

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 автомобильное хозяйство

(направленность (профиль)/специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Грузовое АТП на 300 автомобилей ГАЗель-NEXT. Агрегатное
отделение

Студент

А. С. Гаврилов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В. Г. Доронкин

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультанты

канд. техн. наук, доцент А.Н. Москалюк

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2020

Аннотация

В записке представлен расчет автотранспортного предприятия грузовых малотоннажных перевозок на 300 автомобилей ГАЗель-NEXT с рассмотренным отделением ремонта и обслуживания агрегатов. Произведен анализ характеристик сравниваемых свойств по найденным устройствам в интернете.

Произведены расчеты по проектируемому в рамках работы бакалавра стенду для обкатки коробки передач автомобиля ГАЗ. После представлен технологический процесс обкатки и испытания коробки передач автомобиля ГАЗ.

В графической части выполненного мною проекта представлены:

На первом чертеже изображен план автотранспортного предприятия.

На втором чертеже изображено помещение агрегатного отделения.

На третьем листе представлены аналоги разрабатываемой конструкции для проведения испытаний коробки передач и сравнительные характеристики их показателей.

На четвертом, пятом и шестом листах конструкторской части показан стенд обкатки и испытаний коробки передач автомобиля ГАЗ.

На последнем листе представлен технологический процесс испытания коробки передач автомобиля ГАЗ.

Содержание

Введение.....	5
1 Технологический расчет предприятия автомобильного транспорта.....	6
1.1 Исходные данные расчета	6
1.2 Расчет программы воздействия по видам производимых работ	8
1.3 Объем работ по техническому воздействию	11
1.4 Расчет трудоемкости работ по определению технического состояния и техническому воздействию	14
1.5 Расчет годового объема цеховых работ.....	15
1.6 Расчет численности постов определения технического состояния и постов ежедневного обслуживания транспортных средств.....	17
1.7 Расчет постов текущего ремонта.....	18
1.8 Площади цехов, участков и помещений предприятия.....	19
1.9 Расчет числа постов ожидания и их площади.....	20
1.10 Расчет складов.....	21
2 Анализ аналогов технологического оборудования для обкатки коробки передач.....	24
2.1 Поиск аналогов разрабатываемого технологического оборудования...24	
2.2 Стенд КС-02 послеремонтной обкатки КПП грузовых автомашин....24	
2.3 Испытательный стенд типа 450E/500E/550E.....27	
2.4 Динамометр трансмиссии (Трансмиссионный тестер) Hicklin EDEST.....	29
2.5 Стенд для настройки и обкатки КПП КИ-28291.....	31
3 Проектирование стенда обкатки коробки передач.....	34
3.1 Задание на разработку технического решения	34
3.2 Техническое предложение на разработку стенда для испытания и обкатки коробки передач автомобиля ГАЗель-NEXT	35
3.3 Расчеты узлов конструкции	39
4 Технологический процесс обкатки и испытания коробки передач.....	42

4.1	Описание коробки передач	42
4.2	Технологический процесс обкатки и испытания коробки передач.....	44
5	Безопасность и экологичность технического объекта.....	47
5.1	Конструктивно-технологическая характеристика разрабатываемого отделения и оборудования	47
5.2	Идентификация профессиональных рисков.....	48
5.3	Меры приемлемые для снижения рисков поражения электричеством..	49
5.4	Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	50
5.5	Оценка экологичности здания и помещений	51
	Заключение.....	52
	Список используемых источников.....	53
	Приложение А Спецификация.....	56

Введение

Выпускная квалификационная работа на тему «Грузовое АТП на 300 автомобилей ГАЗель-NEXT. Агрегатное отделение» является итоговой аттестационной работой, в ход которой студент должен применить знания и умения, полученные им в процессе обучения.

Современные АТП – это многофункциональные предприятия, которые в зависимости от мощности и назначения производят: ТО и ТР автомобилей в гарантийный и послегарантийный период эксплуатации; диагностику узлов и агрегатов, антикоррозийную обработку кузова, капитальный ремонт агрегатов; подготовку автомобилей к ТО; предпродажную подготовку автомобилей; продажу запасных частей, эксплуатационных материалов и автопринадлежностей; оказание технической помощи на дорогах; консультации по вопросам технической эксплуатации автомобилей.

В задачи технологического расчета входит определение производственной программы, численности рабочих, числа постов для обслуживания и ремонта, автомобиле-мест для хранения, производственных и складских площадей, административно-бытовых и других помещений.

Актуальность темы обусловлена тенденцией к перевооружению и техническому переоснащению существующих участков автотранспортных предприятий, что в свою очередь связано с высокими темпами автомобилизации региона.

В технологическом разделе разработан технологический процесс обкатки и испытания коробки передач автомобиля ГАЗель-NEXT с применением проектируемого устройства.

Для разрабатываемого отделения и технологического процесса необходимо произвести разработку мероприятий по обеспечению безопасности труда рабочего.

1 Технологический расчет предприятия автомобильного транспорта

1.1 Исходные данные расчета

Тип предприятия автомобильного транспорта: автотранспортное предприятие грузовых малотоннажных перевозок

Марка и модель: ГАЗель Некст

Исходные данные для расчета в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Исходные данные к расчету

Исходные данные	Обозначение	Значение
Количественный состав, шт	Аи	300
Количество дней в году, являющихся рабочими для АТП	Дг	365
Количество дней в году, являющихся рабочими для участков технического воздействия	Дг	305
Эксплуатационная категория		III
Средний пробег, км	L	75600
Пробег автотранспортного средства в течении рабочего дня, км	lcc	250
Циклический пробег между техническим воздействием, км	L _{1н}	15000
Пробег до проведения капитального ремонтного воздействия, км	L _{крп}	120000
Продолжительность рабочей смены в зоне ТО-1, час	ТобТО-1	8
ЕО, час	ТобЕО	8
ТР, час	ТобТР	8
Периодичность мойки, дн	D _{МК}	1
габаритная длина, мм		4330
габаритная ширина, мм		1800
габаритная высота, мм		1950
Площадь проекции, м ²	f	7,79

Принимаем периодичность мойки равной ежедневному пробегу

$$L_{MK} = l_{cc} * D_{MK} \quad (1.1)$$

$$L_{MK} = 250 * 1 = 250 \text{ км}$$

Для корректировки пробегов до проведения технического воздействия по пробегу, производим расчет их кратности

Таблица 1.2 – Корректирующие коэффициенты

Наименование коэффициента	Обозн.	Значение	
		для ТО	для ТР
Коэффициент, характеризующий изменение пробегов до проведения технического воздействия, в зависимости от состояния дорожной сети	K ₁	1,0	1,0
Коэффициент, характеризующий изменение пробегов до проведения технического воздействия, в зависимости от однородности состава парка	K ₂	1,0	1,0
Коэффициент, характеризующий изменение пробегов до проведения технического воздействия, в зависимости от климатической зоны региона	K ₃	1,0	1,0
Коэффициент, характеризующий изменение пробегов до проведения технического воздействия, в зависимости от общего технического состояния парка	K ₄	1,0	1,0
Коэффициент, характеризующий изменение пробегов до проведения технического воздействия, в зависимости от однородности парка транспортных средств	K ₅	1,00	1,00

Циклические пробеги между операциями ТО, км:

$$L_1 = L_{1H} * K_1 * K_3 \quad (1.3)$$

$$L_1 = 15\ 000 * 1,0 * 1,0 = 15\ 000 \text{ км}$$

Условный пробег до момента проведения капитального ремонта, км:

$$L_{KP} = 1,8L_{KPH} * K_1 * K_2 * K_3 \quad (1.4)$$

$$L_{\text{кр}} = 1,8 * 15000 * 1,0 * 1,0 * 1,0 = 216\ 000 \text{ км}$$

Скорректированный по кратности к суточному пробег до проведения технического воздействия приводится в таблице 1.3

Таблица 1.3 - Корректировка пробегов по кратности к суточному пробегу

Вид воздействия	Вид пробега	Пробег, км		
		Расчетный пробег	Кратный пробег	Принятый по расчету пробег
ЕО	лсс			250
ТО	Л1	15 000	15 000	15 000
Условный пробег до критического износа	Лп	216 000	225 000	225 000

1.2 Расчет программы воздействия по видам производимых работ

Произведем расчет норматива простоя в днях на 1000 километров пробега:

$$d_{\text{ТО}} = D_{\text{ТО}} * 1000 * K_2 / L_{\text{ТО}} \quad (1.6)$$

$$D_{\text{ТО}} = 1$$

$$D_{\text{ТО}} = 1 * 1000 * 1,0 / 15000 = 0,067 \quad (1.7)$$

$$d_{\text{тр}} = d' - D_{\text{ТО}} \quad (1.8)$$

$$d' = d_{\text{н}} * K_2 \quad (1.9)$$

$$d_{\text{н}} = 0,18 \text{ дн/1000км}$$

$$d' = 0,18 * 1,0 = 0,18$$

$$d_{\text{тр}} = 0,18 - 0,067 = 0,113$$

Произведем расчет норматива простоя в днях на 1000 километров пробега для каждого вида технического воздействия:

$$d = d_{\text{тр}} * K_{\text{тр}} + d_{\text{ТО}} * K_{\text{ТО}}, \quad (1.10)$$

где $K_{\text{тр}} = 1$ – коэффициент учета работ по выполнению текущего ремонта

$K_{\text{ТО}} = 1$ – коэффициент учета работ по выполнению техобслуживания

$$d = 0,113 * 1 + 0,067 * 1 = 0,18$$

Определяем коэффициент технической готовности автопарка, исходя из того, что нормативное значение для АТП находится на уровне выше 90%:

$$\alpha_T = 1 / (1 + l_{cc} * d / 1000) \quad (1.12)$$

$$\alpha_T = 0,97$$

Величина эксплуатационного задействования автотранспорта:

$$\alpha_{и} = \alpha_T * K_{и}, \quad (1.13)$$

где, $K_{и} = 0,95$ - коэффициент возможного уменьшения готовности парка за счет внезапного выбытия автомобилей

$$\alpha_{и} = 0,970 * 0,95 = 0,92$$

Суммарный годовой пробег, км:

$$L_{Г} = 365 * A_{и} * l_{cc} * \alpha_{и} \quad (1.14)$$

$$L_{Г} = 365 * 300 * 250 * 0,92 = 2,5E+07 \text{ км}$$

Суммарная программа проведения технического воздействия по парку:

$$N_{Г1}^Г = L_{Г} / L_1 \quad (1.15)$$

$$N_{Г1}^Г = 25239750 / 15000 = 1683 \text{ авт}$$

Годовая программа по проведению уборочно-моечных работ:

$$N_{ГМК}^Г = L_{Г} / l_{cc} * D_{МК} \quad (1.16)$$

$$N_{ГМК}^Г = 25239750 / 250 * 1 = 100959 \text{ авт}$$

Годовая программа по проведению уборочно-моечных работ салона и кабины автобуса:

$$N_{Гму}^Г = 1,6 * N_{Г1}^Г \quad (1.17)$$

$$N_{Гму}^Г = 1,6 * 1683 = 2692 \text{ авт}$$

$$N_{Гi}^c = N_{Гi}^Г / D_{Гi}^Г \quad (1.18)$$

Таблица 1.4 - Общее количество видов технического воздействия

Вид воздействия	ТО	ЕО
Годовая программа, шт	1683	100 959
Фактическое число рабочих дней, дн	305	305
Суточная программа по всем видам технического воздействия, шт	6	300

