

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование кафедры)

23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Автомобили»

(направленность (профиль)/специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Модернизация раздаточной коробки передач полноприводного
легкового автомобиля 2 класса

Студент

В.Ю. Влазнев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Н.С. Соломатин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

А.Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

И.В. Краснопевцева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

И.о. заведующего кафедрой

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

« _____ » _____ 20 ____ г.

Тольятти 2018

АННОТАЦИЯ

В ходе бакалаврской работы была осуществлена модернизация раздаточной коробки передач для автомобиля ШЕВРОЛЕ-НИВА.

Пояснительная записка к бакалаврской работе содержит следующие разделы:

- Введение. В этом разделе описывается развитие автомобилестроения.
- Состояние вопроса. Описывается назначение разрабатываемого узла и его возможные конструкторские решения.
- Конструкторская часть. Содержит расчёты тяговой динамики автомобиля и конструкторские расчёты деталей узла.
- Технологическая часть. Разработка технологической схемы сборки.
- Безопасность и экологичность объекта. Мероприятия по технике безопасности на производстве и инженерные расчёты помещения.
- Эффективность проекта. В разделе определяется экономическая эффективность, разрабатываемого проекта.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. Состояние вопроса	6
1.1 Назначение раздаточной коробки передач.	6
1.2. Требования к конструкции раздаточной коробки передач.....	6
1.3. Классификация раздаточных коробок.	6
1.4. Выбор и обоснование вносимых изменений в конструкцию раздаточной коробки передач	9
1.5 Состав и описание вносимых изменений в конструкцию раздаточной коробки передач	9
2. Защита интеллектуальной собственности	10
3. Конструкторская часть	11
3.1 Тягово-динамический расчет автомобиля	11
3.2. Расчет элементов раздаточной коробки.....	22
4. Технологическая часть	37
4.1 Технологический процесс сборки раздаточной коробки передач.....	42
4.2 Составление перечня сборочных работ	43
4.3 Определение трудоемкости сборки	48
4.4 Выбор организационной формы сборки.....	48
4.5 Составление маршрутной технологии и проектирование сборочных операций.....	49
5. Безопасность и экологичность объекта	44
6. Экономическая эффективность проекта	49
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	70
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	71
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	73

ВВЕДЕНИЕ

Автоиндустрия – одна из основных секторов мировой экономики. Эффективность работы авто автотранспорта влияет на производительность труда всех секторов экономики и сельского хозяйства. Немаловажный смысл имеют разработка и создание больше современных моделей автомобильной техники, улучшение системы агрегатов автотранспортных средств, совершенствование их эксплуатационных свойств. Важными направленностями последующего увеличения технического значения авто техники считаются сокращение затраты горючего и масла, понижение трудозатрат технического сервиса, затраты материалов на изготовление автомобиля, снижение значения шума и токсичности отработавших газов, увеличение защищенности и безопасности всех участников движения.

Больших характеристик топливной экономичности возможно добиться в итоге последующего сокращения массы автомашины, установки дизелей, совершенствования аэродинамических характеристик, улучшения систем трансмиссий и иных узлов, расширения использования электрических приборов, позволяющих поддерживать подходящие режимы перемещения.

Масса автомобилей может быть уменьшена при широком применении нетяжелых сплавов, пластмасс, прочных сталей, а еще при оптимальном конструировании сборочных единиц и конструирования с помощью ЭВМ.

В данной работе бакалавра модернизируется раздаточная коробка передач, а именно заменяется скользящая муфта блокировки дифференциала, на синхронизатор, что дает возможность блокировать дифференциал при движении автомобиля.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение раздаточной коробки передач

Раздаточные коробки используются для передачи и распределения крутящего момента нескольких ведущих мостов с автомобилями. Как правило, распределительный ящик объединяется в один механизм с дополнительным ящиком, который, как правило, имеет две передачи. И, как правило, оба этапа понижения или один прямой, а другой понижение. Применение дополнительных этапов расширяет диапазон применения тяги и скорости автомобиля в различных дорожных условиях. [1] [3]

1.2 Требования к конструкции раздаточной коробки передач

Предъявляют следующие требования:

- распределение крутящего момента между ведущими мостами должно обеспечить высокую проходимость автомобиля; при этом циркуляция мощности должна быть исключена;

- увеличение тяговых усилий на ведущих колесах, необходимое для преодоления сопротивлений при движении автомобиля по плохим дорогам и бездорожью; [9]

- возможность движения автомобиля с минимальной скоростью ($V_{\min} = 2,5-5,0$ км/ч) при работе двигателя на режиме с максимальным моментом.

1.3 Классификация раздаточных коробок

В зависимости от назначения автомобиля применяются раздаточные коробки различного типа: [11] [13]

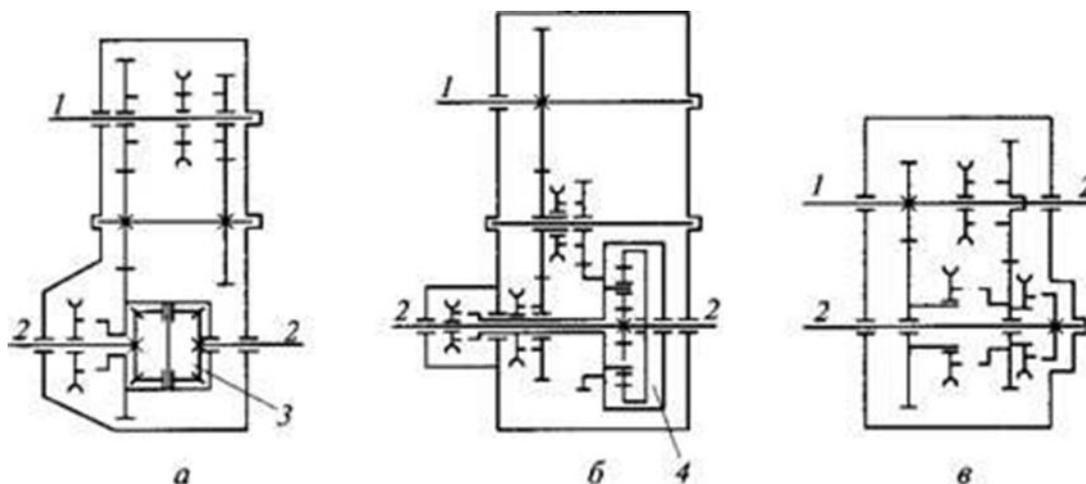
- по расположению валов:

