочным соображениям $H_к$ = 44 мм. Тогда:

H_0 = 44+151 = 195 мм.

Для определения радиуса собранной рессоры в свободном состоянии используется формула:

$$R = \frac{\left(\frac{L}{2}\right)^2}{2H_0} \quad (2.38)$$

$$R = \frac{\left(\frac{1575}{2}\right)^2}{2 \cdot 195} = 1590мм$$

После сборки рессоры производится пробная осадка рессоры нагрузкой, определяемой следующим образом:

$$P_{ос} = \frac{2 \cdot 0{,}85 \cdot \sigma_{в} \cdot b \cdot h_0 \cdot n_1}{3 \cdot L}; \quad (2.39)$$

где $\sigma_{в}$ – предел прочности материала рессоры.

$$P_{ос} = \frac{2 \cdot 0{,}85 \cdot 1450 \cdot 10^6 \cdot 0{,}075 \cdot 0{,}015^3 \cdot 3}{3 \cdot 1{,}575} = 17610H$$

2.4 Геометрический расчет червячной передачи

Расчет геометрии червячной передачи по ГОСТ 19650-74 предусматривает передачи с углом скрещивания осей червяка и колеса, равным 90º, и исходным контуром червяка по ГОСТ 19036-94.

Определим исходные данные при расчете червячной передачи:

m=5,3 мм – расчетный модуль червяка (червячного колеса)

q=10 – коэффициент диаметра червяка

z_1=2 – число витков червяка

α_x=20º – угол профиля $(\alpha_n, \alpha_{nt}, \alpha_{ns}, \alpha_0)$

h^*a=1 – коэффициент высоты головки

s^*=1,571 – коэффициент расчетной толщины

α_{ω}= 135 мм – межосевое расстояние

ρ_f^*=0,3 – коэффициент радиуса кривизны переходной кривой

u=20 – передаточное число

Расчет произведем по схеме на рисунке 2.9.

Число зубьев червячного колеса z_2:

$$z_2 = u \cdot z_1 \quad (2.40)$$

$$z_2 = 20 \cdot 2 = 40$$

Коэффициент смещения червяка x:

$$x = \frac{\alpha_{\omega}}{m} - 0{,}5 \cdot (z_2 + q) \quad (2.41)$$

$$x = \frac{135}{5{,}3} - 0{,}5 \cdot (20 + 10) = 0{,}4717$$

Делительный диаметр червяка d_1:

$$d_1 = q \cdot m \tag{2.42}$$

$d_1 = 10 \cdot 5{,}3 = 53$ мм

Делительный диаметр колеса d_2:

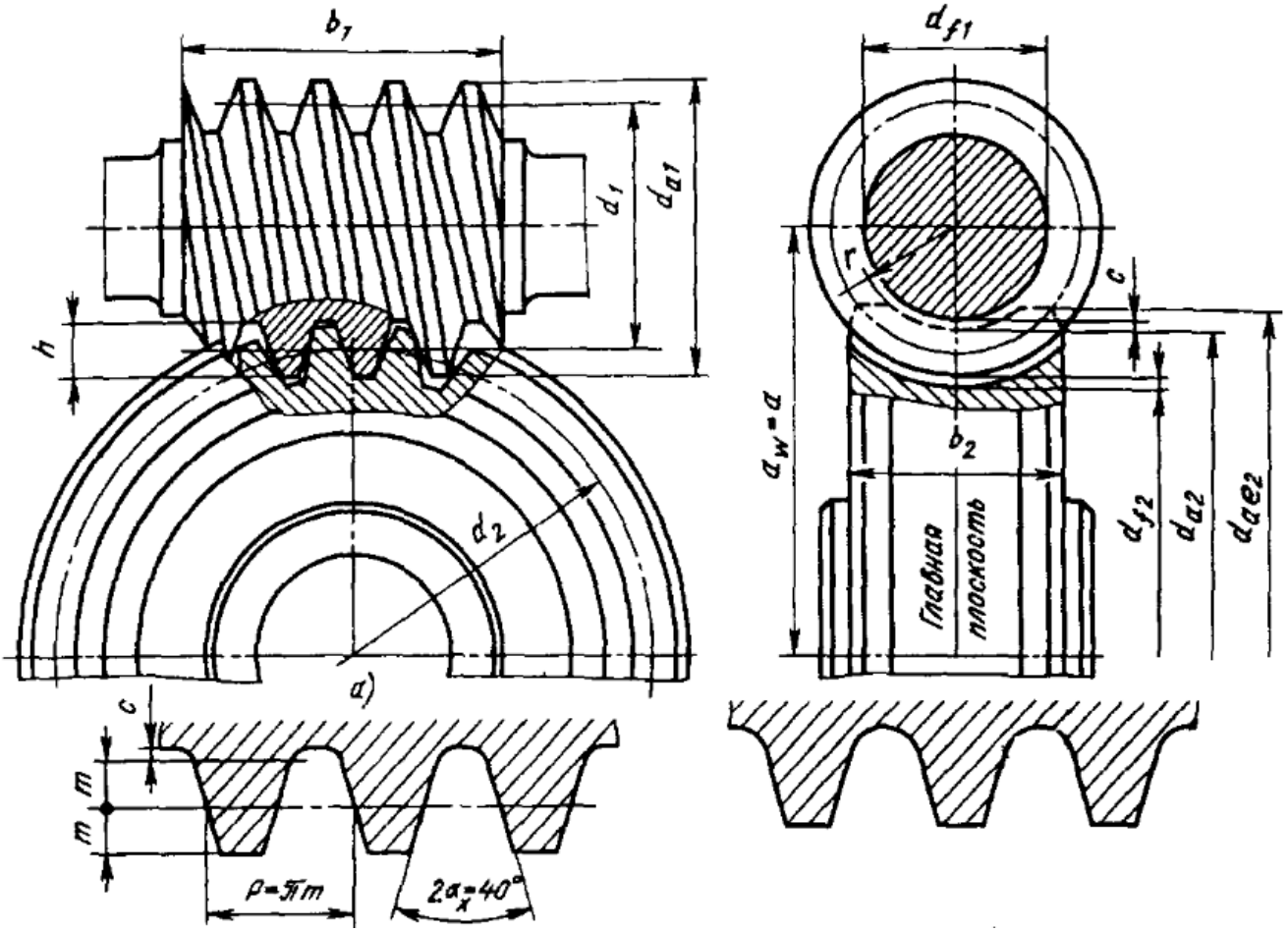


Рисунок 2.9 – Схема для расчета геометрии червячной передачи

$$d_2 = z_2 \cdot m \tag{2.43}$$

$d_2 = 40 \cdot 5{,}3 = 212$ мм

Начальный диаметр червяка d_{w1}:

$$d_{w1} = (q + 2x) \cdot m \tag{2.44}$$

$d_{w1} = (10 + 2 \cdot 0{,}4717) \cdot 5{,}3 = 58$ мм

Делительный угол подъема γ:

$$tg\gamma = \frac{z_1}{q} \tag{2.45}$$

$$tg\gamma = \frac{2}{10}$$

$$\gamma = 11{,}31^{\circ}$$

Начальный угол подъема γ_w:

$$tg\gamma_w = \frac{z_1 \cdot m}{d_{w1}} \tag{2.46}$$

$$tg\gamma_w = \frac{2 \cdot 5{,}3}{58}$$

$$\gamma_w = 10{,}36^{\circ}$$

Основной угол подъема γ_b:

$$\cos\gamma_b = \cos\alpha_n \cdot \cos\gamma \tag{2.47}$$

$$\gamma_b = 22{,}86^{\circ}$$

Основной диаметр червяка d_b:

$$d_b = \frac{z_1 \cdot m}{tg\gamma_b} \tag{2.48}$$

$$d_b = \frac{2 \cdot 5{,}3}{tg\gamma_b} = 25{,}140 \text{ мм}$$

Высота червяка h_1:

$$h_1 = h^* m \tag{2.49}$$

$$h_1 = \left(2 + 0{,}2\cos 11^{\circ}19^{'}\right) \cdot 5{,}3 = 11{,}64 \text{ мм}$$

Высота головки витка червяка h_{a1}:

$$h_{a1} = h_a^* m \tag{2.50}$$

$$h_{a1} = 1{,}0 \cdot 5{,}3 \text{ мм}$$

Диаметр вершин витков червяка d_{a1}:

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot h_a^* m \quad (2.51)$$

$d_{a1} = 53 + 2 \cdot 1 \cdot 5{,}3 = 63{,}6$ мм

Диаметр вершин зубьев колеса d_{a2}:

$$d_{a2} = d_2 + 2 \cdot (h_a^* + x) \cdot m \quad (2.52)$$

$d_{a2} = 212 + 2 \cdot (1{,}0 + 0{,}4717) \cdot 5{,}3 = 227{,}6$ мм

Наибольший диаметр червячного колеса d_{ae2}:

$$d_{ae2} = d_{a2} + \frac{6 \cdot m}{z_1 + 2} \quad (2.53)$$

$d_{ae2} = 227{,}6 + \frac{6 \cdot 5{,}3}{2 + 2} = 235$ мм

Радиус кривизны переходной кривой червяка ρ_{f1}:

$$\rho_{f1} = \rho_f^* \cdot m \quad (2.54)$$

$\rho_{f1} = 0{,}3 \cdot 5{,}3 = 1{,}59$ мм

Длина нарезанной части червяка b_1:

$$b_1 \geq (11 + 0{,}1 \cdot z_2) \cdot m \quad (2.55)$$

$b_1 \geq (11 + 0{,}1 \cdot 2) \cdot 5{,}3$ мм

$b_1 \geq 84{,}80$ мм.

Принимаем длину нарезанной части червяка равной 90 мм.

Ширину венца червячного колеса b_2 рекомендуется принимать:

$$b_2 \leq 0{,}75 \cdot d_{a1} \quad (2.56)$$

$b_2 \leq 0{,}75 \cdot 63{,}6$ мм

$b_2 \leq 47{,}7$

Принимаем ширину венца червячного колеса равной 47 мм.

Условный угол обхвата 2δ (рисунок 2.10) определяют по формуле:

$$\sin \delta = \frac{b_2}{d_{a1} - 0{,}5 \cdot m} \quad (2.57)$$

$$\sin\delta = \frac{47}{63{,}6 - 0{,}5 \cdot 5{,}3} = 0{,}7711$$

$$2\delta = 100{,}91°$$

Произведем расчет размеров для контроля взаимного положения профилей витков червяка.

Расчетный шаг червяка p_1:

$$p_1 = \pi \cdot m \tag{2.58}$$

$$p_1 = 3{,}14 \cdot 5{,}3 = 16{,}65 \text{ мм}$$

Делительная толщина по хорде витка червяка s_{a1}:

$$s_{a1} = s^* \cdot m \cdot \cos\gamma \tag{2.59}$$

$$s_{a1} = 1{,}571 \cdot 5{,}3 \cdot \cos 11{,}31° = 8{,}165 \text{ мм}$$

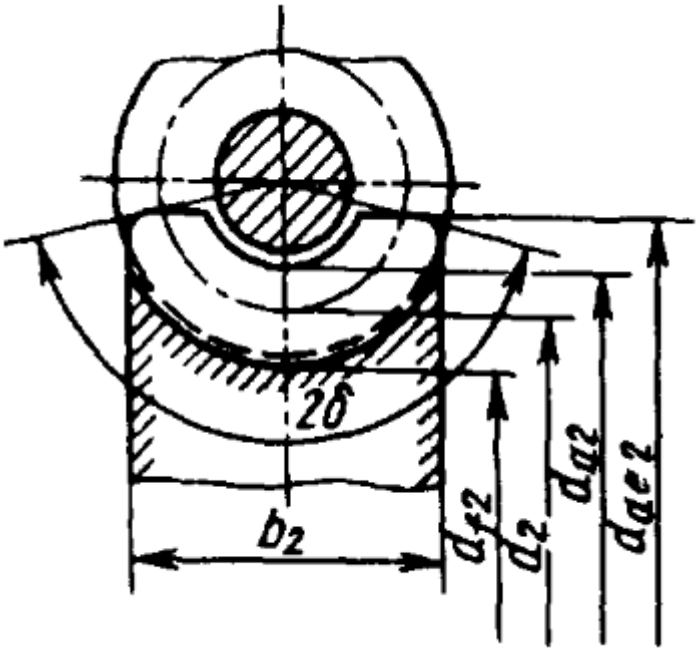


Рисунок 2.10 – Условный угол обхвата червячной передачи

Выводы

В конструкторской части разработана подвеска и подкатной мост для грузового автомобиля с возможностью изменения величины дорожного просвета для преодоления трудных участков дороги. Произведены необходимые расчеты, подтверждающие работоспособность представленной конструкции.

Разработанные детали и узлы были смоделированы в программном пакете *SolidWorks*, выполены сборочные и рабочие чертежи.

Модернизация автомобиля ГАЗон Некст подкатным мостом позволит расширить диапазон применения транспортного средства, увеличить эксплуатационные характерстики – проходимость и грузоподъемность.

3 Технологическая часть

3.1 Служебное назначение детали

В конструкции механизма позиционирования подкатного моста червячный вал обеспечивает поворот корпуса колесного редуктора вокруг оси подкатного моста, тем самым, включая или выключая его в работу. Червячный вал воспринимает крутящий момент от сервопривода через шестигранный концевик. Также спиральная поверхность вала воспринимает силу реакции от зубьев червячного колеса.

Вал устанавливается в корпус механизма на конических роликовых подшипниках, поэтому к посадочным местам предъявляются высокие требования по точности, шероховатости и твердости поверхностного слоя.

3.2 Технические требования к изготовлению червячного вала

В процессе механической обработки детали предъявляются следующие требования к технологическому процессу:

– радиальное биение диаметров Ø35*k*6 относительно друг друга не более 0,016 мм.

– радиальное биение делительного диаметра червяка относительно посадочного диаметра Ø35*k*6 не более 0,016 мм;.

Требования вызваны необходимостью обеспечения соосности при сборке в корпусе червячной передачи, а также условиями сопряжения с червячным колесом. Несоблюдение требований может вызвать перекос и затруднит сборку. Для обеспечения выполнения требуемой шероховатости поверхности (*Ra*=1,25 мкм) и точности в пределах допусков следует провести предварительную обточку диаметров, а финишное шлифование проводить после термообработки (закалки ТВЧ);

– не допускается наличия острых кромок. Требование обосновано условиями сборки;

– поверхности под установку подшипников должны иметь твердость не ниже 46…52 *HRC*. Требование вызвано обеспечением высокого ресурса работоспособности узла. Механическую обработку данных диаметров следует проводить предварительно, а окончательную (шлифование) только после закалки ТВЧ.

3.3 Общая характеристика процесса обработки червячного вала

Последовательность выполнения работ в системе *CAMWorks* зависит от решаемой задачи, вида обработки, используемого станочного оборудования и инструмента. Ниже рассмотрен порядок настройки программного обеспечения для обрабатывающего центра с системой ЧПУ *FANUC*, (рисунок 3.1).

Рисунок 3.1 – Токарный обрабатывающий центр *UM-110 FANUC*

Исходная информация. Так как проектирование ведется на основе 3*D*-модели, разработанной в *CAD*-системе *SolidWorks*, то конструкторская документация представлена цифровыми параметрами самой модели. Корректировка данных учитывается модулем *CAMWorks*, что приводит к автоматическому пересчету траекторий инструмента и остальных характеристик процесса: режимов и времени обработки изделия. Руководящая и справочная информация использована при формировании технологической базы модуля *CAMWorks*, исполнение ее рекомендаций гарантировано.

Исходя из массы детали ($m_д$=2,93 кг) и годовой программы выпуска (*N*=1000 шт.) по табличным значениям выбираем тип производства – мелкосерийное.

Основные технические характеристики выбранного обрабатывающего центра *UM-110 FANUC* представлены в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Основные технические выбранного станка

Характеристика	Значение
Диаметр обработки над суппортом, мм	160
Длина обработки, мм	300
Величина подачи, об/мин	0-5000
Диаметр патрона, мм	160
Частота вращения шпинделя, мин $^{-1}$	50-5000
Мощность главного привода, кВт	5,5/7,7
Посадочный конус шпинделя	*ISO* 40/ВТ 40
Перемещение по осям *x, c, z*	1100x550x360º
Количество инструментов в магазине	24
Точность позиционирования, мм	0,005
Точность повторяемости, мм	0,003
Габариты станка, мм	3000x2200x3000
Масса станка, кг	7500

Выбор заготовки. В качестве заготовки использован калиброванный прокат круглого сечения диаметром 65 мм и длиной 262 мм.

Последовательность формирования элементов процесса, показанная на одном из установов, включает следующие шаги:

- выбор станка (рисунок 3.2);
- выбор инструментальной корзины (рисунок 3.3);
- модель червячного вала (рисунок 3.4);
- выбор заготовки (рисунок 3.5);
- формирование списка дерева элементов и операций (рисунок 3.6);
- параметры операций и технологические настройки режущего инструмента (рисунки 3.7-3.12);
- визуализация (рисунки 3.13-3.18);
- постпроцессирование (рисунок 3.19).

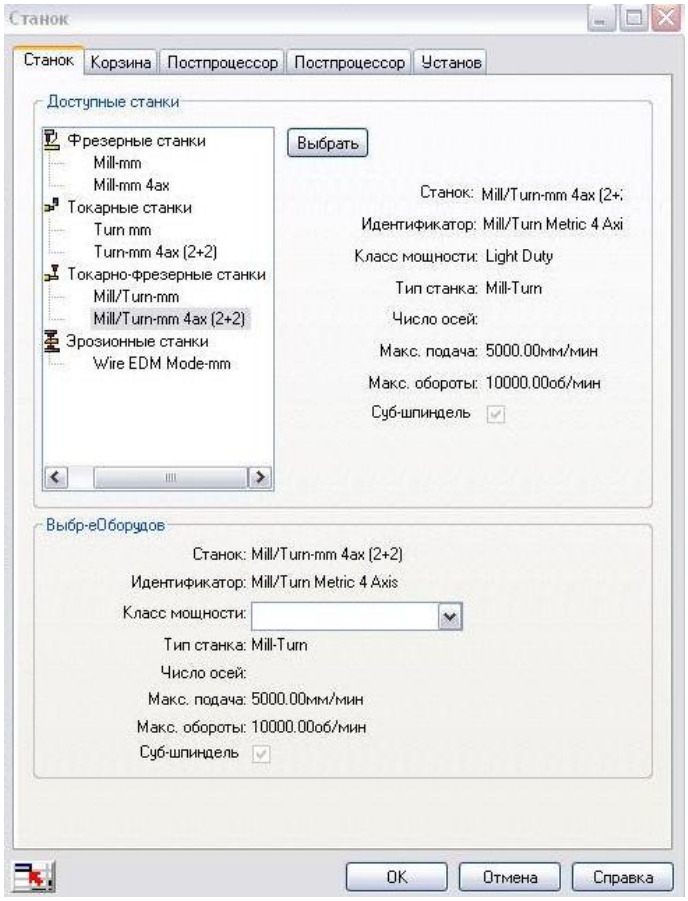


Рисунок 3.2 – Выбор станка

Разработка процесса (последовательность операций, последовательность переходов, расчет межоперационных припусков, оформление маршрутной карты и операционных карт) осуществляется в соответствии с алгоритмом работы модуля *CAMWorks*.