Годовая программа по первому диагностированию технического состояния перед проведением ремонта:

$$N_{ГТРД-1} = 0,1 * N^r_1 \quad (1.20)$$

$$N_{ГТРД-1} = 0,1 * 1683 = 168 \text{ авт}$$

Годовая программа по второму диагностированию технического состояния перед проведением ремонта:

$$N_{ГТРД-2} = 0,3 * N^r_1 \quad (1.21)$$

$$N_{ГТРД-2} = 0,3 * 1683 = 505 \text{ авт}$$

Годовая программа по первому диагностированию технического состояния:

$$N^r_{Д-1} = N^r_1 + N_{ГТРД-1} \quad (1.22)$$

$$N^r_{Д-1} = 1683 + 168 = 1851 \text{ авт}$$

Годовая программа по второму диагностированию технического состояния:

$$N^r_{Д-2} = N^r_1 + N_{ГТРД-2} \quad (1.23)$$

$$N^r_{Д-2} = 1683 + 505 = 2187 \text{ авт}$$

Суточная программа по первому и второму диагностированию:

$$N^c_{Д-1} = N^r_{Д-1} / ДГ \quad (1.24)$$

$$N^c_{Д-1} = 1851 / 305 = 6 \text{ авт}$$

$$N^c_{Д-2} = N^r_{Д-2} / ДГ \quad (1.25)$$

$$N^c_{Д-2} = 2187 / 305 = 7 \text{ авт}$$

Таблица 1.5 - Годовая и суточная программы

Техническое воздействие	В год, ед		В сутки, ед	
	Вид	Численное значение	Вид	Численное значение
ТО	N^r_1	1683	N^c_1	6
МК	$N^r_{МК}$	100959	$N^c_{МК}$	331
МУ	$N^r_{МУ}$	2692	$N^c_{МУ}$	9
Д-1	$N^r_{Д-1}$	1851	$N^c_{Д-1}$	6
Д-2	$N^r_{Д-2}$	2187	$N^c_{Д-2}$	7

1.3 Объем работ по техническому воздействию

Расчет годовых объемов работ производится на основании нормативных трудоемкостей.

$T_{ЕОН} = 0,3$ - трудоемкость обслуживания в ЕО по нормативам, чел-ч

$T_{ТРН} = 6,0$ - трудоемкость обслуживания в ТР по нормативам, чел-ч/1000км

Таблица 1.6 - Трудоемкость по различным периодам проведения ТО

Вид ТО	ТО 3000	ТО-1	ТО-2	ТО-3	ТО-4	ТО-5	ТО-6	ТО-7
Пробег, тыс.км	3	15	30	45	60	75	90	105
Трудоемкость, чел-ч	4,65	3,58	7,12	6,25	7,32	4,65	10,2	3,58

$$T_{1Н} = 1000 * S_{тi} / 8 \quad (1.27)$$

$$T_{1Н} = 1000 * 47,35 / 8 = 5,92 \text{ чел-ч}$$

$$T_{МК} = T_{ЕОН} \quad (1.28)$$

$$T_{МК} = 0,3 = 0,30 \text{ чел-ч}$$

$$T_{МУ} = 2 * T_{ЕОН} \quad (1.29)$$

$$T_{МУ} = 2 * 0,3 = 0,60 \text{ чел-ч}$$

$$T_{СО} = 0,3 * T_{1Н} * K_2 * K_5 \quad (1.30)$$

$$T_{СО} = 0,3 * 5,92 * 1,0 * 1,00 = 1,78 \text{ чел-ч}$$

$$T_1 = T_{1Н} \quad (1.31)$$

$$T_1 = 5,9 = 5,92 \text{ чел-ч}$$

$$T_{ТР} = T_{ТРН} * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 \quad (1.32)$$

$$T_{ТР} = 6,0 * 1,0 * 1,0 * 1,0 * 1,0 * 1,00 = 6,00 \text{ чел-ч/1000}$$

Таблица 1.7 - Трудоемкость различных видов технического воздействия

Вид воздействия	Обозначение	Трудоемкость, чел-ч
МК	ТМК	0,30
МУ	ТМУ	0,60
СО	ТСО	1,78
ТО	Т1	5,92
ТР	ТТР	6 чел-ч/1000км

Годовые объемы работ по МК, МУ, ТО и ТР:

$$T_{CO} = 1,2 * N^{ГСО} * T_{ТО} \quad (1.35)$$

$$T_{CO} = 1,2 * 600 * 5,92 = 4262,4 \text{ чел-ч}$$

$$T_{МК} = N^{ГМК} * T_{МК} \quad (1.36)$$

$$T_{МК} = 100959 * 0,30 = 30287,7 \text{ чел-ч}$$

$$T_{МУ} = N^{ГМУ} * T_{МУ} \quad (1.37)$$

$$T_{МУ} = 2692 * 0,60 = 1615 \text{ чел-ч}$$

$$T_{ТО} = N_{Г1} * T_1 \quad (1.38)$$

$$T_{ТО} = 1683 * 5,92 = 9961,29 \text{ чел-ч}$$

$$T_{ТР} = L_{Г} * T_{ТР} / 1000 - T_1) \quad (1.39)$$

$$T_{ТР} = 25239750 * 6,00 / 1000 - 9961,3) = 141477,2 \text{ чел-ч}$$

Общая трудоемкость ТО и ТР:

$$T = T_{МК} + T_{МУ} + T_1 + T_{ТР} \quad (1.40)$$

$$T = 30287,7 + 1615 + 9961,29 + 141477,2 = 183341,5 \text{ чел-ч}$$

Годовой объем работ по самообслуживанию предприятия:

$$T_c = T * K_c, \quad (1.41)$$

где $K_c = 0,1$ - доля объема работ по самообслуживанию предприятия,

$$T_c = 183341,5 * 0,1 = 18334,2 \text{ чел-ч}$$

Распределение трудоемкостей по видам работ сводим в таблицу 1.8.

Таблица 1.8 - Распределение трудоемкостей по видам работ

Виды работ технического воздействия	% распределения	Вид работ
		ТО
Диагностические работы	15	2133,6
Работы по протяжке болтовых соединений	45	6400,7
Регулировочно-контрольные работы	10	1422,4
Смазочные и заправочные работы узлов и систем автомобиля	16	2275,8
Работы по системе электропитания автомобиля	5	711,2
Работы по системе подачи топлива	3	426,7
Работы по шинам автомобиля	6	853,4
ИТОГО	100	14223,7
		ТР
		постовые работы
Диагностические работы	3	4244,3
Работы по регулировке	4	5659,1
Демонтаж узлов и агрегатов	30	42443,2
Работы по деталям кузова и кабины	7	9903,4
Малярно-отделочные работы по деталям кузова	9	12732,9
		цеховые работы
Ремонт узлов и агрегатов, не относящихся к двигателю	11	15562,5
Ремонт двигателя и сопутствующих систем	8	11318,2
Ремонт электрики и электроники	7	9903,4
работы по аккумулятору и энергетической установке ТС	1	1414,8
Работы по ремонту системы подачи топлива и приготовления опливной смеси	2	2829,5
Работы по шинам автомобиля	5	7073,9
Горячие работы по шинам автомобиля	1	1414,8
Работы, связанные с нагревом металла	2	2829,5
Сварка и пайка цветных металлов	1	1414,8
Сварка черного металла	1	1414,8
Холодная гибка металла	4	5659,1
Обойные	4	5659,1
ИТОГО	100	141477,2

Таблица 1.9 - Распределение работ по самообслуживанию

Работы, отнесенные инженерно-технической службе	%	Значение, чел-ч	Работы, отнесенные к производству	%	Значение, чел-ч
Электроремонтные работы	25	4583,55	Медницкие	1	183,34
Строительно-ремонтные	6	1100,05	Жестяницкие	4	733,37
Санитарно-технические	22	4033,52	Сварочные	4	733,37
Слесарные	16	2933,47	Механические	10	1833,42
Столярные	10	1833,42	Кузнечные	2	366,68
ИТОГО	79	14484,02	ИТОГО	21	3850,18
ВСЕГО работы по самообслуживанию	18334,2 чел-ч				

1.4 Расчет трудоемкости работ по определению технического состояния и техническому воздействию

$$T_D = T_{ДТО} + T_{трд} \quad (1.45)$$

$$T_D = 2133,6 + 4244,32 = 6377,9 \text{ чел-ч}$$

Годовая трудоемкость по диагностированию технического состояния:

$$T_{д1} = (50...60\%) * T_D \quad (1.46)$$

$$T_{д1} = 0,60 * 6377,9 = 3826,74 \text{ чел-ч}$$

$$T_{д2} = (40...50\%) * T_D \quad (1.47)$$

$$T_{д2} = 0,40 * 6377,9 = 2551,16 \text{ чел-ч}$$

Произведем корректировку трудоемкости выполнения работ по ТО и ТР за счет диагностических работ:

$$T'_1 = T_1 - T_{дто} \quad (1.48)$$

$$T'_1 = 14224 - 2133,55 = 12090,1 \text{ чел-ч}$$

$$T'_{тр} = T_{тр} - T_{дтр} - T_{дтц} - T_{куз} - T_{мал} \quad (1.49)$$

$$T'_{тр} = 141477 - 4244,32 - 66494,3 - 9903,4 - 12732,9 = 48102,3 \text{ чел-ч}$$

$$t'_1 = T'_1 / N^T_1 \quad (1.50)$$

$$t'_1 = 12090 / 1683 = 7,2 \text{ чел-ч}$$

1.5 Расчет годового объема цеховых работ

Годовой объем цеховых работ принимается согласно расчету, приведенному в табл. 1.8, с учетом работ ОГМ, проводимых в цехах, рассчитанных в таблице 1.9 и сводится в таблицу 1.10.

Таблица 1.10 - Распределение годового объема работ

Виды работ	Наименование цеха (отделения)	Годовой объем, чел-ч
Работы по деталям кузова и кабины	Цех ремонта кузовных деталей	9903,4
Малярно-отделочные работы по деталям кузова	Цех проведения малярно-отделочных работ	12732,9
Ремонт узлов и агрегатов, не относящихся к двигателю	Участок ремонта узлов и агрегатов, не относящихся к двигателю	15562,5
Ремонт двигателя и сопутствующих систем	Участок ремонта двигателя	11318,2
Ремонт двигателя и сопутствующих систем	Участок ремонта э двигателя и сопутствующих систем	9903,4
Ремонт электрики и электроники	Участок ремонта электрики и электроники	1414,8
Работы по ремонту системы подачи топлива и приготовления топливной смеси	Участок по ремонту системы подачи топлива и приготовления топливной смеси	2829,5
Работы по шинам автомобиля	Шиномонтажный участок	8488,6
Горячие работы по шинам автомобиля		
Сварка и пайка цветных металлов	Цех обработки цветных металлов	3012,9
Сварка черного металла	Участок сварочных работ	4296,3
Холодная гибка металла		
Работы по элементам салона	Участок отделочных работ по элементам салона	11318,2
Обойные		

Произведем общий расчет численности явочного и штатного производственного персонала:

$$P_T = T_i / \Phi_{pm}, \quad (1.54)$$

где T_i - годовой объем работ данного цеха, участка, чел-ч

Φ_{pm} - годовой фонд времени одного рабочего места, ч

Расчет штатного числа рабочих рассчитывается по формуле:

$$R_{шт} = P_T / \eta_{шт}, \quad (1.55)$$

где $\eta_{шт}$ - коэффициент штатности

Расчет численности рабочих приводится в таблице 1.11:

