

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей

(наименование)

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и автомобильный сервис

(направленность (профиль)/специализация)

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Грузовое АТП на 160 среднетоннажных автомобилей ГАЗон NEXT.  
Участок ТР.

Обучающийся

В. Г. Хураскин

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Е. Д. Чижаткина

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультант

Е. Г. Смышляева

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2023

## Аннотация

В выпускной квалификационной работе в первом разделе нами были рассмотрены такие вопросы как: определение перспективы наиболее успешной работы грузового автотранспортного предприятия (в дальнейшем по тексту АТП); выявление и обоснование выбора марки грузового автомобиля это ГАЗон NEXT, мы считаем что данный автомобиль будет наиболее эффективен на проектируемом нами АТП; а так же представлен технологический расчет АТП на 160 автомобилей ГАЗон NEXT и планировка производственного корпуса АТП.

Второй раздел выпускной квалификационной работы содержит описание выбранного нами, технологического оборудования для участка текущего ремонта и разработана его планировка;

Третий раздел содержит: конструкторское решение в виде проекта канавного подъемника грузоподъемностью 3500 кг., основные расчеты конструкции, (выбор комплектующих и материалов нами производился только из материалов выпускаемых на территории РФ); проведенный нами сравнительный анализ технико-экономических параметров спроектированного подъемника с подъемниками аналогами.

Разработана технологическая карта операции снятия/установки карданной передачи автомобиля. Так же в экономическом разделе представлен проведенный нами расчет себестоимости изготовления канавного подъемника.

## Содержание

Введение .....	5
1 Технический проект грузового АТП .....	6
1.1 Техничко-экономическое обоснование проекта .....	6
1.2 Технологический расчет грузового АТП .....	13
1.2.1 Определение производственной программы и годовых объемов работ .....	13
1.2.2 Расчет необходимого числа постов по видам работ и численности рабочих .....	20
1.2.3 Расчет площади операционных зон и производственных помещений .....	26
1.3 Разработка планировки производственного корпуса АТП .....	31
2 Рабочий проект зоны текущего ремонта .....	34
2.1 Назначение и основные технологические процессы .....	34
2.2 Оборудование и планировка зоны ТР .....	36
2.3 Персонал постов ТР и режим его работы .....	39
2.4 Инженерные коммуникации в зоне постов ТР .....	40
3 Конструкторский расчет проектируемого канавного подъемника..	41
3.1 Техническое задание на разработку канавного подъемника .....	41
3.2 Обзор конструкций подъемников-аналогов .....	43
3.3 Определение конструктивной схемы проектируемого подъемника .....	46
3.4 Проектный расчет элементов канавного подъемника .....	47
3.4.1 Проектирование гидросистемы подъемника .....	47
3.4.2 Силовой расчет несущих элементов .....	54
3.4.3 Прочностной расчет несущих элементов .....	58
3.5 Результаты проектирования .....	61
3.6 Оценка технических характеристик спроектированного подъемника .....	61

4	Разработка технологического процесса снятия и установки карданной передачи на автомобиль .....	64
4.1	Устройство карданной передачи автомобиля ГАЗон NEXT .....	64
4.2	Обслуживание карданной передачи автомобиля ГАЗон NEXT .....	65
4.3	Возможные неисправности карданной передачи .....	65
4.4	Проверка карданных валов автомобиля .....	67
4.5	Разработка технологической карты для операции снятия и установки карданной передачи .....	68
5	Экономический раздел .....	72
5.1	Постановка задачи экономического расчета .....	72
5.2	Расчет себестоимости изготовления подъемника .....	73
5.3	Анализ результатов расчета себестоимости спроектированного подъемника .....	79
	Заключение .....	81
	Список используемой литературы и используемых источников .....	82
	Приложение А Проектирование производственного корпуса АТП .....	85
	Приложение Б Спецификации на подъемник 23.БР.ПиЭА.063.00.000 .....	86

## **Введение**

Успешное развитие государства невозможно без устойчиво растущей экономики. А само существование экономики невозможно без надежно работающего транспорта. Для работы любого предприятия требуется доставить сырье и комплектующие, вывести готовую продукцию, а также обеспечить доставку персонала. И если крупные предприятия для выполнения транспортных услуг могут воспользоваться железнодорожным транспортом, то средние и мелкие предприятия могут полагаться только на автомобильный транспорт.

Для надежной работы автомобильного транспорта требуется наличие и поддержание в рабочем состоянии сети автомобильных дорог, а также наличие парка автомобильного транспорта. Если развитие и содержание дорожной инфраструктуры входит в компетенции правительства РФ, то обеспечение работы автомобильного транспорта выполняется транспортными компаниями и частными владельцами транспортных средств. Однако, без регламентированного технического обслуживания и ремонта автомобилей невозможна их надежная и эффективная эксплуатация. Именно для реализации функций ремонта и технического обслуживания и предназначено проектируемое автотранспортное предприятие (АТП). Следовательно, выполняемая проектная работа является актуальной для обеспечения эффективной работы грузового автотранспорта, а потребность использования среднетоннажных грузовиков является достаточно большой, особенно в период развития деятельности малых предприятий, осваивающих выпуск продукции для замещения попавшей под санкционные запреты импортной продукции.

# **1 Технический проект грузового АТП**

## **1.1 Технико-экономическое обоснование проекта**

В настоящее время во время проведения специальной военной операции и введенных странами «запада» санкций против экономики РФ, правительство РФ проводит расширение транспортной инфраструктуры страны. В частности ведется активное строительство скоростной автодороги М-12 Москва-Казань, причем половина трассы уже введена в эксплуатацию. Кроме этого принято решение продления трассы от Казани до Екатеринбурга и далее до Тюмени. Кроме того, в рамках развития транспортного коридора в среднюю Азию и северо-западный Китай, проводится строительство обхода Тольятти с мостом через Волгу и реконструкция дорог от трассы М-12 в районе Канаша до границы с Казахстаном в Оренбургской области через Ульяновск, Тольятти, Самару и Оренбург. Таким образом, обеспечивается возможность быстрой доставки грузов между основными промышленно развитыми регионами страны. С другой стороны промышленные предприятия ведут активное импортозамещение продукции, которую ссылаясь на санкции отказываются поставлять в РФ так называемые «бывшие партнеры». В связи с этим растет потребность в грузоперевозках внутри страны. Обеспечить рост предложения в надежном выполнении грузоперевозок должно проектируемое АТП. Это является подтверждением экономической актуальности выполняемого проекта.

Согласно задания, на проектируемом АТП планируется использовать грузовые автомобили семейства «ГАЗон Next». Эти автомобили спроектированы для смены автомобилей четвертого поколения ГАЗ-3309, которые сняты с производства в январе 2020 года.

Новый автомобиль «Газон Next» пришел на смену грузовику ГАЗ-3309. Осенью 2014 года был дан старт серийному производству новинки. От своего предшественника среднетоннажный грузовой автомобиль «ГАЗон Next»

отличается целым рядом параметров. Кроме того, машина выпускается в нескольких модификациях. Одна из них имеет в качестве конструктивной основы короткую базу. Второй вариант относится к категории длиннобазных грузовых машин. Выпускаются также автомобили имеющие два ряда посадочных мест в кабине (местимость 7 человек) Внешний вид некоторых основных модификаций автомобиля представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Основные модификации автомобиля «ГАЗон Next»

Перечень основных модификаций автомобилей «ГАЗон Next», выпускаемых заводом ГАЗ в Нижнем Новгороде представлен в таблице 1 на следующей странице. В таблице приведены данные по используемым в автомобилях двигателям, колесной базе, вместимости кабины и виду выпуска с завода. Завод выпускает как готовые к эксплуатации автомобили, в виде грузовиков, фургонов и седельных тягачей, так и автомобили в виде шасси. На эти шасси сторонние изготовители устанавливают различные исполнительные механизмы, и получают различные модификации автомобилей. Например, Саранский завод самосвалов изготавливает из шасси «Газон NEXТ» самосвалы. Также на базе шасси «ГАЗон Next» выпускаются рефрижераторы, цистерны, мусоровозы, подъемники и другие

виды автомобильной спецтехники. По состоянию на 2020 год уже предлагалось различными компаниями около 300 модификаций на шасси «ГАЗон Next».

Таблица 1 – Модификации автомобилей «ГАЗон Next» выпускаемые автозаводом ГАЗ

<b>Модель</b>	<b>Двигатель</b>	<b>Колесная база, м</b>	<b>Вместимость кабины, чел.</b>	<b>Вид выпуска с завода</b>
C41R11	Cummins ISF 3.8s41R154	3,77	3	шасси и бортовой грузовик
C41R13	ЯМЗ-53441	3,77	3	шасси и бортовой грузовик
C41R16	ЯМЗ-53445 CNG	3,77	3	шасси и бортовой грузовик
C41R31	Cummins ISF 3.8s41R154	4,515	3	шасси и бортовой грузовик
C41R33	ЯМЗ-53441	4,515	3	шасси и бортовой грузовик
C41R36	ЯМЗ-53445 CNG	4,515	3	шасси и бортовой грузовик
C41RB3	ЯМЗ-53443	5,15	3	шасси и бортовой грузовик
C42R13	ЯМЗ-53441	3,77	7	шасси и бортовой грузовик
C42R31	Cummins ISF3.8	3,77	7	шасси и бортовой грузовик
C42R33	ЯМЗ-53441	4,515	7	шасси и бортовой грузовик
C42R36	ЯМЗ-53445 CNG	4,515	7	шасси и бортовой грузовик
C47R13	ЯМЗ-53403	3,77	3	седельный тягач

Грузовой автомобиль «ГАЗон Next» – характеристики которого соответствуют требованиям современности – отличается разнообразием своих технических свойств.

В частности, длиннобазные модификации имеют базу колес, равную 4515 мм. При этом размер переднего свеса составляет 971 мм, а габаритная длина превышает 7980 мм. В ширину новый автомобиль достигает 2755 мм (с учетом зеркал). Размер ширины грузовой платформы (по бортам) равен 2295 мм. Клиренс (дорожный просвет) новинки составляет 265 мм. Такой показатель сохраняется даже при полной загрузке автомобиля.



Длиннобазный среднетоннажник «ГАЗон Next» оснащен платформой, предназначенной для перевозки грузов. Как основание, так и откидные борта этой части машины изготовлены из прочного металла. Для этой платформы предусмотрено использование съемного тента каркасного типа. Такое пространство вмещает в себя порядка 12 европаллет. Погрузочная высота равна 1300 мм – применительно к «универсальной» модификации автомобиля.

В «городской» (City) версии данный показатель составляет 1170 мм. Кроме того, такой вариант включает в себя использование колес несколько меньшего диаметра, а также резины низкопрофильного типа. Что касается «классической» версии грузовика, то ее максимально допустимая масса составляет 8,7 т. Нагрузка на переднюю ось достигает 2,65 т, а на заднюю – не превышает 6,6 т. Длиннобазный «ГАЗон Next» обладает грузоподъемностью 4,6 т.

Небольшое заострение кабины усиливает аэродинамический эффект при движении грузовика. Этому же способствуют боковые контуры передней части автомобиля, имеющие обтекаемую форму.

Использование элементов из прочного пластика способствовало снижению веса нового грузовика.

На грузовики «ГАЗон Next» устанавливается два вида двигателей ЯМЗ-5344 и Cummins ISF 3.8s41R154. Двигатель ЯМЗ-5344 четырёхцилиндровый объемом 4,43 л. Этот двигатель оснащается системой впрыска топлива Common Rail, и турбонаддув с промежуточным охлаждением воздуха. Максимальная мощность двигателя 149 л.с., а крутящий момент равен 490 Н·м. В паре с этим двигателем работает 5-ступенчатая КПП механического типа.

Вторым вариантом двигателя для автомобиля «ГАЗон Next» является Cummins ISF 3.8 e4R дизельного типа. «ГАЗон Next» – характеристики которого намного современнее, чем у предшественника – успешно работает с данным силовым агрегатом. Этот двигатель более экономичный, чем

двигатель ЯМЗ-5344. Кроме того, он обладает большей мощностью, которая составляет 153 л.с. Этот двигатель четырехцилиндровый с турбонаддувом, развивает крутящий момент 497 Н·м. Для этого двигателя применяется 5-ступенчатая КПП механического типа.

В настоящее время, помимо базовой модификации, широкое распространение получила модель "Городской грузовик ГАЗон Next city (ГАЗ-С41R13)" ГАЗ-С41R13 (так называемая City-версия этого автомобиля), а также "ГАЗон Next Фермер с двухрядной кабиной (ГАЗ-С42R33)" ГАЗ-С42R33 («Фермер»), где кабина имеет двухрядную конструкцию. Каждый из этих вариантов предпочтителен для конкретного назначения. В частности, «городской» тип грузовика выбирают компании, которым требуется компактная и маневренная машина – особенно в условиях современных мегаполисов.

Наиболее частыми покупателями автомобиля такого типа являются представители среднего и малого бизнеса, чья деятельность связана с перевозками сравнительно небольших партий грузов в пределах городской черты. Внешность, которой обладает «ГАЗон Next City», мало чем отличается от экстерьера базового варианта этого грузовика. Основное различие между ними заключается в диаметре колес и типе резины.

У «городского» грузовика колеса имеют меньший размер, а резина используется низкопрофильная. Вследствие этого, клиренс данной вариации автомобиля составляет менее 19 см. Однако, в городских условиях это, как правило, не отражается на потенциальных возможностях данного автомобиля. Зато погрузочная высота у этой машины меньше аналогичного показателя базовой версии. Это позволяет эффективно осуществлять погрузочно-разгрузочные работы даже в условиях сравнительно небольшого пространства.

В качестве основного двигателя используется 149-сильный мотор ЯМЗ-5344 дизельного типа. Трансмиссия – модернизированная, в которой показатель передаточного отношения равен 3,9. Автомобиль используется

как в короткобазном варианте, так и с длиннобазной основой. Шасси «городского» грузовика имеет полное сходство с аналогом «классического» варианта этой модели. Оснащение автомобиля тоже максимально повторяет перечень оборудования основной версии.

Для коммерческих перевозок в настоящее время нередко используется «ГАЗон NEXТ Фермер с двухрядной кабиной (ГАЗ-С42R33)». Такой вариант грузоперевозок отличается высокой функциональностью, особенно, если речь идет о транспортировке грузов за пределами городской черты. Двухрядные кабины в данном варианте машины компоуются по-разному. В одних случаях применяется схема 3+4 (применительно к размещению водителя и пассажиров в первом ряду и четырех пассажиров в задней части кабины). В других случаях, вместо заднего ряда сидений устанавливается раскладывающийся диван. Он может служить в качестве спального места. Это часто используется при перевозках грузов на большие расстояния.

Каждый из таких вариантов компоновки кабины включает в себя наличие дополнительного обогревателя. Он помогает поддерживать в салоне комфортный уровень температуры. Это особенно важно в холодное время года. Кроме транспортировки грузов, такие автомобили используются для того, чтобы доставлять коллектив ремонтных бригад – как в пределах города, так и в отдаленные районы.

Грузовые автомобили «ГАЗон Next» – современные и многофункциональные транспортные средства, нашедшие широкое применение на практике.

Выше перечисленное позволяет утверждать, что автомобили семейства «ГАЗон Next» позволяют выполнять множество хозяйственных функций и их использование будет экономически востребовано. Следовательно выбор автомобилей «ГАЗон Next» в качестве базовых в проектируемом АТП является экономически обоснованным.

Для разработки технического проекта АТП необходимо определиться с габаритными размерами автомобилей, которые будут обслуживаться на

данном предприятии. На рисунке 2, составленном из изображений приведенных в инструкциях по эксплуатации автомобилей, приведены габаритные размеры различных модификаций автомобилей семейства «ГАЗон Next».

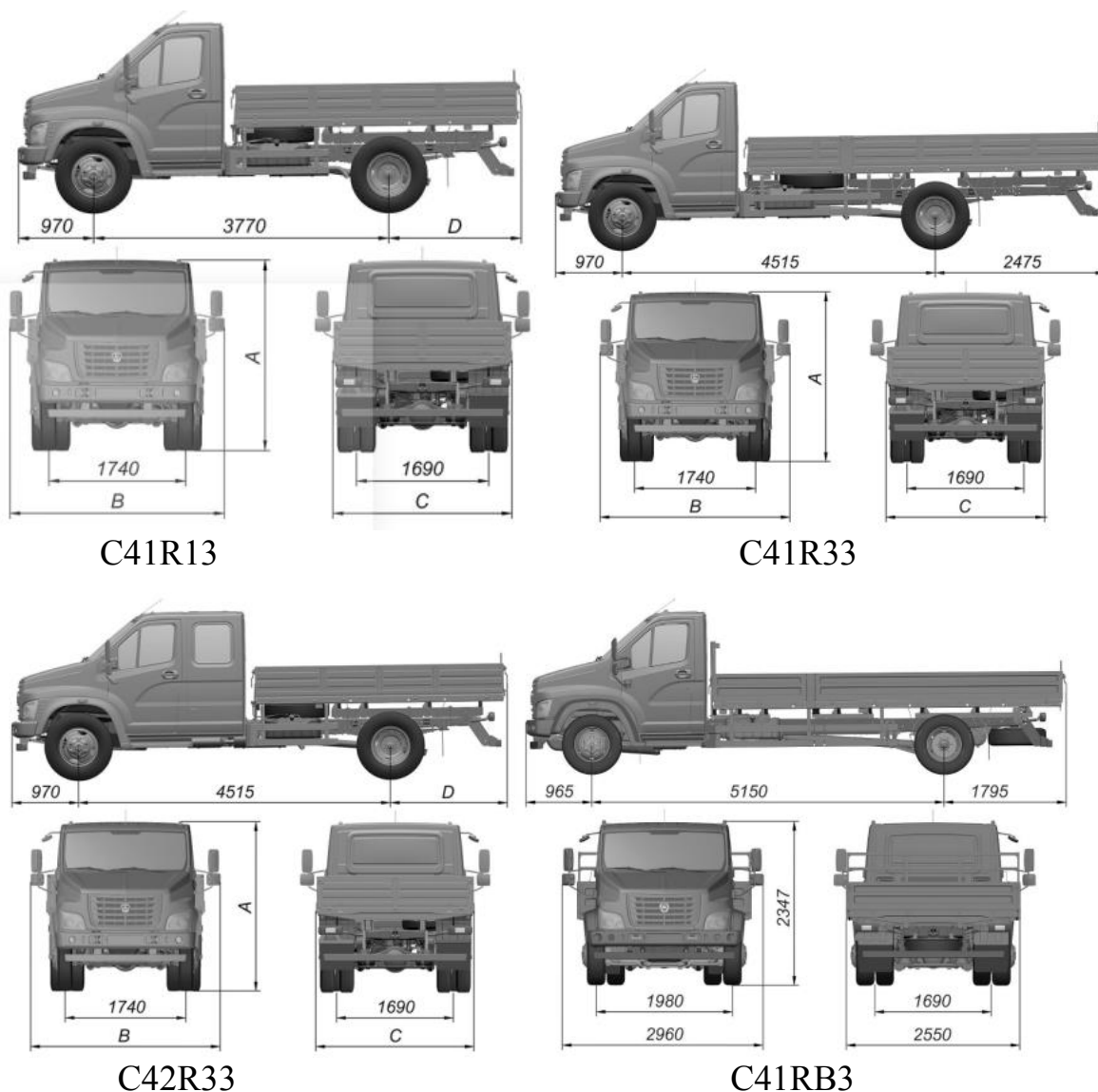


Рисунок 2 – Основные конструктивные размеры автомобилей семейства «ГАЗон Next»

Некоторые размеры на рисунке 2 имеют буквенное обозначение, и их конкретная величина зависит от некоторой модификации автомобиля. Из инструкций по эксплуатации соберем величины возможных габаритных размеров и разместим их в таблице 2.