- с соосными валами
- с несоосными валами

- по приводу ведущих мостов:

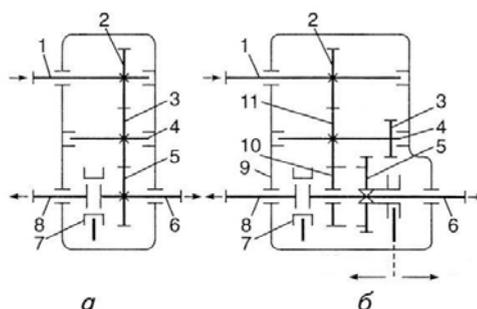
- с заблокированным приводом

- с дифференциальным приводом
 - по числу передач:
- одноступенчатые
- двухступенчатые
- трехступенчатые



а, б – с соосными валами и дифференциальным приводом; в – несоосными валами и блокированным приводом; 1 – ведущий вал, 3 – симметричный дифференциал, 4 – несимметричный дифференциал. [5]

Рисунок 1.1 – Схемы раздаточных коробок по расположению валов



а – без понижающей передачи, б – с понижающей передачей, 1 – ведущий вал, 2 – ведущая шестерня, 3 – шестерня промежуточного вала, 4 – промежуточный вал, 5 – ведомая шестерня, 6 – вал заднего моста, 7 – зубчатая муфта, 8 – вал привода переднего моста, 9 – корпус раздаточной коробки, 10 – шестерня постоянного зацепления, 11 – передняя шестерня промежуточного вала. [7]

Рисунок 1.2 – Схемы раздаточных коробок

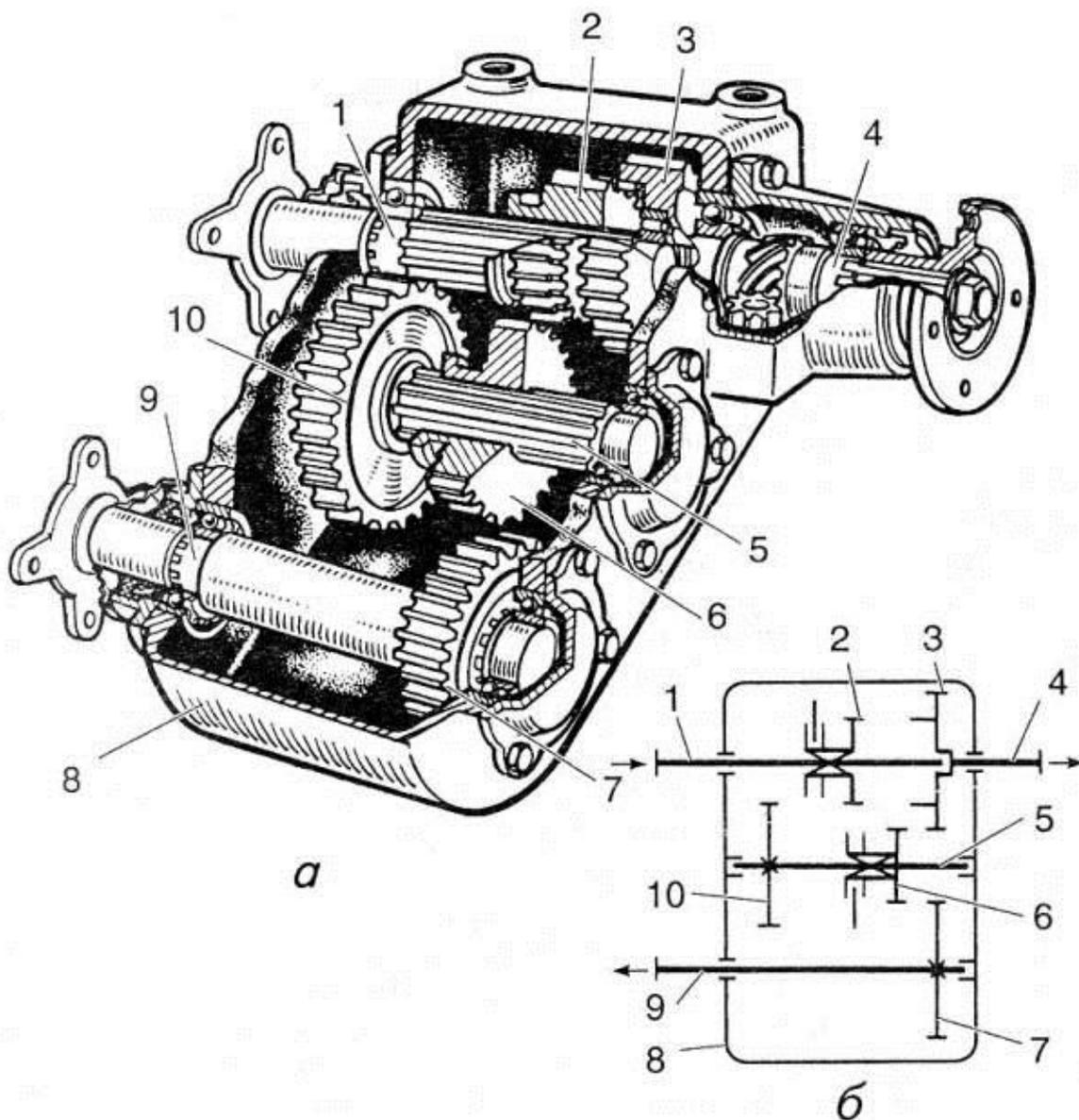


Рисунок 1.3 – Раздаточная коробка соосная

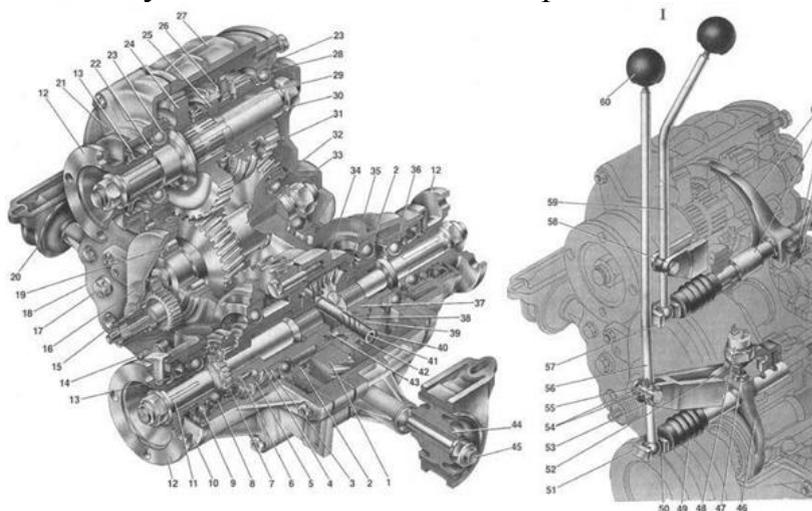


Рисунок 1.4 – Схема работы раздаточной коробки автомобиля «НИВА»