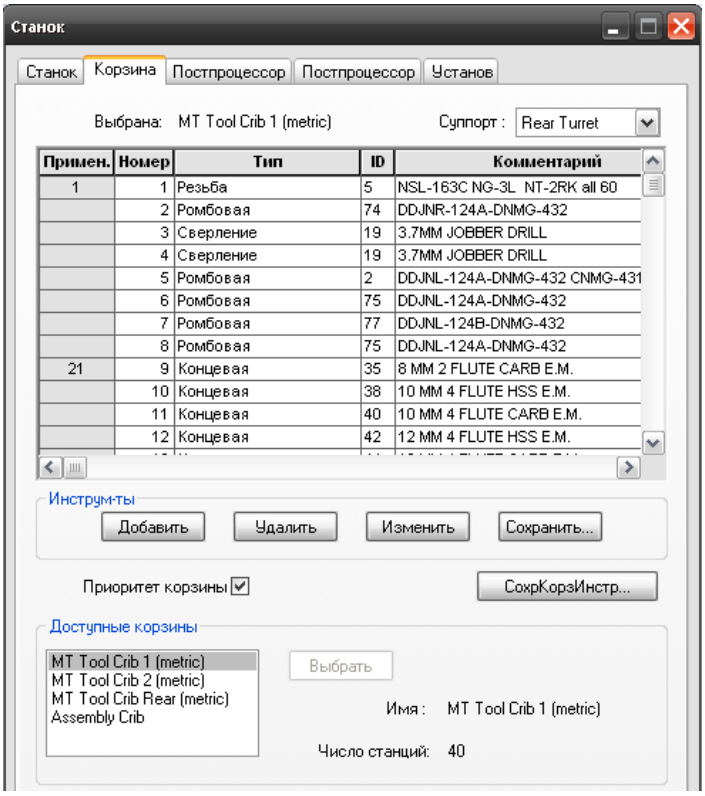


Рисунок 3.3 – Выбор параметров инструментальной корзины

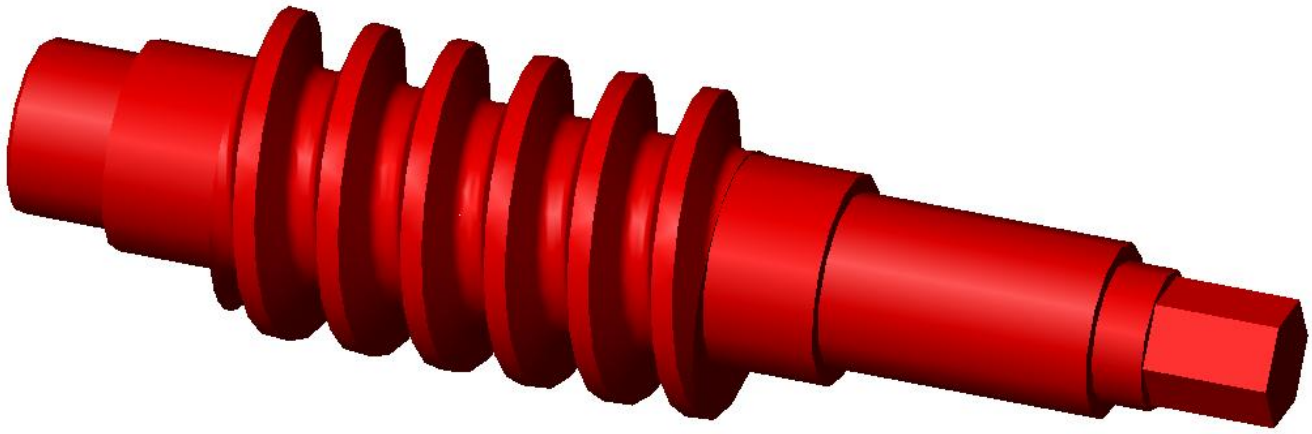


Рисунок 3.4 – Модель червячного вала

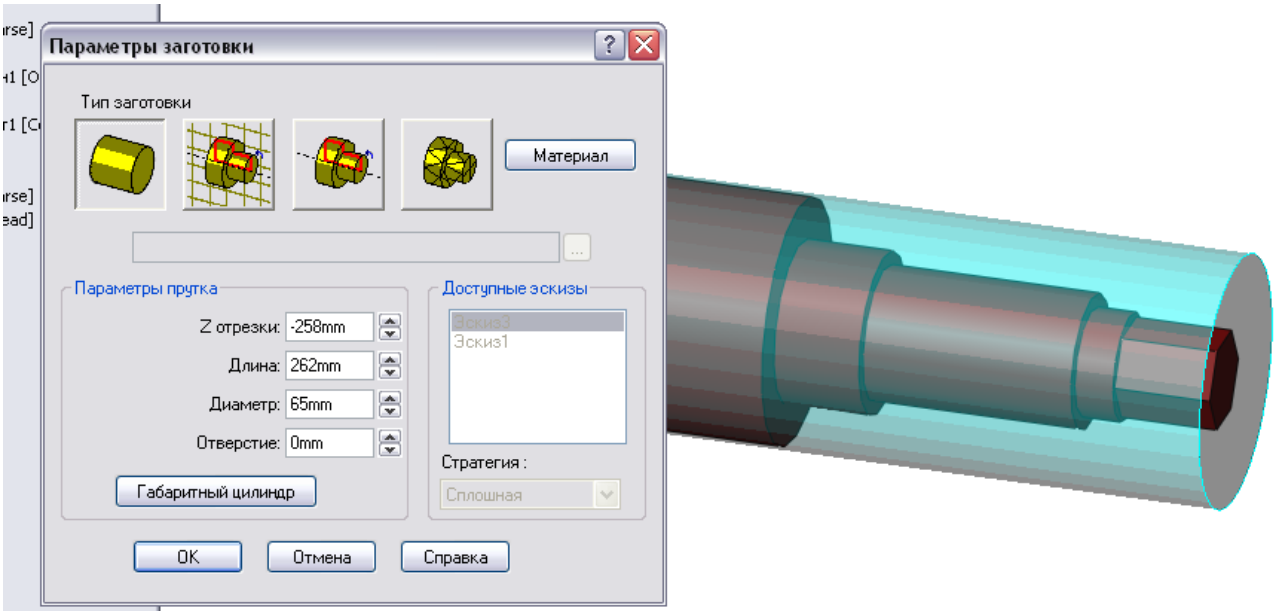


Рисунок 3.5 – Выбор заготовки
(прокат круглого сечения Ø65 мм х 262 мм)