Таблица 2–Габаритные размеры автомобилей семейства «ГАЗон Next»

Размер	Модификация автомобиля	Модель			
		C41R13	C41R33	C42R33	C41RB3
А, мм	Шина 8,25 R20	2400	2400	2400	2347
	245/70R19.5	2335	2335	2335	
В, мм	Стандартная платформа	2755	2755	2755	2960
	Увелич. платформа	2960	2960	2960	
С, мм	Стандартная платформа	2290	2290	2290	2550
	Увелич. платформа	2550	2550	2550	
D, мм	Стандартная платформа	1710	2475	1710	1795
	Увелич. платформа	1850		1850	
Максимальные габаритные размеры модели (ДхШхВ), мм		6590х	7960х	7335х	7910х
		2960х	2960х	2960х	2960х
		2400	2400	2400	2347

Из анализа таблицы видно, что максимальные габариты имеет модель С41R33. Однако данные по высоте в таблице приведены для бортовых автомобилей, а максимальную высоту имеют автомобили в версии фургон, и эта высота составляет 3580 мм. Именно эту высоту и надо учитывать при проектировании производственного корпуса АТП.

## 1.2 Технологический расчет грузового АТП

### 1.2.1 Определение производственной программы и годовых объемов работ

Согласно темы бакалаврской работы необходимо провести технологический расчет производственного корпуса АТП. Заданное транспортное предприятие должно обеспечивать безаварийную работу 160 грузовых автомобилей ГАЗон NEXТ. Для этого на предприятии должно проводиться своевременное техническое обслуживание и текущий ремонт заданного парка автомобилей. Из задания и из инструкции завода изготовителя на ГАЗ С41/С42 [1] берем исходные данные для расчета. Полученные исходные данные разместим в таблице 3.

Таблица 3 – Набор исходных данных для технологического расчёта

Наименование данных	Обозначение	Значение
Число обслуживаемых автомобилей, шт.	$A_u$	160
Количество рабочих дней в году для АТП	$D_z$	365
Количество рабочих дней в году для ТО и ТР	$D_{zто}$	256
Категория эксплуатации автомобиля	-	III
Пробег с начала эксплуатации автомобиля, км	$L$	$(0,56-0,70)L_{cn}$
Среднесуточный пробег автомобиля, км	$l_{cc}$	150
Периодичность мойки автомобиля, дн.	$D_M$	3
Нормативный пробег до ТО-1, км	$L_{1H}$	20000
до ТО-2, км	$L_{2H}$	40000
до КР, км	$L_{TPH}$	360000
Время работы зоны ТО-1, час	$T_{TO1}$	8
ТО-2, час	$T_{TO2}$	8
ЕО, час	$T_{EO}$	8
ТР, час	$T_{TP}$	8
Габаритные размеры авт. длина, мм	$D_a$	7960
ширина, мм	$Ш_a$	2960
высота, мм	$B_a$	3580
Площадь проекции автомобиля, м <sup>2</sup>	$f$	23,56

Технологический расчет проводим по расчетным методикам предоставленным в литературе [3] и [20].

Периодичность выполнения косметических моек определим из следующего выражения:

$$L_M = D_M \cdot l_{cc} \quad (1)$$

$$L_M = 3 \cdot 150 = 450 \text{ км}$$

Согласно методики расчётов, «определим пробег до ТО-1 ( $L_1$ ) и до ТО-2 ( $L_2$ ), с учетом коэффициентов корректировки нормативных параметров, определенных для условий средней полосы РФ по данным из материалов [9].

$$L_1 = L_{1H} \cdot K_1 \cdot K_3, \quad (2)$$

где  $K_1$  - коэффициент корректирования нормативов, в зависимости от условий эксплуатации, принимаем 0,8;

$K_3$ – коэффициент корректировки нормативов, в зависимости от природно-климатических условий, принимаем 1»[20, с. 10].

$$L_1 = 20000 \cdot 0,8 \cdot 1 = 16000 \text{ км}$$

$$L_2 = L_{2H} \cdot K_1 \cdot K_3 \quad (3)$$

$$L_2 = 40000 \cdot 0,8 \cdot 1 = 32000 \text{ км}$$

Пробег до выполнения работ по КР составит:

$$L_{TP} = L_{TPH} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (4)$$

где  $K_2$ – коэффициент учета типов и модификаций подвижного состава, принимаем 1.

$$L_{TP} = 360000 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 288000 \text{ км}$$

Рассчитаем скорректированные пробеги до ТО-1, ТО-2 и ТР сделав их кратными базисному среднесуточному пробегу. Результаты расчетов представлены в таблице 4, в последующих расчетах будут использоваться только скорректированные пробеги автомобилей ГАЗон NEXT..

Таблица 4 -Скорректированные цикловые пробеги

Вид обслуживания	Базисный пробег, км	Коэффициент кратности	Скорректированный пробег, км
ТО-1	150	106	15900
ТО-2	15900	2	31800
ТР		18	286200

Для дальнейших расчетов установим цикловой пробег равным скорректированному пробегу до капремонта:

$$L_{Ц} = L_{КР} = 286200 \text{ км}$$

Из-за этого утверждения, число капремонтов грузового автомобиля за цикл естественно получили равным единице.

$$N_{КР} = \frac{L_{Ц}}{L_{КР}} \quad (5)$$

$$N_{KP} = \frac{286200}{286200} = 1$$

Определяем число обслуживаний автомобиля за цикл в ТО-1 ( $N_1$ ) и ТО-2 ( $N_2$ ):

$$N_2 = \frac{L_{Ц}}{L_2} - N_{KP} \quad (6)$$

$$N_2 = \frac{286200}{31800} - 1 = 8$$

$$N_1 = \frac{L_{Ц}}{L_1} - (N_2 + N_{KP}) \quad (7)$$

$$N_1 = \frac{286200}{15900} - (8 + 1) = 9$$

Определим число обслуживаний грузовика в ЕО ( $N_{EO}$ ) и в косметической мойке ( $N_M$ ) за цикл:

$$N_{EO} = \frac{L_{Ц}}{L_{CC}} \quad (8)$$

$$N_{EO} = \frac{286200}{150} = 1908$$

$$N_M = \frac{L_{Ц}}{L_M} \quad (9)$$

$$N_M = \frac{286200}{450} = 636$$

Количество рабочих дней в году:

$$D_{ГЦ} = D_G - D_{НПГ} \quad (10)$$

где  $D_{НПГ}$  - число дней нормативного простоя, принимаем равным нулю.

$$D_{ГЦ} = 365 - 0 = 365 \text{ дн.}$$

Число дней эксплуатации автомобиля за цикл:

$$D_{ГЭЦ} = \frac{L_{Ц}}{L_{CC}} \quad (11)$$



$$D_{ГЭЦ} = \frac{286200}{150} = 1908 \text{ дн.}$$

Устанавливаем согласно рекомендациям [20] нормативный простой грузового автомобиля в ТО и ТР:

$$d = d_H \cdot K_4 \cdot K_{CM} \quad (12)$$

где « $d_H=0,25$  дн. на 1000 км пробега при коэффициенте сменности  $K_{CM}=1,0$ » [20, прил.2, табл.4].

$$d = 0,25 \cdot 1,4 \cdot 1 = 0,325 \text{ дн./1000км}$$

Принимаем, по рекомендациям [20], число дней для проведения ремонта во внешнем ремонтном специализированном предприятии равным нулю ( $D_{ДОС}=0$  дн.), и число дней простоя грузового автомобиля в капитальном ремонте тоже равным нулю ( $D_{КРН}=0$  дн.).

Тогда суммарный простой автомобиля в капитальном ремонте будет равен нулю:

$$D_{КР} = D_{КРН} + D_{ДОС} = 0 + 0 = 0 \text{ дн.} \quad (13)$$

Определим число дней планового простоя при проведении ТО и ТР за цикл эксплуатации:

$$D_{РЦ} = \frac{d \cdot L_{Ц}}{1000} + D_{КР} \cdot N_K \quad (14)$$

$$D_{РЦ} = \frac{0,325 \cdot 286200}{1000} + 0 \cdot 1 = 93 \text{ дн.}$$

Величина коэффициента технической готовности:

$$\alpha = \frac{D_{ГЭЦ}}{D_{ГЭЦ} + D_{РЦ}} \quad (15)$$

$$\alpha = \frac{1908}{1908 + 93} = 0,95 \text{ о.е.}$$

Расчетный коэффициент перехода от числа цикловых обслуживаний автомобиля к числу обслуживаний за год:

$$\eta = \frac{D_{\Gamma} \cdot \alpha}{D_{\Gamma\text{ЭЦ}}} \quad (16)$$

$$\eta = \frac{365 \cdot 0,95}{1908} = 0,182 \text{ о.е.}$$

Определим годовую программу и число обслуживаний, проведем вычисления по формулам 17 и 18. Результаты расчетов представлены в таблице 4.

$$N_{\Gamma} = N \cdot \eta \quad (17)$$

$$\sum N = N_{\Gamma} \cdot A_{И} \quad (18)$$

Суточная программа технического обслуживания автомобилей определяется по следующей формуле, и Результаты расчетов представлены в таблице 5:

$$N_{\text{С}} = \frac{\sum N}{D_{\Gamma}} \quad (19)$$

Таблица 5– Годовая и суточная производственная программа АТП

Вид воздействия	$\eta$	Аи, авт.	Число обслуживаний автомобиля		Производственная программа	
			за цикл N, авт.	за год N $_{\Gamma}$ , авт.	годовая $\Sigma N$ , авт.	суточная N $_{\text{С}}$ , авт.
ЕО	0,182	160	1908	347	55520	152
Мойка			636	116	18560	51
ТО-1			9	2	320	1
ТО-2			8	2	160	1
КР			0	0	0	0

Расчет годовой производственной программы обслуживания на постах Д-1 определяется выражением:

$$N_{Д1Г} = \sum N_{ТО1} + \sum N_{ТО2} + 0,1 \cdot \sum N_{ТО1}, \quad (20)$$

$$N_{Д1Г} = 320 + 160 + 0,1 \cdot 320 = 512 \text{ авт.}$$

Годовая производственная программа обслуживания на постах Д-2:

$$N_{Д2Г} = \sum N_{ТО2} + 0,2 \cdot \sum N_{ТО2} \quad (21)$$

$$N_{Д2Г} = 160 + 0,2 \cdot 160 = 192 \text{ авт.}$$

Суточную производственную программу обслуживания на постах Д-1 и Д-2 определим следующим образом:

$$N_{Д1С} = \frac{N_{Д1Г}}{Д_{Г}}, \quad (22)$$

$$N_{Д1С} = \frac{512}{256} = 2 \text{ авт.}$$

$$N_{Д2С} = \frac{N_{Д2Г}}{Д_{Г}}, \quad (23)$$

$$N_{Д2С} = \frac{192}{256} = 1 \text{ авт.}$$

«Расчеты годовых объемов работ по ТО и ТР производятся на основании нормативов трудоемкостей ЕО, ТО и удельной трудоемкости ТР и коэффициентов корректирования.» [20, с.14]

$$t = t_H \cdot K_2 \cdot K_5 \cdot K_M, \quad (24)$$

$$t_{ТР} = t_H \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_M. \quad (25)$$

Используемые в формулах 24 и 25 коэффициенты подробно описаны выше по тексту, и используются те же выбранные ранее величины.

Результаты расчетов представлены в таблице 6.

Таблица 6–Нормативная и скорректированная трудоемкости по видам технического воздействия

Вид технического воздействия	Параметр	Нормативная трудоемкость, чел.·ч	Параметр	Расчетные данные	Труд-сть корр., чел.·ч
ЕО	$t_{ЕОн}$	0,5	$t_{ЕО}$	$0,5 \cdot 1 \cdot 1,05 \cdot 0,7$	0,37
ТО-1	$t_{ТО1н}$	1,9	$t_{ТО1}$	$1,9 \cdot 1 \cdot 1,05 \cdot 0,8$	1,60
ТО-2	$t_{ТО2н}$	9,1	$t_{ТО2}$	$9,1 \cdot 1 \cdot 1,05 \cdot 0,8$	7,64
ТР	$t_{ТРн}$	3,2*	$t_{ТР}$	$3,2 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1,05 \cdot 0,8$	2,8

\*Измеряемая в чел.·ч/1000км нормативная трудоемкость для ТР.

Годовой объем работ АТП по основным видам работ вычислим по следующим формулам:

$$T = \sum N \cdot t, \quad (26)$$

$$T_{ТР} = \frac{L_{CC} \cdot D_{Г} \cdot \alpha \cdot A_{И}}{1000}. \quad (27)$$

Результаты расчетов представлены в таблице 7.

Таблица 7–Годовой объем работ АТП по основным видам работ

Вид воздействия	Годовая произв. программа $\Sigma N$ , авт.	Скорректированная трудоемкость, чел.·ч	Годовой объем работ, чел.·ч
ЕО	55520	0,37	20404
ТО-1	320	1,60	510,7
ТО-2	160	7,64	1223
ТР	$150 \cdot 256 \cdot 0,95 \cdot 2,8 \cdot 160 / 1000$		16343
Суммарная трудоемкость работ $\Sigma T$ , чел.·ч			38480

«Так как диагностирование (Д-1 и Д-2) выполняется на выделенных постах, необходимо скорректировать годовые объемы постовых работ ТО и ТР, а также определить трудоемкости обслуживания одного автомобиля при ТО-1, ТО-2» [20, с.18].

Результаты расчетов представлены в таблице 8.

Таблица 8- Скорректированная трудоемкость работ по видам воздействий

Вид воздействия	Доля работ по диагностике	Тд, чел.·час	Д-1, чел.·ч	Д-2, чел.·ч	Скорр. трудоемкость работ, чел.·час
ТР	2%	326,9	196,1	130,7	16016,2
ТО-1	8%	40,9	24,5	16,3	469,9
ТО-2	6%	73,4	44,0	29,4	1149,7
ИТОГО	-	441,1	264,7	176,4	17635,7

Ниже проведем определение трудоемкостей диагностических работ и работ по ТО-1 и ТО-2 для одного автомобиля:

$$t_{д1} = \frac{T_{д1Г}}{\sum N_{д1Г}}, \quad (28)$$

$$t_{д1} = \frac{264,7}{512} = 0,52 \text{ чел.} \cdot \text{ч/авт.}$$

$$t_{д2} = \frac{T_{д2Г}}{\sum N_{д2Г}}, \quad (29)$$

$$t_{д2} = \frac{176,4}{192} = 0,92 \text{ чел.} \cdot \text{ч/авт.}$$

$$t_{ТО1} = \frac{T_{ТО1Г}}{\sum N_{ТО1Г}} \quad (30)$$

$$t_{ТО1} = \frac{411,1}{280} = 1,47 \text{ чел.} \cdot \text{ч/авт.}$$

$$t_{ТО2} = \frac{T_{ТО2Г}}{\sum N_{ТО2Г}} \quad (31)$$

$$t_{ТО2} = \frac{2011,9}{280} = 7,19 \text{ чел.} \cdot \text{ч/авт.}$$

Рассчитаем трудоемкости по видам работ, проведя учет разделения места выполнения работ на постах и в отделениях. Результаты расчетов представлены в таблице А.1 в Приложении А.

Из анализа данных по суточной нагрузке, представленной в таблице 5, можно сделать вывод, что из-за большого объема работ по косметической мойке она должна быть организована в виде поточной линии, а остальные виды работ могут быть реализованы на специализированных постах.

### 1.2.2 Расчет необходимого числа постов по видам работ и численности рабочих

Для выполнения в АТП работ по косметической мойке рассчитаем число поточных линий мойки. Вычислить суточную программу по углубленной мойке, можем используя данные таблицы 5, по выражению:

$$N_{yc} = 1,6 \cdot (N_{1c} + N_{2c}) \quad (32)$$
$$N_{yc} = 1,6 \cdot (1 + 1) = 4 \text{ авт.}$$

Используя данные таблицы 5, суточная программа по косметической мойке определяется, используя следующее выражение:

$$N_{kc} = N_{eoc} - N_{yc} \quad (33)$$
$$N_{kc} = 51 - 4 = 47 \text{ авт.}$$

«Для специализированных постов такт поста, т.е. время обслуживания на данном посту:

$$\tau = \frac{t_i \cdot 60}{P_i} + t_i, \quad (34)$$

где  $t_i$  – трудоемкость работ для одного автомобиля, чел.·ч;

$P_i$  – число рабочих на одном посту;

$t_i$  – время установки, снятия и перемещения между постами, мин» [20, с.23-24].

«Ритм производства, т.е. время работы поста на одно обслуживание:

$$R = \frac{(T_{об} \cdot 60)}{N_c}, \quad (35)$$

где  $T_{об}$  – продолжительность работы поста, сутки;

$N_c$  – суточная программа обслуживания на посту» [20, с.24].

Необходимое количество линий обслуживания определяется выражением:

$$m_{eo} = \frac{\tau}{R} \quad (36)$$

Результаты выполнения расчетов по формулам 34 – 36 сведем в таблицу 9.

Таблица 9 - Количество линий на косметической мойке

Вид мойки	$t_d$ , чел.·ч	$T_{об}$ , час	$P_l$ , чел.	$t_n$ , мин.	$\tau$ , мин.	$R$ , мин.	$m_{EOpac}$ , линий	$m_{EOпр}$ , линий
Косметическая	0,37	8	3	0,8	8,15	10,2	0,8	1

Следовательно, с выполнением суточной программы косметической мойки справиться одна линия мойки.

«Метод универсальных постов предусматривает выполнение всех работ ТО или ТР в полном объеме на одном посту рабочими различных специальностей или рабочими универсалами. При этом ТО или ТР производится специализированными бригадами, звеньями или отдельными исполнителями, которые меняются местами, т.е. переходят со своим инструментом с поста на пост по определенной схеме» [20, с. 21].

«Для специализированных постов такт поста, т.е. время обслуживания на данном посту:

$$\tau = \frac{t_i \cdot 60}{P_i} + t_n, \quad (37)$$

где  $t_i$  – трудоемкость работ для одного автомобиля, чел.·ч;

$P_i$  – число рабочих на одном посту;

$t_n$  – время установки, снятия и перемещения между постами, мин» [20, с.23-24].

«Ритм производства, т.е. время работы поста на одно обслуживание:

$$R = \frac{(T_{об} \cdot 60)}{N_c}, \quad (38)$$

где  $T_{об}$  – продолжительность работы поста, сутки;

$N_c$  – суточная программа обслуживания на посту» [20, с.24].

Виды работ и объемы суточной программы для всех видов работ берем из таблицы 4.

Необходимое число постов обслуживания определяется выражением:

$$x_d = \frac{\tau}{R} \quad (39)$$

Используя выражения 37-39, проведем расчет числа постов для всех видов работ, а результаты расчетов разместим в таблице 10.

Таблица 10– Количество постов для различных видов работ

Виды проводимых работ	$t_d$ , чел.·ч	$T_{об}$ , час	$R_l$ , чел.	$t_n$ , мин.	$\tau$ , мин.	$R$ , мин.	$X_{расч}$ , постов	$X_{пр}$ , постов
Д-1	0,52	8	1	2,5	33,5	240	0,1	1
Д-2	0,92	8	1	2,5	57,6	480	0,1	1
ТО-1	1,47	8	1	2,5	90,6	480	0,2	1
ТО-2	7,19	8	1	2,5	433,6	480	0,9	1
Углубленная мойка	0,50	8	1	2,7	32,7	120	0,3	1

«При расчете числа постов зоны ТР следует учитывать два фактора:

- большое число неисправностей, устранение которых требует не более одного исполнителя;
- большие потери рабочего времени по организационным причинам (перемещение автомобилей с поста на пост, ожидание ремонтных



агрегатов, узлов и деталей, хождение исполнителей по цехам, складам и т. д.).

Число постов ТР определяется выражением

$$x_{ТР} = \frac{T_{ТР} \cdot k_{ТР} \cdot \varphi}{D_r \cdot T_c \cdot P_{п} \cdot 0,93}, \quad (40)$$

где  $k_{ТР}$  - коэффициент учета объема работ по ТР в наиболее загруженную смену  $k_{ТР} = 0,7$ ;

$T_{ТР}$  - трудоемкость постовых работ ТР, берется из табл.А.1, чел.·ч;

$P_{п}$  - среднее число рабочих на посту ТР, берем 1,5 чел.;

$\varphi$  – коэффициент учета неравномерности поступления автомобилей на посты ТР,  $\varphi = 1,5$ ;

$D_r$  - количество рабочих дней в году зоны ТР;

$T_c$  - время работы зоны ТР, берется равным выбранной продолжительности смены 8 ч.