1.4 Выбор и обоснование вносимых изменений в конструкцию раздаточной коробки передач

В связи с все растущей конкуренцией на мировом рынке среди производителей автомобилей, необходимо повышать конкурентоспособность автомобилей отечественного производства. В данной бакалаврской работе основной целью является достижение возможности блокирования дифференциала прямо при движении автомобиля, что в какой то степени повысит его проходимость при езде по бездорожью, поскольку что бы заблокировать дифференциал автомобилю не нужно останавливаться. А значит и повысит конкурентоспособность данного автомобиля, что будет иметь положительный экономический эффект.

1.5 Состав и описание вносимых изменений в конструкцию раздаточной коробки передач

Данная цель бакалаврской работы решается следующим способом: Скользящую муфту блокировки дифференциала предлагается заменить на синхронизатор. Все конструкторские расчеты по данному элементу проектируемого узла находятся в конструкторской части данной бакалаврской работы.

2 Защита интеллектуальной собственности (не предусмотрено)

3 Конструкторская часть

3.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

3.1.1 Исходные данные

Кол-во приводных колес.....	$nk = 4$
Собст-й вес, кг.....	$m_0 = 1400$
Места в автомобиле.....	5
Макс-я ск-ть, м/с.....	$V_{max} = 37,50$
Макс-я част. вр-я дв-ля, рад/с.....	$\omega_{max} = 630$
Мин-я част. вр-я дв-ля, рад/с.....	$\omega_{min} = 105$
Коэфф-т аэродин-го сопр-я.....	$C_x = 0,46$
Величина макс-й преод-й подъем.....	$\alpha_{max} = 0,30$
Коэфф-т полезного действ. трансм.....	$\eta_{TP} = 0,91$
Площ. попер-го сеч-я, м ²	$H = 2,34$
Коэфф-т сопр-я кач-ю.....	$f_{ko} = 0,018$
Кол-во пер. в КПП.....	5
Распр-е массы авто-ля, % :	
Передн. ось.....	45
Задн. ось.....	55
Плотн-ть возд, кг/м ³	$\rho = 1,293$
Плотн-ть топл, кг/л.....	$\rho_t = 0,72$

[2]

3.1.2 Подготовка исходных данных для тягового расчёта

а) Определение полного веса и его распределение по осям

$$G_A = G_0 + G_{II} + G_B, \quad (3.1)$$

где G_0 – собств-й вес авто-ля;

G_n – вес пассажиров;

G_b – вес багажа.

$$G_0 = m_0 \cdot g = 1400 \cdot 9,807 = 13730 \text{ Н}, \quad (3.2)$$

$$G_{II} = G_{II1} \cdot 5 = m_{II1} \cdot g \cdot 5 = 75 \cdot 9,807 \cdot 5 = 3678 \text{ Н}, \quad (3.3)$$

$$G_B = G_{B1} \cdot 5 = m_{B1} \cdot g \cdot 5 = 10 \cdot 9,807 \cdot 5 = 490 \text{ Н}, \quad (3.4)$$

$$G_A = 13730 + 3678 + 490 = 17898 \text{ Н}, \quad (3.5)$$

$$G_1 = G_A \cdot 45 = 17898 \cdot 45 = 8054 \text{ Н}, \quad (3.6)$$

$$G_2 = G_A \cdot 55 = 17898 \cdot 55 = 9844 \text{ Н} \quad (3.7)$$

б) Подбор шин

Шины 205/75 R15.

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \quad (3.8)$$

где r_k – рад. кач-я кол.;

r_{CT} – стат-й рад. кол.;

$B = 205$ – шир. проф., мм;

$\kappa = 0,75$ – отн-е выс. про. к шир. проф.;

$d = 381$ – посад-й диам., мм;

$\lambda = 0,85$ – коэфф-т типа шины.

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot 381 + 0,75 \cdot 0,85 \cdot 205) \cdot 10^{-3} = 0,321 \text{ м}$$

3.1.3 Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_K}{U_K \cdot U_{PK}} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}}, \quad (3.9)$$

где U_K – пер-ое число высш. пер. в КПП, на кот. обесп-я макс-я скор-ть, число высшей передачи КП равно 0,820;

U_{PK} – пер-е число разд-й КП, примем равным 1,2.

$$U_0 = (0,321 \cdot 630) / (0,820 \cdot 1,2 \cdot 37,50) = 5,501$$

3.1.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя

Таблица 3.1 – Внешняя скоростная характеристика

Обор. двс, об/мин	Угл. скорость, рад/с	Мощн. двс, кВт	М двс, Н*м
1003	105	12,0	114,4
1400	147	17,4	118,5
1800	188	22,9	121,5
2200	230	28,5	123,7
2600	272	34,0	124,8
3000	314	39,3	124,9
3400	356	44,2	124,1
3800	398	48,7	122,3
4200	440	52,6	119,6
4600	482	55,8	115,8
5000	524	58,2	111,1
5400	565	59,6	105,4
5800	607	60,0	98,8
6016	630	59,7	94,8

Принимаем $N_{MAX} = 60000$ Вт.

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (3.10)$$

где $C_1 = C_2 = 1$ – коэфф-ты характеризующие тип двигателя.

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \quad (3.11)$$

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi} \quad (3.12)$$

где n_e – обороты двигателя, об/мин.