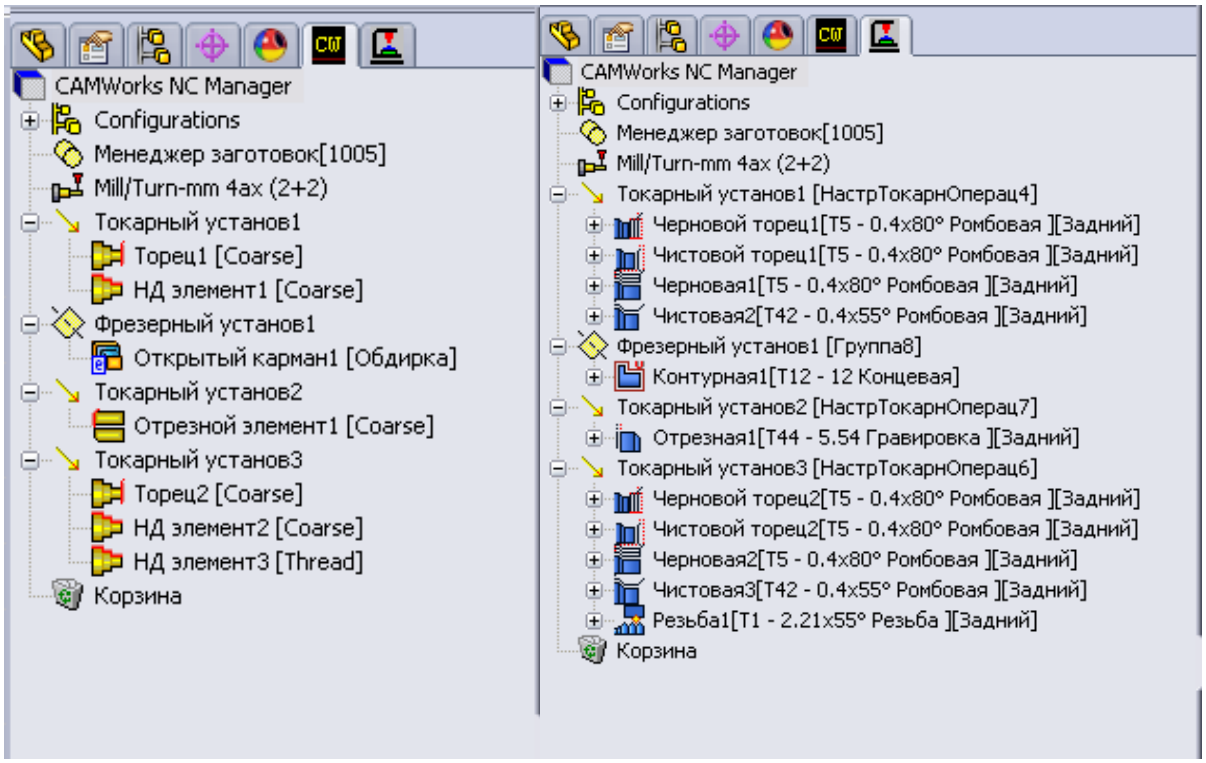


Рисунок 3.6 – Формирование списка элементов и операций

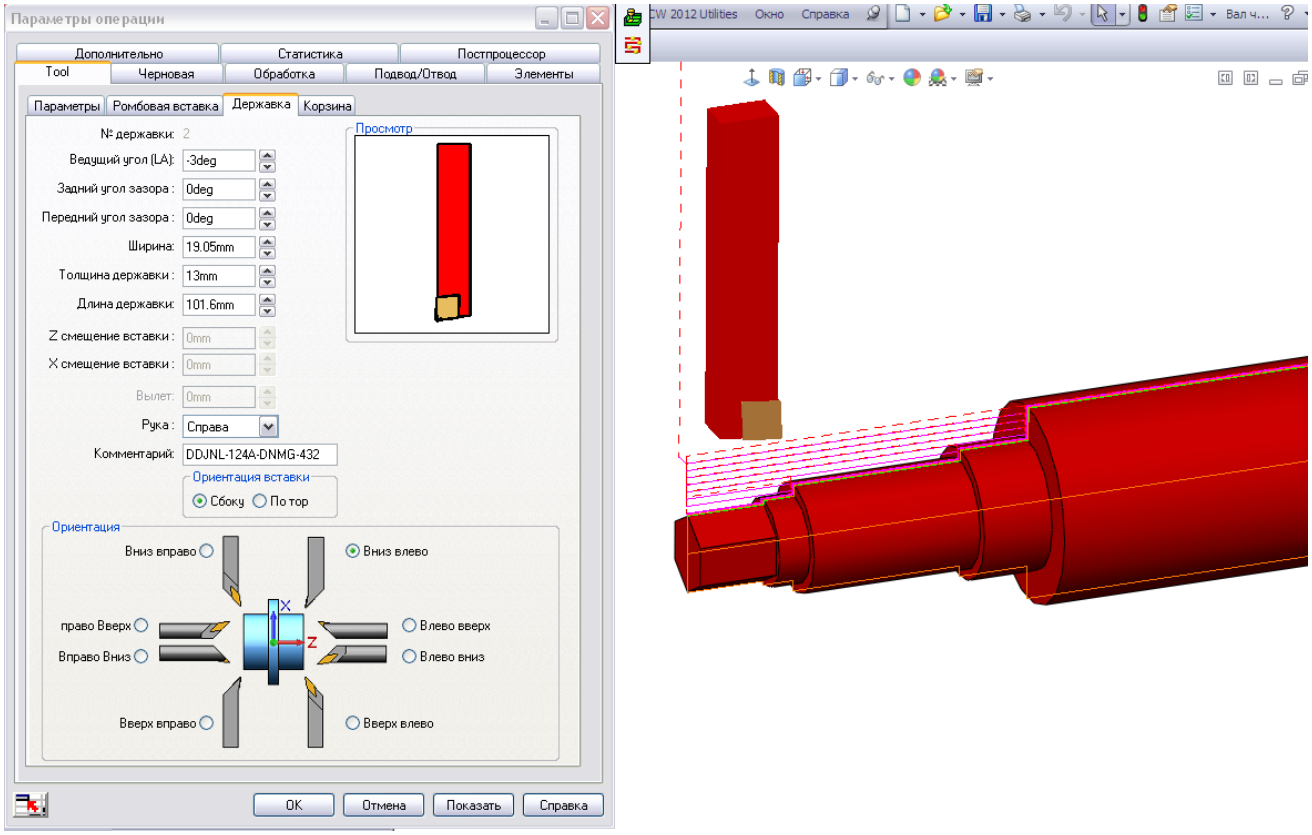


Рисунок 3.7 – Параметры проходного резца первого токарного установа

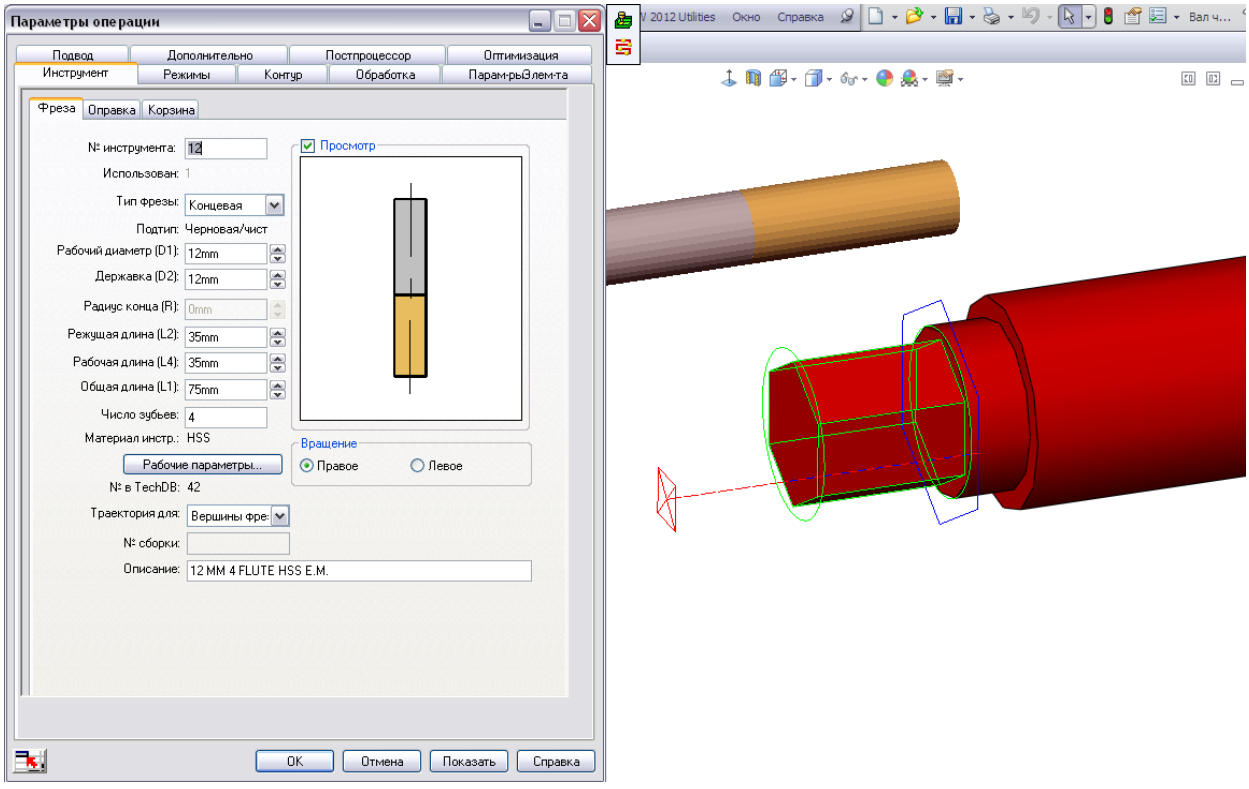


Рисунок 3.8 – Параметры и траектория инструмента фрезерной обработки

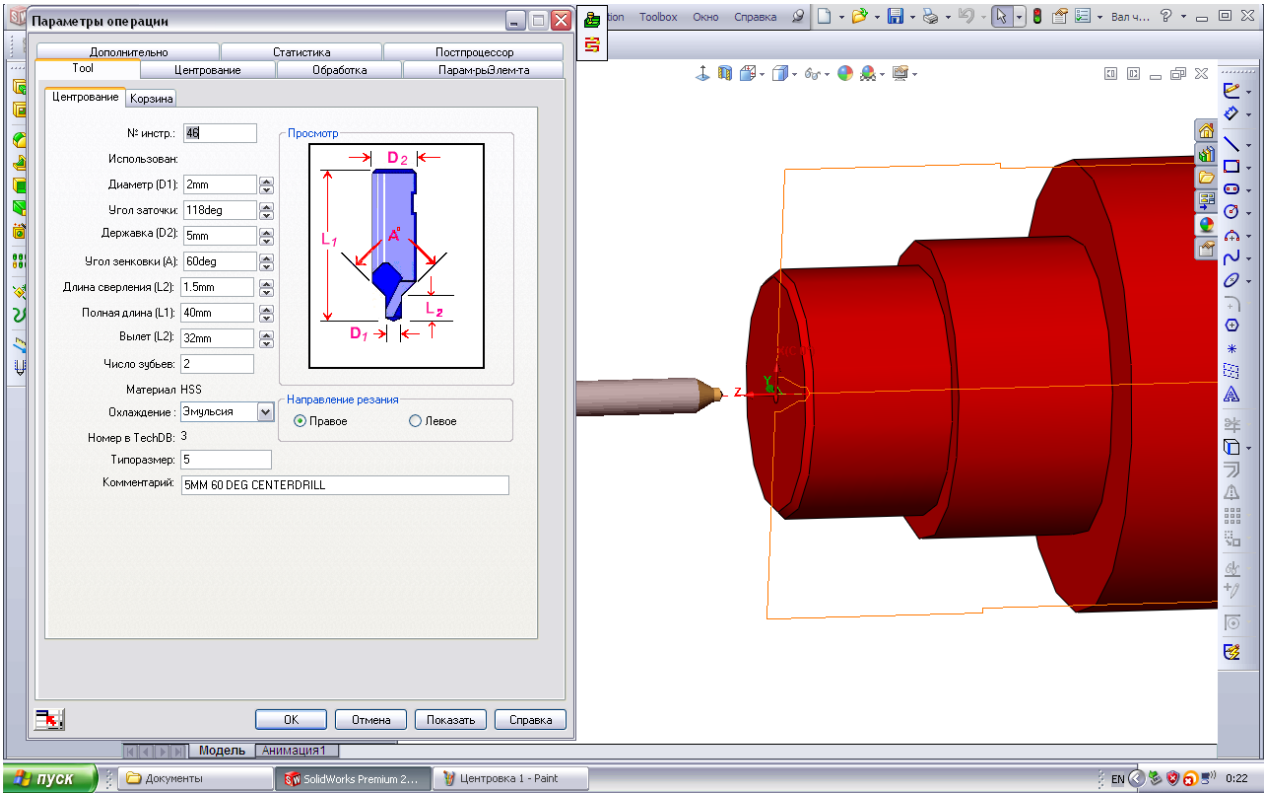


Рисунок 3.9 – Инструмент центровочной операции

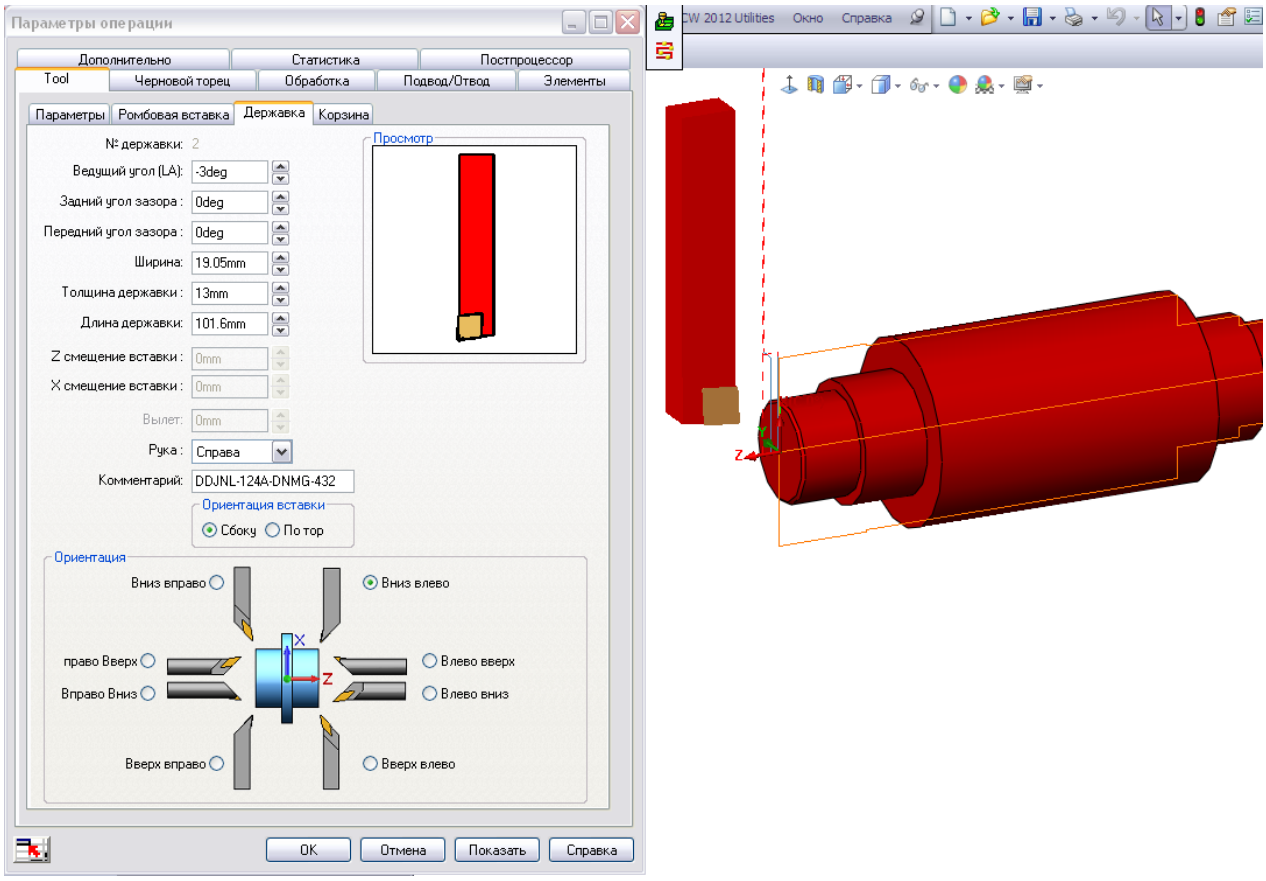


Рисунок 3.10 – Параметры оправки резца второго токарного установа

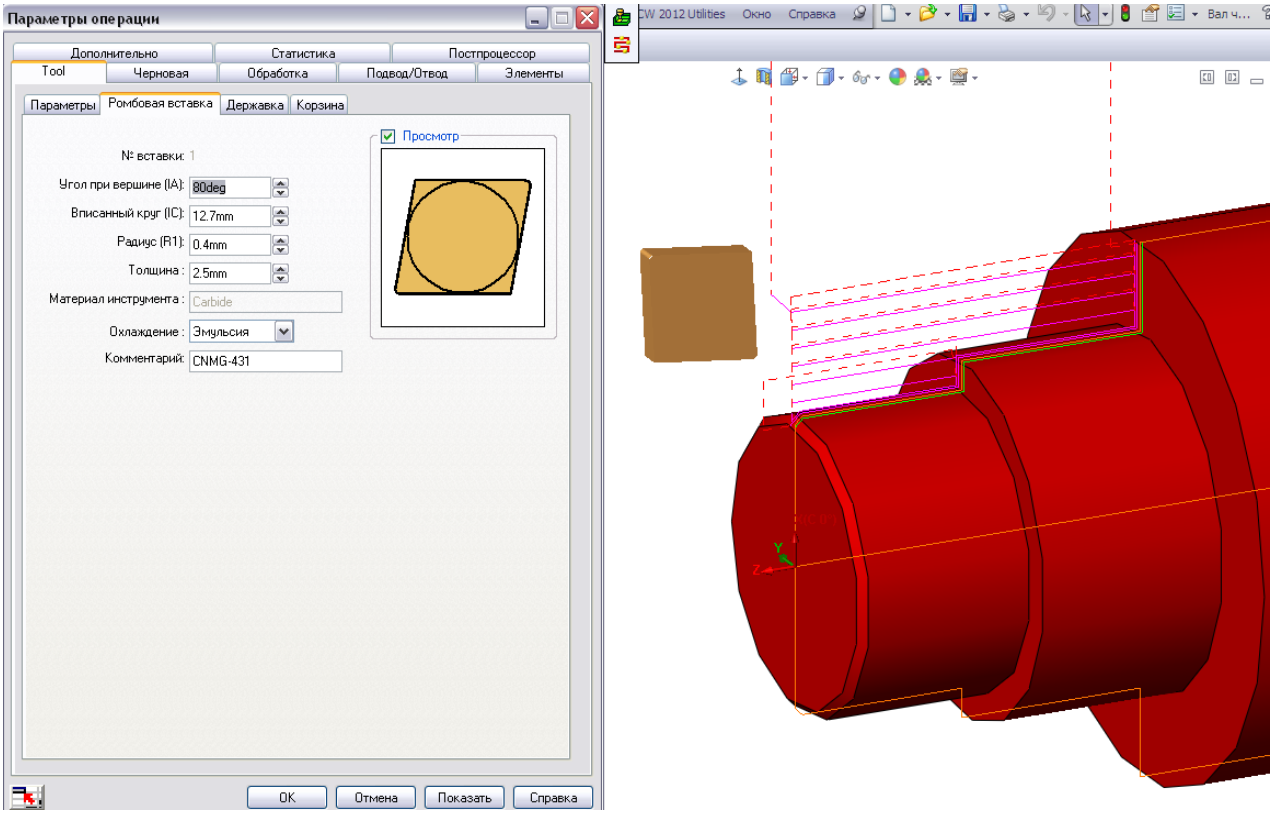


Рисунок 3.11 – Параметры твердосплавной вставки и траектория обработки (второй токарный установ)

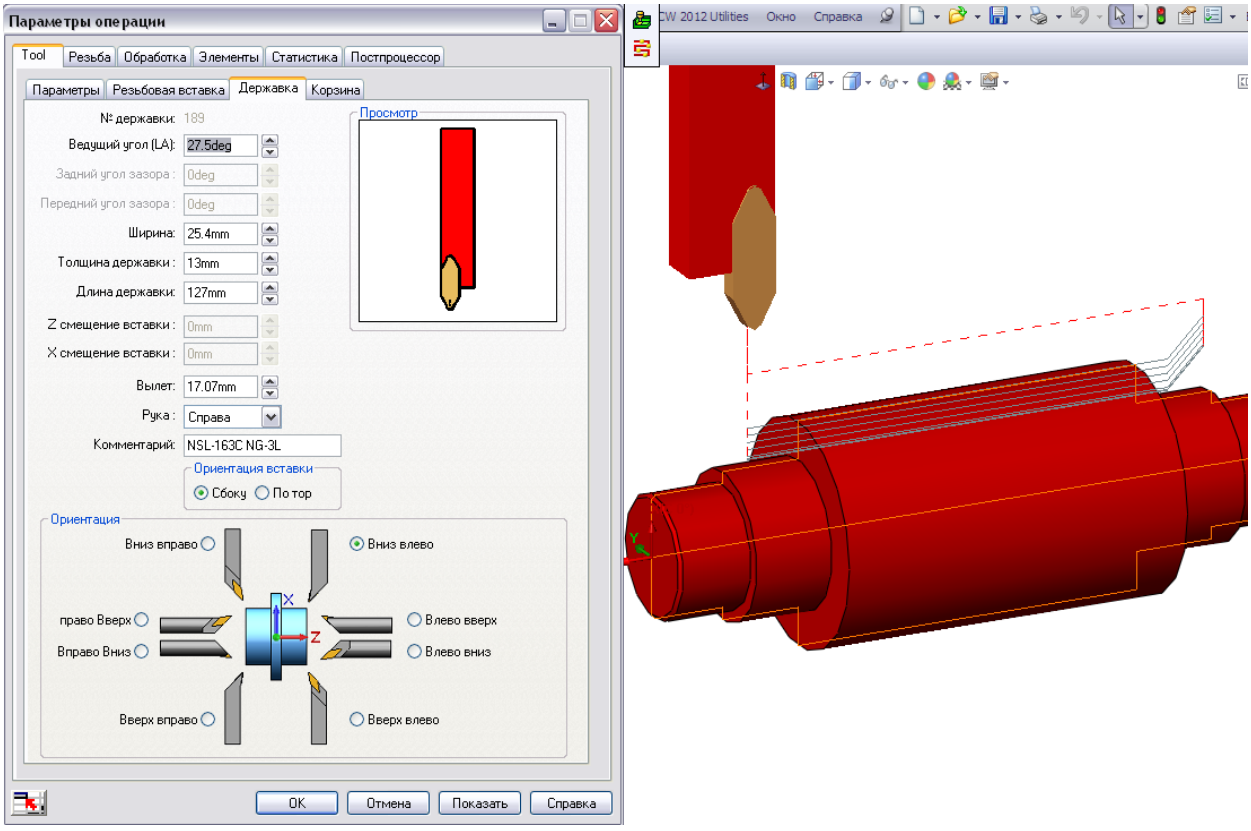


Рисунок 3.12 – Инструмент и траектория выполнения червяка

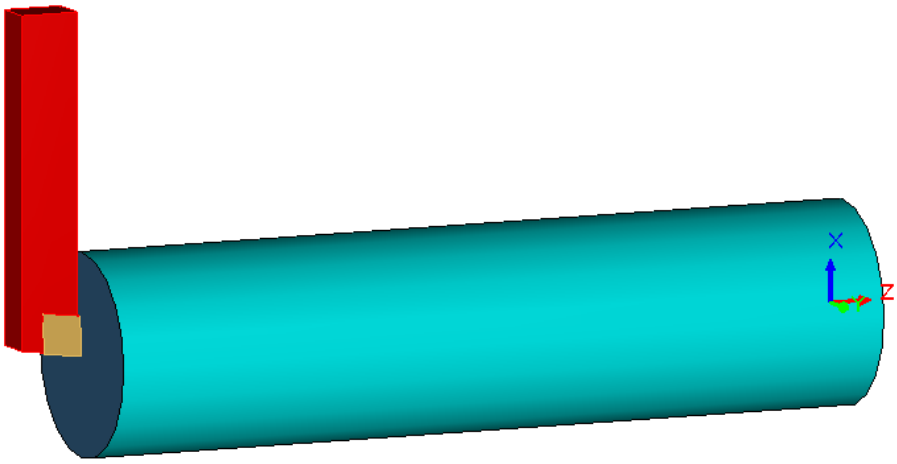


Рисунок 3.13 – Визуализация работы проходного резца (подрезка торца)

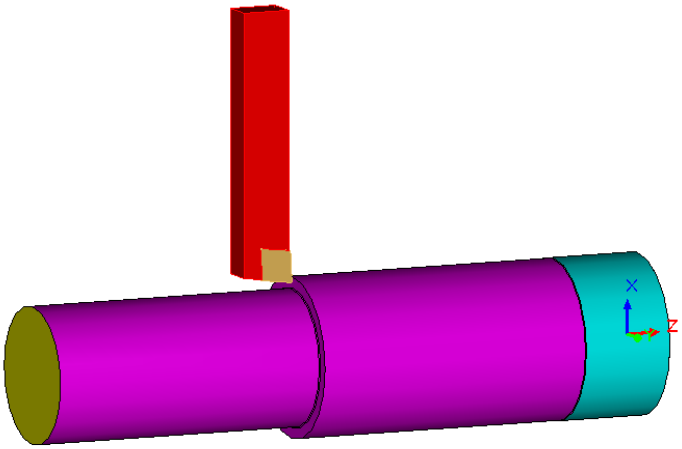


Рисунок 3.14 – Визуализация работы проходного резца (черновая токарная обработка)

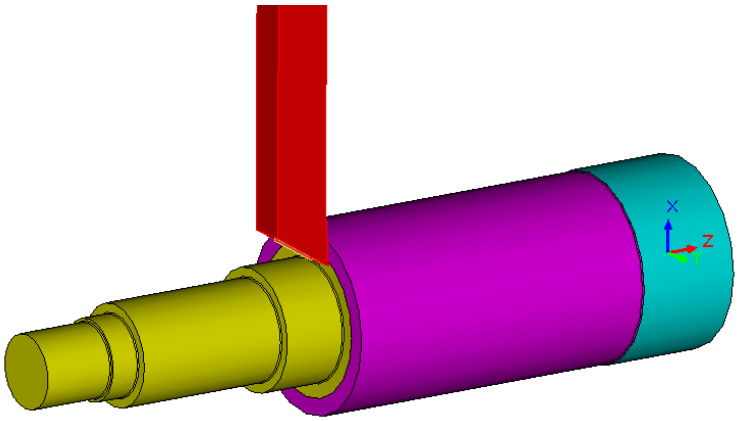


Рисунок 3.15 – Визуализация работы проходного резца (чистовая токарная обработка)

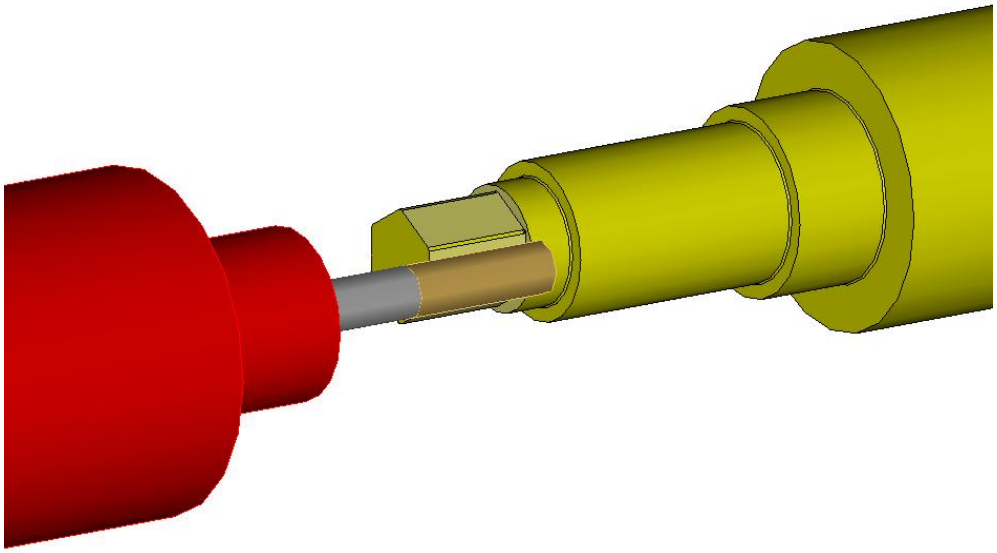


Рисунок 3.16 – Визуализация фрезеровки шестигранника

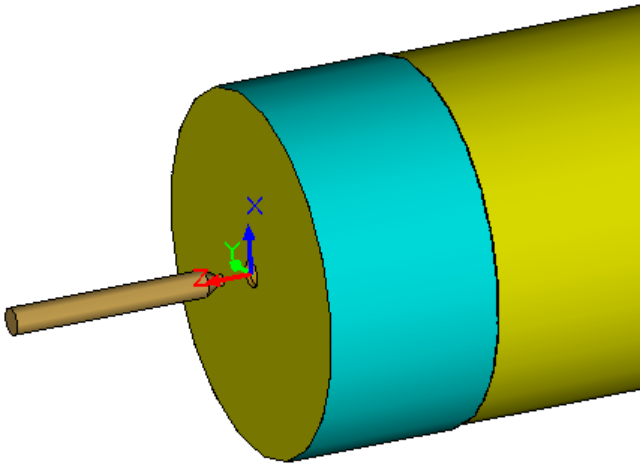


Рисунок 3.17 – Визуализация центровочной операции

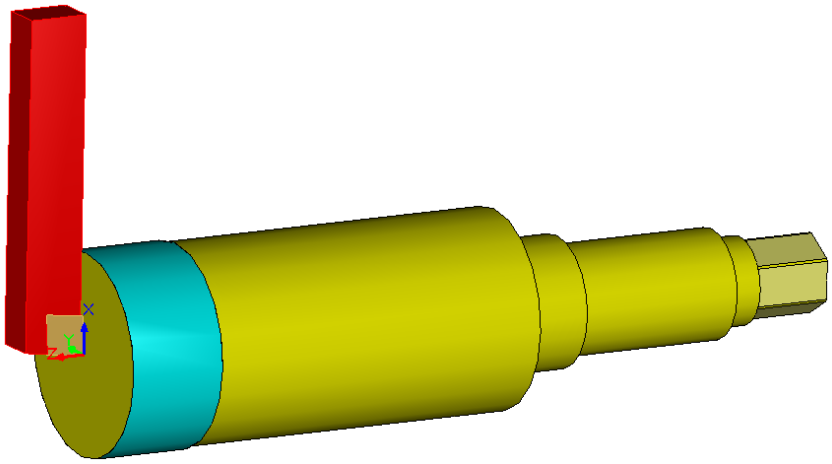


Рисунок 3.18 – Визуализация работы проходного резца второго токарного установа (подрезка торца)

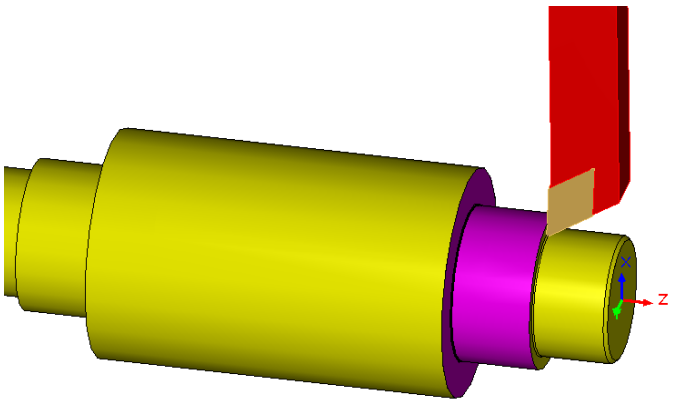


Рисунок 3.19 – Визуализация работы проходного резца второго токарного установа (чистовая обработка)