$D_r$  - количество дней работы зоны ТР за год.» [20, с.26]

В результате вычислений с указанными данными получаем следующий результат:

$$x_{ТР} = \frac{4008 \cdot 0,7 \cdot 1,5}{256 \cdot 8 \cdot 1,5 \cdot 0,93} = 1,5 \text{ поста}$$

Для выполнения работ текущего ремонта в зоне ТР устанавливаем два универсальных поста. Более подробно организация работы на постах ТР выполнена во втором разделе.

«К производственным рабочим относятся рабочие, непосредственно выполняющие работы по ТО и ТР автотранспортных средств. Штатное число рабочих учитывает предоставление отпуска, командировки, невыход рабочих по болезни и другим причинам и определяется по формуле:

$$P_{шт} = \frac{T_{оп}}{\Phi_{шт}}, \quad (41)$$

где  $T_{оп}$  – трудоемкость выполнения операции, чел.·ч;

$\Phi_{шт}$  – годовой фонд рабочего времени на операции, ч» [20, с. 19].

Данные по трудоемкости операций берем из таблицы 7.

«Технологически необходимое (явочное) число рабочих определяется следующим образом:» [20, с. 20]

$$P_{яв} = P_{шт} \cdot \eta_{шт}, \quad (42)$$

где  $\eta_{шт}$  – коэффициент штатности, принимаем 0,93.

Результаты расчетов представлены в таблице 11.

Таблица 11 - Расчет штатного и явочного числа рабочих

Вид воздействия	$T_{оп}$ , чел·ч	$\Phi_{шт}$ , ч	$\eta_{шт}$	$P_{шт}$ , чел	$P_{яв}$ , чел
Д-1	264,7	1840	0.93	1	1
Д-2	176,4	1840	0.93	1	1
ТО-1	469,9	1840	0.93	1	1
ТО-2	1014,2	1840	0.93	1	1
Мойка	20404	1840	0.93	11	10
ТР	4008	1840	0.93	3	3

### 1.2.3 Расчет площади операционных зон и производственных помещений

Расчетную площадь операционных зон можно определить по формуле:

$$F_{он} = x_{он} \cdot f \cdot k, \quad (43)$$

где  $x_{он}$  – число операционных постов;

$f$  – площадь проекции автомобиля, из таблицы 3, м<sup>2</sup>;

$k$  – коэфф. плотности размещения оборудования, обычно 4,5.

Результаты расчётов с использованием формулы 43 разместим в таблице 12.

Таблица 12 – Расчетная площадь операционных зон

Операционная зона	$x_{оп}$	$F_{оп}, м^2$
ЕО	4	424,0
ТО-1 и ТО-2	2	212,0
Д-1 и Д-2	2	212,0
Зона ТР	2	212,0

«Посты подпора (ожидания) обеспечивают бесперебойное поступление автомобилей на ТО и ТР, могут служить для уточнения объема предстоящих работ. В холодное время посты подпора применяют для подготовки автомобилей ко всем видам технических воздействий. Их размещают в производственных помещениях, число определяется: для МК и МУ – 15–20% часовой производительности; для ТО-1 – 10–15% сменной программы; для ТО-2 – 30–40% сменной программы; для ТР – 20–30% числа постов ТР» [20, с.23].

Результаты расчетов представлены в таблице 13.

Таблица 13 -Число постов ожидания

Место расположения поста	Число постов, $x$	Процентная доля	Количество постов ожидания, $x_{ож}$
ТР	2	25%	1
ТО-1	1	12%	1
ТО-2	1	35%	1
ИТОГО			3

«Работы по самообслуживанию включают ТО и ремонт технологического, энергетического и силового оборудования, инженерных коммуникаций (водопровода, канализации, системы вентиляции); текущий ремонт зданий; внутрипроизводственные, транспортные и погрузочно-разгрузочные работы; перегон подвижного состава; изготовление и ремонт нестандартного оборудования, приспособлений и инструмента и др.

Годовой объем работ по самообслуживанию предприятия определяется по формуле:» [20, с.17]

$$T_{CAM} = 0,25 \cdot \sum T \quad (44)$$

$$T_{CAM} = 0,25 \cdot 38480,4 = 9620 \text{ чел.} \cdot \text{ч}$$

Проведем «распределение годовых объемов работ по ТО, ТР и самообслуживанию предприятия» [20, с.18]. «Все работы по самообслуживанию распределяются в процентном соотношении между отделом главного механика (ОГМ) и производственными цехами согласно» [20, с.18] рекомендациям из [20], которые сведем в столбцы таблицы. Результаты расчетов представлены в таблице 14.

Таблица 14 - Распределение работ по самообслуживанию предприятия

Работы, выполняемые в ОГМ			Работы, выполняемые в цехах		
Виды работ	%	T, чел.·ч	Виды работ	%	T, чел.·ч
Электротехнические	25%	2405	Механические	10%	962
Слесарные	16%	1539,2	Сварочные	4%	384,9
Строительные	6%	577,2	Столярные	10%	962
Сантехнические	22%	2116,4	Жестяницкие	4%	384,9
-	-	-	Кузнечные	2%	192,4
-	-	-	Медницкие	1%	96,2
ИТОГО в ОГМ	69%	6637,9	ИТОГО в цехах	31%	2982,2

В соответствии с выше озвученной по тексту диплома формулой 41, проведем расчет необходимого числа явочных рабочих. А формула 42 позволит нам, определить штатное число рабочих для ОГМ. Полученные данные вычислений представим в виде таблицы 15.

Таблица 15–Растет численности рабочих в ОГМ

Вид работ	T <sub>ср</sub> , чел.·ч	Φ <sub>шт</sub> , ч	η <sub>шт</sub>	P <sub>шт</sub> , чел.	P <sub>яв</sub> , чел.
ОГМ	6637,9	1840	0,93	4	4

Проведем вычисление расчетной площади участков ОГМ:

$$F_{огм} = f_1 + f_2 \cdot (P_{яв} - 1), \quad (45)$$

где  $f_1$  - площадь на первого рабочего в отделении,  $f_1=15 \text{ м}^2$ ;

$f_2$ – удельная площадь на последующих после первого рабочих

отделения,  $f_2 = 10 \text{ м}^2/\text{чел.}$ ;

$R_{\text{яв}}$  - явочное число рабочих в рабочую смену, чел.

$$F_{\text{ОГМ}} = 15 + 10 \cdot (4 - 1) = 45 \text{ м}^2$$

Зная рассчитанные годовые объемы работ по отделениям, приведенные в таблице А.1, и используя формулы 41 и 42, определим число рабочих, штатных и явочных, в отделениях АТП. Для расчёта площади отделений используем формулу 46, и результаты размещаем в таблице 16.

Таблица 16 - Площадь отделений расчетная

Наименование отделения	T, чел.·ч	Ф <sub>шт.</sub> , чел.·ч	η <sub>шт.</sub>	P <sub>шт.</sub> , чел.	P <sub>яв.</sub> , чел.	f <sub>1.</sub> , м <sup>2</sup>	f <sub>2.</sub> , м <sup>3</sup>	F, м <sup>2</sup>
Моторное	3352,4	1840	0,93	2	2	15	12	27
Кузовное	1487,5	1840	0,8	1	1	30	15	74
Агрегатное	2742	1840	0,93	1,5	1	15	12	15
Малярное	480,5	1610	0,9	1	1	10	8	10
Электротехническое	971,1	1840	0,93	1	1	10	5	10
Топливное	606,4	1820	0,92	1	1	8	5	8
Шинное	439	1820	0,92	1	1	15	10	15
Аккумуляторное	352,2	1820	0,92	1	1	15	10	15
Слесарно- механическое	1762,8	1840	0,93	1	1	12	10	12

Выше озвученная таблица 16 содержит перечень работ ОГМ выполняемую в цехах. Поэтому на участках и увеличена трудоемкость работ.

Согласно полученных нами результатов, озвученных в таблицы 16, расчетная площадь малярного отделения должна быть равной 10 м<sup>2</sup>, что очень мало. Поэтому мы должны провести уточняющие расчеты числа постов в малярном отделении АТП по следующей формуле:

$$x_M = \frac{T_M \cdot k_{TP} \cdot \varphi}{D_T \cdot T_C \cdot P_{II} \cdot 0,93} , \quad (46)$$

где  $T_M$  - трудоемкость постовых работ в малярном отделении, чел.·ч;

$k_{\text{тр}}$  - коэффициент учета объема работ в наиболее загруженную смену,

$k_{\text{тр}} = 0,7$ ;

$\phi$  - коэффициент неравномерности поступления автомобилей,  $\phi = 1,3$ ;

$P_{\text{п}}$  - среднее число рабочих на посту,  $P_{\text{п}} = 1$  чел.;

$T_{\text{с}}$  - время работы постов малярного отделения,  $T_{\text{с}} = 8$  ч;

$D_{\text{г}}$  - количество рабочих дней в году для малярного отделения.

Подставив определенные выше данные в формулу, получим:

$$x_M = \frac{480,5 \cdot 0,7 \cdot 1,3}{256 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,93} = 0,2 \text{ поста}$$

На основании полученных результатов, в малярном отделении достаточно одного поста.

Используя формулу 43, проведем уточняющий расчет площади малярного отделения АТП. Подставив значения, получим:

$$F_M = 1 \cdot 23,56 \cdot 4,5 = 106 \text{ м}^2$$

«Расчет площади складских помещений транспортного предприятия выполняется по следующей формуле:

$$F_{\text{СК}} = \frac{L_{\text{СС}} \cdot A_{\text{И}} \cdot D_{\text{ГЦ}} \cdot \alpha}{1000000} \cdot f_y \cdot K_{\text{ПС}} \cdot K_{\text{СК}} \cdot K_{\text{Р}}, \quad (47)$$

где  $K_{\text{ПС}}$  - коэффициент учитывающий тип эксплуатируемых автомобилей;

$f_y$  – уд. складская площадь на пробег в 1 млн. км,  $\text{м}^2$ ;

$K_{\text{Р}}$  - коэффициент учета различности марок автомобилей;

$K_{\text{СК}}$  - коэффициент учета количества автомобилей» [20, с.36].

Результаты расчетов представлены в таблице 17. Площадь некоторых складов получилась слишком небольшой, поэтому объединим некоторые склады.

Таблица 17 - Площадь отделений расчетная

Наименование склада	$f_y, \text{ м}^2$	$K_{\text{пс}}$	$K_{\text{ск}}$	$K_p$	$F_{\text{ск}}, \text{ м}^2$
Склад агрегатов	6,0	0,3	0,9	1	13,5
Склад масел	4,3				9,7
Склад автошин	3,2				7,2
Склад материалов	3,0				6,7
Склад химикатов	0,23				0,5
Склад запчастей	3,0				6,7
Склад лакокрас. материалов	1,5				3,4
Инструментальная кладовая	0,15				0,3

### 1.3 Разработка планировки производственного корпуса АТП

В разделе 1.2 определены характеристики основных технологических зон и участков проектируемого АТП. Используя полученные результаты расчетов разработаем планировку производственного корпуса АТП. Разработка планировки начинается с определения этажности корпуса. Многоэтажные корпуса занимают меньше площади, но в многоэтажных корпусах при размещении ремонтных участков на другом этаже от зоны ТР потребует размещения в корпусе грузовых лифтов для транспортировки узлов и агрегатов к месту ремонта, а это ведет как к повышению стоимости строительства, так и к увеличению эксплуатационных расходов на содержание грузовых лифтов и дополнительных потерь времени основного персонала на транспортировку. Таким образом с минимумом затрат можно разместить на втором этаже только раздевалки, бытовые помещения, кабинеты руководства и диспетчерской службы. Но так как автотранспортные предприятия по причине своей низкой экологичности

размещаются на окраинах городской застройки, то стоимость земельных участков в этом случае не слишком высокая, а выигрыш по площади за счет введения второго этажа не значителен, то практически всегда выбирают одноэтажную застройку. И мы проведем проектирование одноэтажного производственного корпуса АТП.

Желательно сервисные предприятия обслуживания автомобильного транспорта проектировать со сквозным проездом, это обеспечивает большую безопасность при перемещении транспорта внутри предприятия и главное облегчает маневрирование при перестановке обслуживаемых автомобилей и уменьшает вероятность блокирования отдельных автомобилей. При этом посты ожидания не мешают маневрированию автомобилей. Постараемся реализовать в проекте схему со сквозным проездом. Если посты технического обслуживания, диагностики и текущего ремонта разместить в один ряд вдоль сквозного проезда, то корпус получается достаточно длинным, и сквозной проезд вдоль этих постов занимает много пространства в корпусе. Кроме этого при длинном корпусе будет затруднено перемещение (увеличенное расстояние) узлов и агрегатов от постов в ремонтные подразделения. Разместим посты обслуживания с двух сторон от сквозного проезда, причем посты размещаем под углом  $45^\circ$ , такое решение позволяет уменьшить необходимую ширину пролета и облегчит маневрирование автомобилей при заезде/выезде на посты обслуживания. Такое расположение постов позволяет уложиться по ширине в пролет 24 м. Таким образом из компоновочных ограничений основной пролет корпуса выполняем шириной 24 м. В этом пролете размещаем последовательно с одной стороны два поста диагностики и два поста текущего ремонта, а с другой стороны два поста технического обслуживания (ТО-1 и ТО-2). Все посты обслуживания имеют сервисные каналы с перекрытыми галереями для удобства входа/выхода. Между рядами постов сквозной проезд для обслуживаемых автомобилей. Над всеми постами устанавливаем кран-балку грузоподъемностью 3 тонны, с



ее помощью можно перемещать крупногабаритные или тяжелые узлы и агрегаты между постами обслуживания и ремонтными отделениями.

На въезде в корпус размещаем пост углубленной мойки, выполненный со сквозным проездом. Это уменьшает затраты времени на маневрирование. Рядом с постом углубленной мойки расположен еще один въезд в корпус, который оборудован системой сбора стоков и системой теплового обдува и вентиляции. Это может использоваться как место отстоя в холодное время и как пост ожидания. Так же этот въезд удобно использовать если придется буксировать автомобиль на ремонт. Между въездами и постами обслуживания имеется место для размещения еще двух постов ожидания. Размещение всего выше перечисленного по длине 24-метрового пролета определило длину корпуса в 54 метра (9 шестиметровых пролетов).

На оставшемся в этом пролете месте размещаем молярное отделение с выделенным помещением для подготовки краски, и кузовное отделение. Кузовное отделение оснащено кран-балкой грузоподъемностью 3 тонны, для облегчения снятия и установки кузовных элементов.

Для размещения остальных сформируем второй пролет здания шириной 18 метров. Таким образом размеры корпуса в осях составляют 54x42 метров. В 18-ти метровом пролете размещаем ремонтные отделения и вспомогательные помещения. Причем ремонтные отделения размещаем ближе к зонам текущего ремонта для упрощения доставки узлов и агрегатов. Ширину коридоров и дверей в корпусе проектируем с учетом возможностей проезда тележек.

План производственного корпуса представлен на чертеже 23.РБ.ПиЭА.063.ПК. Корпус имеет 4 въезда для обслуживаемых автомобилей и один вспомогательный въезд в компрессорную. Для персонала имеется 2 входа с противоположных сторон здания.

## **2 Рабочий проект зоны текущего ремонта**

### **2.1 Назначение и основные технологические процессы**

Согласно материалов учебного пособия «Проектирование предприятий автомобильного транспорта» назначение зоны текущего ремонта определяется следующим образом:

«Зона текущего ремонта предназначена для выполнения комплекса работ по агрегатам и узлам автомобиля, неисправность которых нельзя устранить путём регулировочных работ с целью восстановления их параметров и работоспособности.

В зависимости от характера и места производства работ ТР выполняют либо на рабочих постах, либо на специализированных участках. К постовым работам относят: разборочно-сборочные операции, выполняемые непосредственно на автомобиле, регулировочные и крепёжные работы, устранение неисправностей тормозной и других систем, а также незначительных повреждениях агрегатов и узлов без их демонтажа и разборки. Рабочие посты участка ТР автомобилей оснащают необходимым оборудованием, подъёмными устройствами, приспособлениями и инструментом. Ряд работ, например замена карбюраторов и свечей зажигания, по своему характеру не требует применения подъёмников и выполняется на напольном посту - соответствующем автомобиле-месту, оборудованному подъёмниками ПТО, приспособлениями и инструментами»[20, с.118].

Проектируемое транспортное предприятие достаточно крупное, и выполнение ремонтных работ узлов и агрегатов прямо на постах текущего ремонта является не рациональным, поэтому:

«На участке ТР выполняют только постовые работы, связанные с демонтажем-монтажом и последующей регулировкой агрегатов и узлов непосредственно на автомобиле. Все разборочно-сборочные, контрольно-

дефектовочные, ремонтно-восстановительные и моечные операции (за исключением наружной мойки), предусмотренных текущим ремонтом, а также обкатки отремонтированных агрегатов, включающей их стендовую приработку, регулировку, испытание и устранение дефектов выполняется на территории отделения.

Итого имеем следующие виды работ:

- разборочно-сборочные работы,
- регулировочные и крепежные работы,
- устранение незначительных неисправностей агрегатов и узлов без их демонтажа и разборки»[20, с.119].

«Выявление потребности в ТР осуществляется на разных стадиях производственного процесса. На АТП выполняют работы ТР с устранением неисправностей, заявленных водителем автомобиля, а также в результате проведения контроля при диагностических работах и ТО, выполнение которых на постах диагностики и ТО в виду большой их трудоемкости или других причин не целесообразно. На участок ТР поступают также автомобили, которые нуждаются в услугах только специализированных участков для выполнения вне постовых работ: ремонта и заряда аккумуляторных батарей, ремонта электрооборудования, ремонта топливной аппаратуры, шиномонтажных и других» [20, с.118].

«При этом контрольно-диагностические и регулировочные работы по системам автомобиля, как правило, целесообразно проводить одновременно, используя при регулировках контрольное оборудование. Наиболее высокие требования к качеству ремонта с позиций обеспечения безопасности движения предъявляются к тормозным системам, рулевому управлению, установке передних колес. Поэтому диагностические и регулировочные работы по этим системам выделяют в отдельную группу.

Цель диагностирования при текущем ремонте заключается в выявление отказа или неисправности и установление наиболее эффективного способа их устранения: на месте, со снятием узла или агрегатов с полной или частичной

разборкой их или регулировкой. Текущий ремонт заключается в проведении разборочно-сборочных, слесарных, сварочных и других работ, а также замены деталей в агрегатах (кроме базовых) и отдельных узлов и агрегатов в автомобиле (прицепе, полуприцепе), требующих соответственно текущего или капитального ремонта» [20, с.119].