3.1.5 Определение передаточных чисел коробки передач

$$U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0 \cdot U_{ГП}} \quad (3.13)$$

где ψ_{MAX} – коэфф-т сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля с учётом вычтены преодолеваемого подъёма.

$$\psi_{MAX} = f_{V_{max}} + \alpha_{MAX} = \psi_V + \alpha_{MAX} \quad (3.14)$$

U_{PK} – передаточное число раздаточной коробки передач (максимальный динамический фактор реализуется на низшей ступени раздаточной коробки, значение которой равно 2,1).

$$\psi_{MAX} = 0,031 + 0,30 = 0,331$$

$$U_1 \geq 17898 \cdot 0,331 \cdot 0,321 / (124,9 \cdot 0,91 \cdot 5,501 \cdot 2,1) = 1,452$$

$$U_1 \leq \frac{G_{сц} \cdot \varphi \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0 \cdot U_{ГП}} \quad (3.15)$$

где $G_{сц}$ – сцепной вес автомобиля ($G_{сц} = G_1 \cdot m_1 = 8054 \cdot 0,9 = 7249$ Н, m_1 – коэфф-т перераспределения нагрузки на передние колёса);

φ – коэфф-т сцепления ($\varphi = 0,8$).

$$U_1 \leq 7249 \cdot 0,8 \cdot 0,321 / (124,9 \cdot 0,91 \cdot 5,501 \cdot 2,1) = 3,512$$

Примем значение первой передачи равным: $U_1 = 3,500$.

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (3,500 / 0,820)^{1/4} = 1,437, \quad (3.16)$$

$$U_2 = U_1 / q = 3,500 / 1,437 = 2,435, \quad (3.17)$$

$$U_3 = U_2 / q = 2,435 / 1,437 = 1,694, \quad (3.18)$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,694 / 1,437 = 1,179, \quad (3.19)$$

$$U_5 = 0,820.$$

Для дальнейшего расчёта принимаем действительные передаточные числа трансмиссии автомобиля NIVA:

$U_{КП}$: 3,67; 2,10; 1,36; 1,00; 0,82;

$U_{ГП}$: 4,10.

Расчёты проводятся для высшей ступени раздаточной коробки передач.

3.1.6 Скорость движения автомобиля на различных передачах

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_K}{U_{КП} \cdot U_0} \quad (3.20)$$

Таблица 3.2 – Скорость автомобиля на различных передачах

Обор. двс, об/мин	Скор. на 1 пер, м/с	Скор. на 2 пер, м/с	Скор. на 3 пер, м/с	Скор. на 4 пер, м/с	Скор. на 5 пер, м/с
003	1,9	3,3	5,1	6,9	8,4
1400	2,6	4,6	7,1	9,6	11,7
1800	3,4	5,9	9,1	12,3	15,1
2200	4,1	7,2	11,1	15,1	18,4
2600	4,9	8,5	13,1	17,8	21,7
3000	5,6	9,8	15,1	20,6	25,1
3400	6,4	11,1	17,1	23,3	28,4
3800	7,1	12,4	19,2	26,1	31,8
4200	7,8	13,7	21,2	28,8	35,1
4600	8,6	15,0	23,2	31,5	38,5
5000	9,3	16,3	25,2	34,3	41,8
5400	10,1	17,6	27,2	37,0	45,2
5800	10,8	18,9	29,2	39,8	48,5
6016	11,2	19,6	30,3	41,3	50,3

3.1.7 Сила тяги на ведущих колёсах

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{К.П.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_K} \quad (3.21)$$

Таблица 3.3 – Тяговый баланс

Обор. дв-ля, об/мин	F тяги на 1 пер, Н	F тяги на 2 пер, Н	F тяги на 3 пер, Н	F тяги на 4 пер, Н	F тяги на 5 пер, Н
1003	5836	3339	2163	1590	1304
1400	6041	3457	2239	1646	1350
1800	6199	3547	2297	1689	1385
2200	6306	3608	2337	1718	1409
2600	6364	3641	2358	1734	1422
3000	6372	3646	2361	1736	1424
3400	6330	3622	2346	1725	1414
3800	6239	3570	2312	1700	1394
4200	6098	3489	2260	1662	1362
4600	5907	3380	2189	1610	1320
5000	5666	3242	2100	1544	1266
5400	5376	3076	1992	1465	1201
5800	5036	2882	1866	1372	1125
6016	4832	2765	1791	1317	1080

3.1.8 Силы сопротивления движению

Сила сопротивления воздуху:

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_x \cdot \frac{V_A^2}{2}. \quad (3.22)$$

Сила сопротивления качению:

$$F_f = G_A \cdot f_k; \quad (3.23)$$

$$f_k = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (3.24)$$

Полученные данные заносим в таблицу.

Таблица 3.4 – Силы сопротивления движению

Скор-ть, м/с	F сопр. возд, Н	F сопр. кач-ю, Н	Σ F сопр. движ-ю, Н
0	0	322	322
5	17	326	344
10	70	338	408
15	157	358	515
20	278	387	665
25	435	423	858
30	626	467	1093
35	852	519	1372
40	1113	580	1693
45	1409	648	2058
50	1740	725	2465

3.1.9 Динамический фактор

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A}, \quad (3.25)$$

$$D_\varphi = \frac{G_{сц} \cdot \varphi}{G_A}, \quad (3.26)$$

Таблица 3.5 – Динамический фактор на передачах

Обор. двс, об/мин	Дин-й фактор на 1пер	Дин-й фактор на 2пер	Дин-й фактор на 3пер	Дин-й фактор на 4пер	Дин-й фактор на 5пер
1003	0,326	0,186	0,120	0,087	0,070
1400	0,337	0,192	0,123	0,088	0,070
1800	0,346	0,197	0,125	0,088	0,069
2200	0,352	0,200	0,126	0,087	0,066
2600	0,355	0,201	0,125	0,085	0,061
3000	0,355	0,200	0,123	0,081	0,055
3400	0,352	0,198	0,120	0,075	0,048
3800	0,347	0,193	0,115	0,069	0,039
4200	0,338	0,188	0,109	0,061	0,028
4600	0,327	0,180	0,101	0,051	0,016
5000	0,313	0,171	0,093	0,041	0,003
5400	0,296	0,160	0,082	0,029	-0,012
5800	0,277	0,147	0,071	0,015	-0,029
6016	0,265	0,139	0,064	0,007	-0,038

3.1.10 Ускорения автомобиля

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (3.27)$$

где δ_{BP} – коэфф-т учета вращающихся масс,

Ψ – коэфф-т суммарного сопротивления дороги.

$$\Psi = f + i \quad (3.28)$$

где i – величина преодолеваемого подъёма ($i = 0$).