Таблица 1.11 – Расчет штатного и явочного количества рабочих

Зона, участок, цех	Годовой объем работ, чел-ч	Годовой фонд одного рабочего места, ч	Явочное число рабочих, чел	Коэффициент штатности	Штатное число рабочих, чел
Цех ремонта кузовных деталей	9903,4	1840	12,3	0,93	13,2
Цех проведения малярно-отделочных работ	12732,9	1610		0,93	
Участок ремонта узлов и агрегатов, не относящихся к двигателю	15562,5	1840	14,6	0,93	15,7
Участок ремонта э двигателя и сопутствующих систем	11318,2	1840		0,93	
Участок ремонта электрики и электроники	9903,4	1840	1,0	0,93	1,1
Аккумуляторных работ	1414,8	1820		0,93	
Участок по ремонту системы подачи топлива и приготовления топливной смеси	2829,5	1820		0,93	
Шиномонтажный участок	8488,6	1820	1,0	0,93	1,1
Цех обработки цветных металлов	3012,9	1820	10,1	0,92	11,0
Участок сварочных работ	4296,3	1820		0,92	
Участок отделочных работ по элементам салона	11318,2	1840		0,93	
Техническое обслуживание	12090,1	1840	7,0	0,93	7,5
Текущий ремонт	48102,3	1840	26,0	0,93	28,0
Первичная диагностика	3826,7	1840	1,0	0,93	1,1
Углубленная диагностика	2551,2	1840		0,93	

Аналогично рассчитывается численность рабочих, выполняющих работы по самообслуживанию предприятия, расчет сводится в таблицу 1.12:

Таблица 1.12 – Численность работников инженерно-технической службы

Виды работ инженерно-технической службы	Годовой объем работ, чел-ч	Годовой фонд одного рабочего места, ч	Явное число рабочих, чел	Коэффициент штатности	Штатное число рабочих, чел
Электроремонтные работы	4583,6	1840	8	0,93	8
Строительно-ремонтные	1100,1				
Санитарно-технические	4033,5				
Слесарные	2933,5				
Столярные	1833,4				

1.6 Расчет численности постов определения технического состояния и постов ежедневного обслуживания транспортных средств

Посты диагностирования по своему назначению и функционалу относятся к категории универсальных постов:

$$X_{д1} = (T_{д} * K_{д} * \varphi) / (D_{г} * T_{об} * R_{п} * \eta_{п}), \quad (1.60)$$

где $T_{д} = 6377,9$ - трудоемкость диагностирования в полном объеме, чел-ч

$K_{д} = 1,05$ - коэффициент, учитывающий объемы диагностических работ

$\varphi = 1,1$ - коэффициент неравномерной загрузки поста

$R_{п} = 1$ - численность рабочего персонала на посту, чел

$\eta_{п} = 0,98$ - коэффициент использования рабочего времени поста

$$X_{д1} = (6377,9 * 1,05 * 1,1) / (305 * 8 * 1 * 0,98) = 4 \text{ поста}$$

Рассчитывается численность постов технического обслуживания:

$$X_{то} = (T_{то} * K_{то} * \varphi) / (D_{г} * T_{об} * R_{п} * \eta_{п}), \quad (1.61)$$

где $T_{то} = 12090,1$ - общая трудоемкость проведения ТО, чел-ч

$K_{то} = 1$ - коэффициент, учитывающий объемы работ по техническому обслуживанию

$\varphi = 1,1$ - коэффициент неравномерной загрузки поста

$R_{п} = 1$ - численность рабочего персонала на посту, чел

$\eta_{\text{п}} = 0,9$ - коэффициент использования рабочего времени поста
 $X_{\text{то}} = (12090,1 * 1 * 1,1) / (305 * 8 * 1 * 0,9) = 6$ постов

1.7 Расчет постов текущего ремонта

Произведем расчет числа постов текущего ремонта, исходя из их тупикового расположения. Данный способ является необходимым для постов ремонта, ввиду сложности прогнозируемости проведения определенного вида ремонтного воздействия, что затрудняет организации работы на линии:

$$X_{\text{тр}} = (T_{\text{п}} * K_{\text{тр}} * \varphi) / (D_{\text{г}} * T_{\text{об}_{\text{ТР}}} * R_{\text{п}} * \eta_{\text{п}}), \quad (1.65)$$

где $T_{\text{п}} = 48102$ - общая трудоемкость проведения ТР, чел-ч

$K_{\text{тр}} = 1,1$ - коэфф. учета объема работ ТР в наиболее загруженную смену

$\varphi = 1,1$ - коэффициент, учитывающий объемы работ по техническому обслуживанию

$R_{\text{п}} = 1$ - численность рабочего персонала на посту, чел

$\eta_{\text{п}} = 0,9$ - коэффициент использования рабочего времени поста

$$X_{\text{тр}} = (48102,3 * 1,1 * 1,1) / (305 * 16 * 1 * 0,9) = 13,3 \text{ поста}$$

Для зоны проведения текущего ремонта принимаем число универсальных постов количеством 3 единицы.

Число постов проведения углубленных моечных работ, связанных с мойкой подкапотного пространства и салона:

$$X_{\text{му}} = (T_{\text{п}} * K_{\text{му}} * \varphi) / (D_{\text{г}} * T_{\text{об}_{\text{МУ}}} * R_{\text{п}} * \eta_{\text{п}}), \quad (1.66)$$

где $T_{\text{п}} = 1615$ - трудоемкость на постах МУ, чел-ч

$K_{\text{м}} = 1$ - коэффициент учета объема работ углубленной мойки

$\varphi = 1,5$ - коэффициент неравномерности поступления на пост

$T_{\text{об}_{\text{МУ}}} = 8$ - время работы углубленной мойки в сутки, ч

$R_{\text{п}} = 1$ - численность рабочего персонала на посту, чел

$\eta_{\text{п}} = 0,9$ - коэффициент использования рабочего времени поста

$$X_{\text{му}} = (1615,3 * 1 * 1,5) / (305 * 8 * 1 * 0,9) = 2 \text{ поста}$$

Таблица 1.13 – Распределение постов текущего ремонта по видам производимых работ

Назначение рабочих постов текущего ремонта	Процентное соотношение кол-ва рабочих постов	Количество постов
Ремонт двигателя, крупных узлов и агрегатов, связанных с их демонтажом	65	2
Посты проведения мелкосрочных и регулировочных работ, не связанных с демонтажом крупных узлов и агрегатов	35	1
ИТОГО	100	3

1.8 Площади цехов, участков и помещений предприятия

Площадь зон ТО и ТР рассчитывается по формуле:

$$F_y = f * X * K_n, \quad (1.68)$$

где K_n - коэффициент плотности расстановки оборудования

Таблица 1.14 – Расчет площади зон ТО и ТР

Наименование цеха, участка, помещения	Число постов	K_n	Площадь расчетная, m^2	Площадь принятая, m^3
Мойка наружной поверхности кузова автомобиля	6	4,0	187,0	190
Мойка салона и подкапотного пространства	1	4,0	31,2	36
Участки определения технического состояния автомобилей	2	4,0	61,2	72
Участки непосредственного технического воздействия	2	4,0	61,2	72
Участки ремонтного воздействия	3	4,0	93,5	124
ИТОГО			434,1	494

Площадь производственных цехов определяется по удельной площади, приходящейся на каждого рабочего. Расчет производится по формуле:

$$F_y = f_1 + f_2 * (P_{шт} - 1), \quad (1.69)$$

где f_1 - удельная площадь на первого рабочего, m^2

f_2 - удельная площадь на каждого последующего рабочего, м²

$R_{шт}$ - штатное число рабочих, чел

Таблица 1.15 – Расчет площадей производственных подразделений

Наименование участка, цеха	f_1 , м ²	f_2 , м ²	Ршт, чел	Расчетная площадь, м ²	Принятая площадь, м ²
Участок ремонта узлов и агрегатов, не относящихся к двигателю	15	12	15	178,3	194,0
Участок ремонта э двигателя и сопутствующих систем	15	12		3,0	
Участок ремонта электрики и электроники	15	10	1	25,0	36,0
Аккумуляторных работ	15	10		2,0	
Участок по ремонту системы подачи топлива и приготовления топливной смеси	10	8		2,0	
Шиномонтажный участок	15	10	1	25,0	25,0
Цех обработки цветных металлов	10	8	10	18,0	36,0
Участок сварочных работ	15	10		5,0	
Участок отделочных работ по элементам салона	10	5		5,0	
Цех ремонта кузовных деталей	30	15	12	199,5	224,0
Цех проведения малярно-отделочных работ	30	12		18,0	
ИТОГО				478,8	515,0

1.9 Расчет числа постов ожидания и их площади

Таблица 1.16 - Число постов ожидания

Число постов ожидания	Суточная программа	%	Количество постов
Число постов ожидания для мойки кузова	41	15	6
Число постов ожидания для мойки подкапотного пространства и салона	1	25	
Число постов ожидания для постов по техническому воздействию	6	15	1
Число постов ожидания для ремонтных работ	3	25	1
ИТОГО			8

Площадь постов подпора рассчитывается по формуле:

$$F_{пп} = f * X * Kn, \quad (1.70)$$

где $K_{п} = 3,5$ - коэфф. плотности расстановки постов

$$F_{пп} = 7,79 * 8 * 3,5 = 218,1 \text{ м}^2$$

1.10 Расчет складов

Расчет складов выполняется исходя из удельной площади на 1 млн. километров пробега транспортных средств:

$$F_{ск} = A_{и} * f_{уд} * K_{пр} * K_{тс} * K_{пс} * K_{в} * K_{уэ} * K_{р} * 10^{-1}, \text{ м}^2, \quad (1.71)$$

где $K_{пр} = 1,15$ - коэффициент учета среднесуточного пробега

$K_{тс} = 1,0$ - коэффициент учета типа подвижного состава

$K_{пс} = 1,0$ - число технологически совместимого состава

$K_{в} = 0,9$ - коэффициент учета высоты складирования

$K_{уэ} = 1,1$ - коэффициент учета категории эксплуатации

$K_{р} = 0,4$ - коэффициент учитывающий уменьшение площадей

Таблица 1.17 - Расчет складских помещений

Наименование помещения	$f_{уд}$	Площадь расчетная	Площадь принятая
Склад запчастей	4,5	61,5	72
Склад агрегатов	6,0	82	90
Склад материалов	4,0	5,5	6
Склад шин	5,5	75,1	72
Склад смазки	5,0	68,3	72
Лакокрас. мат-лов	1,5	20,5	25
Склад химикатов	0,23	3,1	
ИРК	1,5	20,5	18
Промежут. склад		28,7	36
ИТОГО		365,2	391

Окончательно площадь всех помещений, цехов и участков сводится в таблицу 1.18

Таблица 1.18- Площади предприятия

Наименование помещения	Площадь (м ²), принятая в результате		Категория производства по взрывопожарной опасности
	технологического расчета	разработки планировки	
Зоны ЕО, ТО и ТР			
Мойка кузова	187,0	72	
Мойка салона и подкапотного пространства	31,2	36	
Диагностика в полном объеме	31,2	36	
Техническое обслуживание	31,2	36	
Текущий и мелкосрочный ремонт	93,5	72	
ИТОГО	405,1	278	
Посты ожидания			
Подпор МК	46,7	18,0	
Подпор ТР	7,8	9,0	
ИТОГО	62,3	27	
Производственные участки			
Ремонт узлов и агрегатов	178,3	45,0	
Ремонта двигателя	3,0		
Ремонта электрооборудования	15,0	18,0	
Аккумуляторных работ			
Топливной аппаратуры			
Шинных работ	15,0	18,0	
Обработки цветных металлов	83,0	27,0	
Сварочно-жестяницкий	5,0		
Обойных и арматурных работ	5,0		
Цех ремонта кузовных деталей	199,5	72,0	
Цех проведения малярно-отделочных работ	18,0		
ИТОГО	523,8	180	
Склады			
Склад запчастей	61,5	18	
Склад агрегатов	82	18	
Склад материалов	5,5	3	
Склад шин	75,1	18	
Склад смазки	68,3	18	
Лакокрас. мат-лов	20,5	9	
Склад химикатов	3,1	0	
ИРК	20,5	9	

Продолжение таблицы 1.18

Промежут. склад	28,7	9	
ИТОГО	365,2	102	
Вспомогательные помещения			
Инженерно-технический отдел	10,7	18	
Компрессорный узел	7,1	9	
ИТОГО	17,8	27	
Технические помещения			
Узел водоподдачи на мойку	5,9	9	
Трансформаторная	4,5	9	
Узел водоподготовки и теплоснабжения	4,5	9	
Вводный электроузел	3,0	9	
Узел пожарной водоподдачи	5,9	9	
Отдел управления произв.	3,0	9	
Комната мастеров	3,0	9	
ИТОГО	29,7	63,0	
Бытовые помещения			
Гардеробная	14,4	18	
Туалеты	3,8	9	
Душевая	15,2	9	
ИТОГО	33,5	36	
ВСЕГО	1437,4	713,0	

2 Анализ аналогов технологического оборудования для обкатки коробки передач

2.1 Поиск аналогов разрабатываемого технологического оборудования

По выданной теме работы бакалавра “ Грузовое АТП на 300 автомобилей ГАЗель-NEXT. Агрегатное отделение”, необходимо произвести сравнение стандов предлагаемых в интернете для выполнения обкатки и исследования коробок передач после проведенного ремонта и купленных у поставщика запчастей по их похожим показателям.