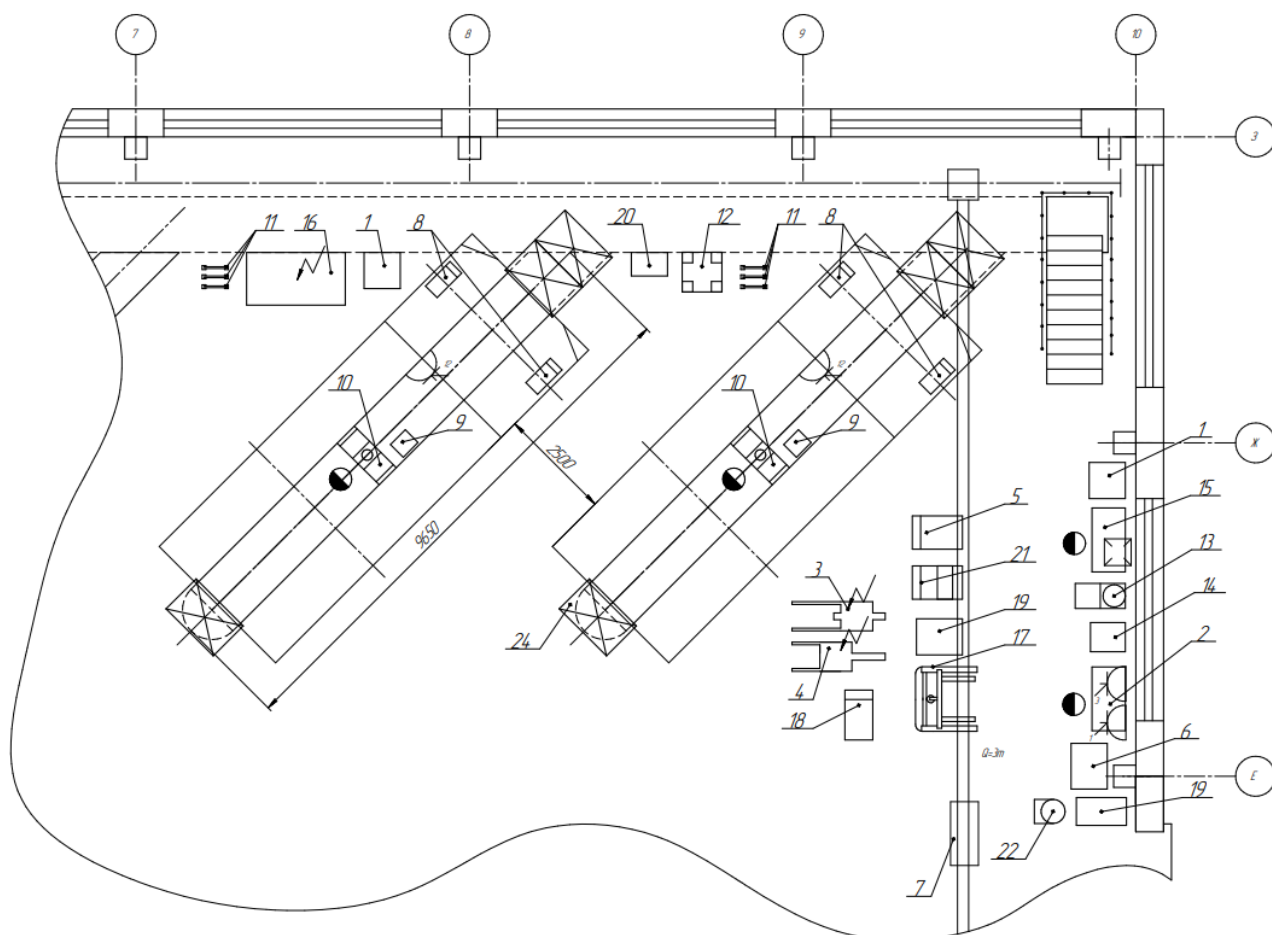
## **2.2 Оборудование и планировка зоны ТР**

В проекте производственного корпуса, раздел 1.2.6, было определено, что для выполнения работ по текущему ремонту в АТП необходимо иметь два универсальных поста ТР. Выполним размещение двух постов ТР в производственном корпусе АТП. Общее размещение постов выполнено на чертеже производственного корпуса 23.РБ.ПиЭА.063.ПК.

Разработка планировки зоны ТР выполнена на чертеже 23.БР.ПиЭА.063.ПО, на котором также представлен перечень размещенного оборудования. Для удобства описания планировки зоны ТР представлена также на рисунке 3 (смотри на следующей странице). Зона ТР размещается в осях Е-3,7-10. Каждый пост оборудован сервисной канавой расположенной под углом  $45^\circ$  к сквозному проезду через корпус. Канавы одной стороной примыкают к крытой галерее из которой имеются два выхода с лестничными пролетами. По длине сервисные канавы выполнены немного длиннее самого длинного обслуживаемого автомобиля. Это обеспечивает, по требованиям безопасной организации труда, возможность эвакуации персонала из канавы при возникновении чрезвычайной ситуации (например возгорания в зоне под мотором обслуживаемого автомобиля). Однако в открытую канаву при выполнении работ по обслуживанию может упасть сотрудник. Для исключения возможности падения с высоты открытые места сервисной канавы закрываются переходными мостиками (поз.24).

Так как на постах ТР выполняются монтажно-демонтажные работы неисправных узлов и агрегатов, и небольшие ремонтные работы, то

необходимо предусмотреть потребный инструмент и приспособления для транспортировки узлов и агрегатов в (из) ремонтные отделения и склады запчастей.



- 1-ящик для инструмента, 2-верстак слесарный, 3-гайковерт, 4-гайковерт для гаек колес, 5- тележка для рессор, 6- тележка слесаря, 7-кран-балка, 8-упоры колес ограничительные, 9-подставка под ноги, 10-канавный подъемник, 11-подставка под кузов вывешенного авт., 12-подставка под КПП, 13,14-сварочные аппараты, 15-стол сварщика, 16- компрессор, 17-тележка для снятия/установки колес, 18-тележка для агрегатов, 19- контейнер для мусора, 20-тумба техническая, 21-уст-во для выпр. шкворней, 22-бак для отработанного масла, 23-устройство для прокачки гидросистем, 24-мостик переходной.

Рисунок 3 – Зона текущего ремонта. План на отметке 1,5 м

Для исключения скатывания автомобиля при проведении ремонтных работ на каждую смотровую канаву имеется комплект ограничительных упоров колес (поз.8), устанавливаемых под оба колеса с двух сторон на одной из осей. Также каждая смотровая канава оснащена канавным

подъемником для вывешивания автомобиля (поз.10), и подставками под кузов (поз.11), для исключения незапланированного опускания вывешенного автомобиля. Для удобства работы в смотровых канавах имеются подставки для ног (поз.9).

Необходимые для монтажа/демонтажа узлов инструменты, съёмники и выколотки размещаются в ящике для инструментов (поз.1) и в тумбе технической (поз.20). Для повышения уровня механизации монтажно-демонтажных работ предлагается использовать гайковерт (поз.3) и гайковерт для гаек колес (поз.4).

Для выполнения небольших ремонтных работ, непосредственно на постах ТР, имеется слесарный верстак (поз.2).

Для выполнения непосредственно на постах ТР сварочных работ установлен стол сварщика (поз.15), и два сварочных аппарата (поз.13, 14), для ручной и полуавтоматической сварки.

В случаях ремонта или замены устройств с гидросистемами, требуется проводить прокачку гидросистем. Для облегчения проведения этой операции на участке имеется устройство для прокачки гидросистем (поз.23). Это устройство также может использоваться в случае необходимости и в зоне проведения ТО расположенной неподалеку.

Для облегчения снятия с автомобиля и установки на автомобиль тяжелых агрегатов в зоне постов ТР расположена кран-балка (поз.7) грузоподъемностью 3 т.

Для облегчения транспортировки узлов и агрегатов в ремонтные отделения предусмотрен ряд универсальных и специализированных тележек: тележка для рессор (поз.5), тележка слесаря (поз.6), тележка для снятия/установки колес (поз.17), тележка для агрегатов (поз.18).

Для сбора отработанного масла имеется специальный бак (поз.22). Для сбора мусора установлен контейнер (поз.19). Промасленную ветошь в этот контейнер не выбрасывают, а складывают в специальный контейнер для промасленной ветоши расположенный в зоне постов ТО.

### 2.3 Персонал постов ТР и режим его работы

Согласно расчетов, проведенных в пункте 1.2.6, на двух постах ТР должны работать 3 слесаря-ремонтника. Как было определено в пункте 2.1, на постах текущего ремонта выполняются в основном только контрольно-диагностические, монтажно-демонтажные и регулировочные работы, а общий годовой объем постовых работ на ТР согласно таблице А.1 составляет 4008 н/час. В таблице 18 проведем разделение трудоемкости работ в зоне ТР по видам работ.

Таблица 18– Распределение трудоемкости работ в зоне ТР по видам работ

<b>Виды работ</b>	<b>%</b>	<b>Трудоемкость, н/час</b>	<b>Число ра- бочих</b>
Контрольно-диагностические работы	20	802	0,6
Монтажно-демонтажные работы	45	1803	1,4
Регулировочные работы	35	1403	1
<b>ИТОГО</b>	<b>100</b>	<b>4008</b>	<b>3</b>

Согласно проведенным расчетам принимаем численность рабочих в зоне постов ТР 3 человека, причем из них бригадир – слесарь-ремонтник 5-го разряда и два слесаря 4-го разряда.

Определим режим работы постов ТР таким же как и всего промышленного корпуса АТП, например в первую смену с 7-00 до 16-00 с часовым обеденным перерывом.

## 2.4 Инженерные коммуникации в зоне постов ТР

Корпус имеет централизованную систему отопления и дополнительного отопления в зоне постов ТР не требуется.

К двум постам ТР подводится вентиляция для удаления выхлопных газов двигателя и должна обеспечиваться общая вентиляция воздуха в зоне постов ТР. Общая вентиляция зоны ТР реализована как естественная, так и принудительная. Естественная вентиляция происходит за счет движения воздушных масс при открытых окнах, фрамуг аэрационных фонарей, открытых въездных/выездных ворот. Принудительная вентиляция выполняется за счет установки в зоне ТР приточной и вытяжной вентиляции.

Подвод холодного и горячего водоснабжения в зону постов ТР не требуется. Автомобили на ремонт должны поступать после углубленной мойки, а мойка снятых узлов и агрегатов проводится на специально оборудованной мойке узлов и агрегатов, расположенной поблизости. Мытье рук персонал выполняет в туалетах и душевых в раковинах оборудованных специальными средствами гигиены.

Для подключения сварочных аппаратов, компрессора, канавных подъемников и ручного электроинструмента к постам подведено трехфазное и однофазное электропитание. Для подключения источников местного освещения установлены розетки с напряжением 12 В. Зона ТР имеет подвод шины заземления. Необходимо выполнить заземление всех единиц используемого оборудования. Это повышает защищённость персонала от поражения электрическим током.

Прокладка всех инженерных сетей должна осуществляться в соответствии с нормами СНиП.



### **3 Конструкторский расчет проектируемого канавного подъемника**

#### **3.1 Техническое задание на разработку канавного подъемника**

В конструкторской части работы желательно разработать некоторое приспособление, необходимое при выполнении регламентных работ по обслуживанию автомобиля ГАЗон NEXT в зоне текущего ремонта. В качестве такого приспособления был выбран канавный подъемник.

Требуется разработать канавный подъемник для грузовых автомобилей ГАЗон NEXT, который будет применяться в зоне текущего ремонта проектируемого АТП. Перед началом проектирования необходимо определиться с набором технических параметров и ограничений для работы канавного подъемника. Эти параметры и ограничения по сути и определяют техническое задание на проектирование конструкции подъемника.

Во-первых определимся с диапазоном возможных температур при которых возможна эксплуатация подъемника. Так как эксплуатироваться подъемник будет в проектируемом корпусе АТП, то зададимся температурным диапазоном от  $-5$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ . Это позволит эксплуатировать подъемник как в отапливаемых, так и частично отапливаемых помещениях. Конечно, эффективная работа АТП вряд ли возможна в неотапливаемом помещении, но в случае аварии на магистралях теплоснабжения, такое возможно. Поэтому желательно исключить выход из строя проектируемый подъемник при аварийных ситуациях.

Во-вторых, определимся с необходимой грузоподъемностью устройства. В проектируемом АТП, согласно задания, будут обслуживаться среднетоннажные грузовые автомобили ГАЗон NEXT различных модификаций. Максимальная полная масса этих автомобилей составляет до 8,7 т. При этом максимальная нагрузка снаряженного автомобиля на оси составляет 3,1 и 1,45 т. Назначаем необходимую грузоподъемность

проектируемого подъемника с некоторым запасом, и проектируем подъемник грузоподъемностью 3,5 т.

Так как использование проектируемого канавного подъемника будет проводиться только в производственном корпусе проектируемого АТП, то всегда будет доступ к использованию электрической энергии напряжением 12В и 220В. В связи с этим проектировать подъемник с ручным приводом вряд ли рационально, так как использование механического привода сократит время подъема и облегчит условия труда слесарей ремонтников. На основании этого проектируем подъемник с электроприводом.

Габариты проектируемого подъемника определяются шириной канавы и расстоянием между торцами внутренних колес заднего моста. Это обеспечит возможность свободного перемещения подъемника вдоль транспортного средства после установки грузовика над смотровой канавой. Таким образом можно определить предельные габариты проектируемого подъемника как 1200х700х700 мм.

В конструкции подъемника должны быть предусмотрены стопоры от вертикальных и горизонтальных перемещений элементов конструкции подъемника после вывешивания обслуживаемого автомобиля.

Проектирование выполняется из условия возможного единичного изготовления подъемников, поэтому желательно, чтобы в конструкции не было сложных для изготовления деталей, и основные элементы конструкции были в виде покупных изделий.

Проектирование конструкции подъемника носит учебный характер. Результаты проектирования могут в дальнейшем использоваться как основа при разработке конструкции подъемника для изготовления опытного образца.

### 3.2 Обзор конструкций подъемников-аналогов

Для выбора концептуальной схемы конструкции проектируемого подъемника проведем анализ существующих и предлагаемых к продаже конструкций канавных подъемников с близкой грузоподъемностью. Поиск информации по известным конструкциям канавных подъемников проводим в поисковике Yandex.

Одним из найденных аналогов подъемника является подъемник Nordberg N433. Внешний вид подъемника представлен на рисунке 4.



Рисунок 4 – Канавный подъемник Nordberg N433

Подъемник NORDBERG N433 предназначен для подъема передней или задней оси автомобиля, размещенного на смотровой канаве. Грузоподъемность подъемника составляет 3 тонны. Конструкция подъемника предусматривает механическую защиту от перегрузок.

Высота подъема составляет 215 мм. В комплект поставки входят 2 винтовые насадки - 35 мм, а также две проставки 70 мм для рамных автомобилей. Диапазон длины платформы регулируется в пределах 780-1600 мм, а рельсовая колея настраивается в пределах 790-1040 мм.

Стоимость подъемника NORDBERG N433, по данным на Avito, составляет 108033 руб.

В качестве еще одного варианта конструкции подъемника можно привести канавный подъемник 496/3М.4ОМА542R.4, внешний вид которого представлен на рисунке 5.



Рисунок 5 - Канавный подъемник 496/3М.4ОМА542R.4

Завод производитель Wertther (ОМА), Италия. Стоимость подъемника 496/3М.4ОМА542R.4 составляет 124000 руб.

Канавный подъемник 496/3М.4ОМА542R.4 является подъемным устройством, устанавливающимся на смотровую яму или четырёхстоечный подъёмник. Применяется для поднятия автомобиля на небольшую высоту. Чаще всего данные механизмы требуются при проведении работ сход-развал и при мелком ремонте ходовой части автомобиля. Грузоподъёмность подъемника составляет 3 т, он оснащен ручным гидроприводом. Высота подъёма составляет 435 мм.



Рисунок 6 - Канавный подъемник MPJ 4.0/750 1SHA

Можно привести еще одну конструкцию канавного подъемника, это гидравлический канавный подъемник MPJ 4.0/750 1SHA, внешний вид которого представлен на рисунке 6. Это подъемник производства фирмы МАНА Maschinenbau Haldenwang GmbH & Co.KG (Германия). В РФ данную фирму представляет компания ООО «МАНА Russia». Это подъемник с использованием гидроцилиндра в качестве подъемного механизма с грузоподъемностью 4 т, и высотой подъема 750 мм. Он оборудован гидронасосом с ручным приводом, но в качестве опции может быть установлен пневматический мотор для ускорения подъема. В конструкции подъемника предусмотрена регулировка ширины опорной колеи в диапазоне от 840 до 1080 мм. Еще одной особенностью подъемника является то, что при каждом ходе вверх-вниз происходит полное погружение штока гидроцилиндра подъемника в масло, предотвращая тем самым образование ржавчины на штоке.

Следует отметить замеченную некоторую закономерность, предлагаемые к продаже на интернет сайтах канавные подъемники в основном зарубежного производства. С одной стороны, возможно на данный вид продукции не введены жесткие запретительные санкции, а с другой стороны возможно поставщиками распродают остатки продукции. Предложения отечественных конструкций подъемников ограничено, и они имеют достаточно сложную конструкцию для повторения. А нам желательно иметь конструкцию подъемника такую, что бы ее можно было изготовить на оборудовании проектируемого АТП. То есть используя только ограниченные возможности технологических операций (только токарные, фрезерные, сварочные операции).

### **3.3 Определение конструктивной схемы проектируемого подъемника**

Проанализируем найденные конструкции канавных подъемников для выбора общей концепции конструкции разрабатываемого подъемника. Первые два из рассмотренных в предыдущем пункте подъемников имеют ножничный механизм подъема. Данные механизмы имеют нелинейную коэффициент передачи усилия большой, а в максимальной точке подъема минимальный. А для удобства эксплуатации подъемника было бы лучше чтобы в начале подъема подъем осуществлялся более быстро чем в конце подъема. Кроме этого изготовление подобных механизмов достаточно сложно, из-за возможных проблем с заклиниванием. Для того чтобы ножничный механизм надежно работал необходимо правильно подобрать зазоры в сопрягаемых поворотных узлах. Таким образом проектирование и изготовление таких механизмов представлять достаточно сложностей.

Рассмотрим конструкцию канавного подъемника MPJ 4.0/750 1S НА. Эта конструкция реализована очень рационально. В ней нет сложных для изготовления механизмов. Функция подъема выполняется стандартным гидроцилиндром. Рабочее давление создается ручным гидронасосом. Как опциональный вариант ручной гидронасос заменяется на гидронасос с пневмоприводом. Исполнительный гидроцилиндр расположен на подвижной тележке, и это позволяет перемещать опорную точку в поперечном направлении. При этом подвижная тележка перемещается по направляющим расположенным на основной раме подъемника. К недостаткам конструкции можно отнести отсутствие систем стопорения от перемещения в продольной и поперечной оси, а также отсутствие механической блокировки от опускания подъемника.

Выбираем конструктивную схему подъемника MPJ 4.0/750 1S НА как базовую при проектировании нашего подъемника. Вместо пневмопривода гидронасоса используем гидростанцию с питанием постоянным током от

напряжения 12 В, это обеспечит выполнение норм электробезопасности. Заготовка основной рамы базового подъемника отлита из чугуна с последующей мехобработкой. Однако проектирование подъемника выполняется из условия возможного единичного изготовления подъемника, поэтому желательно чтобы в конструкции не было сложных для изготовления деталей, и литье при изготовлении использовать нельзя. Поэтому основную раму и подвижную тележку спроектируем из стандартных стальных профилей соединяемых сваркой. Необходимо предусмотреть фиксаторы от произвольного перемещения по продольной и поперечной оси.

В продольном направлении подъемник будет перемещаться по рельсам проложенным вдоль канавы на четырех колесах. Желательно при проектировании такие же колеса использовать и для перемещения подвижной тележки. Необходимо предусмотреть возможность регулирования межрельсового расстояния в некотором диапазоне, это необходимо для компенсации возможных отклонений по этому размеру для различных смотровых канав.

В гидросистеме необходимо использовать рабочую жидкость которая сохраняет работоспособность при небольших отрицательных температурах. Это необходимо для исключения проблем с эксплуатацией подъемника в случаях возможных отрицательных температур в смотровой канаве (аварийные ситуации с отоплением корпуса, или затекание холодного воздуха при открытых въездных воротах).

### **3.4 Проектный расчет элементов канавного подъемника**

#### **3.4.1 Проектирование гидросистемы подъемника**

Согласно условий задания, приведенного в разделе 3.1, грузоподъемность проектируемого подъемника должна составлять не менее 3500 кг, что обеспечивает гарантированный подъем любой оси автомобиля.

Исходя из расчетной схемы для одного гидроцилиндра, представленной на рисунке 7, определяем, что требуемое толкающее усилие на поршне определяется как произведение грузоподъемности на ускорение свободного падения, и составляет не менее 35000 Н.

Так как принято решение о проектировании подъемника с приводом от гидронасоса, то для определения параметров рабочего гидроцилиндра необходимо задаться давлением нагнетания гидронасоса. Примем давление нагнетания гидронасоса (P) равным 12,5 МПа.