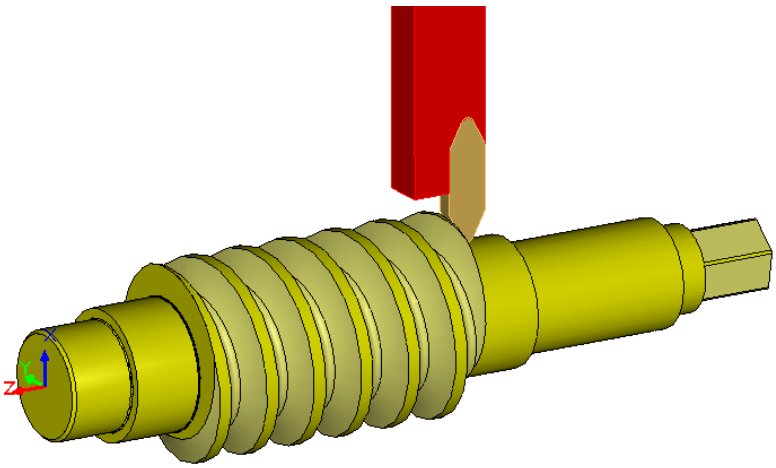


Рисунок 3.20 – Визуализация нарезания червяка

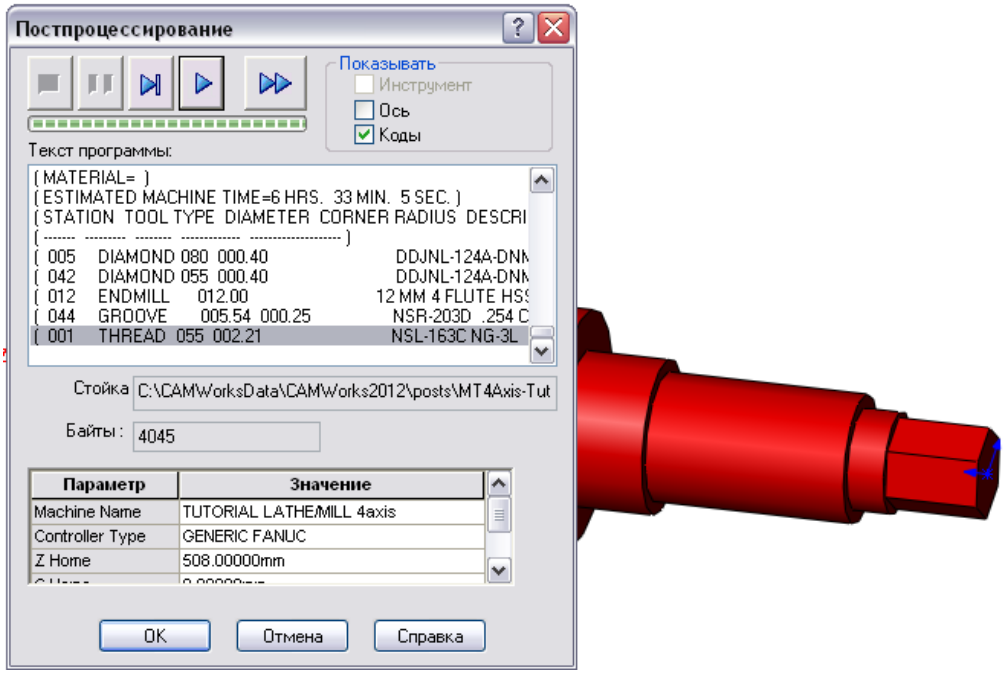


Рисунок 3.21 – Процесс передачи полученных данных в постпроцессор

Указанная последовательность реализуется для всех установов и операций технологического процесса. Итогом проектирования процесса является полный перечень установов, операций, инструмента и режимов обработки, а также сформированные по результатам проектирования операционные карты в формате среды проектирования *CAMWorks* и программа для станка с ЧПУ. По результатам технологического проектирования разработана управляющая программа для обрабатывающего центра *FANUC*.

Процесс механической обработки червячного вала включает: подрезку торца, токарную обработку (первый токарный установ), фрезерную обработку, отрезную операцию, подрезку торца (второй токарный установ), токарную обработку и нарезание червяка.

Созданная программа для обрабатывающего центра, представлена в приложении В.

Выводы

Разработан технологический процесс изготовления червячного вала, операции по технологическому процессу выполняются на токарном обрабатывающем центре *UM-110 FANUC*. Конструкция детали позволяет применять современное высокопроизводительное оборудование. Изготовление червячного вала является технологичным и не требующим применения особых методов обработки.

4 Практическое применение

4.1 Сборка и регулировка червячной передачи

При сборке червячной передачи требуется обеспечить правильный контакт зубьев, необходимый боковой зазор в зацеплении и постоянство момента вращения червяка. Для этого, кроме изготовления с заданной точностью червяка и червячного колеса, необходимо обеспечить с допускаемыми погрешностями расстояние между их осями, перпендикулярность этих осей между собой и расположение оси червяка в средней плоскости венца червячного колеса. Если выполнение первых двух требований зависит в основном от точности изготовления корпуса червячной передачи, то последнее может быть обеспечено только за счет качества сборки. При некачественной сборке снижается КПД, увеличиваются тепловыделение и интенсивность изнашивания червячной передачи. Совмещением оси червяка 2 со средней плоскостью венца червячного колеса 1 достигается оптимальная форма пятна контакта их зубьев (рисунок 4.1, а). На рисунке 4.1, б и в изображены пятна контакта при неправильном зацеплении, т.е. при смещении колеса относительно оси червяка соответственно вправо на величину $e1$ или влево на $e2$. Для обеспечения надежной работы червячной передачи, между витками червяка и зубьями колеса должен быть гарантированный боковой зазор. Однако он является причиной «мертвого хода» червяка, под которым понимается угол поворота червяка, при котором червячное колесо остается неподвижным. Для новых передач величина бокового зазора составляет $(0{,}015–0{,}03)m$, где m – модуль передачи, мм [23].

Боковой зазор определяют по углу поворота червяка при закрепленном червячном колесе.

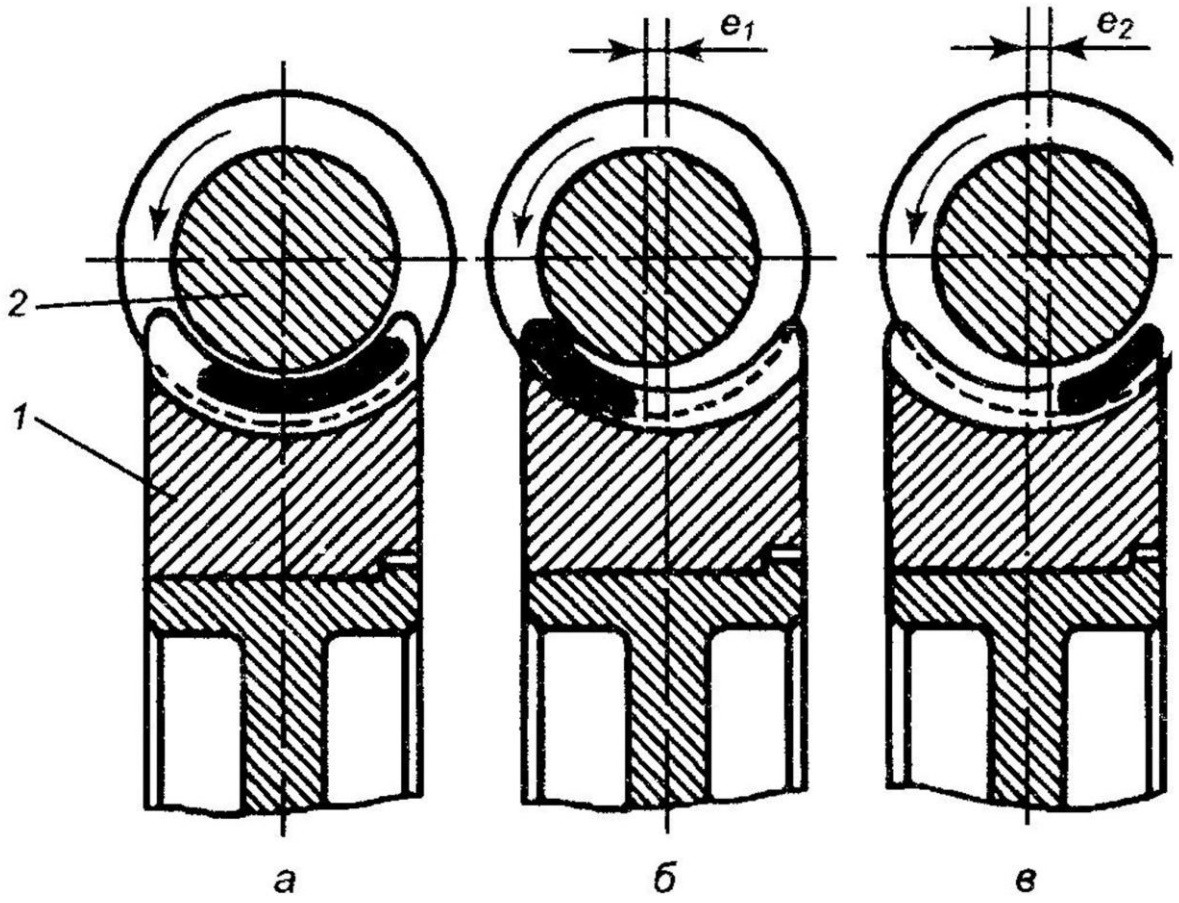


Рисунок 4.1 – Форма пятна контакта в червячной передаче при правильной (а) и неправильной (б, в) сборке:
1 – червячное колесо; 2 – червяк

Определяют «мертвый ход» червяка следующим образом. На вал червяка надевают градуированный диск 3 (рисунок 4.2), а к одному из зубьев червячного колеса подводят индикатор 1. Угол «мертвого хода» устанавливают по указателю 2 при покачивании червяка, причем стрелка индикатора должна оставаться неподвижной. В передачах 7-й и 8-й степеней точности «мертвый ход» червяка должен быть в пределах 8–12° при однозаходном, 4–6° при двухзаходном и 3–4° при трехзаходном червяках [28]. Проверка степени прилегания рабочих поверхностей червяка и червячного колеса производится «на краску». Винтовую поверхность червяка покрывают тонким слоем краски и медленно проворачивают червяк. По расположению отпечатков на колесе судят

о правильности сборки передачи. При наличии смещения червячного колеса 2, регулируют его положение относительно червяка 3 и одновременно натяг в подшипниках за счет изменения толщин $\delta 1$ и $\delta 2$ компенсаторов (набор прокладок.

Выверку положения червячного колеса производят также его перемещением вдоль оси вала с помощью гаек. При правильном положении червяка краска должна покрывать поверхность зуба червячного колеса не менее чем на 50–60 % по длине и высоте [9].

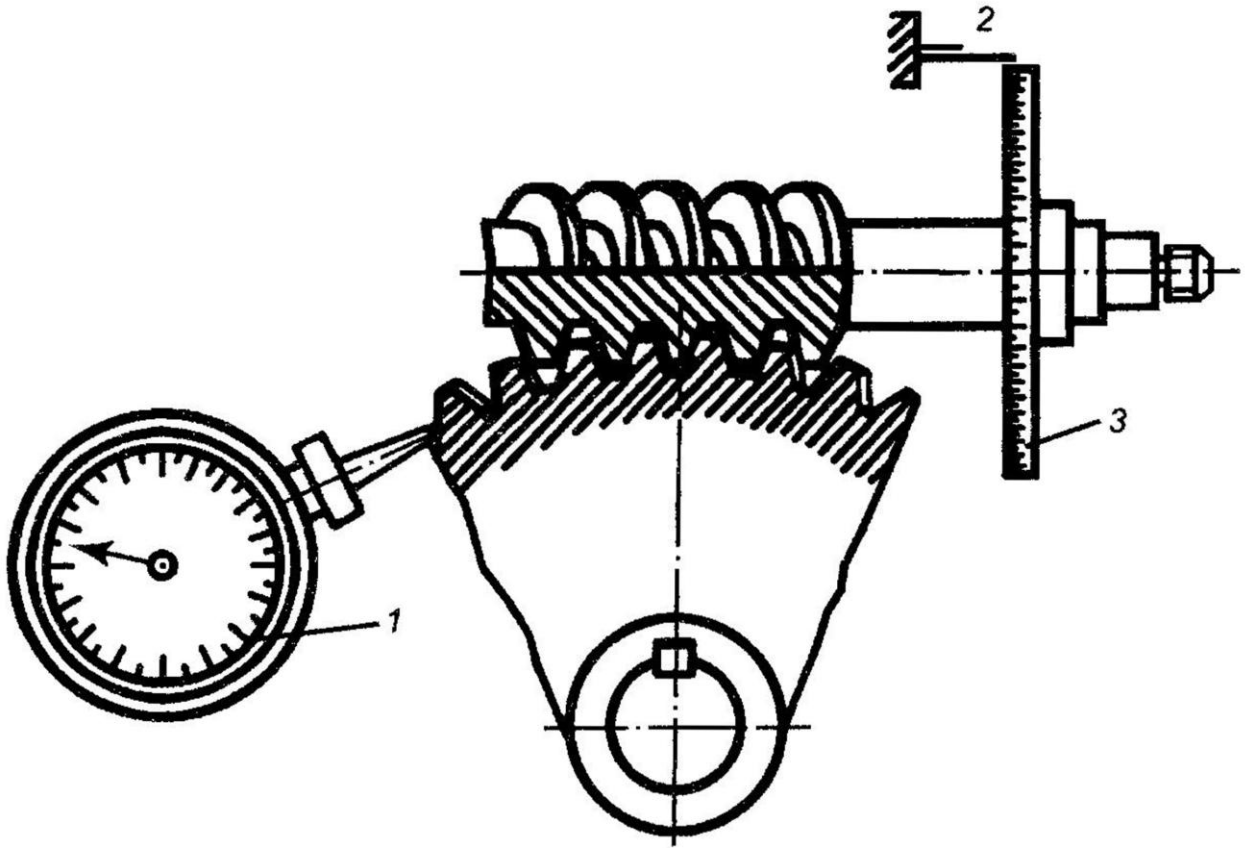


Рисунок 4.2 – Определение мертвого хода червяка:
1 – индикатор; 2 – диск; 3 – указатель

В случае неудовлетворительного прилегания рекомендуется пришабрить зубья, а затем их приработать. После сборки червячную передачу проверяют на легкость проворачивания вхолостую. Крутящий момент, необходимый для

вращения червяка, не должен изменяться в пределах одного полного оборота червячного колеса более чем на 30–40 %.

4.2 Обкатка нового автомобиля с модернизированной трансмиссией

Продолжительность обкатки установлена в 1000 км. В это время автомобиль требует от водителя повышенного внимания и особого ухода. Во время обкатки необходимо строго придерживаться следующих указаний.

Не трогаться с места с непрогретым двигателем. Работа двигателя должна быть устойчивой при полностью открытой воздушной заслонке карбюратора.

Во избежание преждевременного износа узлов и деталей автомобиля не следует превышать скорость движения более 60 км/ч.

Не перегружать двигатель. Нагрузка автомобиля не должна превышать 1500 кг. Кроме того, в этот период следует избегать езды по тяжелым дорогам, глубокой грязи и т. п. При использовании автомобиля в спецкомплектациях допускается производить обкатку с нагрузкой 2000 кг. Скорость движения автомобиля при этом не должна превышать 40-45 км/ч.

В течение первых 48 часов работы двигателя необходимо контролировать натяжение приводных ремней, т. к. за это время происходит их наибольшая вытяжка.

Необходимо следить за нагревом тормозных барабанов. Если нагрев превышает 100° С, что можно определить по кипению воды в момент прикладывания мокрой ветоши к ободу барабана, то нужно выяснить его причину и устранить неисправность.

Внимательно следить за состоянием всех креплений автомобиля, обратив особое внимание на состояние кернения гайки крепления рулевого колеса. Все ослабевшие гайки нужно своевременно подтягивать – в частности, гайку крепления сошки руля, гайки клиньев карданного вала руля, гайки стремянок

рессор, рычага поворотного кулака, крепления колес, гайки болтов крепления кронштейнов кабины.

После 500 км пробега на автомобиле ГАЗ-3308 проверить свободный ход вилки выключения сцепления, при необходимости, отрегулировать.

После обкатки удалить тканевый вкладыш в сетчатом фильтре бачка насоса гидроусилителя рулевого управления [23].

4.3 Техническое обслуживание автомобиля

Чтобы обеспечить хорошее техническое состояние и постоянную готовность автомобиля к работе, а также устранить причины, ускоряющие износ его деталей, необходимо применять рекомендуемые топливо, масло, смазки и жидкости надлежащего качества и выполнять все требования технического обслуживания автомобиля.

Поскольку работы по техническому обслуживанию являются профилактическими, они должны производиться в установленные сроки, и выполнение их обязательно. Техническое обслуживание должно производиться в условиях, исключающих попадание грязи и пыли внутрь узлов и агрегатов автомобиля.

Установлены следующие виды технического обслуживания:

– ежедневное обслуживание (ЕО);

– первое техническое обслуживание (ТО-1) – через 5000 км пробега;

– второе техническое обслуживание (ТО-2) – через 20000 км пробега;

– сезонное техническое обслуживание (СО).

Сезонное техническое обслуживание выполняется один раз в год, совместно с проведением очередных работ по ТО-1 или ТО-2.