Перечень тех найденных устройств рассмотрим далее:

- 1 Стенд КС-02 послеремонтной обкатки КПП грузовых автомашин
- 2 Испытательный стенд типа 450E/500E/550E
- 3 Динамометр трансмиссии (Трансмиссионный тестер) Hicklin EDECT
- 4 Стенд для настройки и обкатки КПП КИ-28291

2.2 Стенд КС-02 послеремонтной обкатки КПП грузовых автомашин

«Стенды обкаточные универсальные модели КОПИС КС-02 и КОПИС КС-021 для коробок перемены передач (КПП) – уникальное современное запатентованное оборудование ООО «КОПИС». Обкатка и испытание разномарочных КПП грузовых, легковых и малотоннажных автомобилей выполняются в полном соответствии с техническими условиями и инструкциями заводов-изготовителей КПП. Отличительная особенность энергосбережения - рекуперация в приводной двигатель электроэнергии вырабатываемой нагрузочным электродвигателем.»[27]

«Стенды обкаточные универсальные модели КОПИС КС-02 и КОПИС КС-021 предназначены для: - Эксплуатирующих организаций, имеющих разномарочный подвижной состав, самостоятельно выполняющих различные виды ремонта и имеющих технологическую потребность в послеремонтной обкатке и испытании КПП; - Авторемонтных заводов; - Заводов-изготовителей; - Сервисных центров; - Учреждений высшего и среднего специального образования.»[27]

«Серийно изготавливаемые стенды КОПИС КС-02 и КОПИС КС-021 обеспечивают послеремонтную обкатку и испытание наиболее широко эксплуатируемых разномарочных КПП. Применение новейших технологий энергосбережения обеспечивает низкий уровень энергопотребления и рекуперацию электрической энергии от нагрузочного электродвигателя в приводной электродвигатель.»[27]

«Система автоматизированного управления (САУ) стендов модели КОПИС КС-02 и КОПИС КС-021 - это программно-аппаратный комплекс на микроконтроллерах, обеспечивающий: - Автоматизированное управление режимами обкатки и испытания; - Исключение "человеческого фактора" при проведении обкатки и испытания; - Измерение и контроль параметров обкатки и испытания КПП; - Вывод полученных данных на цифровые индикаторы пульта управления и на монитор персонального компьютера; - Сохранение данных в памяти персонального компьютера и распечатку протоколов обкатки и испытания КПП; - Автоматическое аварийное отключение стендов в случае отклонения от нормы параметров обкатки и испытания и при возникновении аварийных ситуаций при работе стендов.»[27]

«Благодаря реализованным техническим решениям обкаточные стенды модели КОПИС КС-02 и КОПИС КС-021 обладают следующими преимуществами: - Минимальная стоимость для оборудования подобного класса; - Универсальность; - Энергосбережение; - Сокращение производственных площадей; - Оптимизация персонала; - Максимальная

автоматизация; - Простота монтажа и обслуживания, удобство пользования;
 - Надежность и безопасность; - Гарантии и сервис изготовителя – ООО «КОПИС»; - Серийно изготавливаемое оборудование. Срок отгрузки - в течение 10 дней.»[27]

«Изготавливаемые по индивидуальным заказам стенды решают специфические задачи в области обкатки и испытания КПП, такие как: - Индивидуальные требования к параметрам нагрузки КПП; - Измерение и контроль заданных Заказчиком параметров; - Индивидуальные требования к формированию отчетных протоколов обкатки КПП.» [27]

«Свой выбор в пользу стендов обкаточных универсальных модели КОПИС КС-02 и КОПИС КС-021 сделали десятки предприятий различных отраслей промышленности в России и странах СНГ.»[27]



Рисунок 2.1 – Стенд КС-02 послеремонтной обкатки КПП

Таблица 2.1 – Технические характеристики стенда:

Тормозной момент на выходной вал, Н·м	40
Максимальное число оборотов при испытании на стенде, об/мин	4000
Масса стенда, кг	1600
Площадь, м ²	4,12
Установленная суммарная мощность электрооборудования, кВт	75

2.3 Испытательный стенд типа 450E/500E/550E

Испытательные стенды трансмиссий типа 450E/500E/550E являются многофункциональными комплексами для тестирования трансмиссий и гидротрансформаторов, используемых в строительной, горно-добывающей и военной технике. Данные эргономичные стенды позволят произвести полноценную диагностику трансмиссий, что исключит в будущем затраты на повторный ремонт и убытки из-за простоя техники.

ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ:

- универсальность стенда позволяет испытывать трансмиссии разных габаритов и моделей (от производителей Dana, Clark, Funk, ZF, Allison, CAT и т.д.);
- быстрая и удобная установка трансмиссий на стенд;
- бесшумный приводной электромотор мощностью до 300 л.с. с регулируемой скоростью 0...4000 об/мин, с крутящим моментом до 1132 Нм;
- бесшумное индуктивное тормозное устройство с воздушным охлаждением на выходном валу (максимальная скорость 3000 об/мин, крутящий момент до 4067 Нм);
- специализированное ПО PowerNet TD для автоматизированного испытания трансмиссий/гидротрансформаторов/гидрокомпонентов;
- включает большой комплект датчиков с визуализацией на приборной панели (крутящий момент, скорость вращения, температура, давление и расход);
- включает необходимые гидравлические контуры для испытания трансмиссий - основной, смазочный, измерения расхода и т.п. с дросселирующими элементами (позволяют воссоздать эксплуатационные условия);
- дренажный пол и насос для сбора утечек во время испытаний.

Помимо базовых решений компания производитель готова к проектированию и производству специализированных стендов по любому техническому заданию.

СТЕНДЫ AIDCO ИСПЫТАНИЯ ТРАНСМИССИЙ ПОЗВОЛЯЮТ ПРОВОДИТЬ СЛЕДУЮЩИЕ ТИПЫ ИСПЫТАНИЙ:

- проверка и регулирование параметров переключения передач на автоматических трансмиссиях;
- моделирование полностью открытой/закрытой дроссельной заслонки (при наличии/отсутствии нагрузки на выходном валу);
- проверка блокировки понижения передач;
- диагностика тормозного крутящего момента;
- обнаружение утечек в уплотнениях на валах;
- обнаружение утечек на муфтах;
- диагностика шума/вибраций;
- диагностика креплений механических узлов;
- проверка давления в основном, смазочном контуре, а также в гидрелиниях муфт сцепления и гидротрансформатора;
- диагностика температуры и расхода в контурах гидротрансформатора.



Рисунок 2.2 - Испытательный стенд типа 450E/500E/550E

Таблица 2.2 – Технические характеристики стенда:

Тормозной момент на выходной вал, Н·м	100
Максимальное число оборотов при испытании на стенде, об/мин	4000
Масса стенда, кг	750
Площадь, м ²	4,8
Установленная суммарная мощность электрооборудования, кВт	220

2.4 Динамометр трансмиссии (Трансмиссионный тестер) Hicklin EDECT

«Трансмиссионный тестер Hicklin EDECT разработан для мощных трансмиссий, включая все рядные, V-образные и угловые конфигурации, то есть Voith, ZF, Renk. Все разновидности трансмиссий Allison, а так же большое количество военных и внедорожных модификаций. Тестер Hicklin EDECT может разместить все размеры внедорожных разновидностей трансмиссий с автоматическим и ручным переключением. Тестер поставляется со стандартным мотором с прямым приводом с контролем переменной частоты мощностью в 150 л/с (112 кВт). Двигатель обеспечивает мощность крутящего момента от 0 до 4000 оборотов в обоих направлениях. Если необходимо, динамометр может быть оснащен более мощным двигателем.»[24]

«Тестер можно управлять с помощью нескольких панелей управления или программным обеспечением TDAC, которое входит в комплектацию оборудования SuperFlow. С помощью одной панели управления вы можете проверять переключение передач, устанавливать точки переключения для каждой конкретной трансмиссии, проверять и контролировать давление, температуру, охлаждение, крутящий момент на выходе и герметичность на

старых и новых трансмиссиях. А также узнать, как трансмиссия будет работать до того, как она будет установлена на автомобиль.»[24]

«Блок вихревых токов с воздушным охлаждением управляет Блоком поглотителя мощности, который способен поглощать до 2034 Н-м, что в три раза больше, чем может стандартный гидростатичный блок поглощения нагрузки. С блоком поглощения вихревых токов, весь процесс происходит автоматически. (Нет гидростатичного масла, нет фильтров, нет протечек). И он крайне надежен, имея всего лишь один подвижный элемент - маховик в сборе. Блок поглощения вихревых токов поглощает до 596 кВт при переменной нагрузке и до 149 кВт при постоянной нагрузке. Позволяет выполнять ускорение с полностью открытой дроссельной заслонкой, переключения на пониженные передачи под нагрузкой (фактически, нагрузка может заставить переключиться тестируемую трансмиссию на первую передачу и удерживать ее там, даже если двигатель работает с полностью открытой дроссельной заслонкой. Это создает тестовую среду, ранее недоступную на оборудовании уровня сервисного центра). С помощью ручки управления можно выбрать любой режим: без нагрузки, с полной нагрузкой и высокой точностью и стабильностью при определении точек переключения передач» [24]



Рисунок 2.3 - Динамометр трансмиссии (Трансмиссионный тестер)

Hicklin EDECT

Таблица 2.3 – Технические характеристики стенда:

Тормозной момент, Н·м	80
Число оборотов при испытании на стенде, об/мин	3000
Масса, кг	700
Площадь, м ²	3,2
Мощность, кВт	112

2.5 Стенд для настройки и обкатки КПП КИ-28291

«Стенд для настройки и обкатки КПП, раздаточных коробок, для осуществления выходного контроля качества ремонта, настройки гидравлических систем управления, обкатки коробок перемены передач (КПП) и раздаточных коробок (РК) после проведения капитального ремонта тракторов, дорожно-строительных машин производства: - ЗАО "Петербургский тракторный завод" (ПТЗ); - ОАО "Харьковский тракторный завод им. С. Орджоникидзе" (ХТЗ)» [25]

«Новые технические решения реализуют: - функциональную обкатку для настройки клапанов и контроля давления в системе гидравлического управления; - плавный пуск привода и изменение скорости вращения первичного вала в диапазонах, согласно требованиям заводов-производителей и требованиям ГНУ ГОСНИТИ на капитальный ремонт; - снижение времени обкатки до 40 % за счёт внедрения в систему управления стенда двух динамических режимов нагрузки (мягкий, жесткий), для обеспечения приработки поверхностей с обеих сторон зубьев шестерен без применения внешних тормозных устройств; - подготовку рабочей жидкости - нагрев, заправку, откачку, фильтрацию и замену, с применением собственной гидростанции стенда, оснащённой фильтром и ТЭНом; - оценку величины механических потерь и уровня приработки по значениям: потребляемая мощность, крутящий момент, шум, герметичность, нагрев поверхностей узлов» [25]



Рисунок 2.4 -Схема работы КИ-28291



Рисунок 2.5 - Стенд для настройки и обкатки КПП КИ-28291

Таблица 2.4 – Технические характеристики стенда:

Тормозной момент, Н·м	25
Максимальное число оборотов при испытании на стенде, об/мин	2100
Масса, кг	800
Площадь, м ²	4,6
Мощность привода, кВт	30

Пересмотренные аналоги необходимо сравнить по похожим характеристикам и построить график для оценки и выбора стенда для разработки и использования лучших качеств с наименьшими трудозатратами и капиталовложениями.