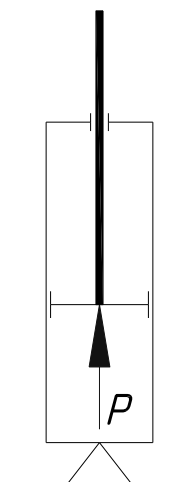


Рисунок 7 - Схема для определения параметров гидроцилиндра

Тогда площадь поршня гидроцилиндра определится из выражения:

$$S = \frac{F_{np}}{P} \quad (48)$$

$$S = \frac{35000}{12,5 \cdot 10^6} = 0,0028 \text{ м}^2$$

После определения площади поршня гидроцилиндра можно определить расчетный диаметр гидроцилиндра:

$$D = 2 \cdot \sqrt{\frac{S}{\pi}} \quad (49)$$

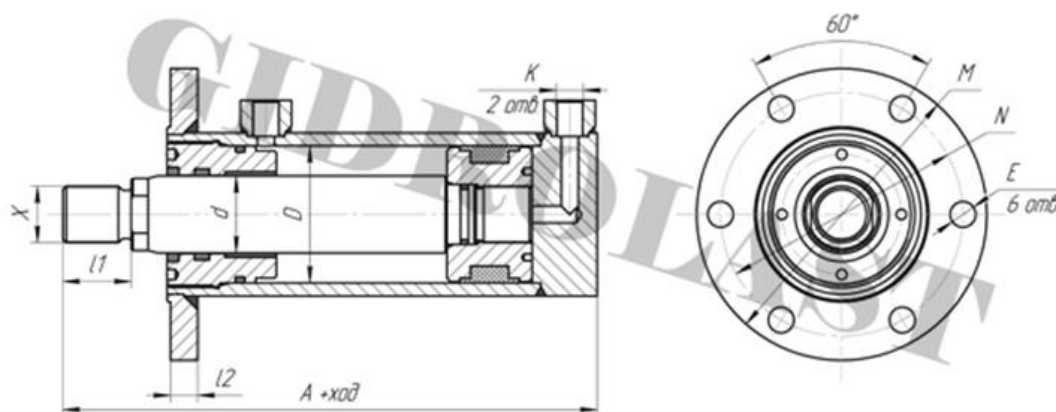
$$D = 2 * \sqrt{\frac{0,0028}{3,14}} = 59,7 * 10^{-3} \text{ м}$$



Следовательно диаметр гидроцилиндра должен быть не менее 60 мм. Необходимо подобрать гидроцилиндр производимый в РФ, для исключения санкционных проблем при поставке комплектующих. В г. Старый Оскол Белгородской области расположен завод гидравлического оборудования «Гидроласт». Из его каталога выберем гидроцилиндр марки MF3-63/36 с диаметром поршня 63 мм.

Проектные значения давлений для гидроцилиндров MF3-63/36 составляют 16 – 35 МПа.

Габаритные и присоединительные размеры гидроцилиндра, по данным завода изготовителя, приведены на рисунке 8.



D	d	K	X	A	l2	l1	E	N	M
мм	мм	дюйм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм
63	36	G 1/2	M27*2	149	24	32	13	120	145

Рисунок 8 - Габаритные и присоединительные размеры гидроцилиндра  
GIDROLASTMF3-63/36

Объем нижней (рабочей, поршневой) полости составляет:

$$V = \frac{\pi * D^2 * L}{4} \quad (50)$$

$$V = \frac{3,14 * 0,063^2 * 0,3}{4} = 0,935 * 10^{-3} \text{ м}^3$$

Объем верхней (обратного хода, штоковой) полости составляет:

$$V_{ox} = \frac{\pi * D^2 * L}{4} \quad (51)$$

$$V_{ox} = \frac{3,14 * 0,036^2 * 0,3}{4} = 0,305 * 10^{-3} \text{ м}^3$$

Минимальный объем бака гидростанции определяется как разность  $V$  и  $V_{ox}$ , что составляет  $0,63 * 10^{-3} \text{ м}^3$  или 0,63 л.

Производительность насоса может определяться из условия необходимой скорости выполнения операции подъема. Задание малой скорости подъема снижает производительность труда сотрудников, а задание слишком высокой скорости затруднит установку нужной высоты подъема, и кроме этого высокая скорость подъема значительно сокращает время реакции на предотвращение возможно развивающейся аварийной ситуации при неудачной установке подъемника. Предварительно выберем, что операция подъема будет выполняться за 30 секунд. Исходя из этого выбора можно определить необходимый расход насоса для заполнения рабочей полости гидроцилиндра за заданное время.

$$Q = \frac{V}{t}, \quad (52)$$

где  $V$  – объем рабочей полости гидроцилиндра, м<sup>3</sup>

$t$  – время заполнения полости, сек.

$$Q = \frac{\pi * D^2 * L}{4 * t} \quad (53)$$

$$Q = \frac{3,14 * 0,063^2 * 0,3}{4 * 60} = 1,56 * 10^{-5} \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Требуемая величина подачи для гидронасоса составляет  $1,56 * 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$ , что составляет 0,94 л/мин.

В качестве гидропривода выбираем гидростанцию CAPRONI DCM 0,8/12/30 MPP-M2/1,0 C2-НС0. Данная гидростанция обладает следующими параметрами:

- мощность электродвигателя постоянного тока 0,8 кВт;
- питающее напряжение 12 В,
- частота вращения вала электродвигателя 3000 об/мин.;
- максимальное давление 125 бар – 12,5 МПа
- центральный блок с встроенным регулируемым клапаном рабочего давления;
- производительность насоса 1 см<sup>3</sup>/об.;
- масляный бак емкостью 2 л, исполнение горизонтальное, без дополнительного крепления бака;
- режим работы повторно кратковременный S2 1,5 мин.

Внешний вид гидростанции представлен на рисунках 9 и 10.

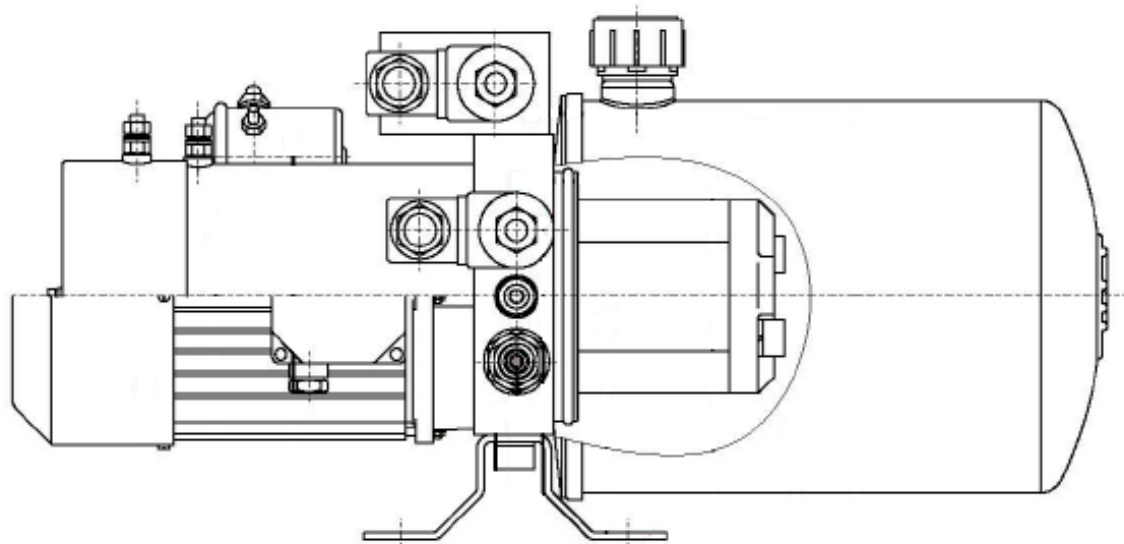


Рисунок 9 - Схематичное представление гидростанции CAPRONI DCM  
0,8/12/30

Сегодня болгарская компания CAPRONI AD входит в число лидеров европейского рынка инженерных разработок и производства гидравлических компонентов, агрегатов, и систем.

Выбранная гидростанция обеспечивает расход масла 3 л/мин., что составляет  $5 \cdot 10^{-5}$  м<sup>3</sup>/с.

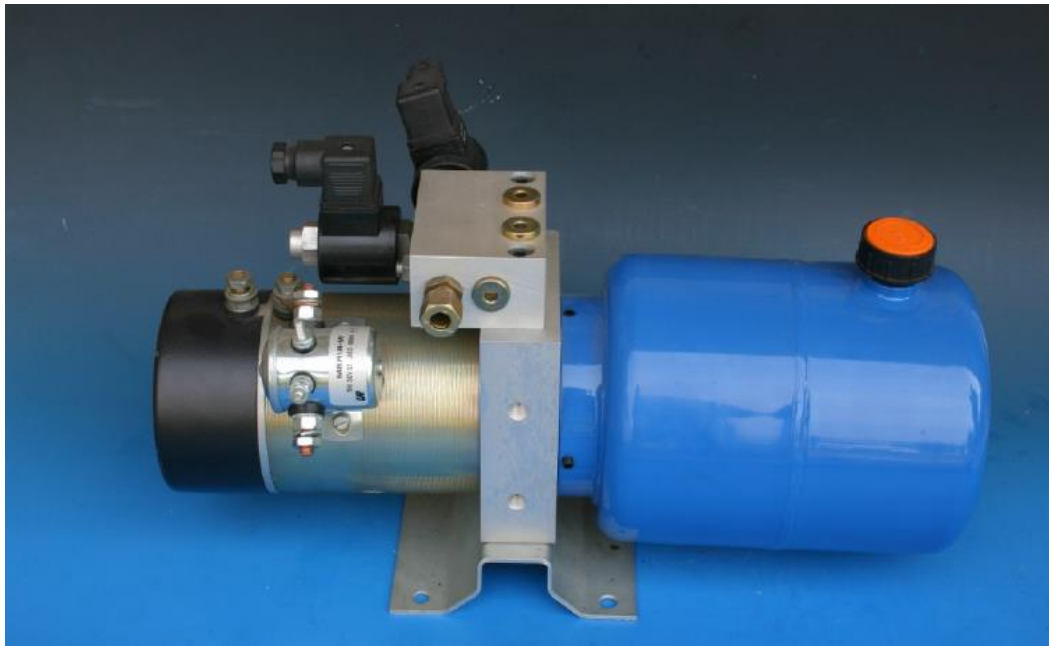


Рисунок 10 - Внешний вид гидростанции CAPRONI DCM 0,8/12/30

При выбранном расходе время подъема составит:

$$t_{px} = \frac{V}{Q} = \frac{0,935 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-5}} = 19c \quad (54)$$

Время обратного хода (опускания подъемника) составит

$$t_{ox} = \frac{V_{ox}}{Q} = \frac{0,305 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-5}} = 6,5c \quad (55)$$

Примем для использования в гидросистеме масло гидравлическое МГ-46-А ГОСТ 17479.3-85 с кинематической вязкостью при температуре 40°C 41,40-50,60 мм<sup>2</sup>/с, в расчетах принимаем 46\*10<sup>-6</sup> м<sup>2</sup>/с.

Определим минимальный диаметр трубопровода для обеспечения ламинарного течения масла в трубопроводе, для этого величина критерия Рейнольдса должна быть меньше критического значения Re<sub>кр</sub>=2300.

$$Re = \frac{Q \cdot d}{\nu \cdot F}, \quad (56)$$

где Q – расход масла;

d – диаметр маслопровода;

ν – кинематическая вязкость;

F – площадь сечения трубопровода  $F = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$ .

С учетом выше изложенного, для обеспечения ламинарного течения масла диаметр трубопровода должен быть не меньше:

$$d \geq \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot \nu \cdot \text{Re}_{кр}} \quad (57)$$

$$d \geq \frac{4 \cdot 5 \cdot 10^{-5}}{3,14 \cdot 46 \cdot 10^{-6} \cdot 2300} = 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Потеря давления в трубопроводе при ламинарном течении жидкости определяется выражением:

$$\Delta P = \frac{128 \cdot \rho \cdot \nu \cdot L_{тр} \cdot Q}{\pi \cdot d^4}, \quad (58)$$

где  $\rho$  – плотность масла, 850 кг/м<sup>3</sup>;

$L_{тр}$  – длина трубопровода, на котором рассчитывается потеря давления, принимаем с учетом обратного трубопровода  $L_{тр} = 2$  м.

Допустимую потерю давления в трубопроводах принимаем не более 5% от рабочего давления  $0,05 \cdot 12,5 \cdot 10^6 = 0,6 \cdot 10^6$  Па.

Из этого выражения можем определить минимальный диаметр трубопроводов, при котором потеря давления в трубопроводах не превысит заранее принятой величины.

$$d = \sqrt[4]{\frac{128 \cdot \rho \cdot \nu \cdot L_{тр} \cdot Q}{\pi \cdot \Delta P}} \quad (59)$$

$$d = \sqrt[4]{\frac{128 \cdot 850 \cdot 46 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 5 \cdot 10^{-5}}{3,14 \cdot 0,6 \cdot 10^6}} = 4,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Для обеспечения согласования с диаметрами патрубков на гидростанции и гидроцилиндре принимаем внутренний диаметр гидрорукавов равным 6 мм и используем рукав высокого давления 1SN D6 DIN EN 853/SAE 100 рабочее давление до 225 атм.

### 3.4.2 Силовой расчет несущих элементов

Определим нагрузки в раме поперечной из условия, что усилие от нагрузки действует строго вертикально (отклонения от вертикальности незначительны) и равномерно распределяется на все 4 колеса поперечной рамы. Исходя из этих условий реакция опоры на колесе составляет:

$$R = \frac{F_{np}}{4} = \frac{40000}{4} = 10000H \quad (60)$$

Максимальный изгибающий момент в раме составляет

$$M_{\max} = R \cdot \frac{l_n}{2} = 10000 \cdot \frac{0,31}{2} = 1550H \cdot м \quad (61)$$

где  $l_n$  – расстояние между серединами колес поперечной рамы, равно 0,31м.

Для обеспечения прочности рамы должно выполняться условие:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} \geq [\sigma] \quad (62)$$

где  $[\sigma]$  – допускаемые напряжения при изгибе, для Ст5  $[\sigma]=140$ МПа.

$$W \geq \frac{M_{\max}}{[\sigma]} = \frac{1550}{140 \cdot 10^6} = 11,0 \cdot 10^{-6} м^3 \quad (63)$$

Для обеспечения прочности и учитывая конструктивные особенности гидроцилиндра, который будет крепиться к раме болтами М12, выбираем для изготовления поперечной рамы швеллер с параллельными гранями полки 6,5П ГОСТ 8240-97 у которого  $W_x=15\text{см}^3=15 \cdot 10^{-6}\text{м}^3$ , что больше расчетного.

Основная рама имеет сложную форму, ее схематичный вид и величины межосевых расстояний представлены на рисунке 11. Так как поперечная рама может перемещаться поперек канавы от центрального положения вправо и влево на расстояние 314 мм, то расчеты на прочность надо проводить для двух положений поперечной рамы: центральное положение, при этом будет

максимальная изгибающая нагрузка в центральной части рамы, и в крайнем положении поперечной рамы (например правом), при этом будут максимальные усилия на правых опорах и элементах прилегающих к правым опорам.

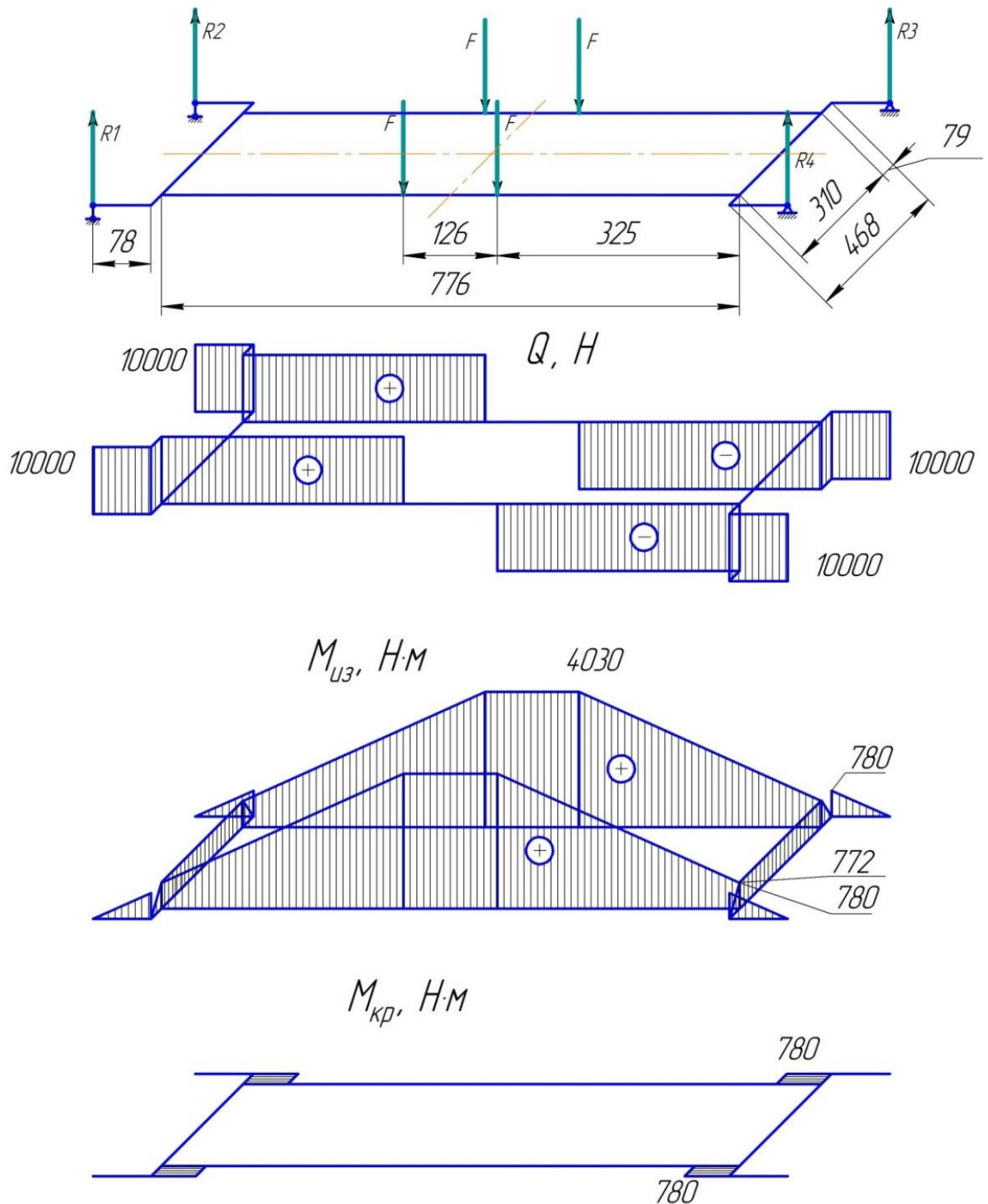


Рисунок 11 - Расчетная схема и эпюры напряжений рамы в центральном положении нагрузки

Проведем расчет нагрузок в раме при центральном положении поперечной рамы. При этом нагружение рамы симметрично и реакции в опорах будут равны  $R_1=R_2=R_3=R_4=F=10000\text{H}$ .

На основании определенных реакций опор на рисунке 11 построим эпюры напряжений рамы: эпюру поперечных нагрузок  $Q$ , эпюру изгибающих моментов  $M_{из}$  и эпюру крутящих моментов  $M_{кр}$ .

На рисунке 12 представлена расчетная схема конструкции при максимальном смещении поперечной рамы с гидроцилиндром вправо на 314 мм от центрального положения.