Периодичность первого и второго технических обслуживаний устанавливается в зависимости от условий эксплуатации автомобиля (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Периодичность технического обслуживания в зависимости от условий эксплуатации автомобиля

Категория условий	Условия работы автомобиля	Периодичность технического обслуживания, км	
		ТО-1	ТО-2
1	2	3	4
I	1. Автомобильные дороги I, II, III технических категорий за пределами пригородной зоны на равнинной, слабохолмистой и холмистой местности, имеющие цементобетонные и асфальтобетонные покрытия.	5000	20000
II	1. Автомобильные дороги I, II, III технических категорий за пределами пригородной зоны в гористой местности, а также в малых городах и в пригородной зоне (во всех типах рельефа, кроме горного), имеющие цементобетонные и асфальтобетонные покрытия. всех типах рельефа, кроме горного), а также в малых городах и в пригородной зоне на равнинной местности с покрытием из битумоминеральных смесей. 2. Автомобильные дороги III, IV технических категорий за пределами пригородной зоны, имеющие щебеночные и гравийные покрытия во всех видах рельефа, кроме гористого и горного.	4500	18000
III	1. Автомобильные дороги I, II, III технических категорий за пределами пригородной зоны, автомобильные дороги в малых городах и в пригородной зоне (горная местность), а также в больших городах, имеющие цементобетонные и асфальтобетонные покрытия. 2. Автомобильные дороги I, II, III технических категорий за пределами пригородной зоны (горная местность), автомобильные дороги в малых городах и в пригородной зоне (во всех типах рельефа, кроме равнинного), а также в больших городах, имеющие покрытия из битумоминеральных смесей. 3. Автомобильные дороги III, IV технических категорий за пределами пригородной зоны в гористой и горной местности, автомобильные дороги в пригородной зоне и улицы малых городов, улицы больших городов (все типы рельефа, кроме гористого и горного), имеющие щебеночные и гравийные покрытия. 4. Автомобильные дороги III, IV, V технических категорий за пределами пригородной зоны, автомобильные дороги в пригородной зоне и улицы малых городов, улицы больших городов (равнинная местность), имеющие покрытия из булыжного и колотого камня, а также покрытия из грунтов, обработанных вяжущими материалами.	4000	16000

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4
III	5. Внутризаводские автомобильные дороги с усовершенствованным покрытием. 6. Зимники.	4000	16000
IV	1. Улицы больших городов, имеющие покрытия из битумоминеральных смесей (горная местность), щебеночные и гравийные покрытия (гористая и горная местность), покрытия из булыжного и колотого камня и из грунтов, обработанных вяжущими (все типы рельефа, кроме равнинного) материалами. 2. Автомобильные дороги V технической категории за пределами пригородной зоны, автомобильные дороги в пригородной зоне и улицы малых городов (равнинная местность), имеющие грунтовое неукрепленное или укрепленное местными материалами покрытие. 3. Лесовозные и лесохозяйственные грунтовые дороги, находящиеся в исправном состоянии.	3500	14000
V	Естественные грунтовые дороги, внутрихозяйственные дороги в сельской местности, внутрикарьерные и отвальные дороги, временные подъездные пути к различного рода строительным объектам и местам добычи песка, глины, камня и т. п. в периоды, когда там возможно движение.	3000	12000

Работы, выполняемые при ежедневном техническом обслуживании, методика их проведения, технические требования при выполнении, а также необходимый инструмент и принадлежности приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Работы при ежедневном техническом обслуживании

Содержание работ и методика их проведения	Технические требования	Инструмент и принадлежности
1	2	3
Контрольный осмотр перед выездом		
Проверить уровень масла в картере двигателя, при необходимости, долить до нормы	Уровень масла должен быть между метками О и П стержневого указателя, ближе к метке П	Воронка, масло для заправки двигателя
Проверить наличие жидкости в системе охлаждения. При необходимости, долить охлаждающей жидкости в расширительный бачок	Уровень охлаждающей жидкости в расширительном бачке должен быть на метке "MIN" или выше ее на 30 мм	
Проверить наличие жидкости в двухсекционном бачке тормозного управления	Сигнализатор аварийного падения уровня тормозной жидкости не должен гореть	По сигнализатору на щитке приборов

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3
Проверить наличие жидкости в бачке главного цилиндра сцепления	Уровень тормозной жидкости в бачке должен быть ниже верхней кромки бачка на 15-20 мм	
Проверить давление воздуха в шинах, при необходимости, довести его до нормы. Давление проверять на холодных шинах при нейтральном положении рукоятки крана управления давлением воздуха в шинах и открытых колесных кранах передних и задних колес	Давление воздуха в шинах – в соответствии с разделом 4 "Техническая характеристика"	По манометру на панели приборов
Проверить работу двигателя и исправность его систем. Пустить двигатель и прогреть его до температуры охлаждающей жидкости 40-50° С, нажать несколько раз на педаль дроссельных заслонок	Двигатель должен устойчиво работать на холостом ходу, легко переходить с малой частоты вращения на повышенную. Не должно быть перебоев, стуков и посторонних шумов. Давление масла на оборотах холостого хода не должно превышать 0,1 МПа (1 кгс/см^2)	На слух и по приборам на панели приборов
Проверить уровень масла в бачке гидроусилителя руля	Уровень масла в бачке ГУР на автомобиле должен быть между метками MAX и MIN, нанесенными на корпусе бачка (для пластмассового бачка) или на 0-5 мм выше сетчатого фильтра (для металлического бачка); на автомобиле масло в бачок доливать до сетки фильтра *3* (см. рис. 8.6) при работе двигателя на холостом ходу	Воронка
Проверить исправность привода и действие стояночной тормозной системы	Рычаг привода должен перемешаться не более чем на 10-15 зубьев (контролируется по щелчкам) при приложении максимального усилия 60 кН	
Проверить исправность рабочей тормозной системы. Проверку производить при давлении воздуха в баллонах не ниже 6,0 кгс/см^2	Не должен гореть сигнализатор аварийного уровня тормозной жидкости и неисправности тормозов	Визуально
Проверить действие светосигнальных приборов, омывателя и стеклоочистителя, звукового сигнала	При работающем двигателе убедиться в исправности приборов путем последовательного включения их в работу	

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3
Уход за автомобилем по возвращении из поездки		
Очистить автомобиль и, при необходимости, вымыть его. Произвести уборку кабины и платформы. В передней части пола, где расположены головки болтов передних точек крепления кабины, выполнены два отверстия 8 мм для слива воды с пола кабины. Во время уборки кабины, при необходимости, их нужно прочистить. Если пол кабины под ковриком сырой, то протереть его сухой тряпкой, а коврик завернуть в сторону для просушки пола	При мойке внутри кабины необходимо следить, чтобы вода не попала на выключатели и приборы, расположенные на панели. После мойки тщательно протереть приборы электрооборудования, в особенности изоляционные детали. После мойки двигателя рекомендуется продуть его сжатым воздухом	Вода, ветошь, сжатый воздух
Проверить состояние шин	На шинах не должно быть посторонних предметов	
Выключить аккумуляторную батарею выключателем массы		

Работы по периодическому техническому обслуживанию (ТО-1, ТО-2, СО) приведены в сервисной приводятся в сервисной книжке на автомобиль.

Заправка автомобиля горюче-смазочными материалами (ГСМ) и специальными жидкостями производится в соответствии с таблицей 4.3.

Перед тем, как производить смазку, нужно удалить грязь с пресс-масленок и пробок, чтобы избежать проникновения ее в механизмы автомобиля.

Производить смазку шприцем следует до тех пор, пока свежая смазка не покажется из мест стыков деталей узла, подвергающегося смазке.

При замене моторного масла на масло другой марки или другой фирмы рекомендуется промывка системы смазки промывочным маслом.

Запрещается смешивание (доливка) моторных масел различных марок и различных фирм.

Таблица 4.3 – Карта заправки автомобиля ГСМ и специальными жидкостями

Наименование точки	Количество материала	Наименование	Температурный диапазон применения
1	2	3	4
Топливный бак	210 л	Нормаль-80	
Картер двигателя	10 л	*SAE* 15*W*-20 Б1 (*SD*) *SAE* 20*W*-30 Б1(*SD*)	Всесезонно в средней полосе
		SAE 10*W*-20 Б1 (*SD*) *SAE* 5*W*-30 Б1 (*SF*)	Всесезонно в северных районах
Втулка ротора датчика-распределителя зажигания	4-5 капель	Масло для двигателя	
Подшипники водяного насоса	15 г	Смазка "Литол-24", "ЛИТА"	Всесезонно
Подшипник муфты выключения сцепления	20 г	Смазка "Литол-24", "ЛИТА"	Всесезонно
Шарниры карданных валов	96 г	Смазка № 158 М	Всесезонно
Шлицевое соединение карданного вала	600 г	Смазки солидол Ж, соли-дол С, "Литол-24"	Всесезонно
Амортизаторы	4х0,55=2,2 л	АЖ-12Т, масло веретенное АУ	Всесезонно
Картер мостов	7 л	"Супер Т-3" (ТМ-5), "Девон Супер Т", "Лукойл ТМ-5"*, ТАД-17И *SAE* 85*W*-90	Выше минус 30° С
		Масло трансмиссионное ТСз-9гип или смесь масла "Супер Т-3" (ТМ-5) или "Девон Супер Т" или "Лукойл ТМ-5", ТАД-17И *SAE* 85*W*-90 с 10-20% дизельного зимнего или арктического топлива	Ниже минус 30° С
		Масло трансмиссионное "Лукойл ТМ-5" *SAE* 75*W*-90	От минус 40° С до плюс 25° С
Подшипники шкворней поворотных кулаков	60 г	Смазка Литол-24, ЛИТА	Всесезонно
Поворотные кулаки переднего ведущего моста	1000 г	Смазка Литол-24, ЛИТА	Всесезонио
Подшипники ступиц передних и задних колес	800 г	Смазка Литол-24, ЛИТА	Всесезонно

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
Блоки сальников уплотнительного устройства	80 г	Смазка Литол-24, ЛИТА	Всесезонно
Картер рулевого механизма	0,55-0,6 л	Масла трансмиссионные: "Супер Т-3" (ТМ-5), "Девон Супер Т""Лукойл-ТМ5", ТАД-17И *SAE* 75*W*-90	Всесезонно
Карданные шарниры рулевого привода	7 г	Смазка Литол-24, солидол С, солидол Ж	Всесезонно
Шарниры продольной рулевой тяги	8 г	Смазка Литол-24, ЛИТА	Всесезонно
Шарниры поперечной рулевой тяги	30 г	Смазка Литол-24, ЛИТА	Всесезонно
Шарнир силового цилиндра гидроусилителя руля	5 г	Смазка Литол-24, ЛИТА	Всесезонно
Гидроусилитель рулевого привода	1,8 л	Масло марки Р	От минус 35° С до плюс 45° С
		Масло марки А, марки АУП	Выше минус 25° С
		Масло ВМГЗ	Ниже минус 35° С
Шаровая опора разжимной вилки стояночного тормоза	5 г	Литол-24, ЛИТА	Всесезонно
Пневмогидравлический привод тормозов	1,0 л	Жидкость тормозная "РОСДОТ", "Томь" класса III марки А	Всесезонно
Пополнительный бачок гидравлического привода сцепления	0,25 л	Жидкость тормозная "РОСДОТ", дублирующая жидкость"Томь" класса III марки А	Всесезонно
Петли дверей	80 г	Смазки Литол-24, ЛИТА	Всесезонно

Выводы

Приведенная инструкция по эксплуатации грузового автомобиля ГАЗон Некст позволит использовать транспортное средство с максимальной эффективностью, а также предотвратит автомобиль от ряда поломок и выхода автомобиля из строя. Четкое следование приведенной инструкции значительно продлит жизненный цикл соответствующего автомобиля.

5 Безопасность жизнедеятельности

5.1 Эксплуатация многоосных транспортных средств, источники опасностей

Основными причинами опасностей, аварий и несчастных случаев, связанных с эксплуатацией транспортных средств является:

– нарушение требований правил дорожного движения на улицах и дорогах, а также во всех местах, где возможно движение транспортных средств, например, внутризаводские территории);

– нарушение требований правил техники безопасности;

– неосторожные действия исполнителей работ;

– отсутствие механизации выполняемых работ;

– неправильный и опасный прием труда, работа в опасной зоне;

– неисправность оборудования, приспособлений, инструмента, машин;

– выполнение несвойственной работы;

– скользкость полов, территорий, платформ, кузовов, лестниц, буферов, подножек автомобилей;

– незнание правил безопасности выполнения работ, устройства автомобиля, оборудования.

При эксплуатации автомобильного транспорта, тракторов, погрузчиков, других транспортных средств необходимо руководствоваться Межотраслевыми правилами по охране труда на автомобильном транспорте. При эксплуатации автомобилей, тракторов и других мобильных машин возникновение опасных факторов отмечается при выполнении почти всех производственных операций.

Следствием травматизма является нарушение требований безопасности при их выполнении: техническое обслуживание, текущий ремонт и хранение подвижного состава автотранспорта; вождение подвижного состава

автотранспорта по улицам и дорогам; обслуживание и текущий ремонт автомобилей в пути; погрузка и разгрузка грузовых автомобилей.

Эксплуатация, ремонт и техническое обслуживание внутризаводского транспорта производятся в соответствии с ГОСТ 12.2.003-91 "ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности", ГОСТ 12.3.002-75 "ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности", ГОСТ 12.3.020-80 "ССБТ. Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования безопасности", Межотраслевыми правилами по охране труда при эксплуатации промышленного транспорта (напольный безрельсовый колесный транспорт) (ПОТ РМ-008-99), другими нормативными правовыми актами по охране труда, включая отраслевые акты.

Эксплуатация на предприятии транспортных средств с двигателем внутреннего сгорания должна производиться в соответствии с действующими правилами по охране труда на автомобильном транспорте.

Движение всех транспортных средств на территории предприятия должно отвечать "Правилам дорожного движения" и регламентироваться инструкциями по охране труда для водителей соответствующих транспортных средств.

Движение всех транспортных средств на территории предприятия, в местах производства погрузочно-разгрузочных работ и внутри помещений должно осуществляться в соответствии с утвержденной руководителем предприятия схемой, указывающей разрешенное направление движения конкретного вида транспорта, его поворотов, допускаемых остановок, выездов и съездов, а также места стоянки автотранспортных средств, регулироваться указателями и дорожными знаками, а также знаками, принятыми на железнодорожном транспорте.

Скорости движения автомобильного транспорта, электротранспорта и других транспортных средств на территории и в цехах устанавливаются приказом руководителя предприятия в зависимости от вида и типа транспорта,

состояния покрытий, ширины и профиля дорог и проездов, протяженности территории, напряженности движения транспорта и т.п., но не более 5 км/час в производственных помещениях и 20 км/час на территории предприятия.

В соответствии с технологическими связями отдельных цехов и служб предприятия должны быть разработаны маршруты движения средств внутризаводского транспорта: электротранспорта, автопогрузчиков, грузовых мотороллеров и мотоциклов с учетом схемы движения. Маршруты движения должны быть доведены до сведения всех водителей этих транспортных средств.

Габариты проездов и проходов внутри цехов должны быть четко обозначены сплошными белыми линиями шириной не менее 50 мм. Ограничительные линии не должны приближаться к оборудованию и стенам помещений менее, чем на 0,5 м.

Ширина главного проезда и дверных проемов для проезда транспорта должна устанавливаться с учетом движения транспортных средств в одну сторону (при одностороннем движении) или в обе стороны (при двустороннем движении). Ширина проезда при двустороннем движении должна обеспечивать гарантийную зону безопасности для транспортных средств и пешеходов: между транспортными средствами не менее 0,6 м и свободные проходы с двух сторон пути движения транспорта не менее 0,7 м.

Весь электротранспорт должен быть снабжен быстродействующими тормозами, сигнализацией, осветительными приборами и замочным устройством, исключающим пользование ими посторонними лицами.

Администрация предприятия обязана назначить из числа инженерно-технических работников лицо или лиц, ответственных за выпуск на линию в исправном состоянии внутризаводских транспортных средств, за их своевременный осмотр и ремонт, а также по надзору за безопасной эксплуатацией безрельсового напольного электротранспорта (электрокар, электропогрузчиков, электротягачей с прицепными тележками),

автопогрузчиков, ручных тележек для такелажных работ, ручных тележек с подъемным механизмом.

К вождению допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр в соответствии с требованиями Министерства здравоохранения, обучение по специальной программе правилам управления данным транспортным средством и его вспомогательным оборудованием, правилам дорожного движения, пожарной безопасности и оказания первой доврачебной помощи, прошедшие проверку знаний в квалификационной комиссии, назначенной приказом по предприятию, имеющие на руках удостоверение на право управления данным видом транспорта, а также прошедшие инструктаж по охране труда с учетом конкретных условий работы.

Водители погрузчиков должны иметь удостоверение категорий "*B*" и "*C*", выданное органами Гостехнадзора РФ. Водители электротранспорта должны иметь II квалификационную группу по электробезопасности. Водители, допущенные к транспортировке опасных и особо опасных грузов, должны проходить специальное обучение с последующей проверкой знаний.

Основными причинами опасностей, аварий и несчастных случаев, связанных с эксплуатацией грузоподъемных средств, и в том числе кранового оборудования является:

– неправильная установка крана на месте производства работ (на краю откоса, котлована, на свеженасыпанном грунте и т.п.);

– перегруз крана во время подъема груза, масса которого превышает его грузоподъемность, или примерзшего, залитого бетоном, заваленного, закрепленного болтами груза;

– подтаскивание груза краном при наклонном положении грузовых канатов;

– неисправность кранового пути и тупиковых упоров;

– неисправность приборов безопасности, стреловых и грузовых канатов;

– неправильная (ненадежная) строповка груза;

– применение для подъема груза непригодных съемных грузозахватных приспособлений и тары;

– нарушение схем строповки грузов;

– нахождение людей в опасной зоне или под стрелой;

– нахождение людей в полувагоне, на платформе, в кузове автомашины, трюме судна, траншее, котловане, колодце при подъеме или опускании груза;

– несоблюдение технологических карт складирования грузов;

– несоблюдение габаритов складирования грузов;

– допуск к обслуживанию крана в качестве стропальщиков необученных рабочих;

– нахождение людей в кабине автомашины при ее погрузке или разгрузке;

– нахождение людей вблизи стены, колонны, штабеля или оборудования во время подъема или опускания груза;

– несоблюдение мер безопасности при строповке груза и обслуживании крана вблизи линии электропередачи.

Требования по безопасной эксплуатации грузоподъемных машин и механизмов в основном изложены в "Правилах устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов", утвержденных Госгортехнадзором России 31 декабря 1999 года № 98 ПБ 10-382-00.

Руководители предприятий и частные лица – владельцы грузоподъемных машин, тары, съемных грузозахватных приспособлений, крановых путей, а также руководители организаций, эксплуатирующих краны, обязаны обеспечить содержание их в исправном состоянии и безопасные условия работы путем организации надлежащего освидетельствования, осмотра, ремонта, надзора и обслуживания.

В этих целях должны быть назначены инженерно-технический работник по надзору за безопасной эксплуатацией грузоподъемных машин, съемных грузозахватных приспособлений и тары, инженерно-технический работник,

ответственный за содержание грузоподъемных машин в исправном состоянии, и лицо, ответственное за безопасное производство работ кранами.

Для управления грузоподъемными машинами и их обслуживания владелец обязан назначить крановщиков и слесарей, а для обслуживания грузоподъемных машин с электрическим приводом, кроме того, и электромонтеров. Для зацепки и обвязки (строповки) груза на крюк грузоподъемной машины должны назначаться стропальщики. В качестве стропальщиков могут допускаться другие рабочие (такелажники, монтажники и т.п.), обученные по профессии, квалификационной характеристикой которой предусмотрено выполнение работ по строповке груза. Для выполнения обязанностей крановщика, помощника крановщика, слесаря, электромонтера, стропальщика могут назначаться рабочие не моложе 18 лет.

Крановщики, их помощники и ремонтный персонал перед назначением на работу должны пройти медицинское освидетельствование для определения соответствия их физического состояния требованиям, предъявляемым к работникам этих профессий.

Подготовка и аттестация крановщиков и их помощников, стропальщиков, слесарей, электромонтеров и наладчиков приборов безопасности должны производиться в профессионально-технических учебных заведениях, а также на курсах и в технических школах обучения рабочих указанным специальностям, создаваемых на предприятиях и стройках, располагающих базой для теоретического и производственного обучения и имеющих разрешение органов Госгортехнадзора.