Таблица 2.5 – Сравнение характеристик стендов

ПАРАМЕТРЫ / ТИП (МАРКА)	Стенд КС-02 послеремонтной обкатки КПП	Испытательный стенд типа 450E/500E /550E	Динамометр трансмиссии (Трансмиссионный тестер) Hicklin EDECT	Стенд для настройки и обкатки КПП КИ-28291
Тормозной момент на каждой полуоси, Н·м	40	100	80	25
Число оборотов при испытании на стенде, об/мин	4000	4000	3000	2100
Масса, кг	1600	750	700	800
Площадь, м ²	4,12	4,8	3,2	4,6
Мощность, кВт	75	220	112	30

На основании сравнения характеристик стендов была построена циклограмма, на которой видно, что стенд КС-02 послеремонтной обкатки КПП перспективен с последующим упрощением применяемых решений и удешевлением его изготовления в условиях трудного экономического времени.

3 Проектирование стенда обкатки коробки передач

3.1 Задание на разработку технического решения

При дальнейшем проектировании необходимо придерживаться выбранного из сравнения оборудования стенда КС-02 послеремонтной обкатки КПП. Избегать усложнения конструкции и ее изготовление с большими тратами на комплектующие. Так же для облегчения конструирования и проектирования при обучении стоит обратить внимание и на литературу и другие похожие источники информации, такие как, например:

1. Авторское свидетельство РФ № 2069336, 6 G01M13/02, 20.11.1996;
2. Журнал “Автомобильный транспорт” 1999-2002 г.
3. Орлов П.И. “Основы конструирования” в 3х томах. Москва “Машиностроение” 1977 г.
4. М.И. Любин и др. “Справочник по сопротивлению материалов” “Высшая школа” Минск 1969 г.
5. В.С. Малкин, Н.И. Живоглядов, Е.Е. Андреева “Основы проектирования и эксплуатации технического оборудования” Учебное пособие для студентов специальности “Автомобили и автомобильное хозяйство” Тольятти – 2005 г.
6. В.И. Анурьев “Справочник конструктора-машиностроителя” в 3х томах. Москва “Машиностроение” 1982 г

Для питания электропривода стенда должен использоваться переменный ток с напряжением сети 380 В.

Рекомендуемая техническая характеристика стенда:

Экономические показатели

Примерная себестоимость, руб.....50000

Примерный срок окупаемости, год.....	1
Прибыль от ежедневного использования, руб.....	4000
Цена услуги, руб.....	1000

Приложения к техническому заданию и заинтересованные организации

Приложение: Описание изобретения к авторскому свидетельству РФ № 2069336, 6 G01M13/02, 20.11.1996.

Заинтересованные организации: Кафедра “Проектирование и эксплуатация автомобилей” (ПЭА).

3.2 Техническое предложение на разработку стенда для испытания и обкатки коробки передач автомобиля ГАЗель-NEXT

Предлагаемая конструкция стенда состоит из сварного основания, на котором установлены основные рабочие узлы.

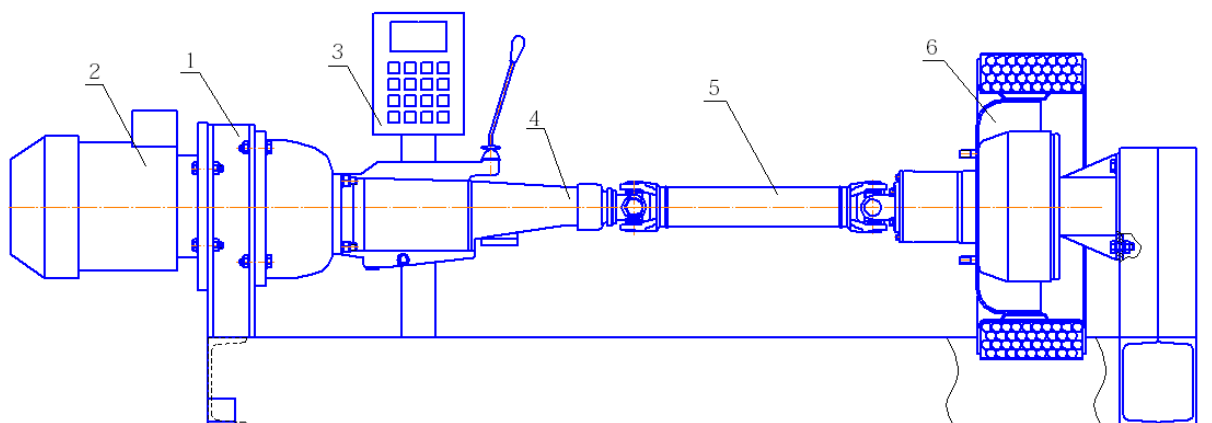


Рисунок 3.1 - Схема стенда испытания и обкатки КП

1 – рама; 2 – приводной электродвигатель; 3 – преобразователь частоты; 4 – обкатываемая КП; 5 – карданный вал; 6 – маховые массы.

На сварной раме 1 расположены приводной электродвигатель 2, частотный преобразователь 3, предназначенный для изменения оборотов электродвигателя при обкатке и испытании коробки передач. Частотный преобразователь управления расположен в середине стенда для наилучшей

обзорности. На конштейн устанавливается обкатываемая коробка передач 4. Нагружение коробки передач при обкатке служат маховые массы 6, соединенные с КП посредством карданного вала 5.

2. Выбор оптимального решения при конструировании отдельных узлов и деталей стенда.

2.1 Узел присоединения КП к приводному электродвигателю (см.рис.3.2).

КП входным валом присоединяется к электродвигателю через фланец двигателя соединенный с шлицевым фланцем от ведомого диска сцепления.

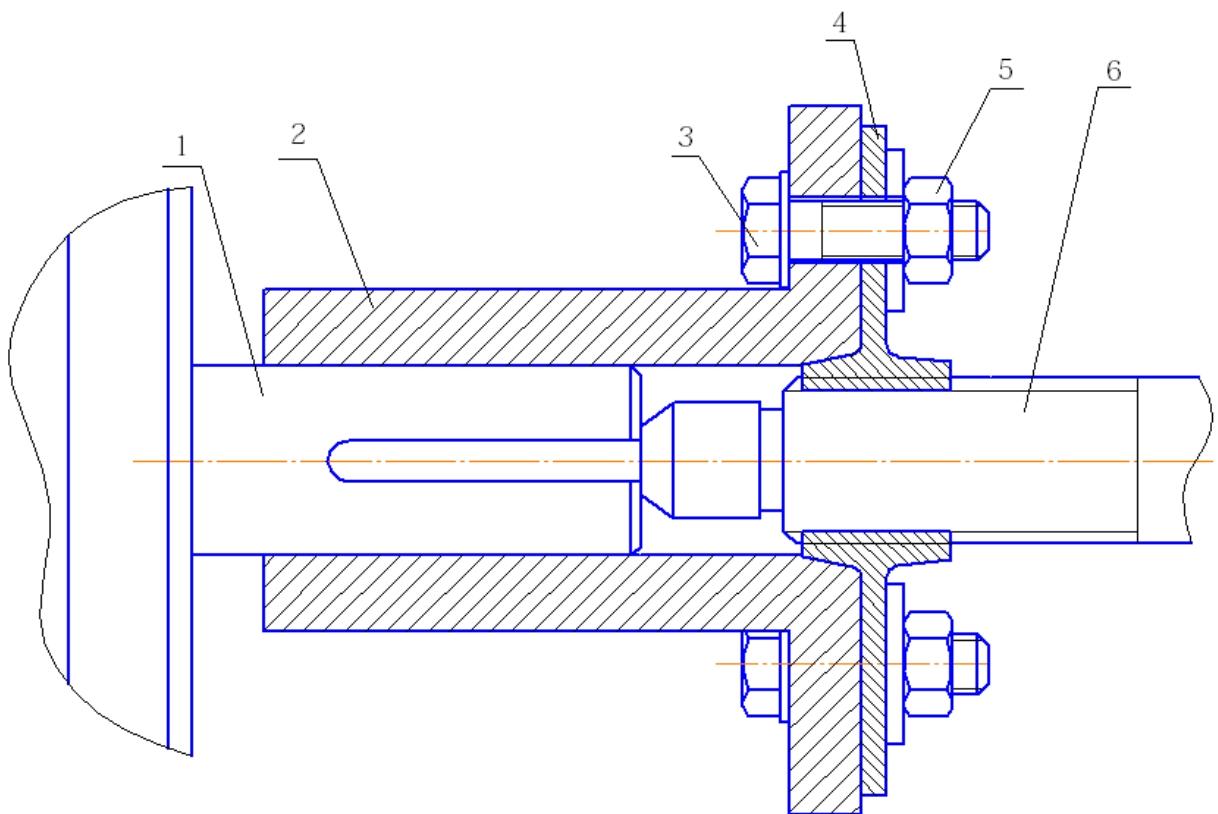


Рисунок 3.2 - Узел присоединения КП к приводному электродвигателю
1 – вал электродвигателя; 2 – фланец; 3 – болт; 4 – шлицевой фланец от ведомого диска сцепления; 5 – гайка; 6 – входной вал КП.

Работа узла: Коробку передач при установке на стенд совмещаем шлицевым входным валом с шлицевым фланцем, прикрученным болтами к

фланцу электродвигателя, совмещаем со шпильками крепления КП к защитному кожуху и прикручиваем гайками.

2.2 Узел присоединения карданного вала к маховым массам (см.рис.3.3). Карданный вал присоединяется к маховым массам болтами через переходный фланец.