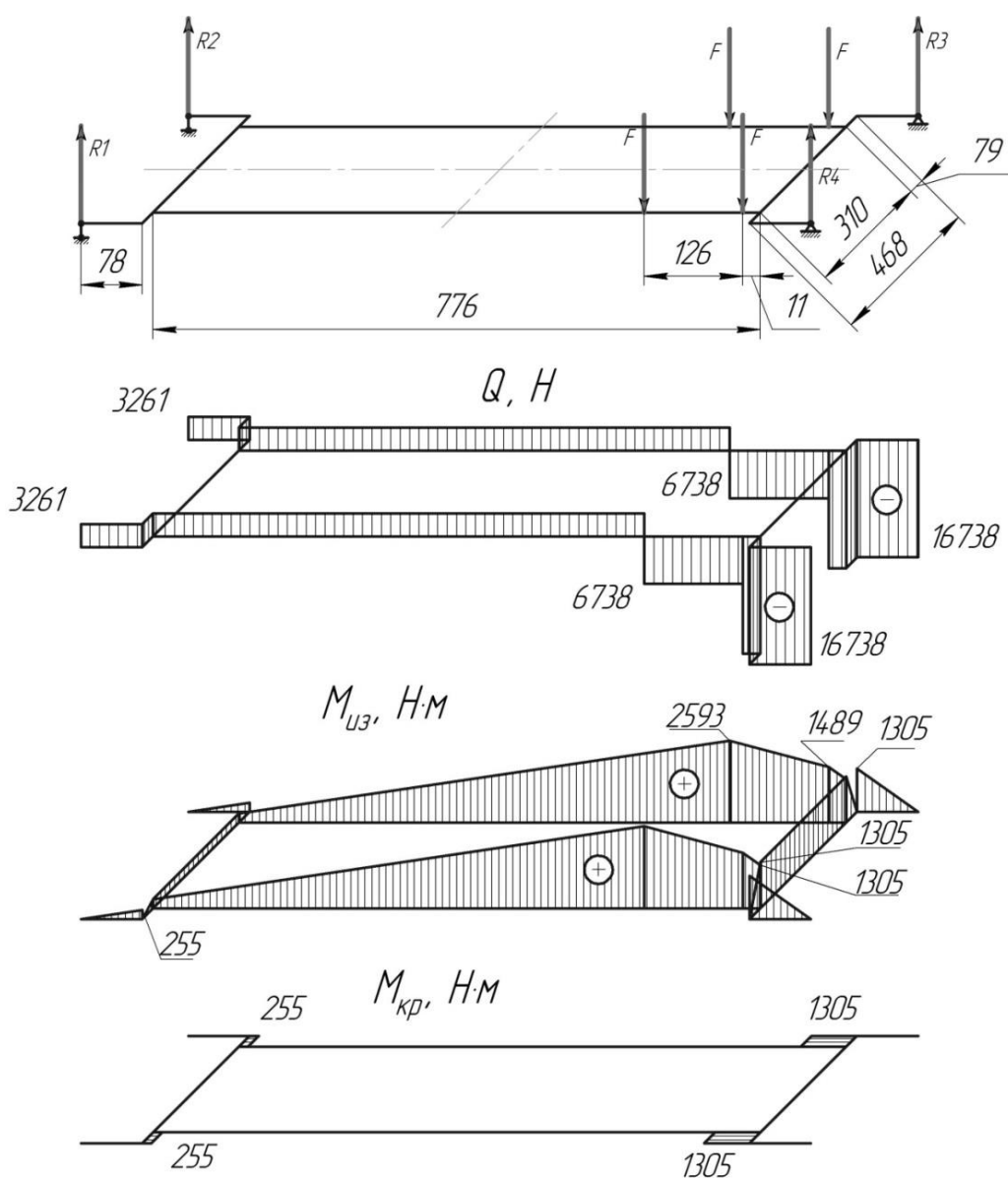


Рисунок 12 - Расчетная схема и эпюры напряжений рамы в крайнем правом положении нагрузки



Расчет реакций опор выполним при условии симметричности конструкции и симметричности по поперечной оси сил прикладываемой нагрузки, что обеспечивает равенство сил в реакциях опор на правой и левой сторонах конструкции соответственно (  $R_1=R_2$  и  $R_3=R_4$  ). Из условия равенства нулю суммы моментов сил определим реакции опор  $R_1=R_2$ :

$$-(R_1 + R_2) \cdot (0,078 + 0,776 + 0,078) + 2 \cdot F \cdot (0,126 + 0,078 + 0,011) + 2 \cdot F \cdot (0,078 + 0,011) = 0 \quad (64)$$

Из уравнения 63 получаем реакции опор  $R_1$  и  $R_2$ :

$$R_1 = R_2 = \frac{2 \cdot 10000 \cdot 0,215 + 2 \cdot 10000 \cdot 0,089}{2 \cdot 0,932} = 3261H$$

Из условия равенства нулю суммы сил по вертикальной оси определим реакции  $R_3$  и  $R_4$ :

$$R_1 + R_2 + R_3 + R_4 - 4 \cdot F = 0 \quad (65)$$

Из уравнения 64 получаем реакции опор  $R_3$  и  $R_4$ :

$$R_3 = R_4 = \frac{4 \cdot 10000 - 2 \cdot 3261}{2} = 16738H$$

На основании определенных реакций опор на рисунке 12 построим эпюры напряжений рамы: эпюру поперечных нагрузок  $Q$ , эпюру изгибающих моментов  $M_{из}$  и эпюру крутящих моментов  $M_{кр}$ .

Из анализа эпюр напряжений, представленных на рисунках 11 и 12, можно сделать вывод, что максимальные нагрузки в центральной части рамы (поперечные швеллеры) возникают при центральном расположении нагрузки и при этом на швеллер воздействует изгибающий момент  $M_{из}=4030 \text{ Н*м}$ .

Участки рамы, прилегающие к краю канавы, максимальные нагрузки испытывают при максимальном смещении поперечной рамы с гидроцилиндром в крайнее положение.

### 3.4.3 Прочностной расчет несущих элементов

Произведем расчет подшипников качения для колес рам. Из расчета нагрузок видно, что на подшипники основной рамы могут действовать большие нагрузки, по сравнению с подшипниками на колесах поперечной рамы, в случае крайних поперечных положений гидроцилиндра. Радиальная нагрузка на подшипник составляет 16738 Н. Так как нагрузка действует вертикально (отклонения от вертикальности считаем незначительными), будем считать что осевая составляющая нагрузки на подшипники может составлять не более 10% радиальной нагрузки, то есть 1673,8 Н. на подшипник действует в основном радиальная нагрузка, поэтому будем использовать шарикоподшипники, они стоят дешевле чем роликовые. Однако условия эксплуатации подшипника в подъемнике, по причине высокой загрязненности, неблагоприятные. Для исключения частого обслуживания подшипника эксплуатируемого в таких условиях, выбираем подшипники с двумя защитными шайбами типа 80000 по ГОСТ 7242-81.

Данный ГОСТ регламентирует радиальную и осевую грузоподъемность подшипников. По конструктивным и прочностным соображениям выбираем подшипник с внешним диаметром 62 мм и внутренним диаметром 30 мм, это подшипник 80206 ГОСТ 7242-81. Радиальная грузоподъемность 19500 Н, и осевая 10000 Н, масса подшипника 0,201 кг.

Для поперечной рамы можно выбрать подшипник меньшей грузоподъемности, но для повышения унификации и исходя из конструктивных параметров (колесо поперечной рамы катится внутри швеллера высотой 80 мм и подшипник с меньшим внешним диаметром потребует большой толщины колеса), поэтому для колес поперечной рамы используем те же подшипники 80206 ГОСТ 7242-81.

Расчеты на долговечность (базовый расчетный ресурс), по приводимым методикам, связанным с выражением:

$$L_{sah} = 10^6 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot \left(\frac{C}{P}\right)^k [\text{час}], \quad (66)$$

некорректны, так как данная методика применима при частоте вращения не менее 10 об./мин. В нашем случае, основная нагрузка на подшипник прилагается в застопоренном положении 0 об./мин. (что собственно не очень хорошо, потому что на кольцах и шариках могут появляться точечные вмятины, но нам не нужны прецизионные характеристики качения), а перемещается подъемник вдоль канавы только без нагрузки (только собственный вес) и расчетный ресурс на холостом ходу составит слишком большие нереальные величины.

Определим, из условия прочности, параметры материала для изготовления поперечных швеллеров. Для обеспечения прочности рамы должно выполняться условие:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} \leq [\sigma], \quad (67)$$

где  $[\sigma]$  – допускаемые напряжения при изгибе, для Ст5  $[\sigma]=140\text{МПа}$ .

Из уравнения 67 получаем:

$$W \geq \frac{M_{\max}}{[\sigma]} = \frac{4030}{140 \cdot 10^6} = 28,8 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 \quad (68)$$

Для обеспечения прочности выбираем для изготовления поперечных швеллеров основной рамы швеллер с уклоном внутренних граней полок 10У ГОСТ 8240-97 у которого  $W_x=34,8 \text{ см}^3=34,8 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ , что больше расчетного.

Рассчитаем на прочность ось в подшипниковом узле. Основное усилие действует на срез в наименьшем сечении. Условие прочности выражается формулой:

$$\tau_{cp} = \frac{Q}{F_{cp}} \leq [\tau_{cp}], \quad (69)$$

где допустимое напряжение на срез  $[\tau_{cp}] = 0,25 \cdot [\sigma_T] = 35 \cdot 10^6 \text{ Па}$ .

Подставив значения для сечения в подшипнике, получим

$$\tau_{cp} = \frac{Q}{\pi \cdot r^2} = \frac{16738}{3,14 \cdot 0,015^2} = 23,6 \cdot 10^6 \text{ Па} \leq [\tau_{cp}] \quad (70)$$

Условие прочности выполняется.

Рассчитаем на прочность сечение балки, на которую крепятся держатели оси. Наиболее нагруженным является сечение в месте примыкания поперечного швеллера. Сечение балки в данном сечении испытывает совместное действие изгибающего ( $M_{из}=1305 \text{ Н*м}$ ) и крутящего ( $M_{кр}=1305 \text{ Н*м}$ ) моментов. Условие прочности выражается формулой:

$$\sigma_p = \frac{M_p}{W} \leq [\sigma] \quad (71)$$

Расчет  $M_p$  проведем используя теорию наибольших касательных напряжений, при этом

$$M_p = \sqrt{M_{из}^2 + M_{кр}^2} = \sqrt{1305^2 + 1305^2} = 1845 \text{ Н*м} \quad (72)$$

Из условия прочности момент сопротивления сечения определяется выражением, где  $[\sigma]$  – допускаемые напряжения при изгибе, для Ст5  $[\sigma]=140 \text{ МПа}$

$$W \geq \frac{M_p}{[\sigma]} = \frac{1845}{140 \cdot 10^6} = 13,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 \quad (73)$$

Для изготовления балки используем профиль 80x80x3,5 ГОСТ30245-2003 из стали Ст5, для которого момент сопротивления сечения  $W_x=W_y=24,94 \text{ см}^4=24,94 \cdot 10^{-6} \text{ м}^4$ .

### 3.5 Результаты проектирования

В результате расчетов определены основные конструктивные элементы канавного подъемника. Разработан сборочный чертеж и схема гидравлическая. Спроектированный подъемник канавный имеет следующие характеристики (смотри таблицу 19).

Таблица 19 – Основные технические характеристики подъемника

<b>Параметр</b>	<b>Ед.изм.</b>	<b>Значение</b>
Грузоподъемность	т	3500
Высота подъема	мм	300
Габариты	мм	1007x723x627
Время подъема	с	19
Время опускания	с	6,5
Поперечная регулировка точки подъема	мм	±314 от середины канавы
Устройства стопорения	-	Есть в продольном и поперечном направлениях
Напряжение питания	В	12
Потребляемая мощность	Вт	850

### 3.6 Оценка технических характеристик спроектированного подъемника

Оценка технических характеристик спроектированной канавного подъемника проведем путем сравнения с уже выпускаемыми подъемниками, используемыми для подъема грузовых автомобилей при выполнении ремонтных работ на постах имеющих сервисные канавы, причем для анализа выбираем подъемники с близкими техническими характеристиками. В разделе 3.2 приведено описание и технические характеристики подъемников аналогов.

Технические характеристики данных подъемников и спроектированного подъемника сведены в таблицу 20. В качестве базовой

выберем подъемник фирмы МАНА Maschinenbau Haldenwang GmbH & Co.KG, а именно MPJ 4.0/750 1S HA. Этот подъемник максимально похож на спроектированный, так как его конструкция выбиралась как базовая.

Используя методику расчета относительных отклонений, описанную в методическом пособии Малкина В.С. [16], рассчитаем относительные отклонения параметров в таблице 20.

Таблица 20 – Анализ технических характеристик канавных подъемников

Наименование параметра	Ед. изм.	23.БР.ПиЭА. 063.000	NORDBERG N433	496/3M.4 OMA542R.4	MPJ 4.0/750 1S HA *
Грузоподъемность (G)	т	3,5	3	3	4
	от.ед.	0,875	0,75	0,75	1
Высота подъема (Hmax)	мм	300	215	435	750
	от.ед.	0,4	0,287	0,58	1
Время подъема (T)	с	19	120	80	40
	от.ед.	2,11	0,33	0,5	1
Масса подъемника (M)	кг	84	137	150	198
	от.ед.	2,35	1,45	1,32	1
Цена/себестоимость (C)	руб.	99888,35	108033	124000	320000
	от.ед.	3,20	2,96	2,58	1

\*- данный канавный подъемник выбран в качестве базового.

Используя рассчитанные относительные характеристики из таблицы 20 построим на рисунке 13 сравнительную циклограмму.

Анализ построенной циклограммы показывает, что технические характеристики спроектированного подъемника достаточно высокие, по сравнению с выбранными выпускаемыми подъемниками (по трем из пяти выбранных показателей спроектированный подъемник имеет лучшие показатели по сравнению со всеми аналогами). При этом так же основной параметр, влияющий на производительность выполняемых работ, время подъема у спроектированного подъемника значительно лучше. Следовательно выполненный проект тележки может рекомендоваться для изготовления единичных образцов и после проведенных испытаний опытных натуральных образцов при практическом использовании в условиях производства можно будет принимать решение о дальнейших действиях по

внедрению данного проекта в производство. При этом перед началом производства желательно будет провести устранение возможных конструктивных недостатков.

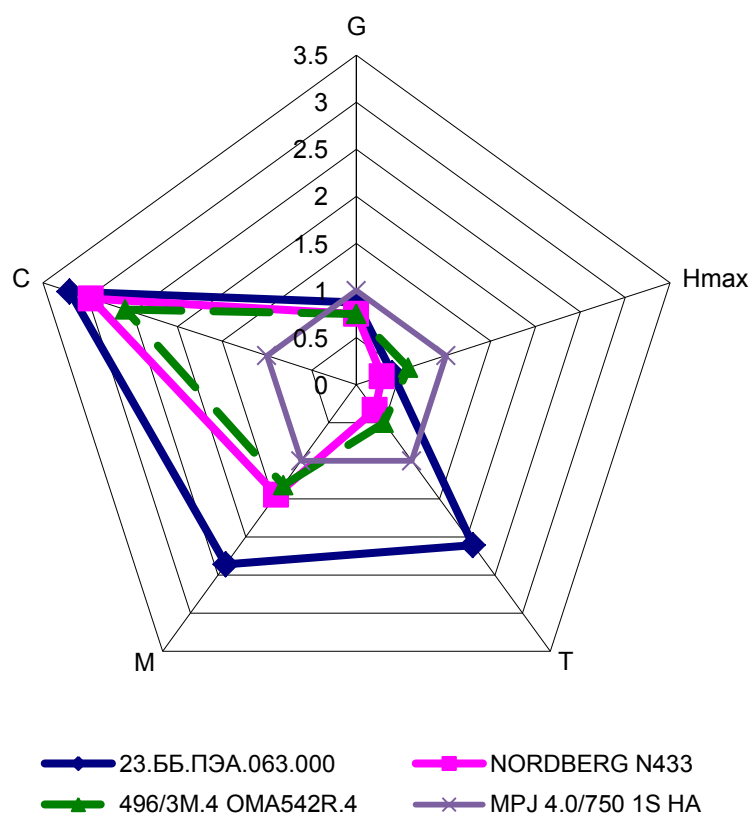


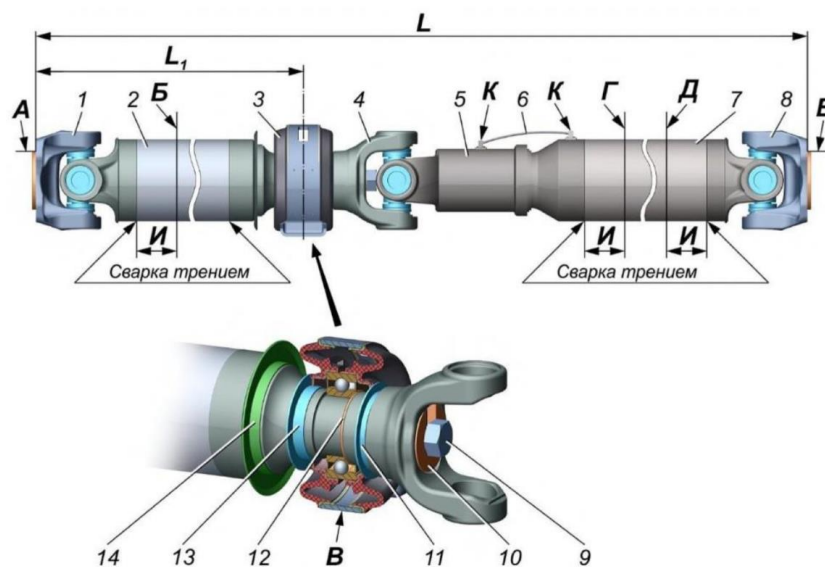
Рисунок 13 - Циклограмма технических характеристик подъемников

## 4 Разработка технологического процесса снятия и установки карданной передачи на автомобиль

### 4.1 Устройство карданной передачи автомобиля ГАЗон NEXT

В автомобилях с дифференциалами на приводных осях для передачи крутящего момента от коробки передач или от раздаточной коробки к дифференциальной передаче используют карданные передачи. В автомобилях ГАЗон NEXT карданная передача установлена между вторичным валом КПП и дифференциальной передачей заднего моста. Карданная передача позволяет компенсировать линейные и угловые перемещения между соединяемыми приводными элементами.

Конструкция карданной передачи автомобиля ГАЗон NEXT представлена на рисунке 14.



А, В, Е – балансировочные базы; Б, Г, Д – плоскости уравнивания;

И – размер положения плоскостей уравнивания 76,2 мм;

- 1, 8 – фланцы карданной передачи; 2 – вал промежуточный; 3 – опора промежуточная;  
4 – шлицевая вилка; 5 – вилка скользящая; 6 – транспортная связка; 7 – вал задний;  
9 – болт крепления шлицевой вилки; 10 – П-образная шайба; 11, 12, 13 – отражатели,  
14 – шайба; L, L<sub>1</sub> – установочные размеры (определены для каждой базовой длины)

Рисунок 14 – Конструкция карданной передачи автомобиля ГАЗон NEXT



В «Руководстве по ремонту, инструкции по эксплуатации» [6], конструкция карданной передачи описана следующим образом:

«Карданная передача фирмы «TIRSAN KARD AN» (смотри рисунок 10) состоит из промежуточного и заднего валов с шумопоглощающими вставками, с тремя карданными шарнирами и промежуточной опорой. Задний вал имеет подвижное шлицевое соединение. Для сохранения взаимного положения шлицевых частей необходимо, чтобы кронштейны К (крепления транспортной стяжки) находились друг напротив друга (отклонение положения  $\pm 3^\circ$ ). Фланцы переднего и заднего шарниров крепятся к фланцам коробки передач и заднего моста четырьмя болтами с гайками. Промежуточная опора крепится к поперечине рамы.» [6, стр.146]. В хомуте крепления промежуточной опоры отверстия под болты крепления выполнены с возможностью регулирования места крепления опоры вдоль продольной оси автомобиля.

#### **4.2 Обслуживание карданной передачи автомобиля ГАЗон NEXT**

При прохождении автомобилем ТО-2 должно быть проведено обслуживание карданной передачи. «Обслуживание карданной передачи заключается в проверке креплений и при необходимости подтяжке до заданных моментов гаек крепления фланцев карданного вала к фланцам коробки передач и заднего моста, гаек крепления промежуточной опоры к поперечине кузова. Шарниры, подшипник промежуточной опоры и скользящее шлицевое соединение смазаны при сборке консистентной смазкой и в процессе эксплуатации не смазываются» [6, стр.147].

#### **4.3 Возможные неисправности карданной передачи**

Завод изготовитель автомобиля (ГАЗ) получает от сервисных центров информацию о гарантийных и постгарантийных отказах автомобиля. Именно поэтому только завод изготовитель может предоставлять достоверную

информацию о причинах возникновения неисправностей. В «Руководстве по ремонту, инструкции по эксплуатации» [6] перечислены неисправности карданной передачи и способы их устранения (смотри таблицу 21).