Повторная проверка знаний обслуживающего персонала (крановщиков, их помощников, слесарей, электромонтеров, наладчиков приборов безопасности и стропальщиков) квалификационной комиссией должна проводиться:

а) периодически, не реже одного раза в 12 месяцев;

б) при переходе работника на другое место работы;

в) по требованию инженерно-технического работника по надзору за безопасной эксплуатацией грузоподъемных машин или инспектора Госгортехнадзора.

Повторная проверка знаний должна проводиться в объеме инструкций. Участие инспектора в повторной проверке знаний обслуживающего персонала необязательно.

Допуск к работе крановщиков, их помощников, слесарей, электромонтеров, наладчиков приборов безопасности и стропальщиков должен оформляться приказом (распоряжением) владельца крана. Рабочие основных профессий, обслуживающие краны и производящие зацепку грузов, должны проходить повторный инструктаж каждые 3 месяца.

Все ответственные специалисты и обслуживающий персонал должны быть обеспечены должностными и производственными инструкциями, разработанными на основе типовых положений (инструкций).

Погрузочно-разгрузочные работы должны производиться, как правило, механизированным способом с помощью подъемно-транспортного оборудования и средств малой механизации (рисунок 3.1). Безопасность труда при выполнении погрузочно-разгрузочных работ обеспечивается выбором способов производства работ, предусматривающих предотвращение или снижение до уровня допустимых норм воздействия на работающих опасных и вредных производственных факторов.

Погрузочно-разгрузочные, транспортные и складские работы должны выполняться в соответствии с технологическими картами, утвержденными руководителем предприятия.

Технологические карты (или проекты производства) погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских работ должны включать:

– схемы укладки различных материалов, полуфабрикатов и готовой продукции; порядок разборки штабелей, предельную высоту складируемых различных грузов;

– кратчайшие и безопасные пути транспортирования материалов, полуфабрикатов, готовой продукции;

– требования безопасности при проведении погрузочно-разгрузочных работ;

- предельно допустимую массу грузов при подъеме и транспортировании грузов мужчинами, женщинами, подростками;

- фамилию и должность лиц, ответственных за ведение работ.

Рисунок 5.1 – Процесс загрузки грузовой машины с помощью автопогрузчика

Погрузочно-разгрузочные, складские и транспортные работы следует выполнять под руководством ответственного лица, назначаемого приказом руководителя предприятия и несущего ответственность за безопасную организацию и соблюдение требований безопасности на всех участках технологического процесса.

При погрузке (разгрузке) особо тяжелых, крупногабаритных и опасных грузов на месте работ должен постоянно находиться ответственный за безопасное выполнение работ.

Работники, занятые на погрузочно-разгрузочных, складских и транспортных работах, должны проходить предварительные при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры.

Механизированный способ погрузочно-разгрузочных работ является обязательным для грузов массой более 20 кг, а также при подъеме грузов на высоту более 3 м. Поднимать и перемещать грузы вручную необходимо при соблюдении норм, установленных действующим законодательством.

5.2 Требования безопасности при ремонте трансмиссии грузового автомобиля

К ремонту автомобилей допускаются люди прошедшие инструктаж и проверку знаний по вопросам охраны труда, а также прошедшие медицинское освидетельствование, обучение и инструктаж. Вновь пришедшие, проходят вводный инструктаж по охране труда, с обязательной подписью в журнале регистрации вводного инструктажа.

На рабочем месте проводится первичный, повторный и внеплановый, целевой инструктаж. Инструктаж проводит руководитель работ. О проведении инструктажа делается запись в журнале с обязательными подписями.

Повторный инструктаж по технике безопасности проводят не реже одного раза в полгода.

Выполнять опасные работы без специальных навыков и специального обучения, а также не пройдя инструктаж и проверку знаний охраны труда запрещается. К таким работам относятся: работа с абразивным и металлообрабатываемым инструментом, кузнечно–прессовые работы, вулканизационные, шиномонтажные, а также работы с применением электрических подъемников, ручных электрических и пневматических машин и другие (рисунок 5.2).

При ремонтных работах необходимо соблюдать требования безопасности, установленные в инструкциях по охране труда на ремонт и техническое обслуживание автомобиля, эксплуатационных документах завода-изготовителя автомобиля.

Автомобиль на ремонт должен быть доставлен в сухом и чистом виде.

Запрещается проводить ремонт в состоянии алкогольного или наркотического опьянения, а также после принятия психотропных или токсических веществ.

Рисунок 5.2 – Применение подъемников при ремонте грузовых автомобилей

Запрещается на рабочем месте распивать спиртные напитки, употреблять наркотические, психотропные, токсичные вещества.

Курить разрешается только строго в местах, отведенных для курения.

Автомобили, перевозящие опасные и особо опасные грузы должны быть полностью очищены от остатков названных продуктов.

Рабочее место должно быть достаточно освещено и оснащено эффективно работающей вентиляцией (рисунок 5.3).

Рисунок 5.3 – Организация рабочего места при ремонте грузовых автомобилей

Постановка автомобиля на ремонт и техническое обслуживание осуществляется под руководством должностного лица, ответственного за ремонт и техническое обслуживание автомобилей.

Перед началом работы необходимо:

– надеть костюм, застегнуть все пуговицы и убрать волосы под головной убор;

– проверить наличие необходимого инструмента и приборов индивидуальной защиты;

– на рабочем месте не должны присутствовать посторонние предметы;

– проверить напряжение переносного электрооборудования. Напряжение переносных ламп при работе в смотровой яме не должно быть выше 12В.

– о замеченных недостатках сообщить руководителю работ, до устранения к работе не приступать.

Во время проведения ремонтных работ:

– закрепить автомобиль, путем установки противооткатных упоров под колеса;

– рычаг коробки передач поставить в нейтральное положение и включить ручной тормоз;

– выключить зажигание или перекрыть подачу топлива соответственно в бензиновых или дизельных автомобилях.

– на рулевое колесо вывесить табличку с надписью: "Двигатель не запускать! Работают люди!"

– обеспечить свободный доступ к автомобилю, если он установлен на смотровой канаве;

– убедиться в исправности лестницы и напольной решетки в канаве и наличии запасного выхода;

– перед началом сварочных работ закрыть все бензобаки огнеупорными чехлами;

– перед подъемом домкратом, установить под не поднимаемые колеса противооткатные упоры, закрыть двери, борта.

– не устанавливать под домкрат случайные предметы;

– при работе под автомобилем использовать защитные очки;

– не работать под автомобилем находящимся на наклонной плоскости;

– при ремонте деталей системы питания, охлаждения, смазки – сначала слить топливо, масло и другие жидкости в специальные емкости;

– не допускать слив бензина, дизельного топлива и других химических веществ в канализацию;

– пролитые горючие жидкости посыпать опилками или сухим песком и удалить в специально отведенного для этого место;

– залезать под автомобиль и вылезать из под него только со стороны, противоположной проезду:

– работы под автомобилем выполнять на лежаке, коврике или деревянной решетке, размещаясь между колесами автомобиля;

– при работах, связанных с поворотом коленчатого и карданного валов, дополнительно проверить отключение зажигания, нейтральное положение рычага переключения передач, освободить рычаг стояночного тормоза. После выполнения работ затормозить стояночным тормозом;

– не поворачивать карданный вал при помощи лома или монтажной лопатки;

– не допускается проворачивать карданный вал при помощи лома и монтажной лопатки;

– снятие и установку рессор производить только после вывешивания кузова с установкой козелков под него или раму автомобиля;

– проверку совпадения отверстия ушка рессоры и серьги производить с помощью бородка или оправки.

– использовать исправные подъемно-транспортные механизмы, оборудованные специальными приспособлениями (захватами) для подъема узлов, агрегатов, механизмов автомобиля с массой более 15 кг;

– ремонт, замену подъемного механизма кузова самосвала, его прицепа или долив в него масла производить только после установки под поднятый кузов специального дополнительного упора, исключающего возможность падения или самопроизвольного опускания кузова;

– узлы и агрегаты весом более 15 кг транспортировать на специальных тележках, имеющих стойки и упоры, и предохраняющие груз от падения;

– использованный материал собирать в специально отведенную для этого тару;

– накачку шин сжатым воздухом производить в специальном ограждении, при этом убедиться, что замочное кольцо полностью легло в замковый паз диска, а при выполнении этой операции на линии – класть колесо замочным кольцом на землю;

– накачку производить в два этапа: первый до давления 0,05 МПа (0,5 кг/ $см^2$) с проверкой положения замочного кольца, второй до максимального давления в соответствии с техническим паспортом автомобиля;

– проверить нет ли в системе охлаждения течи и только после этого заправить антифризом, при наличии устранить и промыть систему чистой водой;

– недопускать попадания в антифриз бензина, дизельного топлива и других нефтепродуктов;

– ударным инструментом двойного действия пользоваться только в защитных лицевых щитках и, не создавая угрозы здоровью себе и окружающим людям;

– работая в смотровой яме, под установленным автомобилем, применят защитную каску;

– не курить, не зажигать спичек, не подходить к открытому окну, после работы с горючесмазочными материалами;

– работая на наждачном заточном станке, соблюдать инструкцию по пользованию и пользоваться защитным экраном или надевать защитные очки;

– не ремонтировать автомобиль на ходу;

– во избежание несчастного случая, при работе вблизи вентилятора, отключить его привод;

– при запуске двигателя, держать заводную рукоятку так, чтобы все пальцы руки обхватывали эту рукоятку с одной стороны;

– при обкатке двигателя на стенде не производить никаких регулировок и не касаться вращающихся частей двигателя;

– не допускать работу двигателя больше чем 5 минут в закрытом, непроветриваемом помещении;

– при проверке тормозов, вызвать второго помощника;

– работая у верстака не сдувать пыль и стружку сжатым воздухом, не убирать рукой;

– при использовании подъемника необходимо соблюдать требования инструкции по его эксплуатации;

– выполнение работ под автомобилем допускается только после подъема его на определенную высоту и выключения механизма подъемника.

Выводы

Неправильная эксплуатация многоосных транспортных средств, нарушение техники безопасности, а также нормативных предписаний может повлечь за собой серьезные негативные последствия для здоровья и жизни человека. Необходимо тщательно соблюдать установленные правила и требования для снижения к минимуму опасности. В разделе безопасности жизнедеятельности приведены основные требования и правила для безопасной эксплуатации транспортных средств, а также указаны предписания для проведения безопасного ремонта трансмиссии.

Заключение

В представленном дипломном проекте разработан подкатной мост для автомобиля ГАЗон Некст, в частности:

– произведен патентно-информационный анализ, из которого сделан вывод о том, что применение дополнительных движителей, а именно использование подкатного моста в конструкции грузового автомобиля способно существенно повысить эксплуатационные свойства транспортного средства и расширить сферу его применения. Принято решение о разработке конструкции автомобиля ГАЗон Next, оснащенного дополнительным подкатным мостом (конструкция, описанная в патенте №2389632 «Автомобиль повышенной проходимости»);

– в конструкторской части разработана подвеска и подкатной мост для грузового автомобиля с возможностью изменения величины дорожного просвета для преодоления трудных участков дороги. Произведены необходимые расчеты, подтверждающие работоспособность представленной конструкции. Разработанные детали и узлы были смоделированы в программном пакете *SolidWorks*, выполены сборочные и рабочие чертежи.

– в технологической части разработан процесс изготовления червячного вала, операции по технологическому процессу выполняются на токарном обрабатывающем центре *UM-110 FANUC*. Конструкция детали позволяет применять современное высокопроизводительное оборудование. Изготовление червячного вала является технологичным и не требующим применения особых методов обработки.

– в разделе практического применения составлена инструкция по эксплуатации грузового автомобиля ГАЗон Некст с модернизированной трансмиссиией. Инструкция позволит использовать транспортное средство с максимальной эффективностью, а также предотвратит автомобиль от ряда поломок и выхода автомобиля из строя. Четкое следование приведенной

инструкции значительно продлит жизненный цикл соответствующего автомобиля.

– в разделе безопасности жизнедеятельности приведены основные требования и правила для безопасной эксплуатации транспортных средств, а также указаны предписания для проведения безопасного ремонта трансмиссии.

Таким образом поставленные задачи выполены, а цель, направленная на повышение проходимости автомобиля ГАЗон Некст достигнута.

Список использованных источников

1. Аксенов, И .Я. Транспорт и охрана окружающей среды [Текст] / И.Я. Аксенов, В.И. Аксенов. – М.: Транспорт, 1986. – 176 с.

2. Александрии, К.В. Машины для освоения горных склонов и борьбы с водной эрозией [Текст] / К.В. Александрии, А.А. Гаспарян, К.Г. Караханян. – М.: Агропромиздат, 1985. – 191 с.

3. Андреев, А.В. Передача трением [Текст] / А.В. Андреев. – М.: Машиностроение, 1978. – 176 с.

4. Анилович, В.Я. Конструирование и расчет сельскохозяйственных тракторов [Текст] / В.Я. Анилович, Ю.Т. Водолажченко. – М.: Машиностроение, 1976. – 453 с.

6. Аствацуров, А.Е. Инженерная эргономика машин [Текст] / А.Е. Аствацуров. – Ростов н/Д: Изд–во Рост, ун–та, 1987. – 238 с.

7. Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении [Текст] / М.Г. Афонькин, М.В. Магницкая. – Л.: Машиностроение, 1987. – 256 с.

8. Базаров, Б.М. Основы технологии машиностроения [Текст] / Б.М. Базаров. – М.: Машиностроение, 2005. – 736 с.

9. Балабанов, А.Н. Краткий справочник технолога–машиностроителя [Текст] / А.Н. Балабанов. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 464 с

10. Балабин, И.В. Испытания автомобилей [Текст] / И.В. Балабин, Б.А. Куров, С.А. Лаптев. – М.: Машиностроение, 1988. – 192 с.

11. Барский, И.Б. Конструирование и расчет тракторов [Текст] / И.Б. Барский – М.: Машиностроение, 1968. – 376 с.

12. Башта, Т.М. Объемные гидравлические приводы [Текст] / Т.М. Башта, И.З. Зайченко, В.В. Ермаков – М.: Машиностроение, 1969. – 628 с.

13. Биргер, И.А. Расчет на прочность деталей машин [Текст] / И.А. Биргер, Б.Ф. Шорр, Г.Б. Иосилевич. – М.: Машиностроение, 1979. – 391 с.

14. Бочаров, Н.Ф. Конструирование и расчет колесных машин высокой проходимости [Текст] / Н.Ф. Бочаров, И.С. Цитович, А.А. Полунгян и др. – М.: Машиностроение, 1983.– 299 с.

15. Борц, А.Д. Диагностика технического состояния автомобиля [Текст] / А.Д. Борц, Я.Х. Закин, Ю.В. Иванов. – М.: Транспорт, 2008. – 159 с.

16. Бухарин, Н.А. Автомобили [Текст] / Н.А. Бухарин, В.С. Прозоров, М.М. Щукин – М.: Машиностроение, 1973. – 504 с.

17. Васильев, В.В. Автомобильные пластичные смазки [Текст] / В.В. Васильев, В.В. Вайншток, А.А. Гуреев. – М.: Транспорт, 1986. – 144 с.

18. Васильева, Л.С. Автомобильные эксплуатационные материалы [Текст] / Л.С. Васильева. – М.: Транспорт, 1986.– 279с.

19. Водяник, И.И. Воздействие ходовых систем на почву [Текст] / И.И. Водяник. – М.: Агропромиз–дат, 1990.–170 с.

20. Гольд, Б.В. Конструирование и расчет автомобиля [Текст] / Б.В. Гольд. – М.: Машгиз, 1962. – 463 с.

21. Гришкевич, А.И. Автомобили: Теория [Текст] / А.И. Гришкевич. – Минск: В. школа, 1986. – 206 с.

22. Гришкевич, А.И. Проектирование трансмиссии автомобилей: Справочник [Текст] / А.И. Гришкевич и др. – М.: Машиностроение, 1984. – 272 с.

23. Гуревич, А.М. Тракторы и автомобили. 3–е изд., перераб. и доп. [Текст] / А.М. Гуревич. – М.: Колос, 1983. – 336 с.

24. Гуськов, В.В. Тракторы: Конструирование и расчет [Текст] / В.В. Гуськов, И.П. Ксеневич, Ю.Е. Атаманов, А.С. Солонский. – Минск: В. школа, 1981. – 383 с.

25. Гутиев, Э.К. Безопасность движения колесной машины [Текст] / Э.К. Гутиев, Б.М. Цаллагов. – Минск: В. школа, 1984. – 315 с.

26. Дунаев, П.Ф. Конструирование деталей узлов и деталей машин [Текст] / П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов. – М.: Академия, 2004. – 496 с.

27. Забавников, Н.А. Основы теории транспортных гусеничных машин [Текст] / Н.А. Забавников. – М.: Машиностроение, 1968. – 396 с.

28. Забродский, В.М. Ходовые системы тракторов. Устройство, эксплуатация, ремонт: Справочник [Текст] / В.М. Забродский, А.М. Файнлейб, Л.Н. Кутин. – М.: Агропромиздат, 1986. – 269 с.

29. Занько, Н.Г. Безопасность жизнедеятельности [Текст] / Н.Г. Занько, К.Р. Малаян и др. – СПб.: Лань, 2016. – 696 с.

30. Иванов, В.В. Основы эксплуатации тракторов в сельском хозяйстве [Текст] / В.В. Иванов. – М.: Высшая школа, 1965. – 286 с.

31. Ковшов, А.Н. Технология машиностроения [Текст] / А.Н. Ковшов. – М.: Машиностроение, 1987. – 320 с.

32. Колесник, П.А. Материаловедение на автомобильном транспорте [Текст] / П.А. Колесник. – М.: Транспорт, 1987. – 271с.

33. Кудрявцев, В.Н. Зубчатые передачи [Текст] / В.Н. Кудрявцев. – М.: Литература, 1957. – 263 с.

34. Кузнецов, Ю.И. Технологическая оснастка для станков с ЧПУ и промышленных роботов [Текст] / Ю.И. Кузнецов.– М.: Машиностроение, 1987. – 112 с.

35. Кузнецов, Е.С. Управление технической эксплуатацией автомобилей [Текст] / Е.С. Кузнецов. – М.: Транспорт, 2008. – 272 с.

36. Лапин, В.Л. Безопасное взаимодействие человека с техническими системами [Текст] / В.Л. Лапин. – Курск: гос. техн. ун–т, 1995. – 238 с.

37. Лихачев, В.С. Испытания тракторов [Текст] / В.С. Лихачев. – М.: Машиностроение, 1974. – 286 с.

38. Лышко, Г.П. Топливо и смазочные материалы [Текст] / Г.П. Лышко. – М.: Агропромиздат, 1985. – 336с.

39. Маталин, А.А. Технология машиностроения [Текст] / А.А. Маталин. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1985. – 496 с., ил.

40. Мирошников, Л.В. Диагностирование технического состояния автомобилей на автотранспортных предприятиях [Текст] / Л.В. Мирошников, А.П. Болдин, В.И. Пал. – М.: Транспорт, 2008. – 267 с.

41. Обельницкий, А.М. Топливо и смазочные материалы [Текст] / А.М. Обельницкий. – М.: Высш. школа, 1982. – 208с.

42. Покровский, Г.П. Топливо, смазочные материалы и охлаждающие жидкости [Текст] / Г.П. Покровский. – М.: Машиностроение, 1985. – 200 с.