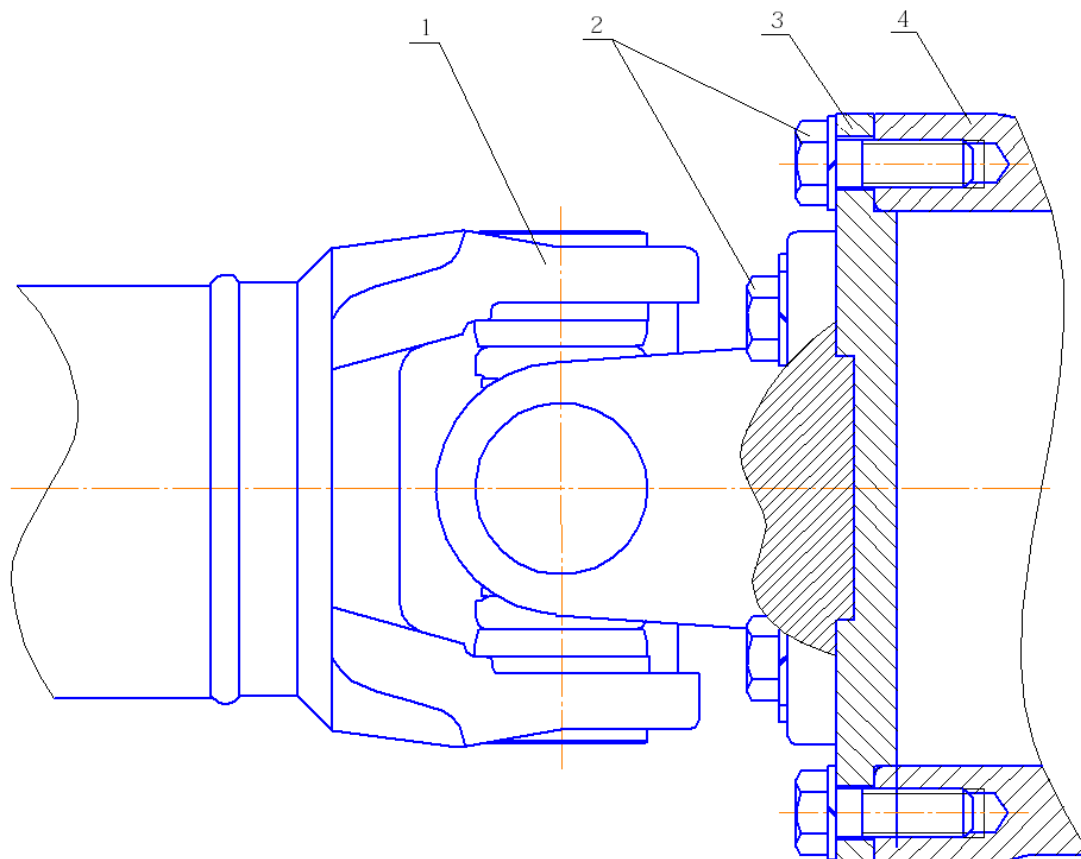


Рисунок 3.3 - Узел присоединения карданного вала к маховым массам
1 – карданный вал, 2 – болт, 3 – переходный фланец, 4 – ступица.

Работа узла: Карданный вал сначала устанавливается на шлицевой выходной вал коробки передач, за тем прикручивается болтами к переходному фланцу прикрученному к маховым массам.

2.3 Основание стенда

Основание сварное полностью, Состоит из швеллеров.

На основание рядом с испытываемой КП установлен частотный преобразователь для регулировки оборотов.

2.4 Нагрузочное устройство (см.рисунок 3.4)

Состоят из диска колеса автобуса ГАЗ – 3221 с накрученным на него стальным тросом установленного на ступицу, прикрученную к раме. Нагрузочное устройство вместе с карданным валом необходимо закрывать защитным кожухом для предотвращения травматизма и несчастных случаев при работе станда.

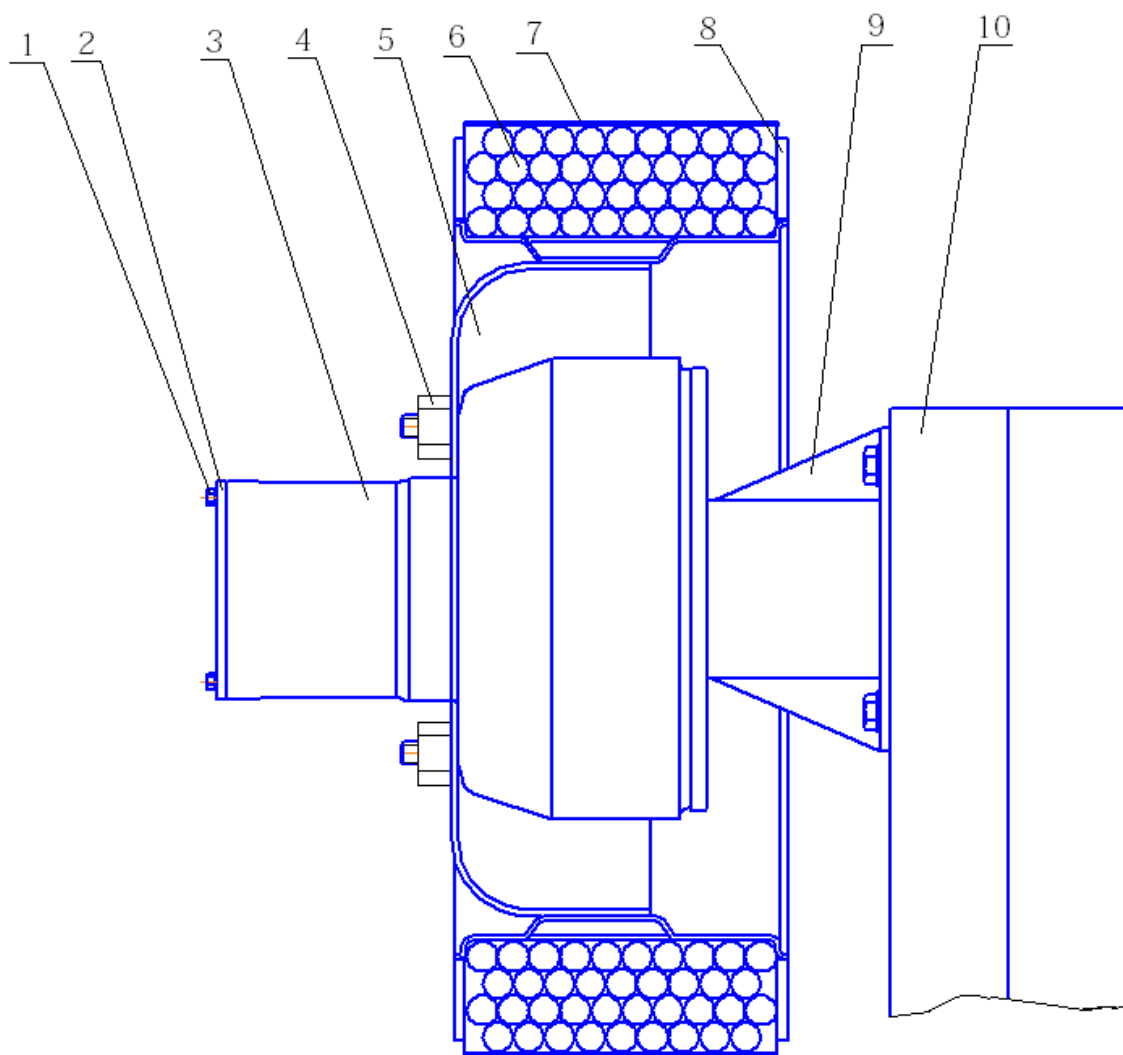


Рисунок 3.4 - Конструкция нагрузочного устройства

1 – болт, 2 – переходный фланец, 3 – ступица, 4 – гайка, 5 – диск колеса, 6 – трос стальной, 7 – лист металла, 8 – направляющее кольцо, 9 – кронштейн, 10 – стойка.

3.3 Расчеты узлов конструкции

3.3.1. Расчет и выбор электродвигателя стенда.

Расчет производится исходя из того, что стенд предназначен для обкатки коробки передач. В качестве нагрузочного устройства предполагается применение маховых масс. Обкатку коробки передач предполагается осуществлять с оборотами 1500 об/мин, что принимается на основании технических условий на обкатку и приработку коробки передач. Передача момента на маховые массы производится карданным валом. Мощность приводного электродвигателя принимается равной 3,5 кВт, что также принимается исходя из технических условий на обкатку редуктора.

Расчет карданного вала ведем, опираясь на расчет момента на валу электродвигателя, который определяется по формуле:

$$M = N / \omega, \quad (3.1)$$

где N - мощность электродвигателя, Вт,

ω - частота вращения рад/с,

$$\omega = 2\pi * n / 60 = 2 * 3,14 * 1460 / 60 = 152 \text{ рад/с},$$

$$M = 3500 / 152 = 23,02 \text{ Н*м}.$$

Расчет на прочность карданной передачи ведется относительно именно этого момента.

Расчет болтов, крепящих фланцы карданов

Напряжение растяжения, при условии, что весь момент передается трением между фланцами.

$$\delta_p = M / \alpha * n * R * F_{\sigma} * \mu, \quad (3.2)$$

где M - момент на карданном валу

F_{σ} - площадь опасного сечения болта на разрыв,

α - коэффициент, учитывающий неравномерность работы болтов,

n - число болтов,

R - радиус расположения болтов, м

μ - коэффициент трения.

$$F_{\sigma} = \pi * d_{\sigma}^2 / 4 \quad (3.3)$$

$$\delta_p = 23,02 / 0,75 * 4 * 0,17 * 0,0000785 * 0,2 = 2874984,39 \text{ Н/м}^2$$

Напряжение среза в болтах, при условии, что болты поставлены без зазора:

$$\tau_{cp} = M / \alpha * n * R * F_{cp}, \quad (3.4)$$

$$\text{где } F_{cp} = \pi * d_{\sigma}^2 / 4 \quad (3.5)$$

$$\tau_{cp} = 23,02 / 0,75 * 4 * 0,17 * 0,0000785 = 574996,87 \text{ Н*м}$$

Напряжение смятия в болтах, при условии, что болты поставлены без зазора:

$$\delta_{cm} = M / \alpha * n * R * F_{cm} \quad (3.6)$$

$$F_{cm} = L_0 * d$$

L_0 - минимальная толщина фланца с вычетом размеров фасок.

$$L_0 = 0,009 \text{ м}$$

$$F_{cm} = 0,009 * 0,01 = 0,00009 \text{ м}^2$$

$$\delta_{cm} = 23,02 / 0,75 * 4 * 0,07 * 0,00009 = 1217989,42 \text{ Н/м}^2$$

Материал карданных болтов - сталь 40Х с характеристиками:

$$\delta_b = 85000 \dots 95000 \text{ Н/см}^2$$

$$\delta_t = 65000 \dots 75000 \text{ Н/см}^2$$

По полученным результатам делаем вывод о работоспособности выбранных для крепления фланцев кардана болтов М10 с хорошим запасом на прочность

Труба карданного вала рассчитывается на прочность и жесткость.

Напряжение кручения трубы под действием моментов:

$$\tau_{\kappa} = M / W_{\tau}, \quad (3.7)$$

Где W_{τ} - полярный момент сопротивления трубы

$$W\tau = \pi * (D^4 - d^4) / 16 * D$$

$$W\tau = 3,14 * (0,08^4 - 0,064^4) / 16 * 0,08 = 0,000059 \text{ м}^3 * \Gamma$$

$$\tau_k = 23,02 / 0,000059 = 390169,5 \text{ Н/м}^2$$

Ограничение числа оборотов карданной передачи

Максимальное число оборотов ограничивается условием сохранения устойчивости прямолинейной формы оси вала вращения и отсутствием колебаний и дисбаланса.

$$n_{кр} = 1,185 * 10^7 * \frac{\sqrt{D^2 + d^2}}{L^2}, \quad (3.10)$$

где D - наружный диаметр карданного вала, см,

d - внутренний диаметр трубы, см,

L - расстояние до центра кардана, см

$$n_{кр} = 1,185 * 10^7 * (\sqrt{8,0^2 + 7,4^2} / 25^2) = 206664 \text{ об/мин.}$$

Полученный при расчете результат показывает хороший запас прочности для кардана и гарантирует долгий ресурс его применения на стенде для обкатки коробок передач.