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{КП}^2), \quad (3.29)$$

где δ_1 – коэфф-т учёта вращающихся масс колёс;

δ_2 – коэфф-т учёта вращающихся масс двигателя.

$$\delta_1 = \delta_2 = 0,015.$$

Таблица 3.6 – Коэфф-т учета вращающихся масс

	U1	U2	U3	U4	U5
δ	1,217	1,081	1,043	1,030	1,025

Таблица 3.7 – Ускорение автомобиля на передачах

Обор двс, об/мин	Ускор. на 1 пер, м/с ²	Ускор. на 2 пер, м/с ²	Ускор. на 3 пер, м/с ²	Ускор. на 4 пер, м/с ²	Ускор. на 5 пер, м/с ²
1003	2,48	1,52	0,96	0,65	0,49
1400	2,57	1,58	0,98	0,66	0,49
1800	2,64	1,62	1,00	0,66	0,46
2200	2,69	1,64	1,00	0,64	0,43
2600	2,71	1,65	0,99	0,61	0,37
3000	2,71	1,64	0,97	0,56	0,30
3400	2,69	1,62	0,93	0,50	0,21
3800	2,64	1,58	0,88	0,42	0,11
4200	2,58	1,52	0,82	0,33	-0,01
4600	2,49	1,45	0,74	0,23	-0,14
5000	2,37	1,36	0,65	0,11	-0,30
5400	2,24	1,26	0,54	-0,02	-0,46
5800	2,08	1,14	0,43	-0,16	-0,65
6016	1,98	1,07	0,36	-0,25	-0,75

3.1.11 Величины обратные ускорениям автомобиля

Таблица 3.8 – Величины обратные ускорениям автомобиля

Обор двс, об/мин	Обр.ускор. на 1пер, с2/м	Обр.ускор. на 2пер, с2/м	Обр.ускор. на 3пер, с2/м	Обр.ускор. на 4пер, с2/м	Обр.ускор. на 5пер, с2/м
1003	0,40	0,66	1,05	1,53	2,03
1400	0,39	0,63	1,02	1,51	2,05
1800	0,38	0,62	1,00	1,52	2,15
2200	0,37	0,61	1,00	1,56	2,35
2600	0,37	0,61	1,01	1,65	2,69
3000	0,37	0,61	1,03	1,79	3,33
3400	0,37	0,62	1,07	2,01	4,68
3800	0,38	0,63	1,14	2,36	9,07
4200	0,39	0,66	1,23	2,99	-109,24
4600	0,40	0,69	1,35	4,33	-6,91
5000	0,42	0,73	1,54	8,77	-3,37
5400	0,45	0,79	1,84	-57,71	-2,15
5800	0,48	0,88	2,35	-6,15	-1,54
6016	0,50	0,93	2,80	-4,05	-1,32

3.1.12 Время и путь разгона

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i), \quad (3.30)$$

$$\left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_k = \frac{(1/j)_{k-1} + (1/j)_k}{2} \quad (3.31)$$

где k – порядковый номер интервала.

$$\Delta t = \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_k \cdot (V_k - V_{k-1}), \quad (3.32)$$

$$t_1 = \Delta t_1, \quad t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, \quad t_n = \sum_{k=1}^n \Delta t_k \quad (3.33)$$

где t_1 – время разгона от скорости V_0 до скорости V_1 ,

t_2 – время разгона до скорости V_2 .

Таблица 3.9 – Время разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	Вр. t, с
0-5	204	1,0
0-10	611	3,1
0-15	1201	6,0
0-20	2026	10,1
0-25	3166	15,8
0-30	4759	23,8
0-35	6944	34,7

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) \approx V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \quad (3.34)$$

где $k = 1$;

m – порядковый номер интервала, m выбирается произвольно ($m = n$).

Путь разгона от скорости V_0

до скорости V_1 :

$$S_1 = \Delta S_1, \quad (3.35)$$

до скорости V_2 :

$$S_2 = \Delta S_1 + \Delta S_2, \quad (3.36)$$

до скорости V_n :

$$S_n = \sum_{k=1}^m \Delta S_k \quad (3.37)$$

Результаты расчёта заносятся в таблицу:

Таблица 3.10 – Путь разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	ПутьS, м
0-5	51	3
0-10	356	18
0-15	1094	55
0-20	2538	127
0-25	5103	255
0-30	9484	474
0-35	16586	829

3.1.13 Мощностной баланс

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \quad (3.38)$$

где: N_f – мощн-ть, затрач-ая на преод-ие сопр-я кач-ю;

N_B – мощн-ть, затрач-ая на преод-ие сопр-я воздуха;

N_{II} – мощн-ть, затрач-ая на преод-ие сопр-я подъема ($N_{II} = 0$);

N_j – мощн-ть, затрач-ая на уск-ие авто-ля ($N_j = 0$).

Таблица 3.11 – Мощностной баланс

Обор. дв-ля, об/мин	Мощн. на кол., кВт
1003	10,9
1400	15,8
1800	20,8
2200	25,9
2600	30,9
3000	35,7
3400	40,2
3800	44,3
4200	47,9
4600	50,8
5000	52,9
5400	54,2
5800	54,6
6016	54,3

Таблица 3.12 – Мощность сопротивления движению

Скор., м/с	Мощн. сопр. воз.	Мощн. сопр кач- я	Сумм. мощн. сопр
0	0,0	0,0	0,0
5	0,1	1,6	1,7
10	0,7	3,4	4,1
15	2,3	5,4	7,7
20	5,6	7,7	13,3
25	10,9	10,6	21,4
30	18,8	14,0	32,8
35	29,8	18,2	48,0
40	44,5	23,2	67,7
45	63,4	29,2	92,6
50	87,0	36,2	123,2

3.1.14 Топливоно-экономическая характеристика

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e\min} K_{II} \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (3.39)$$

где $g_{E\min} = 290$ г/(кВт·ч) – минимальный удельный расход топлива.