43. Поспелов, Ю.А. Машины для горного земледелия и лесоразведения [Текст] / Ю.А. Поспелов. – М.: Машиностроение, 1973.– 183 с.

44. Каштанов, А.Н. Почвозащитное земледелие на склонах [Текст] / А.Н. Каштанов, Г.И. Швебс, А.Д. Орлов и др.; Под ред. А.Н. Каштанова. – М.: Колос, 1983. – 527 с.

45. Ксеневич, И.П. Сельскохозяйственные тракторы нетрадиционных компоновок [Текст] / И.П. Ксеневич, А.П. Парфенов, С.Е. Либцис. – Минск: ПК ООО «ПолиБиг», 1998. – 209 с.

46. Решетов, Д.Н. Детали машин [Текст] / Д.Н. Решетов. – М.: Машиностроение, 1989. – 496 с.

47. Родионов, Ю.В. Производственно–техническая инфраструктура предприятий автомобильного сервиса [Текст] / Ю.В. Родионов. – Ростов–на–Дону: Феникс, 2008. – 440 с.

48. Ряховский, О.А. Детали машин [Текст] / О.А. Ряховский, А.В. Клыпин. – М.: Дрофа, 2002. – 288 с.

49. Сазонов, И.С. Динамическое регулирование режимов движения полноприводных колесных машин [Текст] / И.С. Сазонов. – Минск: БГПА, 2001.–185 с.

50. Савочкин, В.А. Тяговый расчет трактора [Текст] / В.А. Савочкин. – М.: МГТУ МАМИ, 2001. – 114 с.

51. Смирнов, А.Т. Безопасность жизнедеятельности [Текст] / А.Т. Смирнов. – М.: Дрофа, 2009. – 375 с.

52. Чернавский, С.А. Курсовое проектирование деталей машин [Текст] / С.А. Чернавский и др. – М.: ИНФРА–М, 2011. – 414 с

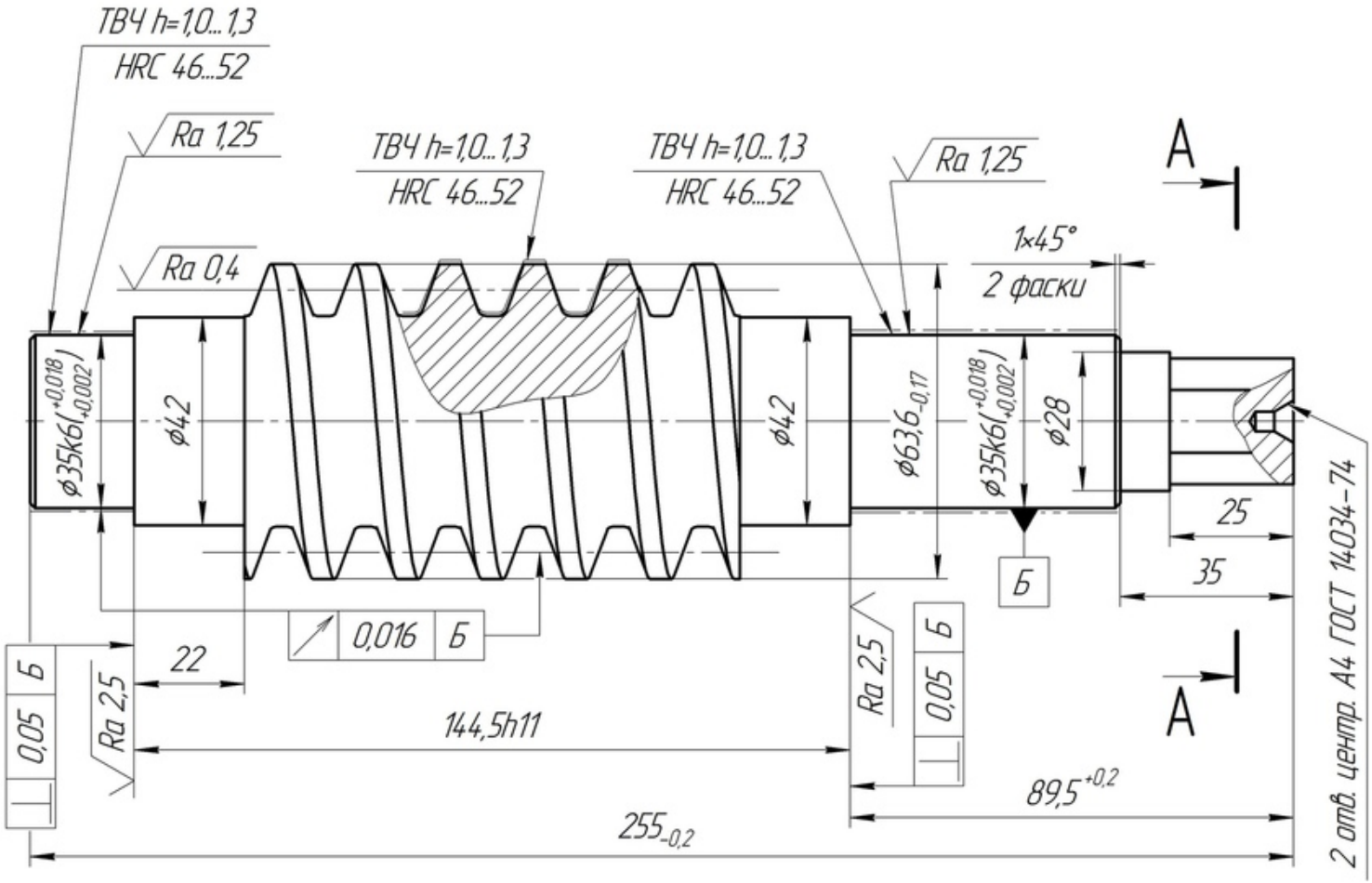
53. Чудаков, Д.А. Основы теории и расчета трактора и автомобиля [Текст] / Д.А. Чудаков. – М.: Колос, 1972. – 384 с.

54. Фрумкис, И.В. Объемные гидравлические передачи сельскохозяйственных тракторов и машин [Текст] / И.В. Фрумкис, В.И. Минизон. – М.: Машиностроение, 1966. – 200 с.

55. Шелофаст, В.В. Основы проектирования машин [Текст] / В.В. Шелофаст. – М.: АПМ, 2005. – 472 с.

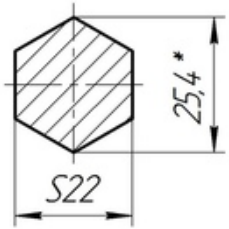
ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.002-03

Ra 6,3 (√)



Модуль	m	5,3
Число витков	z_1	2
Вид червяка	–	Z K 1
Делительный угол подъема	γ	11°31′
Направление линии витка	–	правое
Исходный червяк	–	ГОСТ 19036-73
Степень точности		8-В по ГОСТ 3675-81
Делительный диаметр червяка	d_1	53
Ход витка	P_{z1}	8,165
Обозначение чертежа сопряженного колеса		–

А–А



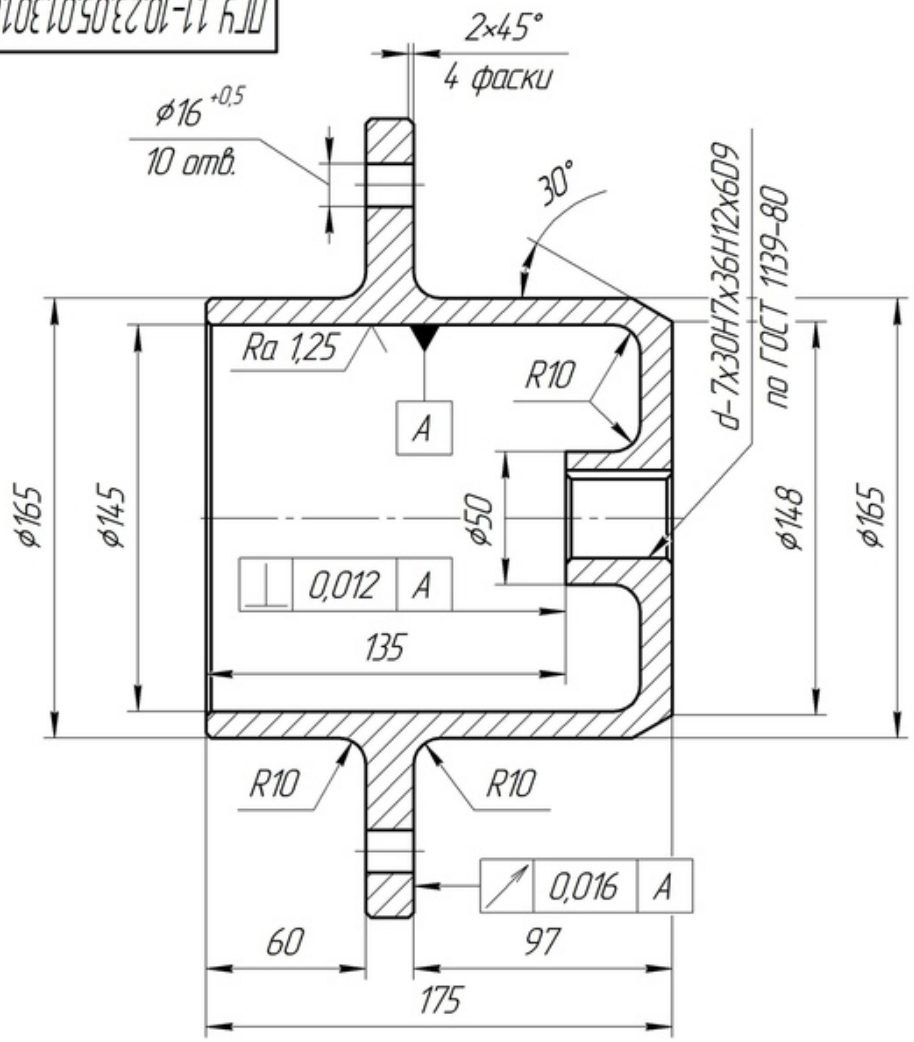
1. HRC 38...44
2. * Размер для справок
3. Общие допуски по ГОСТ 30893.1: H12; h12; ±IT12/2

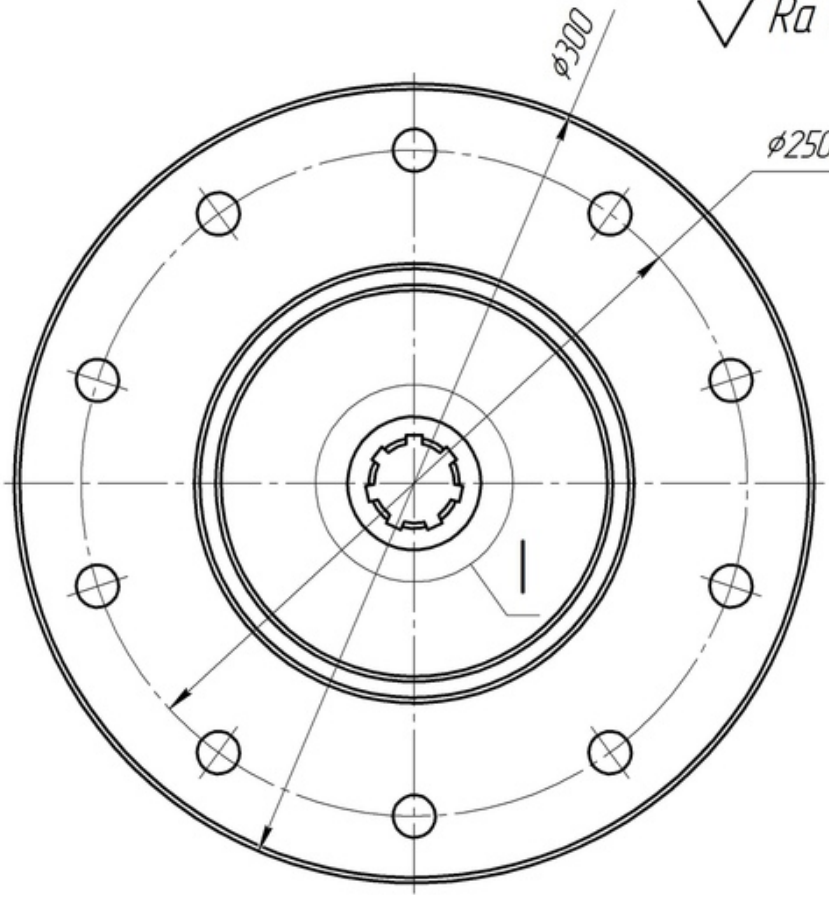
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.002-03			
Разраб.		Беляев			Вал червячный	Лит.	Масса	Масштаб
Пров.		Войнов				Д П	2,93	1:1
Т.контр.		Жук				Лист	Листов 1	
Н.контр.		Лебединский			Сталь 40Х ГОСТ 4543-71	Каф. "ТМ" гр. 13МН1		
Утв.		Салмин						

Копировал Формат А3

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

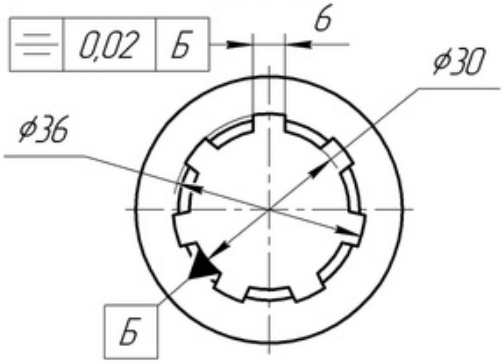
ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.002-15





Ra 6,3 (√)

I(2:1)



1. Острые кромки притупить
2. Покрытие: Хим.Окс.прм. по ГОСТ 9.306-85
3. Общие допуски по ГОСТ 30893.1: H12; h12; ±IT12/2

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Беляев		
Пров.		Войнов		
Т.контр.		Жук		
Н.контр.		Лебединский		
Утв.		Салмин		

ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.002-15

Ступица

Лит.	Масса	Масштаб
Д П	7,12	1:1

Лист	Листов 1

Сталь 35 ГОСТ 1050-88

Каф. "ТМ" гр. 13МН1

Копировал

Формат А3

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

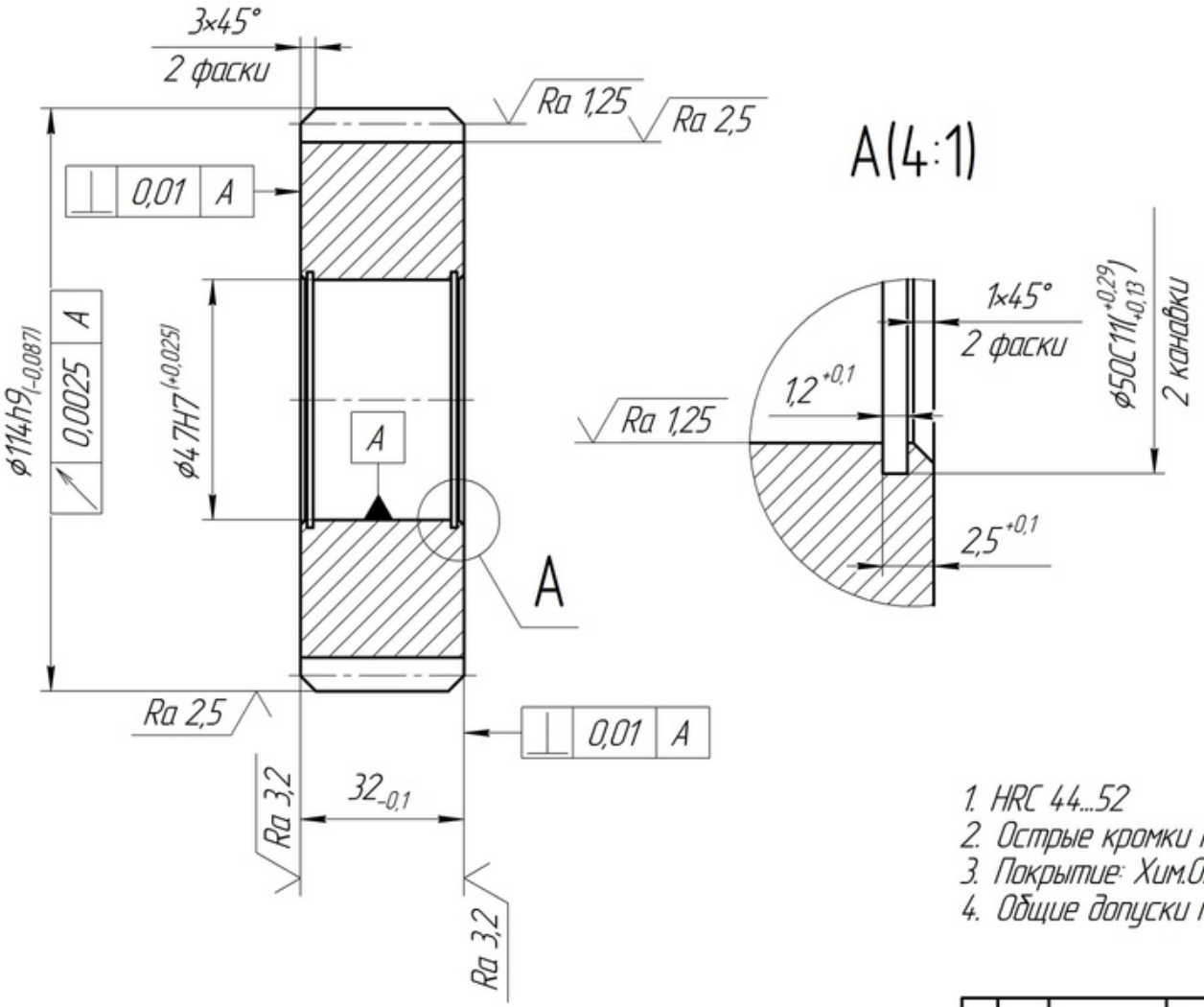
Подп. и дата

Инв. № подл.

ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.002.002-01

Ra 6,3 (√)

Модуль	m	3
Число зубьев	z	36
Нормальный исходный контур	–	по ГОСТ 3755-81
Коэффициент смещения	x	0
Степень точности		6-С ГОСТ 1643-81
Данные для контроля положения разноименных профилей		По ГОСТ 16532-82
Делительный диаметр	d	108
Прочие справочные данные	–	



1. HRC 44...52
2. Острые кромки притупить
3. Покрытие: Хим.Окс.прм. по ГОСТ 9.306-85
4. Общие допуски по ГОСТ 30893.1: H12; h12; ±IT12/2

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Беляев		
Пров.		Войнов		
Т.контр.		Жук		
Н.контр.		Лебединский		
Утв.		Салмин		

ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.002.002-01

Сателлит

Лит.	Масса	Масштаб
Д П	1,09	1:1

Лист | Листов 1

Сталь 40ХС ГОСТ 1050-88

Каф. "ТМ" гр. 13МН1

Копировал

Формат А3

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

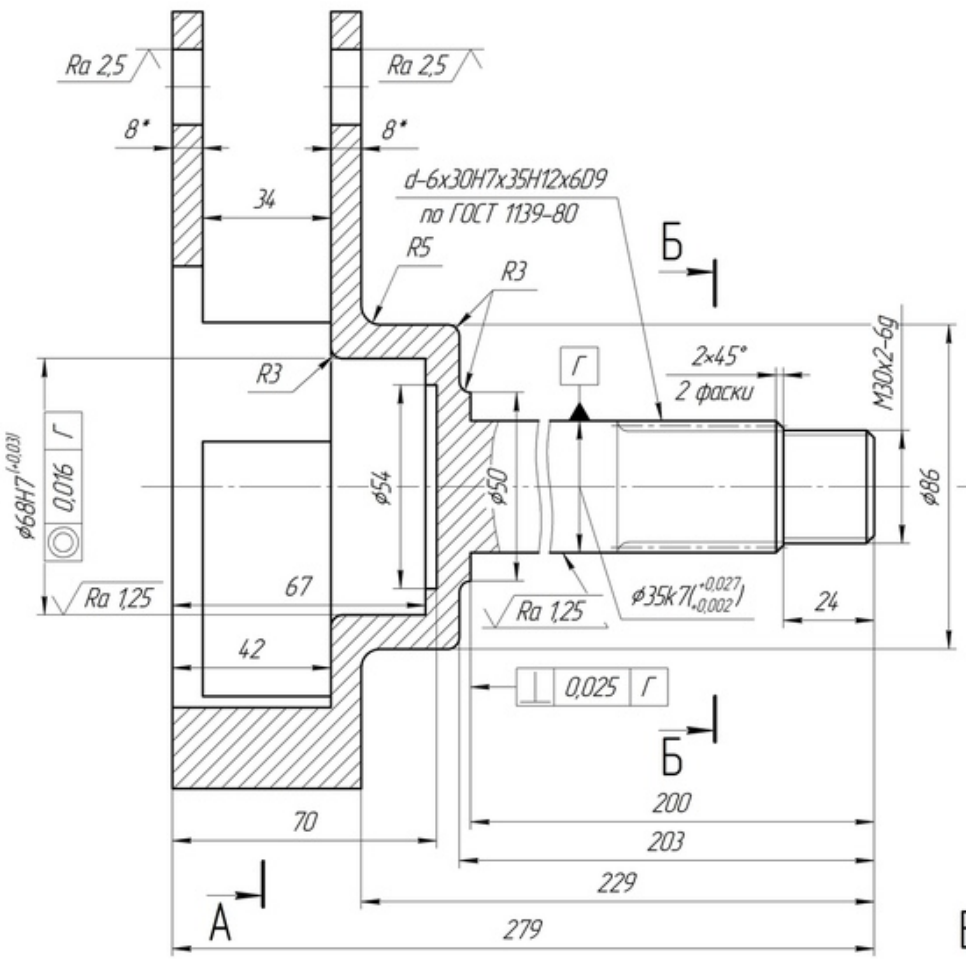
Инв. № дубл.

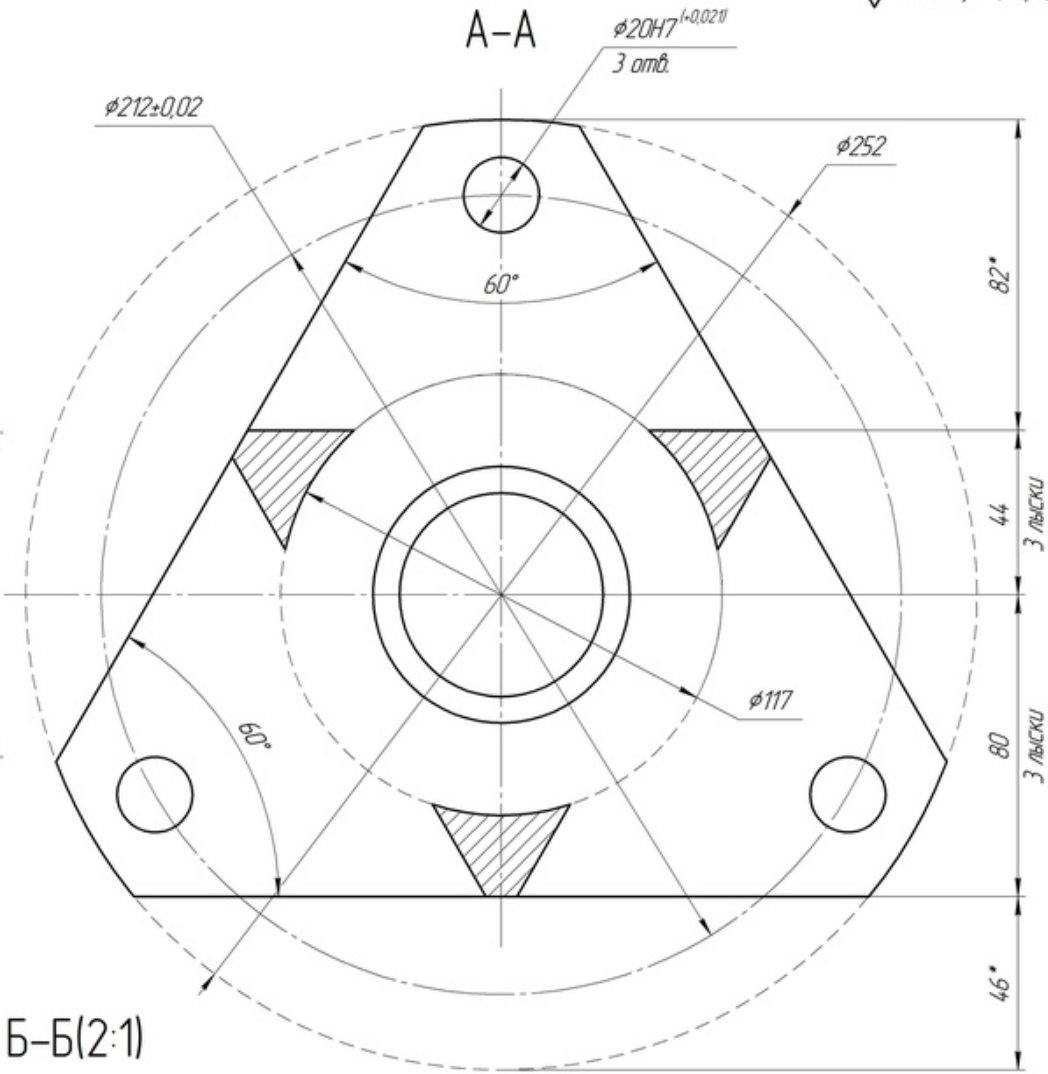
Взам. инв. №

Подп. и дата

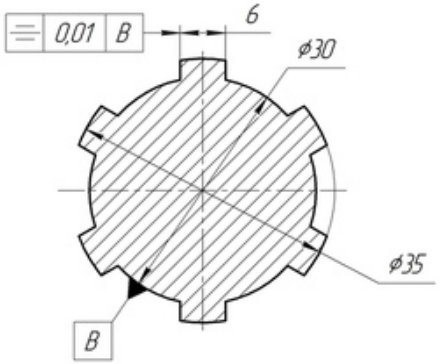
Инв. № подл.

ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.002-07





Б–Б(2:1)



1. * Размер для справок
2. Расточку отверстий ϕ20H7 (3 шт.) произвести перед фрезерной обработкой
3. Острые кромки притупить
4. Покрытие: Хим.Окс.прм. по ГОСТ 9.306-85
5. Общие допуски по ГОСТ 30893.1: H12; h12; ±IT12/2

					ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.002-07		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.		Беляев			Корпус сателлитов	Лит.	Масса 3,36 / Масштаб 1:1
Пров.		Войнов				Лист	Листов 1
Т.контр.		Жук					
Н.контр.		Лебединский			Сталь 45 ГОСТ 1050-2013	Каф. "ТМ" гр. 13МН1	
Утв.		Салмин					

Копировал

Формат А2

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				Документация		
				Сборочный чертеж		
A1			ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.002 СБ	Редуктор колесный	1	
				Сборочные единицы		
		1	ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.002.001	Корпус редуктора	1	
		2	ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.002.002	Сателлит	3	
		3	ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.002.003	Механизм тормозной	1	
				Детали		
		4	ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.002-01	Блок-шестерня солнечная	1	
		5	ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.002-02	Барабан тормозной	1	
		6	ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.002-03	Вал червячный	1	
		7	ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.002-04	Втулка дистанционная	1	
		8	ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.002-05	Гайка водила	1	
		9	ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.002-06	Гайка ступицы	1	
		10	ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.002-07	Корпус сателлитов	1	
		11	ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.002-08	Кольцо дистанционное	1	
		12	ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.002-09	Кольцо ступицы	1	
		13	ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.002-10	Крышка корпуса	1	
		14	ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.002-11	Колесо червячное	1	
		15	ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.002-12	Корпус червячной передачи	1	

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Беляев		
Пров.		Войнов		
Н.контр.		Лебединский		
Утв.		Салмин		

ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.002 СП

Редуктор колесный

Лит.	Лист	Листов
Д П	1	2

Каф. "ТМ" гр. 13МН1

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				Документация		
А1			ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.001 СБ	Сборочный чертеж	1	
				Сборочные единицы		
		1	ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.002 СБ	Редуктор колесный	1	
		2	ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.003 СБ	Редуктор колесный левый	1	
		3	ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.004 СБ	Корпус подкатного моста	1	
		4	ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.005 СБ	Корпус редктора	1	
				Детали		
		5	ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.001-01	Вал приводной	2	
		6	ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.001-02	Кронштейн	2	
		7	ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.001-03	Пробка сливная	1	
				Стандартные изделия		
		10		Гайка М16-6Н.5 ГОСТ 5915-70	24	
				Материалы		
				Герметик УТ-3В ГОСТ 242-85	0,05	кг
				Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	0,1	кг
				Смазка ЦИАТИМ-221 ГОСТ 9433-80	0,05	кг
				Масло ТАД-17 ГОСТ 17479.2-85	4,2	л

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Беляев		
Пров.		Войнов		
Н.контр.		Лебединский		
Утв.		Салмин		

ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.001 СП

Мост подкатной

Лит.	Лист	Листов
Д П		1

Каф. "ТМ" гр. 13МН1

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
		16	ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.002-13	Крышка червячной передачи	1	
		17	ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.002-14	Ось	1	
		18	ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.002-15	Ступица	1	
		19	ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.002-16	Шпилька специальная	10	
				Стандартные изделия		
		20		Гайка М16 ГОСТ Р 52645-2006	10	
		21		Подшипник 51307	5	
				ГОСТ Р 52859-2007		
		22		Подшипник JM718110 DIN 616	2	
		23		Подшипник JK718135 DIN 616	2	
				Прочие изделия		
		24		Сервопривод PL34h116-D18 (purelogic)	1	
				Материалы		
				Литол-24 ГОСТ 21150-07	0,15	кг

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.002 СП	Лист 2

Копировал Формат А4

Дубл.															
Взамен.															
Подл.										Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	
													5	1	

ПГУ	1.1-10.23.05.01.301.001		
Вал червячный		ДП		

Министерство образования и науки РФ
Кафедра «Транспортные машины и комплексы»

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. каф. "ТМ"
д.т.н., профессор
«___»_____В.В. Салмин

КОМПЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

на единичный технологический процесс механической обработки втулки

ПГУ 1.1-10.23.05.01.301.001

Руководитель: Войнов А.А.

Разработчик: Беляев И.А.

ТЛ		

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1а

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
			5	3

1.1-10.23.05.01.301.001

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К шт.	Т п.з.	Т шт.
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала					Обозначение. код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх
А0	02	03	04	010	4237 Центровочная с ЧПУ	10.141.00021										
Б02	38	1029	9		обрабатывающий центр *UM-110 FANUC*	2	16045	311	1Р	1	1	1	2500	1		1,07
О0	Зацентровать заготовку					732000						70	166	1		30.65
Т04	39 1240.XXXX - Центровочное сверло Р9М6 ГОСТ14952-75.															
05																
06																
А07	02	03	04	035	4237 Токарная с ЧПУ	10.141.00021										
Б08	38	1029	9		обрабатывающий центр *UM-110 FANUC*	2	16045	311	1Р	1	1	1	2500	1		20.20
О09	Точить Ø24,5, Ø28, Ø35, Ø42, Ø63,6.					732000						70	166	1		30.65
Т10	39 2190.XXXX - Резцы твердосплавные сборные с механическим креплением твердых пластин Т15К6 ГОСТ1880-73.															
11																
12																
А13	02	03	04	040	4237 Фрезерная с ЧПУ	10.141.00021										
Б14	38	1029	9		обрабатывающий центр *UM-110 FANUC*											
О15	Фрезеровать шестигранник S22					732000						70	166	1		30.65
Т16	39 2190.XXXX – Фреза концевая Ø12 мм															
17																
МК																

2 10

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1а

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
			5	4

1.1-10.23.05.01.301.001

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа
Б	Код, наименование оборудования					СМ Проф. Р УТ КР КОИД ЕН ОП К шт. Т п.з. Т шт.
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала					Обозначение. код ОПП ЕВ ЕН КИ Н.расх

А0	02	03	04	050	4237	Установ 2. Токарная с ЧПУ												10.141.00021
Б02	38	1029	9		обрабатывающий центр *UM-110 FANUC*													
О0	Точить торец																	732000 70 166 1 30.65
Т04	39 2190.XXXX - Резцы твердосплавные сборные с механическим креплением твердых пластин Т15К6 ГОСТ1880-73.																	
05																		
06																		
А07	02	03	04	060	5030	Закалка ТВЧ												10.141.00021
Б08	34	4260	1		Устройство индукторное нагревательное													2 19479 311 1Р 1 1 1 2500 1
О09	Калить вал до HRC 46…52 при t=850-860 С и отпуск при t=520-620 С.																	732000 70 166 1 30.65
Т10																		
11																		
12																		
А13	02	03	04	065	4131	Кругошлифовальная.												10.141.00021
Б14	38	1311	1		Кругло-шлифовальный мод. 3Б151													2 16045 311 1Р 1 1 1 2500 1 0.01
О15	Шлифовать Ø35, Ø35, поверхность червяка																	732000 70 166 1 30.65
Т16	39 7220.XXXX(1)-Круг ПП 600×63×203 25А 25П С2 6К5 35 м/с; 39 4240.XXXX(4)-Скобы ГОСТ 159-89.																	
17																		
МК																		

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1а

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
			5	5

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	1.1-10.23.05.01.301.001	02069043.01141.021

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа													
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К шт.	Т п.з.	Т шт.			
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала					Обозначение. код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх			
А0	02	03	04	070	0200 Контрольная	10.141.00021													
Б02	38 1312 7																		
О0	Контролировать размеры вала червячного					732000						70	166	1		30.65			
Т04	39 3320.XXXX – Штангенциркуль ГОСТ 166-89; 393410.XXXX – Микрометр ГОСТ 6507-90; 39 3550.XXXX – Плита контрольная ГОСТ 10905-86.																		
05																			
06																			
А07																			
Б08																			
О09																			
Т10																			
11																			
12																			
А13																			
Б14																			
О15																			
Т16																			
17																			
МК																			

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

Дубл.														
Взам.														
Подл.										Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
													5	2

Разраб.	Беляев			ПГУ	1.1-10.23.05.01.301.001		
Провер.	Войнов						
Утв.	Салмин						
Норм.				Вал червячный		ДП	
Н.контр.	Лебединский						

М01	Прокат Ø65 х 260 \Сталь 40Х ГОСТ 1050-88									
М02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры	КД	МЗ
	08 7030	166	2,93	1	30.65	0,76	прокат	Ø65 х 260	1	3,85

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К шт.	Т п.з.	Т шт.
А03	01	02	03	000	Отрезная		25006.01551				ИОТ №132-81					
Б04	38	2610	6		Пила ленточная	2	19 700	310	1Р	1	1	1	2500	1		
О05	Отрезать заготовку Ø65 х 260															
Т06	34 4280.XXXX - Тиски															
07																
08																
А09	02	03	04	005	4237 Установ 1. Токарная с ЧПУ	10.141.00021										
Б 10	38	1029	9		обрабатывающий центр *UM-110 FANUC*	2	16045	311	1Р	1	1	1	2500	1		1,07
О11	Точить торец															
Т 12	39 2190.XXXX - Резцы твердосплавные сборные с механическим креплением твердых пластин Т15К6 ГОСТ1880-73.															
13																
14																
МК																

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ МАШИНОСТРОЕНИЯ И ТРАНСПОРТА
КАФЕДРА «ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ»

РЕЦЕНЗИЯ

на дипломный проект

студента *Беляева Ильи Алексеевича*
специальность 23.05.01 «Автомобиле- и тракторостроение»

Тема проекта: *Повышение проходимости грузового автомобиля ГАЗон NEXT путем разработки подкатного моста.*

В дипломном проекте Беляева И.А., выполненном на тему «Повышение проходимости грузового автомобиля ГАЗон NEXT путем разработки подкатного моста», рассматривается возможность модернизации ходовой части и ведущего подкатного моста.

Основным достоинством разработанной конструкции является то, что подкатной мост позволяет повысить проходимость и грузоподъемность автомобиля одновременно.

Также необходимо отметить оригинальное решение и сам механизм подъема, опускания и фиксации подкатного моста выполненный в программной среде SolidWorks.

Дипломный проект выполнен в соответствии с требованиями ГОСТов и применением современных методов расчета как самого подкатного моста в целом, так и его отдельных узлов.

К замечаниям следует отнести – неотражены регулировки роликовых подшипников, как редукторе, так и в ступице самого подкатного моста.

Уровень работы, а так же качества дипломника свидетельствуют о способностях Беляева И.А. к решению конструкторских задач определенной сложности.

*В целом дипломный проект заслуживает оценки «ОТЛИЧНО», а его автор – присвоения квалификации инженер по специальности 23.05.01 «*Автомобиле- и тракторостроение*».*

Начальник расчетно- исследовательского отдела
ОАО «СКБТ» А.А. ПРОКУСОВ
« » 2018 г.

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ МАШИНОСТРОЕНИЯ И ТРАНСПОРТА
КАФЕДРА «ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ»

ОТЗЫВ

на дипломный проект

студента *Беляева Ильи Алексеевича*
специальность 23.05.01 «Автомобиле- и тракторостроение»

Тема проекта: *Повышение проходимости грузового автомобиля ГАЗон NEXT путем разработки подкатного моста.*

Дипломный проект студента Беляева И.А. посвящен разработке подкатного моста для - грузового автомобиля ГАЗон NEXT, что является сегодня актуальным вопросом. Автором диплома выполнена большая конструкторская работа с применением ЭВМ для расчетов и графики.

В частности, им выполнены расчеты планетарного редуктора и червячной передачи на изгибающий момент, крутящий момент, построены эпюры, на основании которых можно сулить о поведении валов редуктора от воздействия реальных динамических нагрузок. Достаточно полно автором выполнена технологическая часть проекта, в которой предложен процесс изготовления червячного вала, а так же разделы БЖД и технико-экономическое обоснование.

За время дипломного проектирования Беляев И.А. проявил себя грамотным инженером-конструктором, способным к постановке и самостоятельному решению задач определенной сложности.

Считаю, что дипломный проект студента гр. 1ЗМН1 Беляев И.А. заслуживает оценки **«ОТЛИЧНО»**, а его автор – присвоения квалификации инженер по специальности 23.05.01 «Автомобиле- и тракторостроение».

Руководитель проекта
к.т.н. доцент каф. «ТМ» А.А. Войнов
« 06 » июня 2018 г.