В приводе коробки передач применяется шпоночное соединение, которое требуется рассчитать на смятие. При расчете предполагается, что нагрузка распределяется равномерно по всей длине шпонки:

$$\sigma_{см} = \frac{2 * M_{кр}}{D * h * l_{шп}} \leq [\sigma]_{см}, \quad (3.11)$$

где $M_{кр}$ – крутящий момент, $M_{кр} = 23,02 \text{ Н*м}$

D – диаметр вала, $D = 0,032 \text{ м}$

h – высота шпонки, $h = 0,010 \text{ м}$

$l_{шп}$ – длина шпонки, $l_{шп} = 0,040 \text{ м}$

$$\sigma_{см} = \frac{2 * 23,02}{0,032 * 0,010 * 0,040} = 0,36 \text{ МПа} \leq [2,5 \text{ МПа}]$$

4 Технологический процесс обкатки и испытания коробки передач

4.1 Описание коробки передач

В автомобилях Горьковского автозавода «ГАЗель» и «Волга» применяются одинаковые по схеме трансмиссии и идентичные компоненты, в том числе и унифицированный модельный ряд КПП. О наиболее распространенных КПП ГАЗ, их конструкции, характеристиках, особенностях и нюансах ТО читайте в данном материале.

Общий взгляд на трансмиссию а/м «ГАЗель» и «Волга»

Легковые и малотоннажные грузовые автомобили ГАЗ («ГАЗель», «Соболь» и «Волга») имеют одинаковую по схеме и унифицированную по многим компонентам трансмиссию. В настоящее время выпускаются (или выпускались, если говорить о «Волге») автомобили двух типов:

- Заднеприводные автомобили с колесной формулой 4×2 — это все а/м «Волга» и большинство моделей «ГАЗель» и «Соболь»;
- Полноприводные автомобили с колесной формулой 4×4 — новый модельный ряд «ГАЗель» моделей 27057, 32217, 322174, 33027 и 330273, а также «Соболь» моделей 22177, 221717, 23107 и 27527.

Трансмиссия автомобилей с задним приводом традиционна, она включает сухое фрикционное однодисковое сцепление, 4-х или 5-ступенчатую (зависит от модели и года выпуска авто) коробку передач с ручным управлением, составной или цельный (в ряде новых грузовиков «ГАЗель») карданный вал и ведущий мост жесткой конструкции (типа «банджо», с несущей балкой), в котором находится главная передача, дифференциал и полуоси.

«Конструктивно 5-ступенчатые коробки передач ГАЗ имеют несложное устройство. Их основу составляет легкий разъемный картер, разделенный в вертикальной плоскости, он собирается из передней части (которая часто называется просто картером) и хвостовика. Сборка картеров выполняется

болтами через прокладку, для обеспечения точной установки валов половины картера собираются через установочные втулки. В картере расположено три вала (они лежат в постелях, торцы закреплены подшипниками радиального типа) — первичный, промежуточный (также его называют блоком шестерен) и вторичный. В верхней части коробки располагается механизм выбора передач, рычаг выведен в отдельный корпус, который монтируется на четырех болтах на хвостовике. Интересно отметить, что рычаг оснащен демпфером, который предотвращает дрожание и дребезг на высоких оборотах.»[26]

«Первичный вал в данной коробке выполнен довольно длинным, в передней его части нарезаны шлицы для соединения с ведомым диском сцепления, в задней части находится шестерня. Промежуточный вал состоит из собственно вала и напрессованных на него шестерен, за исключением шестерни 1-й передачи — ее зубцы изготовлены прямо на валу. Все шестерни КПП — косозубые. Наиболее сложным является вторичный вал, шестерни на нем установлены через игольчатые подшипники, между шестернями находятся инерционные синхронизаторы (в количестве трех штук), передвигаемые вилками механизма выбора передач. На этом же валу расположена и ведущая шестерня привода спидометра. Вторичный вал выходит через хвостовик, на нем нарезаны шлицы для соединения со скользящейвилкой карданного вала. Вал в хвостовике уложен во сталебаббитовую втулку и уплотнен манжетами.»[26]

«В картере имеется две заливных (сверху по бокам) и одна сливная (установлена в нижней части) пробка, причем в сливной пробке предусмотрен магнит. В хвостовике также установлен штуцер для вывода троса на спидометр или установки датчика спидометра. А в верхней части переднего картера установлен сапун для сброса чрезмерного давления. В целом, КПП «ГАЗелей» и «Волг» имеет вполне традиционную конструкцию, которая является достаточно простой и надежной» [26]

4.2 Технологический процесс обкатки и испытания коробки передач

Технология разрабатывается с учетом специфики разрабатываемой в работе конструкции. Предусматривается небольшая доработка и мелкий ремонт коробки передач без ее снятия с стенда для обкатки при условии досягаемости к месту ремонта. Например замена сальника хвостовика и другие работы по устранению течи масла из картера коробки. При отсутствии возможности ремонта коробку снимают со стенда и уносят на кантователь для ремонта.

Таблица 4.2 - Технология процесса испытания коробки передач

№ операции и перехода	Наименование и содержание операции, перехода	Оборудование и инструмент	Трудоемкость, чел.мин	Технические требования
1	Установка коробки передач на стенд		6,3	
1.1	Установить коробку передач на стенд	Опорная кран - балка	1	Аккуратно направить шлицевой первичный вал коробки в муфту эл.двигателя
1.2	Прикрутить болты крепления коробки передач к стенду	Ключ торцовый S = 17мм	4	
1.3	Присоединить карданный вал к шлицевому валу коробки передач		0,3	
1.4	Прикрутить карданный вал к фланцу маховых масс	Ключ рожковый S = 13мм	1	
2.	Испытание коробки передач.		36	
2.1	Включить электродвигатель.	Преобразователь частоты	0,2	n=1000 об/мин.

Продолжение таблицы 4.2

2.2	Проверить коробку передач на режиме холостого хода.		2	Проверить наличие посторонних шумов и протекание масла в основном в районе первичного вала
2.3	Выключить электродвигатель	Преобразователь частоты	0,2	
2.4	Включить первую передачу.		0,2	
2.5	Включить электродвигатель.	Преобразователь частоты	0,2	Регулируя обороты от 200 до 1000 об/мин
2.6	Проверить коробку передач на первой передаче.		5	При появлении шума, вибраций, течи масла прекратить испытания
2.7	Выключить электродвигатель.	Преобразователь частоты	0,2	
2.8	Включить вторую передачу.		0,2	
2.9	Повторить переходы 2.5 – 2.7		5,4	При появлении шума, вибраций, течи масла прекратить испытания
2.10	Включить третью передачу.		0,2	
2.11	Повторить переходы 2.5 – 2.7		5,4	При появлении шума, вибраций, течи масла прекратить испытания
2.12	Включить четвертую передачу.		0,2	
2.13	Повторить переходы 2.5 – 2.7		5,4	При появлении шума, вибраций, течи масла прекратить испытания

Продолжение таблицы 4.2

2.14	Включить пятую передачу.		0,2	
2.15	Повторить переходы 2.5 – 2.7		5,4	При появлении шума, вибраций, течи масла прекратить испытания
2.16	Включить задний ход.		0,2	
2.17	Повторить переходы 2.5 – 2.7		5,4	При появлении шума, вибраций, течи масла прекратить испытания
3.	Снятие коробки передач со стенда.		3,7	
3.1	Открутить болты крепления карданного вала.	Ключ рожковый S = 13мм	1	
3.2	Снять карданный вал с шлицевого вала коробки передач		0,2	
3.3	Открутить болты крепления коробки передач.	Ключ торцовый S = 17мм	2	
3.4	Снять коробку передач.	Опорная кран - балка	0,5	

Общая трудоемкость: 46 чел.мин

5 Безопасность и экологичность технического объекта

5.1 Конструктивно-технологическая характеристика разрабатываемого отделения и оборудования

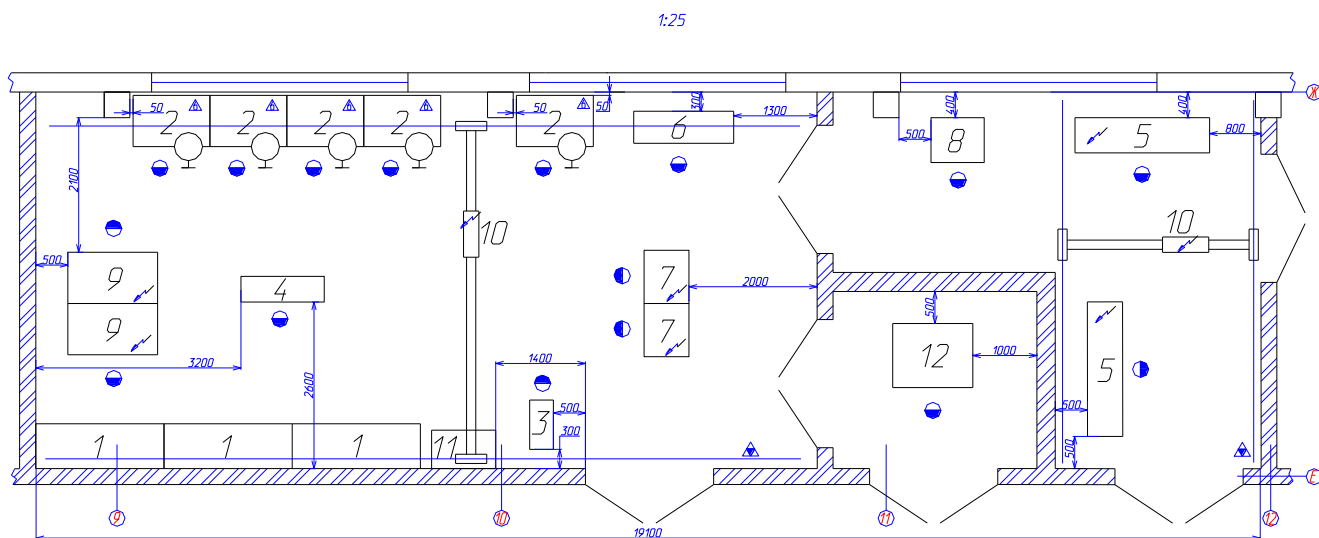


Рисунок 5.1 – Распределение станков и верстаков с инструментом

По нормативным требованиям методических пособий определив род выполняемых работ, направленных на подвижной состав выбранной модели и производителя подбираются необходимые станки, стеллажи и инструменты.