Таблица 21 – Возможные неисправности карданной передачи и способы их устранения

Причина неисправности	Способ устранения
Стук в карданных валах при резком изменении частоты вращения или при переключении	
Износ подшипников, шипов крестовин или шлицевого соединения	Заменить карданную передачу
Ослабление креплений карданной передачи	Подтянуть крепления
Вибрация карданной передачи	
Потеряна балансировочная пластина. Завышен дисбаланс карданной передачи	Произвести динамическую балансировку передачи
Ослабление крепления промежуточной опоры к поперечине рамы	Подтянуть крепление
Забоины или загрязнения на центрирующих поверхностях (проточке, буртике) или торцах фланцев карданной передачи, коробки передач и ведущей шестерни заднего моста. Неплотное смыкание фланцев	Устранить неисправности и загрязнения или заменить дефектные детали заднего моста, или коробки передач, или карданную передачу
Износ шлицевого соединения заднего карданного вала. Износ или поломка одного из шарниров. Погнута или смята труба карданного вала	Заменить карданную передачу
Износ шлицевого соединения заднего карданного вала. Ослабление посадки или выход арматуры резинового элемента из кронштейна промежуточной опоры. Проворачивание или разрушение резинового элемента. Разрушение подшипника промежуточной опоры.	Заменить промежуточную опору
Ослабление крепления фланцев карданной передачи	Подтянуть крепление
Ослабление затяжки болта крепления шлицевой вилки	Затянуть болт крепления требуемым моментом
Повышенный шум в карданной передаче	
Очень тугое вращение, заедание или щелчки при работе (вращении) шарнира	Заменить карданную передачу
Износ подшипника опоры	Заменить промежуточную опору
Ослабление посадки отражателей промежуточной опоры	Заменить отражатели. При необходимости заменить промежуточную опору
Течь смазки из шарниров и шлицевого соединения	
Износ или повреждение сальников	Сальники заменить
Повышенный шум в промежуточной опоре	
Разрушение сепаратора подшипника опоры	Заменить подшипник промежуточной опоры

Для устранения почти всех перечисленных причин неисправностей требуется снять передачу с автомобиля, и провести диагностику неисправности карданной передачи (проверка карданных валов рассмотрена ниже). Далее, при необходимости, провести ремонтные работы или получить со склада новый карданный вал в сборе для замены. А затем провести установку карданной передачи на автомобиль.

Таким образом операции снятия/установки карданного вала ГАЗон NEXT являются актуальной задачей.

#### **4.4 Проверка карданных валов автомобиля**

При движении автомобиля с высокой скоростью карданная передача также совершает высокоскоростное вращение. При неисправностях или повреждениях карданной передачи возникают сильные биения, поэтому при прохождении ТО (если есть замечания водителя) или ремонте карданной передачи, необходимо провести проверку следующим образом:

«Биение по длине трубы промежуточного и заднего валов не должно превышать 1,2 мм. Проверка биения карданной передачи проводится в приспособлении вращением передачи при установке ее на посадочные поверхности фланцев и на поверхность крышки подшипника промежуточной опоры. Замеры выполняются индикатором, фиксирующем показания в любой точке по длине вала. Далее необходимо проверить угловой люфт, образующийся в результате износа шлицевого соединения и деталей карданного шарнира. Допустимый люфт на каждом шарнире не должен превышать 0,2 мм на радиусе 48 мм относительно оси вала, а в шлицевом соединении промежуточного вала – 0,25 мм на том же радиусе.

При проверке люфта один из концов карданного вала закрепляется, а к другому прикладывается крутящий момент 7,0 Н·м (0,7 кгс·м). При этом на плите устанавливается индикатор, который настраивается на указанный радиус» [6, стр.149].

Любое проведение ремонтных работ на карданной передаче таких как замена карданного шарнира, фланцев, вилок или других деталей передачи приведет к тому что динамическая балансировка передачи будет нарушена. «Для восстановления уравновешенности необходимо отбалансировать карданную передачу. Динамическая балансировка карданной передачи должна быть проведена на специальном стенде. Величины допустимых дисбалансов – не более 20 г·см в каждой плоскости уравнивания при частоте вращения 4000 мин.<sup>-1</sup> на базе поверхностей А, В и Е (см. рисунок 14). Количество пластин в каждой плоскости уравнивания должно быть не более трех» [6, стр.149].

#### **4.5 Разработка технологической карты для операции снятия и установки карданной передачи**

Операцию по снятию карданной передачи можно условно разделить на две части: подготовка к снятию и непосредственное снятие карданной передачи с автомобиля.

Подготовительные операции заключаются в следующем:

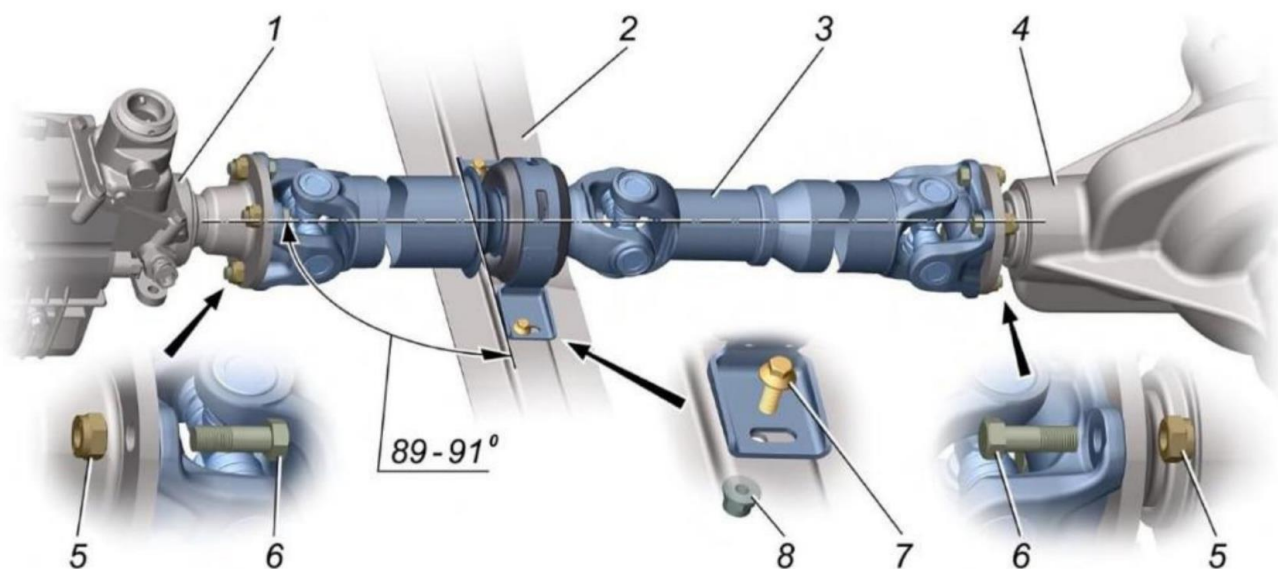
- завести автомобиль на пост текущего ремонта;
- установить под оба колеса переднего моста упоры колес ограничительные;
- включить нейтральную передачу и в районе замка зажигания установить плакат «Двигатель не пускать! Работают люди!».

Далее проводят операции непосредственного снятия карданной передачи. «Для снятия карданной передачи необходимо:

- отвернуть гайки 8 (рисунок 15) болтов крепления промежуточной опоры к поперечине 2 рамы;
- отвернуть гайки 5 болтов крепления фланцевых соединений карданной передачи с коробкой передач и задним мостом,

предварительно сделав метки на фланцах для сохранения их взаимного положения;

- разъединить фланцы карданной передачи и заднего моста, вдвинув шлицевую часть заднего вала в шлицевую вилку;
- зафиксировать скользящее шлицевое соединение, связав карданный вал проволокой через кронштейны К (см. рисунок 14);
- сдвинуть карданную передачу назад вниз, разъединив фланцы карданной передачи и коробки передач, и снять с автомобиля »[6, стр.148].



- 1 – коробка передач автомобиля; 2 – поперечина рамы; 3 – карданная передача;  
4 – дифференциал заднего моста; 5 – гайки самостопорящиеся; 6, 7 – болты;  
8 – гайки с буртиком

Рисунок 15 – Снятие/установка карданной передачи автомобиля ГАЗон NEXT

После снятия карданного вала с автомобиля его размещают на тележке и отвозят в ремонтное отделение, где и проводят ремонт с возможной заменой необходимых деталей. После ремонта выполняют динамическую балансировку на специальном стенде.

Отремонтированный карданный вал из ремонтного отделения или новый со склада на тележке доставляют на пост ТР, и выполняют установку на автомобиль. Перед установкой обязательно нужно убедиться в чистоте присоединительных фланцев на КПП и дифференциале задней оси. «Установку карданной передачи необходимо проводить в следующей последовательности:

- установить карданную передачу на поперечину рамы и, совместив метки, прикрепить фланец переднего шарнира к фланцу коробки передач, затянув гайки болтов крепления моментом 49-61 Н·м (5,0-6,2 кгс·м);
- удалить транспортную связку;
- соединить фланец заднего шарнира с фланцем ведущей шестерни заднего моста, совместив метки, и затянуть гайки болтов крепления моментом 49-61 Н·м (5,0-6,2 кгс·м);
- закрепить промежуточную опору на поперечине рамы, выдержав угол 89-91° (см. рисунок 15) и затянув гайки болтов крепления моментом 28-36 Н·м (2,8-3,6 кгс·м). Угол 89 -91° – обеспечить инструментом» [6, стр.149].

После этих операций карданный вал установлен на автомобиль.

На основании выше приведенного материала разработаем технологическую карту операций снятия и установки карданной передачи на автомобиль ГАЗон NEXT. Технологическую карту оформим в виде таблицы 22.

Согласно данным таблицы 22, общая трудоёмкость выполнения операции снятия карданной передачи (с установкой автомобиля на сервисную канаву и доставкой карданного вала в ремонтное отделение) составляет 37 мин.

А общая трудоёмкость выполнения операции установки карданной передачи на автомобиль (с учетом времени доставки карданного вала из ремонта) составляет 38 мин.

Таблица 22 - Технологическая карта операций снятия/установки карданной передачи автомобиля ГАЗон NEXT

№ п/п	Наименование операции, перехода	Место операции	Испол.	Необх. обор-ние	Тр-сть, мин.	Примечание
1	Снятие с автомобиля карданный вал, общая трудоемкость 37 мин.					
1.1	Установить автомобиль на канаву	Пост ТР	Водитель Слесарь 3 р.	Проти- вооткат- ные упоры	2х2,5	-
1.2	Включить нейтральную передачу КПП, установить плакат	то же	Слесарь 3 р.	-	2,0	Плакат
1.3	Мелом пометить сопрягаемые детали на фланцах	то же	то же	-	1,5	Мел
1.4	Отвернуть с болтов 2 гайки крепления промежуточной опоры	то же	то же	2 ключа на 13	4,0	-
1.5	Отвернуть по 4 гайки с болтов крепления фланцев с КПП и дифференциалом	то же	то же	2 ключа на 17	12,0	-
1.6	Зафиксировать шлицевое соединение проволокой	то же	то же	-	3,0	-
1.7	Разъединить фланцы карданной передачи и снять ее с автомобиля	то же	то же	-	4,5	-
1.8	Отвезти карданный вал на ремонт	Произв. корпус	то же	Тележка	5,0	-
2	Установка на автомобиль карданной передачи, общая трудоемкость 38 мин.					
2.1	Доставить на пост ТР карданный вал со склада или из ремонта	Произв. корпус	Слесарь 3 р.	Тележка	7,0	-
2.2	Проверить предупреждающий плакат, противооткатные упоры, и нейтральную передачу на КПП	Пост ТР	то же	Проти- вооткат- ные упоры	2,0	Плакат
2.3	Обеспечить чистоту фланцев на КПП и дифференциале	то же	то же	-	2,0	Ветошь
2.4	Установить карданную передачу на поперечину рамы и, совместив метки, прикрепить фланец переднего шарнира к фланцу КПП, затянув гайки 4-ех болтов	то же	то же	2 ключа на 17	8,0	Момент затяжки 49-61 Н*м
2.5	Удалить транспортную связку	то же	то же	-	2,0	-
2.6	Соединить фланец заднего шарнира с фланцем дифференциала, совместив метки, и затянуть гайки 4-ех болтов	то же	то же	2 ключа на 17	8,0	Момент затяжки 49-61 Н*м
2.7	Закрепить промежуточную опору на поперечине рамы, выдержав угол 89-91°, затянув 2 гайки болтов	то же	то же	2 ключа на 13	6,0	Момент затяжки 28-36 Н*м
2.8	Убедившись, что на автобусе не ведутся другие ремонтные работы, снять предупреждающий плакат	то же	то же	-	3,0	Плакат

## **5 Экономический раздел**

### **5.1 Постановка задачи экономического расчета**

В разделе 3 спроектирован канавный подъемник 23.БР.ПиЭА.063.00.000 грузоподъемностью 3500 кг. Подъемник предназначен для использования в сервисных канавах для вывешивания одной оси грузового автомобиля. Проектирование подъемника проводилось с учетом того, что его изготовление будет проводиться в ремонтных отделениях проектируемого АТП. Поэтому в конструкции применяется большое количество покупных изделий, а при изготовлении остальных деталей используются только отрезные, токарные, фрезерные, сварочные, сверлильные, малярные и сборочные операции. Эти операции могут быть выполнены в ремонтных отделениях АТП без привлечения сторонних организаций.

Просмотр интернет предложений продаж подъемников грузоподъемностью 3 - 4 тонны показывает, что предложений продаж достаточно много, но в основном предлагаются подъемники иностранного, в основном западного, производства или с частичной локализацией производства в РФ. В период действия западных санкций это можно объяснить или налаженной системой серой поставки через страны посредники, или, что более вероятно, продажей накопленных остатков от предыдущих поставок. Любой из вариантов приводит к некоторому завышению цен на подъемники, и в дальнейшем может привести к некоторому дефициту предложения в продажу подъемников.

Выше перечисленное делает актуальным необходимость определения себестоимости производства спроектированного канавного подъемника 23.БР.ПиЭА.063.00.000 с целью анализа перспектив его единичного или мелкосерийного производства.



Себестоимость изготовления любого изделия существенно зависит от объемов выпуска данных изделий. Чем выше серийность производства, тем выше уровень автоматизации производства, тем меньше затраты на производство. Но при высоком уровне автоматизации требуется дорогостоящее оборудование, и становятся выше риски по окупаемости оборудования в случае снижения объема продаж выпускаемых изделий.

## 5.2 Расчет себестоимости изготовления подъемника

При проектировании подъемника разработан сборочный чертеж 23.БР.ПиЭА.063.00.000СБ и комплект спецификаций сборочного чертежа. Разработана гидравлическая схема подъемника и рабочие чертежи на четыре детали. Рабочие чертежи на ряд деталей и технологическая проработка изготовления деталей не выполнялись. Полная разработка проекта подъемника слишком трудоемка для рамок бакалаврской работы. В связи с этим расчет себестоимости изготовления подъемника выполняется упрощенно с некоторыми допущениями.

В частности, для изготовления подъемника необходим ряд материалов для изготовления деталей. Нормы расхода материала ( $Q_M$ ) определяем из рабочих чертежей деталей, при отсутствии рабочего чертежа данные берутся со сборочного чертежа. Проведя запросы по сайтам интернет-поставщиков определяем цены материалы ( $C_M$ ).

Используя следующее выражение определяем затраты на каждый вид необходимых материалов:

$$M = C_M \cdot Q_M \quad (74)$$

Результаты расчетов представлены в таблице 23. В затратах также учтем стоимость транспортных и заготовительных расходов. Так как у нас реализуется единичное производство, то величину этих затрат берут как 5% от стоимости материала.

Таблица 23 – Расчет затрат на материалы для изготовления подъемника

№	Наименование материала	Ед. изм.	Норма расхода	Ср. цена за единицу	Сумма, руб.
1	Уголок 80x80x6.5 ГОСТ 8509-93	п.м	1,7	460	782
2	Швеллер 10У ГОСТ 8240-97	п.м	3,9	520	2028
3	Труба прямоугольная 80x80x3,5 ГОСТ 30245-2003	п.м	2,7	940	2538
4	Листовой металл в асс. Ст3	м <sup>2</sup>	1,25	1750	2187,5
5	Пруток d50 Ст3	кг	2,4	195	468
6	Пруток d25 Ст3	кг	1,8	240	432
7	Литол-24 ГОСТ 21150-87	кг	0,12	310	37,2
8	Электрод для сварки стали 3 мм ЦУ-5 ГОСТ 9467-75	шт.	6	34	204
9	Средство GREDORS CM для очистки и обезжиривания поверхностей из чёрного металла	кг	0,5	600	300
10	Грунтовка антикоррозионная ГФ-021 EXPERT PRIMER	кг	0,4	380	152
11	Эмаль ЭП-1236	кг	1,2	540	648
12	Масло гидравлическое МГ-46-А ГОСТ 17479.3-85	л	2,7	450	1215
13	Прочие материалы	-	-	250	250
ИТОГО					11241,70
Расходы транспортно-заготовительные					562,09
Доходы от реализации отходов					393,46
ИТОГО затрат на сырье с транспортировкой					11410,33

Спецификация на подъемник 23.БР.ПиЭА.063.00.000 (смотри Приложение Б) содержит разделы «Комплекты» и «Стандартные изделия». В них перечислены изделия, которые необходимо закупить для изготовления подъемника, в столбце количество определена норма расхода ( $n_i$ ) на одно изделие. Цены на комплектующие ( $C_i$ ) определяем по запросам на интернет-сайтах поставщиков. Расчет затрат проводим по формуле:

$$P_i = C_i \cdot n_i \quad (75)$$

Результаты расчетов представлены в таблице 24. В затратах также учтем транспортные расходы как 5% от суммы затрат.

Таблица 24- Затраты на стандартные и комплектующие изделия

№	Наименование покупных изделий тележки 23.БР.ПиЭА.063.00.000	Кол-во	Цена, руб./шт.	Сумма, руб.
1	Гидроцилиндр GIDROLAST MF3-80/45	1	12100	12100
2	Станция гидравлическая DCM 0,8/12/30 MPP-M2/1,0 C2-HC0	1	19600	19600
3	Рукав гидравлический маслобензостойкий	2	520	1400
4	Подшипник 80208 ГОСТ 7242-81	8	420	3360
5	Кольцо А40 ГОСТ 13942-86	8	54	432
6	Кольцо А80 ГОСТ 13943-86	8	68	544
7	Болты М6 - М14 ГОСТ 7796-70	26	4,5	117
8	Винты М3 - М4 ГОСТ 1476-93	8	3,4	27,2
9	Шайбы типоразмер 6 - 14 ГОСТ 9649-78	24	1,15	27,60
10	Провод S16 ПВАМ ТУ 16.К17-030-97	20 м	45	900
11	Провод S2,5 ПВАМ ТУ 16.К17-030-97	1 м	24	24
12	Провод S1,0 ПВАМ ТУ 16.К17-030-97	3,3 м	18	59,40
13	Гайка М6-М30 ГОСТ 5915-70	18	3,10	55,80
14	Шайбы пружинные 65Г типоразмер 8, 10, 12 ГОСТ 6402-70	40	1,75	70
15	Рукоятка 7061-0007 ГОСТ 3055-69	2	350	700
16	Прочее	-	450	450
ИТОГО				39507,00
Расходы транспортно-заготовительные				1975,35
ИТОГО с транспортировкой				41482,35

В любое изделие всегда создается трудом рабочих, причем на различных операциях. Точные трудозатраты можно узнать только из технологических карт операций. На этапе проектирования технологических

карт еще нет. В связи с этим оценочную величину затрат по каждой операции берут из конструкторского опыта изготовления подобных изделий.

Расчет тарифной зарплаты определяем по формуле:

$$Z_c = C_p \cdot T, \quad (76)$$

где  $C_p$  - часовая тарифная ставка, руб./ч.

Результаты расчетов представлены в таблице 25. При этом в затраты включают и премиальные выплаты по 20%.