$$K_{II} = 1,152 \cdot I^2 - 1,728 \cdot I + 1,523, \quad (3.40)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227, \quad (3.41)$$

$$I = \frac{N_f + N_B}{N_T}; \quad E = \frac{w_e}{w_{eN}}. \quad (3.42)$$

Таблица 3.13 – Путевой расход топлива на высшей передаче

Обор. двс, об/мин	Скор., м/с	Значение И	Значение Е	Значение К _И	Значение К _Е	Значение Q _□
1003	8,4	0,293	0,175	1,115	1,161	6,7
1400	11,7	0,326	0,244	1,082	1,125	7,2
1800	15,1	0,373	0,314	1,039	1,093	7,9
2200	18,4	0,435	0,384	0,990	1,066	8,7
2600	21,7	0,512	0,454	0,940	1,044	9,7
3000	25,1	0,605	0,524	0,899	1,028	10,8
3400	28,4	0,718	0,593	0,876	1,017	12,2
3800	31,8	0,852	0,663	0,887	1,011	14,4
4200	35,1	1,013	0,733	0,954	1,010	18,0

3.2 Расчет элементов раздаточной коробки передач

Данный проверочный расчет выполняется с учетом уменьшения скорости автомобиля за время синхронизации. Влиянием сопротивления масляной ванны и сил трения в подшипниках и зубчатых зацеплениях пренебрегаем. При проверочном расчете определяется время синхронизации и удельная работа за одно включение. [5]

3.2.1 Время синхронизации

$$t_c := \frac{\left(J_{\Sigma} \cdot U^2 \cdot \Delta\omega_{\text{нач}} \right)^2}{M_{\mu} - J_{\Sigma} \cdot U^2 \cdot \varepsilon_c} \quad (3.43)$$

где t_c – время синхронизации, сек;

M_{μ} – момент трения синхронизатора, Н.м;

J_{Σ} – суммарный приведенный момент инерции, кг.м²;

U – передаточное число;

$\Delta\omega_{\text{нач}}$ – начальная разность угловых скоростей, рад/с;

ε_c – угловое замедление вала, на котором расположен синхронизатор, рад/с².

$$J_{\Sigma} := 0.2$$

$$\Delta\omega_{\text{нач}} := 1500$$

$$U := 0.8$$

$$\varepsilon_c := 700$$

3.2.2 Момент трения синхронизатора

$$M_{\mu} := \frac{r_{\mu} \cdot \mu \cdot Q}{\arcsin \gamma} \quad (3.44)$$

где r_{μ} – средний радиус поверхности трения синхронизатора, мм;

μ – коэфф-т трения;

γ – половина угла конуса, град;

Q – осевая сила на передвигной муфте, Н.

$$r_{\mu} := 22$$

$$\mu := 0.06$$

$$\gamma := 7$$

3.2.3 Осевая сила

$$Q := P_p \cdot U_{pm} \cdot \eta \quad (3.45)$$

где P_p – нормативное усилие на рукоятке рычага переключения, Н;

U_{pm} – передаточное число от рукоятки рычага к муфте;

η – коэфф-т полезного действия привода переключения.

$$P_p := 60$$

$$U_{pm} := 9$$

$$\eta := 0.9$$

$$Q := P_p \cdot U_{pm} \cdot \eta$$

$$Q = 486 \text{ Н}$$

$$M_{\mu} := \frac{r_{\mu} \cdot \mu \cdot Q}{\sin \gamma} \quad (3.46)$$

$$M_{\mu} = 976.46$$

$$t_c := \frac{\left(J_{\Sigma} \cdot U^2 \cdot \Delta\omega_{\text{нач}} \right)}{M_{\mu} - J_{\Sigma} \cdot U^2 \cdot \varepsilon_c} \quad (3.47)$$

$$t_c = 0.22$$

Для легковых автомобилей время синхронизации 0,15...0,3 с.

3.2.3 Расчет зубчатой передачи

Исходные параметры для расчета на прочность зубчатой передачи:

$z_1 := 22$ - число зубьев муфты.

$z_2 := 22$ - число зубьев ступицы.

$m := 2.5$ - нормальный модуль, м.

$b_1 := 22$ - ширина венца шестерни, мм.

$b_2 := 14$ - ширина венца колеса, мм.

$x_1 := 0$ - коэфф-т смещения шестерни.

$x_2 := 0$ - коэфф-т смещения колеса.

$\beta := 16.4$ - угол наклона, град.

$R_a := 2.0$ - шероховатость поверхности, мкм.

$T_j := 70$ - постоянная нагрузка, Нм.

$n := 2000$ - частота вращения ведущего зубчатого колеса, 1/мин.

$f_{KE} := 0$ - отклонение положения контактных линий вследствие упругой деформации и зазора в подшипниках, мкм.

25ХГМ – марка стали шестерни.

40Х - марка стали зубчатого колеса.

$h_{t1} := 1$ – толщина упроченного слоя шестерни.

$h_{t2} := 1$ – толщина упроченного слоя колеса.

$Ho_1 := 58 \text{ HRC}$ – твердость поверхности зуба шестерни.

$Ho_2 := 50 \text{ HRC}$ – твердость поверхности зуба колеса.

$Hk_1 := 500 \text{ HV}$ – твердость сердцевины зуба шестерни.

$Hk_2 := 500 \text{ HV}$ – твердость сердцевины зуба колеса.

$\sigma_{\tau 1} := 1400$ – предел текучести материала шестерни, МПа.

$\sigma_{\tau 2} := 1200$ – предел текучести материала колеса, МПа.

$L_h := 1100$ – требуемая долговечность.

Определение геометрических и кинематических параметров.