Таблица 5.1 – Краткий перечень оборудования производства с его моделью и назначением

№	Оборудования	Модел ь	Предназначение на участке
1	2	3	4
1	Стенд для ремонта редуктора заднего моста	Ф-637	Ремонт редукторов моста.
2	Верстак	Эксперт	Слесарные работы
3	Стенд для испытания КП	Разработ ка	Испытания коробок передач
4	Стенд для обкатки редуктора заднего моста	КР 045	Приработка механизмов заднего моста
5	Стеллаж полочный	СТФ 200	Хранение годных деталей к использованию при ремонте агрегатов
6	Стол с плитой поверочной	53363	Проверка плоскостей прилегания агрегатов при их ремонте
7	Набор инструмента слесаря инструментальщика 5-го разряда	Джонос Вей	Проведение ремонтных и регулировочных работ
8	Стенд для ремонта КП	T63006	Переворачивание коробки передач при ремонте
9	Стенд для ремонта карданных валов	МС504	Крепление карданного вала в удобном положении для замены крестовин
10	Вертикально – сверлильный станок	Зубр ЗСС355	Высверливание крепежа при разборке, подгонка отверстий при сборке
11	Кран – балка	КМОэ Об	Перемещение ремонтируемых агрегатов
12	Гидромеханический пресс	Н3612жл	Запресовывание на посадку с натягом подшипников и валов, разборка агрегатов

5.2 Идентификация профессиональных рисков

“Таблица 5.2 – Идентификация профессиональных рисков”

№ п/п	Характер вероятного риска	Источник появления риска для рабочего
А	Оказывающие влияние на здоровье сотрудника:	
1	Механизмы применяемые для перемещения агрегатов	Тельфер механический и тележка для деталей и узлов
2	Шум от работы оборудования и ручного инструмента	Пневмогайковерт, дрель, шлифовальные машинки, двигатели стендов. Молоток при разборке агрегата. Сверлильный станок
3	Вибрационные воздействия на организм работника	Дрель, шуруповерты, пневмогайковерт, шлифовальные машинки
4	Напряжение подаваемое на оборудование и электроинструмент	Переносная лампа, дрель, шлифовальные машинки, электрощиты оборудования и стендов
5	Мелкие частицы метала и абразива в воздухе	Пистолет для продувания корпусов агрегатов, шлифовальные машинки, дрель, вентиляторы электродвигателей оборудования, пневмогайковерт.
В	Химические отравления рабочего	
1	Раздражающие, токсичные	Кислоты применяемые для облегчения разборки прикипевших и заклинивших соединений, очистки резьбовых соединений. Растворитель при обезжиривании поверхностей. Герметики для уплотнения корпусов и крышек агрегатов. Масла для смазки агрегатов

5.3 Меры приемлемые для снижения рисков поражения электричеством

Для сохранения здоровья работников и предотвращения несчастных случаев на производствах проводятся мероприятия:

- Допуск к работе на оборудовании имеют рабочие прошедшие мед. комиссию, вменяемые.

- Сотрудникам проводятся инструктажи по безопасному проведению ремонтных работ с электроинструментом

- Неисправности электроинструмента и оборудования устраняются специально обученными сотрудниками при отключенном электроснабжении и при необходимости с применением диэлектрических резиновых перчаток.

- Все оборудование в помещениях обязательно имеет заземление и при коротком замыкании выключает предохранительный рубильник

5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Помещения категории Д могут не оснащаться огнетушителями, если их площадь не превышает 100 м². Помещения, оборудованные автоматическими стационарными установками пожаротушения, обеспечиваются огнетушителями на 50% их расчетного количества.

Расстояние от возможного очага пожара до места размещения огнетушителя не должно превышать 20 м для общественных зданий и сооружений, 30 м для помещений категорий А, Б и В, 40 м для помещений категорий В и Г, 70 м для помещений категории Д.

Каждый огнетушитель, установленный на объекте, должен иметь порядковый номер, нанесенный на корпус белой краской. В зимнее время (при температуре ниже 1 °С) огнетушители необходимо хранить в отапливаемых помещениях.

На территории предприятия во избежание потерь собственности при возникновении пожара, а так же для сохранения жизней сотрудников применяются системы автоматического пожаротушения и устанавливаются локально огнетушители. Емкости с песком установленные в помещениях где проводятся работы с маслом. При пролипании масла требуется его собрать, насыпав лопатой песок и дав ему впитаться и после собрать лопатой убрать в специальную емкость. Случайно возникшее возгорание необходимо

своевременно локализовать, для этого применяют брезентовую тряпку. В отсутствии притока воздуха дальнейшее возгорание прекратиться. Нельзя тушить сразу водой возгорание с подведенным электричеством, может произойти замыкание и поражение током сотрудника компании. Все сотрудники под роспись должны быть ознакомлены с расположением в помещениях где они работают средств и последовательностей пожаротушения во избежание гибели и вреда здоровью.

5.5 Оценка экологичности здания и помещений

Оборудование проектируемое по заданию кафедры после его изготовления будет использовано как на крупных предприятиях, так и на мелких СТО для выполнения испытательных работ. При выполнении работ остается трансмиссионное масло, керосин для промывки, которые при утечках из емкостей для их хранения при неосторожности могут отравить почву. Также при мойке автомобиля или отдельно снятых составных его частей вода с загрязнением при утечке с поста мойки так же несет опасность для почвы окружающей территории.

Для сохранения природы в месте расположения территорий ремонта устанавливаются очистные сооружения для фильтрации сточных вод с помещений мойки. Ведется наблюдение и при необходимости замена емкостей хранения смазочных веществ и растворителей. Все собранные использованные и загрязненные вещества, и материалы передаются и увозятся в спецпредприятия по утилизации.

Заключение

В пояснительной записке представлена разработка пассажирского АТП на 300 автомобилей ГАЗель-NEXT, с расчетом отделения ремонта агрегатов. При выполнении работы были учтены необходимость в использовании наиболее рациональных методов организации производства, применения современной технологии и технического оборудования, инструмента и оснастки, при выполнении различного вида работ.

Производственный корпус представляет собой одноэтажное здание высотой 7,2 метра до основания несущих конструкций. В производственном корпусе расположены зоны Д-1 и Д-2, посты ТО и ТР, по периметру корпуса расположены отделения, вспомогательные помещения и склады.

Представленное агрегатное отделение выполнено с расстановкой оборудования необходимого для технологических процессов ремонта агрегатов снятых с автомобилей в зоне ТР.

Выполнен подбор устройств для проведения испытаний коробок передач после проведенного ремонта, выбран прототип - стенд КС-02 послеремонтной обкатки КПП. Главным отличием разработанного стенда является применения для нагружения коробки передач маховых масс изготовленных из диска колеса автомобиля с намотанным на него стальным тросом. Контроль нагрузки осуществляется датчиком сопротивления крутящего момента. Разработан технологический процесс по испытанию коробки передач автомобиля ГАЗ. В заключительном разделе определены вредные факторы производства и меры снижения их влияния на сотрудников предприятия.

Результаты работы отражены в расчетно-пояснительной записке и на листах графической части проекта. На основании представленных результатов, можно сделать вывод о выполнении поставленных задач в рамках выпускной квалификационной работы.

Список используемых источников

1. Егоров, А.Г. Правила оформления выпускных квалификационных работ по программам подготовки бакалавра и специалиста: учебно-методическое пособие / А.Г. Егоров, В.Г. Виткалов, Г.Н. Уполовникова, И.А. Живоглядова, Тольятти, 2012, - 135с.
2. Петин, Ю.П. Технологический расчёт предприятия автомобильного транспорта: Методические указания / Ю.П. Петин, Н.С. Соломатин, Тольятти: ТолПИ, 1991 – 68 с
3. Салов, А.И. Охрана труда на предприятиях автомобильного транспорта: Учебник для студентов автомоб.- дорож. вузов. / А.И. Салов, – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1985. – 351 с., ил., табл.
4. Крамаренко, Г.В. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов / Г.В. Крамаренко, - М.:Транспорт, 1983.- 134 с.
5. Живоглядов, Н.И. Методические указания к выполнению патентных исследований / Н.И. Живоглядов, Е.Е.Андреева Тольятти: ТолПИ, 2001 г. – 168 с.
6. Драгун, А.П. Режущий инструмент / А.П. Драгун Лениздат, 1986. – 349 с.
7. Петросов, В.В. Курсовое проектирование ТИПОРА: Учебное пособие / В.В. Петросов, Н.И. Живоглядов, Н.А. Дунин Тольятти: ТГУ, 2001. – 194 с.
8. Малова, А.Н. Справочник технолога-машиностроителя. / А.Н. Малова Т.1 – М.: Машиностроение, 1972. - 284 с.
9. Волгин, В.В. Автосервис: Создание и компьютеризация: Практическое пособие/ В.В. Волгин. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2008. – 572 с.
10. Малова, А.Н. Справочник технолога-машиностроителя. / А.Н. Малова Т.2 – М.: Машиностроение, 1972. – 346 с.

11. Ицкович, Г.Н. Курсовое проектирование деталей машин: Учебное пособие для техникумов / Г.Н. Ицкович, С.А. Чернавский М.: Машиностроение, 1979. - 256 с
12. Киркач, Н.Ф. Расчёт и проектирование деталей машин: Учебное пособие для техн. вузов / Н.Ф. Киркач, Р.А. Баласанян Х.: Основа, 1991.– 237 с.
13. Горина, Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб.пособие / Л.Н. Горина – Тольятти: ТолПИ, 2000. – 68 с.
14. Писаренко, Г.С. Справочник по сопротивлению материалов / Г.С. Писаренко, А.П. Яковлев, В.В. Матвеев Киев: Наук. Думка, 1988. – 258 с.
15. Абакумов, М.М. Современные станочные приспособления / М.М. Абакумов МАШГИЗ 1960. – 196 с.
16. Боргардт, Е.А. Методические указания по технико-экономическому обоснованию дипломных проектов конструкторского направления для студентов 5-го курса технологического направления специальности 1502. / Е.А. Боргардт Тольятти: ТолПИ, 2000. – 183 с.
17. Марков, О.Д. Станции технического обслуживания автомобилей. /О.Д. Марков. – К.: Кондор, 2008. – 536 с.
18. Проектирование предприятий автомобильного транспорта: учеб. для студентов специальности “Техническая эксплуатация автомобилей” учреждений, обеспечивающих получение высш. образования / М.М. Болбас [и др.]; под ред. М.М. Болбаса. - Мн.: Адукацыя і выхаванне, 2004. – 528 с.
19. Малкин, В.С. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования : учеб.пособие по курсовому проектированию для студ. спец. "Автомобили и автомобильное хозяйство" / В. С. Малкин, Н. И. Живоглазов, Е. Е. Андреева. - Гриф УМО; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2005. - 108 с. : ил. - Биб-лиогр.: с. 67-68. - Прил.: с. 69-107.
20. Бондаренко, Е.В. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования : учебник / Е.В. Бондаренко, Р. Р. Фаскиев. - Гриф УМО. - М. : Академия, 2012. - 304 с.

21. Аринин, И. Н. Техническая эксплуатация автомобилей : Управление технической готовностью подвижного состава : учеб. пособие для вузов / И. Н. Аринин, С. И. Коновалов, Ю. В. Баженов. - Изд. 2-е ; Гриф МО. - Ростов н/Д. : Феникс, 2007. - 314 с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 310-311. - Прил.: с. 291-309. - ISBN 978-5-222-12256-3 : 90-00.

22. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей : Механизация и экол. безопасность производств. процессов : учеб. пособие / В. И. Сарбаев [и др.]. - Ростов н/Д. : Феникс, 2004. - 446 с. : ил. - (Учебники и учебные пособия). - Биб-лиогр.: с. 443-446. - ISBN 5-222-04209-X : 52-15.

23. Автомобильный справочник / Б. С. Васильев [и др.] ; под общ. ред. В. М. Приходько. - М. : Машиностроение, 2004. - 704 с. : ил. - Библиогр.: с. 696. - Прил.: с. 483-695. - ISBN 5-217-03197-2 : 460-00.

24. <https://www.ukrtrans.biz/zakaz-zapchastej-i-oborudovaniya/zakaz-oborudovaniya/superflow/dinamometry/buksirovochnye-dinamometry/buksirovochnyj-dinamometr-td-2500>

25. <https://xn--80aahke6bhm.xn--p1ai/p/35389151-stend-dlya-nastroyki-i-obkatki-kpp-razdatochnyh-korobok-rk-dorozhno-stroitelnyh-mashin-ki-28291/>

26. <http://www.autoopt.ru/articles/products/11022604/>

27. <http://www.kopis.ru/products/139>