Таблица 25 - Расчет затрат на основную заработную плату при изготовлении канавного подъемника

№	Виды выполняемых работ	Разряд работы	Труд-ть, н/час	Час. тарифная ставка, руб./ч	Тарифная зарплата, руб.
1	Вспомогательные операции и формирование заготовок	3	3,5	180,00	630,00
2	Сварка рам подъемника	5	4,5	225,00	1012,50
3	Токарная обработка деталей	5	4,6	225,00	1035,00
4	Фрезерные работы	5	2,3	225,00	517,50
5	Разметка, сверлильные работы и нарезка резьбы	4	3,1	195,00	604,50
6	Слесарные работы	4	1,4	195,00	273,00
7	Обезжиривание, грунтовка и окраска деталей канавного подъемника	4	5,6	195,00	1092,00
8	Сборка канавного подъемника	5	4,8	225,00	1080,00
9	Проведение испытаний канавного подъемника	4	2,5	195,00	487,50
ИТОГО тарифная заработная плата					6732,00
Премииальные выплаты					1346,40
Основная заработная плата					8078,40

При этом необходимо в статье затрат «Зарплата дополнительная» учитывать, также средства затрачиваемые и на зарплату - среднего технического персонала, диспетчеров, ремонтных служб и обслуживающего персонала:

$$Z_{д} = Z_{о} \cdot (K_{д} - 1), \quad (77)$$

где  $Z_{о}$  - основная заработная плата, берется из таблицы;

$K_{д}$  - коэффициент учета затрат на дополнительную зарплату, принимается равным 1,25.

В соответствии с расчетами проводимыми нами сумма статьи «Зарплата дополнительная» в себестоимости изготовления установки составляет:

$$Z_{д} = 8078,40 \cdot (1,25 - 1) = 2019,60 \text{руб.}$$

В соответствии с законодательством РФ, на все виды начисляемых зарплат производятся обязательные процентные отчисления в фонды социального страхования:

$$Z_{соц} = (Z_{о} + Z_{д}) \cdot K_{соц} , \quad (78)$$

где  $K_{соц}$  - коэффициент отчислений на соцстрах, в настоящее время 0,3.

$$Z_{соц} = (8078,40 + 2019,60) \cdot 0,3 = 3029,40 \text{руб.}$$

На данном уровне проектирования подъемника еще не разрабатывались технологические карты изготовления деталей подъемника, и следовательно отсутствует перечень необходимого оборудования для изготовления деталей. Поэтому невозможно точно рассчитать затраты на

содержание и эксплуатацию необходимого оборудования. В связи с этим расчет затрат проводим упрощенным методом используя выражение:

$$P_{C.OB} = Z_O \cdot K_{OB}, \quad (79)$$

где  $K_{OB}$  – коэффициент учета затрат на содержание и эксплуатацию оборудования, принимаем равным 1,1.

$$P_{C.OB} = 8078,40 \cdot 1,1 = 8886,24 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные расходы определим по формуле:

$$P_{OIP} = Z_O \cdot K_{OIP} \quad (80)$$

где  $K_{OIP}$  - коэффициент учета затрат на общепроизводственные расходы.

$$P_{OIP} = 8078,40 \cdot 1,25 = 10098 \text{ руб.}$$

Сумма цеховой себестоимости производимого изделия определяется нами как сумма всех выше определенных затрат и рассчитывается по формуле:

$$C_{Ц} = M + П + Z_O + Z_D + Z_{COЦ} + P_{C.OB} + P_{OIP} \quad (81)$$

$$\begin{aligned} C_{Ц} &= 11410,33 + 41482,35 + 8078,40 + 2019,60 + 3029,40 + 8886,24 + 10098 = \\ &= 850004,32 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Рассчитывая затраты на изготовление подъемника необходимо учитывать затраты на содержание зданий и сооружений (затраты на отопление, освещение и водоснабжение). Эти затраты учитываются по статье затрат «Общехозяйственные расходы»:

$$P_{OXP} = Z_O \cdot K_{OXP} = 8078,40 \cdot 1,6 = 12925,44 \text{ руб.} \quad (82)$$

Производственная себестоимость определяется как сумма цеховой себестоимости и общехозяйственных расходов:

$$C_{\text{ПР}} = C_{\text{Ц}} + P_{\text{ОХР}} = 85004,32 + 12925,44 = 97929,76 \text{ руб.} \quad (83)$$

Все внепроизводственные расходы мы будем определять по формуле:

$$P_{\text{ВН}} = C_{\text{ПР}} \cdot K_{\text{ВНЕПР}} = 97929,76 \cdot 0,02 = 1958,60 \text{ руб.} \quad (84)$$

Полная себестоимость изготовления тележки равна:

$$C_{\text{П}} = C_{\text{ПР}} + P_{\text{ВН}} = 97929,76 + 1958,60 = 99888,36 \text{ руб.} \quad (85)$$

Таким образом полная себестоимость изготовления канавного подъемника составляет 99888,35 руб.

### **5.3 Анализ результатов расчета себестоимости спроектированного подъемника**

Согласно выполненным выше расчетам полная себестоимость изготовления в условиях единичного производства подъемника 23.БР.ПиЭА.063.00.000 грузоподъемностью 3500 кг составляет 99888,35 руб. В заключительном подразделе (3.6) проектирования подъемника, проводилось сравнение цен подъемников-аналогов и себестоимости изготовления спроектированного подъемника. Стоимость подъемника аналога MPJ 4.0/750 1S HA производства Германии составляет 320 тыс.руб. Так как на рынке сейчас предлагаются к продаже импортные или частично локализованные подъемники, а также из-за неустойчивого состояния в настоящее время импортных поставок, цены на подъемники продавцы

завышают, стремясь сократить свои риски. Поэтому стоимость подъемника аналога наверное завышена. Но все равно разница в стоимости более чем в три раза. При этом соотношение себестоимости спроектированного подъемника со стоимостью двух других подъемников аналогов NORDBERG N433 – 108 тыс.руб. и 496/3M.4 OMA542R.4 – 124 тыс.руб., имеющих локализацию производства в РФ, показывает, что расчет себестоимости нашего подъемника не имеет грубых отклонений в сторону уменьшения.

На основании проведенных расчетов и выполненного анализа можно рекомендовать провести изготовление опытного образца подъемника. При изготовлении можно будет проверить правильность расчета себестоимости изделия, и в тоже время можно оценить возможные скидки от поставщиков комплектующих и материалов в случае закупки не единичных изделий, а небольших партий. Также опытная эксплуатация подъемника позволит подтвердить расчетные характеристики, выявить возможные недостатки конструкции, и при необходимости внести корректировки в конструкцию подъемника.



## Заключение

В выпускной квалификационной работе по теме «Грузовое АТП на 160 автомобилей ГАЗон NEXT. Участок ТР» нами было рассмотрено, решено и представлено:

- технологический расчет АТП по обслуживанию грузовых автомобилей 160 автомобилей ГАЗон NEXT;
- план планировки производственного корпуса с расстановкой в нем оборудования для участка текущего ремонта;
- состав необходимых подключений к инфраструктурным сетям;
- проект канавного подъемника грузоподъемностью 3500 кг. из комплектующих и материалов производимых в РФ;
- технологическая карта операции по снятию и установке карданной передачи на автомобиль ГАЗон NEXT;
- расчет себестоимости изготовления канавного подъемника силами ремонтных подразделений проектируемого АТП, при чем расчетная себестоимость изготовления составила 99888,35 рублей, и это меньше цены аналога.

## Список используемой литературы и используемых источников

1. Автомобиль. Руководство по эксплуатации. С41R13-390210 РЭ [Электронный ресурс] : Нижний Новгород 2017 г. – Сайт URL: <https://azgaz.ru/upload/iblock/3cc/3cse2374602c218235b900a67a024580.pdf> (дата обращения 22.07.23).
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. / В.И. Анурьев.-М.: Машиностроение, 2006.
3. Болбас М.М., Капустин Н.М., Сай А.С., Флерко И.М. Проектирование предприятий автомобильного транспорта. Расчет производственной программы и объема работ по техническому обслуживанию и ремонту транспортных средств. Методическое пособие. – Минск: БИТУ, 2012.
4. Бычков В. П. Экономика автотранспортного предприятия [Электронный ресурс] : учебник / В. П. Бычков. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 404 с. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-104787-3(online).
5. Володько О. В. Экономика организации [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О. В. Володько, Р. Н. Грабар, Т. В. Зглюй ; под ред. О. В. Володько. - 2-е изд., испр. и доп. - Минск : Вышэйшая школа, 2015. - 399 с. - ISBN 978-985-06-2560-1.
6. Газон Next с 2014 г. Руководство по ремонту, инструкция по эксплуатации. – М.: Авторесурс, 2017. - 304 с.
7. Гжиров Р.И. Краткий справочник конструктора: Справочник / Р.И. Гжиров. – Л.: Машиностроение, 1984. 464 с.
8. Гидравлические станции / ГидроСнабСервис LLC GSS. Москва - <http://www.gidrosnab.com> (дата обращения 21.08.23).
9. Гидроласт – гидравлическое оборудование [Электронный ресурс] : [сайт]. — URL: <https://www.gidrolast.ru/> (дата обращения: 27.10.2023).

10. Головин С. Ф. Технический сервис транспортных машин и оборудования [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С. Ф. Головин. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 282 с. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011135-3.

11. ГОСТ 7242-81. Подшипники шариковые радиальные однорядные с защитными шайбами. Технические условия / База нормативной документации - <http://www.complexdoc.ru> (дата обращения 21.08.23).

12. ГОСТ 17479.3-85. Классы вязкости гидравлических масел / Интернет– портал «Ваш дом.RU». -[http://www.vashdom.ru/gost/17\\_479-85/](http://www.vashdom.ru/gost/17_479-85/) (дата обращения 30.08.23).

13. ГОСТ 8724-81. Резьба метрическая. Диаметры и шаги / База нормативной документации - <http://www.complexdoc.ru/gost/8724-81> (дата обращения 28.08.23).

14. ГОСТ 8752-79 Манжеты армированные для валов. Технологические условия/ Интернет – портал «Ваш дом.RU». - [http://www.vashdom.ru/gost/17\\_479-85/](http://www.vashdom.ru/gost/17_479-85/) (дата обращения 28.08.23).

15. Живоглядов Н.И. Основы расчета, проектирования и эксплуатации технологического оборудования / Н.И. Живоглядов. – Тольятти: ТолПИ, 2002.

16. Малкин, В.С. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта : электрон. учеб.-метод. пособие / В.С. Малкин. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2019. – 1 оптический диск.

17. Масуев, М.А. Проектирование предприятий автомобильного транспорта М.: Академия, 2009. 224 с.

18. Межгосударственный стандарт. Профили стальные гнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные. Технические условия, ГОСТ 30245-2003 / зав. изд. отд. Л.Ф. Калинина. – М.: ФПУП ЦПП, 2004. 30 с. - сайт URL: <http://vsegost.com/Catalog/84/8428.shtml> (дата обращения 12.09.23).

19. Методические указания по оформлению выпускных квалификационных работ по программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, ТГУ, Тольятти: 2021.

20. Петин Ю.П. Технологическое проектирование предприятий автомобильного транспорта : учеб.-метод. пособие / Ю.П. Петин, Г.В. Мураткин, Е.Е. Андреева. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2013. –103 с.

21. Руководство по эксплуатации, обслуживанию и ремонту автомобилей ГАЗон Next с 2014 года выпуска с дизельными и газовыми двигателями. – М.: Третий Рим, 2019. - 228 с.

22. СП 12.13130.2009 Свод правил. Определение категории помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности [Электронный ресурс]: М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009 - сайт URL: <https://docs.cntd.ru/document/120007115> (дата обращения 14.09.23).

23. Справочное пособие по гидравлике, гидромашинам и гидроприводам / под ред. Б.Б. Некрасова. - Минск: Высшая школа, 2015.

24. Тахтамышев Х. М. Основы технологического расчета автотранспортных предприятий [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Х. М. Тахтамышев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 352 с. : ил. - (Высшее образование. Магистратура). - ISBN 978-5-16-011677-8.

25. Телескопические гидроцилиндры: <http://www.hydro-force.ru/content/teleskopicheskie-gidrotsilindr-tts204-120-55-302011> (дата обращения 19.10.23).

26. Трейдимпорт. Интернет-магазин оборудования и инструмента., - [https://tt52.ru/catalog/kanavnye\\_podemniki/](https://tt52.ru/catalog/kanavnye_podemniki/) (дата обращения 14.10.23).

27. NORDBERG-SHOP.ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АВТОСЕРВИСА., интернет-ресурс - <https://nordberg-shop.ru/shop/n433-nordberg-traversa-gidravlicheskaya-g-p-3-tonny/> (дата обращения 14.10.23).

## Приложение А

### Проектирование производственного корпуса АТП

Таблица А.1 Распределение общей трудоемкости по видам работ и производственным отделениям

Наименование агрегатов, систем, узлов и работ	ТО-1		ТО-2						ТР						Всего посты, чел.·ч	Всего в отдел., чел.·ч
			Всего		На постах		В отделении		Всего		На постах		В отделении			
	%	чел.·ч	%	чел.·ч	%	чел.·ч	%	чел.·ч	%	чел.·ч	%	чел.·ч	%	чел.·ч		
Двигатель	6.5	30.5	4.4	50.6	90.0	45.5	10.0	5.1	22.0	3523.6	5.0	176.2	95.0	3347.4	252.2	3352.4
Системы смазки и охлаж.	10.5	49.3	4.3	49.4	95.0	47.0	5.0	2.5	4.0	640.6	15.0	96.1	85.0	544.6	192.4	547.0
Всего по отделению	17.0	79.9	8.7	100.0	-	92.5	-	7.5	26.0	4164.2	-	272.3	-	3891.9	444.6	3899.5
Сцепление	1.2	5.6	1.0	11.5	90.0	10.3	10.0	1.1	4.5	725.5	15.0	108.8	85.0	616.7	124.8	617.9
КПП	0.8	3.8	1.5	17.2	90.0	15.5	10.0	1.7	3.7	592.6	10.0	59.3	90.0	533.3	78.5	535.1
Рулевое управление	9.5	44.6	4.0	46.0	95.0	43.7	5.0	2.3	8.0	1281.3	60.0	768.8	40.0	512.5	857.1	514.8
Тормоза	8.0	37.6	15.0	172.4	90.0	155.2	10.0	17.2	12.0	1921.9	45.0	864.9	55.0	1057.1	1057.7	1074.3
Всего по отделению	19.5	91.6	21.5	247.2	-	224.8	-	22.4	28.2	4521.4	-	1801.7	-	2719.6	2118.1	2742.0
Аккумулятор. батарея	6.2	29.1	3.8	43.7	5.0	2.2	95.0	41.5	2.0	320.3	3.0	9.6	97.0	310.7	40.9	352.2
Генератор, стартер, реле	1.4	6.6	2.8	32.2	90.0	29.0	10.0	3.2	3.0	480.5	10.0	48.0	90.0	432.4	83.6	435.7
Система зажигания	1.6	7.5	3.7	42.5	85.0	36.2	15.0	6.4	2.0	320.3	15.0	48.0	85.0	272.3	91.7	278.7
Приборы освещения	4.8	22.6	2.2	25.3	98.0	24.8	2.0	0.5	4.0	640.6	60.0	384.4	40.0	256.3	431.7	256.8
Всего по отделению	14.0	36.6	12.5	143.7	-	89.9	-	53.8	11.0	1761.8	-	480.5	-	1281.3	607.0	1335.1
Система питания	5.0	23.5	2.5	28.7	80.0	23.0	20.0	5.7	5.0	800.8	25.0	200.2	75.0	600.6	246.7	606.4
Шины	5.4	25.4	6.0	69.0	15.0	10.3	85.0	58.6	2.5	400.4	5.0	20.0	95.0	380.4	55.7	439.0
Подвеска	8.6	40.4	8.0	92.0	95.0	87.4	5.0	4.6	2.5	400.4	10.0	40.0	90.0	360.4	167.8	365.0
Кузов	4.2	19.7	8.0	92.0	80.0	73.6	20.0	18.4	2.5	400.4	70.0	280.3	30.0	120.1	373.6	138.5
Эл. интерьера	3.8	17.9	11.0	126.5	80.0	101.2	20.0	25.3	3.5	560.6	70.0	392.4	30.0	168.2	511.4	193.5
Эл. экстерьера	3.8	17.9	11.0	126.5	80.0	101.2	20.0	25.3	3.5	560.6	70.0	392.4	30.0	168.2	511.4	193.5
Всего по отделению	11.8	55.4	30.0	344.9	-	275.9	-	69.0	9.5	1521.5	-	1065.1	-	456.5	1396.4	525.4
Слесарно-механические	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	5.0	800.8	0.0	0.0	100.	800.8	0.0	800.8
Малярные	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	100.	0.0	3.0	480.5	0.0	0.0	100.	480.5	0.0	480.5
Итого по отделениям	81.3	352.9	89.2	1025.5	-	803.8	-	221.7	92.7	14852		3879.8	100.	10972.	5036.5	11193.7
Смазочные работы	10.5	49.3	16.5	189.7	100.	189.7	0.0	0.0	0.5	80.1	0.0	0.0	100.	80.1	239.0	80.1
Осмотр и диагностика	5.5	25.8	1.8	20.7	100.	20.7	0.0	0.0	0.8	128.1	100.	128.1	0.0	0.0	174.7	0.0
Всего	97.3	469.9	108	1149.7	-	1014.2	-	221.7	94.0	16016.	-	4008.0	-	11052.	5492.0	11273.7

Приложение Б  
**Спецификации на подъемник 23.БР.ПиЭА.063.00.000**

Формис	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
A1			23.БР.ПиЭА.063.00.СБ	Сборочный чертеж	3	
A4			23.БР.ПиЭА.063.00.ГЗ	Схема гидравлическая	1	
				<u>Комплекты</u>		
		1		Станция гидравлическая ДСМ 0,8/12/30 МРР-М2/1,0		
				С2-НСО	1	
		2		Гидроцилиндр GIDROLAST MF3-80/45	1	
				<u>Сборочные единицы</u>		
		3		Рама основная	1	
		4		Рама поперечная	1	
		5		Рукав гидравлический <u>осн.</u>	1	
		6		Рукав гидравлический <u>обр.</u>	1	
		7		Пульт управления	1	
		8		Упор	1	
				<u>Детали</u>		
A3		10	23.БР.ПиЭА.063.00.01	Колесо основной тележки	4	
A3		11	23.БР.ПиЭА.063.00.02	Ось колеса	4	
A3		12	23.БР.ПиЭА.063.00.03	Держатель оси колеса	4	
		13		Колесо поперечной тележки	4	
		14		Ось поперечного колеса	4	
<b>23.БР.ПиЭА.063.00</b>						
Изм/Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	<b>Подъемник канавный</b>  ТГУ, ЭТКдд-1802а		
Разраб.	Хураскин В.Г.					
Проб.	Чикаткина Е.Д.					
Н. конт.						
Утв.	Бабровский А.В.					
				Лит	Лист	Листов
				4	1	3

Рисунок Б.1 – Спецификация подъемника канавного. Лист 1

Продолжение Приложения Б

Формис	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
		15		Держатель оси поперечного колеса	4		
		16		Ось стопора	1		
		17		Ось поперечного стопора	1		
		18		Корпус стопора	2		
		19		Элемент эластичный стопора	2		
		20	23.БР.ПиЭА.063.00.04	Скоба регулировочная	12	Уст при регулировке	
		21		Скоба	1		
				<u>Стандартные изделия</u>			
		28		Болт М6х32 ГОСТ 7796-70	4		
		29		Болт М10х25 ГОСТ 7796-70	8		
		30		Болт М14х60 ГОСТ 7796-70	6		
		31		Болт М14х105 ГОСТ 7796-70	8		
		32		Винт М3х5 ГОСТ 1476-93	2		
		33		Винт М3х8 ГОСТ 1491-80	2		
		34		Винт М4х10 ГОСТ 1491-80	4		
		35		Гайка М6 ГОСТ 5915-70	4		
		36		Гайка М14 ГОСТ 5915-70	6		
		37		Гайка М30 ГОСТ 5915-70	8		
		38		Кольцо А40 ГОСТ 13942-86	8		
		39		Кольцо А80 ГОСТ 13943-86	8		
		40		Подшипник 80208 ГОСТ 7242-81	8		
		41		Рукоятка 7061-0007 ГОСТ 3055-69	2		
		42		Шайба 3 65Г ГОСТ 6402-70	2		
		43		Шайба 3 ГОСТ 6958-78	2		
		44		Шайба 4 65Г ГОСТ 6402-70	4		
		45		Шайба 4 ГОСТ 6958-78	4		
		46		Шайба 6 65Г ГОСТ 6402-70	4		
				<b>23.БР.ПиЭА.063.00</b>			Лист
						2	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.				

Рисунок Б.2 – Спецификация подъемника канавного. Лист 2