Делительный угол профиля в торцовом сечении α_t .

$$\alpha := \frac{\pi}{180} \cdot 20, \quad (3.48)$$

$$\beta := \frac{\pi}{180} \cdot 16.4, \quad (3.49)$$

$$\alpha_t := \operatorname{atan}\left(\frac{\tan|\alpha|}{\cos|\beta|}\right) \quad (3.50)$$

$$\alpha_t = 20.78 \text{ deg}$$

Угол зацепления $\alpha_{t\omega}$.

$$\alpha_{t\omega} := \frac{2 \cdot (x_1 + x_2) \cdot \tan|\alpha|}{z_1 + z_2} + \alpha_t \quad (3.51)$$

$$\alpha_{t\omega} = 20.78 \text{ deg}$$

Межосевое расстояние a_ω .

$$a_\omega := \frac{(z_1 + z_2) \cdot m}{2 \cdot \cos|\beta|} \cdot \frac{\cos|\alpha_t|}{\cos|\alpha_{t\omega}|} \quad (3.52)$$

$$a_\omega = 57.33$$

Делительные диаметры d , мм.

$$d_1 := \frac{m \cdot z_1}{\cos|\beta|} \quad (3.53)$$

$$d_1 = 57.33$$

$$d_2 := \frac{m \cdot z_2}{\cos|\beta|} \quad (3.54)$$

$$d_2 = 57.33$$

Диаметры вершин d_a , мм.

$$d_{a1} := d_1 + 2 \cdot m \cdot (1 + x_1) \quad (3.55)$$

$$d_{a1} = 62.33$$

$$d_{a2} := d_2 + 2 \cdot m \cdot (1 + x_2) \quad (3.56)$$

$$d_{a2} = 62.33$$

Основные диаметры d_b , мм.

$$d_{b1} := d_1 \cdot \cos \alpha_t \quad (3.57)$$

$$d_{b1} = 53.6$$

$$d_{b2} := d_2 \cdot \cos \alpha_t \quad (3.58)$$

$$d_{b2} = 53.6$$

Углы профиля зуба в точках на окружностях вершин α_a .

$$\alpha_{a1} := \arccos \left(\frac{d_{b1}}{d_{a1}} \right) \quad (3.59)$$

$$\alpha_{a1} = 30.69 \text{ deg}$$

$$\alpha_{a2} := \arccos \left(\frac{d_{b2}}{d_{a2}} \right) \quad (3.60)$$

$$\alpha_{a2} = 30.69 \text{ deg}$$

Составляющие коэфф-та торцового перекрытия ϵ_a .

$$\epsilon_{a1} := \frac{z_1 \cdot \left| \tan \alpha_{a1} - \tan \alpha_{t0} \right|}{2 \cdot \pi} \quad (3.61)$$

$$\epsilon_{a1} = 0.75$$

$$\epsilon_{a2} := \frac{z_2 \cdot \left| \tan \alpha_{a2} - \tan \alpha_{t0} \right|}{2 \cdot \pi} \quad (3.62)$$

$$\epsilon_{a2} = 0.75$$

Коэфф-т торцового перекрытия ϵ_α .

$$\epsilon_\alpha := \epsilon_{a1} + \epsilon_{a2} \quad (3.63)$$

$$\epsilon_\alpha = 1.5$$

Осевой шаг p_x .

$$p_x := \frac{\pi \cdot m}{\sin \beta} \quad (3.64)$$

$$p_x = 27.82$$

Коэфф-т осевого перекрытия ε_β .

$$\varepsilon_\beta := \frac{b_2}{p_x} \quad (3.65)$$

$$\varepsilon_\beta = 0.5$$

Сумарный коэфф-т перекрытия ε_γ .

$$\varepsilon_\gamma := \varepsilon_\alpha + \varepsilon_\beta \quad (3.66)$$

$$\varepsilon_\gamma = 2$$

Основной угол наклона β_b .

$$\beta_b := \arcsin(|\sin \beta| \cdot \cos \alpha) \quad (3.67)$$

$$\beta_b = 15.39 \text{ deg}$$

Эквивалентные числа зубьев z_v .

$$z_{v1} := \frac{z_1}{|\cos \beta|^3} \quad (3.68)$$

$$z_{v1} = 24.92$$

$$z_{v2} := \frac{z_2}{|\cos \beta|^3} \quad (3.69)$$

$$z_{v2} = 24.92$$

Окружная скорость v .

$$v := \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n}{60000} \quad (3.70)$$

$$v = 6$$

Коэфф-т, учитывающий механические свойства сопряженных зубчатых колес, Z_E .

$$v_1 := 0.3$$

$$E := 2.1 \cdot 10^5$$

МПа

$$v_2 := v_1$$

$$E_1 := E$$

$$E_2 := E_1$$

$$Z_E := \sqrt{\frac{1}{\pi \cdot \left[\frac{1 - |v_1|^2}{E_1} + \frac{1 - |v_2|^2}{E_2} \right]}} \quad (3.71)$$

$$Z_E = 191.65$$

Коэфф-т, учитывающий форму сопряженных поверхностей зубьев в полюсе зацепления, Z_H .

$$Z_H := \frac{1}{\cos \alpha_t} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \cos \beta_b}{\tan \alpha_{t\omega}}} \quad (3.72)$$

$$Z_H = 2.41$$

Коэфф-т, учитывающий суммарную длину контактных линий, Z_ε .

Для

$$\varepsilon_\beta \geq 1$$

$$Z_\varepsilon := \sqrt{\frac{1}{\varepsilon_\alpha}} \quad (3.73)$$

$$Z_\varepsilon = 0.82$$

Окружная сила на делительном цилиндре F_{Ht} , Н.

$$F_{Ht} := \frac{2000 \cdot T_j}{d_1} \quad (3.74)$$

$$F_{Ht} = 2441.89$$

Коэфф-т, учитывающий внешнюю динамическую нагрузку, K_A

Поскольку нагрузка постоянная и в ней учтены внешние нагрузки:

$$K_A := 1$$

Проверка на резонансную зону. При выполнении условия: $\frac{v \cdot z1}{1000} < 1.4$ для косозубых передач.

Резонансная зона далеко и определение коэфф-та K_{Hv} можно проводить по формуле:

$$K_{Hv} := \frac{v \cdot z1}{1000} \quad (3.75)$$

$$K_{Hv} = 0.13$$

Коэфф-т, учитывающий влияние вида зубчатой передачи и модификации профиля головок зубьев, δ_H .

При твердости $H1 < 350 \text{ HV}$ и $H2 < 350 \text{ HV}$ для косых зубьев:

$$\delta_H := 0.004$$

Коэфф-т, учитывающий влияние разности шагов зацепления зубьев шестерни и колеса, g_0 .

Для 7-ой степени точности передачи по нормам плавности и при модуле $m = 2$: $g_0 := 47$

Удельная окружная динамическая сила ω_{Hv} .

$$u := 6.1$$

$$\omega_{Hv} := \delta_H \cdot g_0 \cdot v \cdot \sqrt{\frac{a_\omega}{u}} \quad (3.76)$$

$$\omega_{Hv} = 3.46$$

Динамическая добавка v_H .

$$v_H := \frac{\omega_{Hv} \cdot b2 \cdot d1}{2000 \cdot T_j \cdot K_A} \quad (3.77)$$

$$v_H = 0.02$$

Коэфф-т, учитывающий динамическую нагрузку, возникающую в зацеплении, K_{Hv} .

$$K_{Hv} := 1 + v_H \quad (3.78)$$

$$K_{Hv} = 1.02$$

Допуск на погрешность направления зуба F_β , мкм.

По ГОСТ 1643-81 для 7-й степени точности по нормам контактов при ширине зубчатого венца $b_2 = 24$ мм: $F_\beta := 9$

Отклонение положения контактных линий вследствие погрешностей изготовления f_{kZ} , мкм.

$$f_{kZ} := 0.5 \cdot F_\beta \quad (3.79)$$

$$f_{kZ} = 4.5$$

Фактическое отклонение положения контактных линий в начальный период работы передачи f_{0kY} , мкм.

$$f_{kE} := 0$$

$$f_{0kY} := f_{kE} + f_{kZ} \quad (3.80)$$

$$f_{0kY} = 4.5$$

Удельная нормальная жесткость пары зубьев C_1 , мкм.

при $x_1=0$ и $x_2=0$: $C_1 := 17.4$

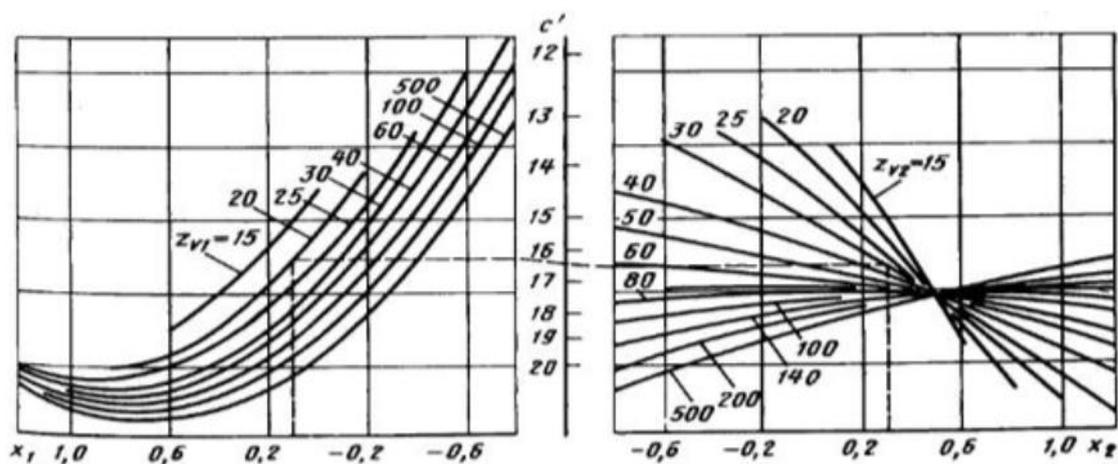


Рисунок 3.1 - Удельная нормальная жесткость пары зубьев C_1 , мкм.

Коэфф-т, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по длине контактных линий в начальный период работы передачи, $K_{0H\beta}$.

$$K_k := 0.14$$

$$K_{\alpha H\beta} := 1 + \frac{0.4 \cdot b_2 \cdot f_{0kY} \cdot C_1 \cdot \cos|\alpha_t|}{F_{Ht} \cdot K_A \cdot K_{Hv} \cdot Z_\varepsilon} \cdot K_k \cdot \left(\frac{b_2}{d_2}\right) \quad (3.81)$$

$$K_{\alpha H\beta} = 1.01$$

Коэфф-т, учитывающий приработку зубьев, $K_{H\omega}$.

$$H_{Hv} := 300$$

$$K_{H\omega} := 1 - \frac{20}{\left|0.01 \cdot H_{Hv} + 2\right|^2 \cdot \left|v + 4\right|^{0.25}} \quad (3.82)$$

$$K_{H\omega} = 0.55$$

Коэфф-т, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по длине контактных линий, $K_{H\beta}$.

$$K_{H\beta} := 1 + \left|K_{\alpha H\beta} - 1\right| \cdot K_{H\omega} \quad (3.83)$$

$$K_{H\beta} = 1$$

Средняя удельная торцовая жесткость зубьев пары зубчатых колес C_γ , Н/(мм.мкм).

$$C_\gamma := C_1 \cdot \left|0.5 \cdot \varepsilon_\alpha + 0.25\right| \quad (3.84)$$

$$C_\gamma = 17.39$$

Предельные отклонения шага зацепления f_{pb} , мкм.

По ГОСТ 1643-81 для 7-ой степени точности по нормам плавности при модуле $m = 2$ мм и соответствующих делительных диаметрах.

$$d_1 = 57.33 \text{ мм}$$

$$d_2 = 57.33 \text{ мм}$$

$$f_{pb1} := 15$$

$$f_{pb2} := 15$$

Предел контактной выносливости σ_{Hlim2} , МПа.

$$H_{HRC3} := 50$$

$$\sigma_{Hlim2} := 17 \cdot H_{HRC3} + 200 \quad (3.85)$$

$$\sigma_{Hlim2} = 1050$$

Уменьшение погрешности шага зацепления в результате приработки, γ_{α} , мкм.

$$\gamma_{\alpha1} := 0.075 \cdot f_{pb1} \quad (3.86)$$

$$\gamma_{\alpha1} = 1.13$$

$$\gamma_{\alpha2} := \frac{160}{\sigma_{Hlim2}} \cdot f_{pb2} \quad (3.87)$$

$$\gamma_{\alpha2} = 2.29$$

$$\gamma_{\alpha} := \frac{\gamma_{\alpha1} + \gamma_{\alpha2}}{2} \quad (3.88)$$

$$\gamma_{\alpha} = 1.71$$

Коэфф-т, учитывающий распределение нагрузки между зубьями, $K_{H\alpha}$.

Для косозубых передач при $\varepsilon_{\gamma} > 2$

$$f_{pb\varepsilon} := \sqrt{|f_{pb1}|^2 + |f_{pb2}|^2} \quad (3.89)$$

Коэфф-т, учитывающий статическое распределение активных поверхностей зубьев; для передач с твердостью поверхностей зубьев хотя бы одного зубчатого колеса при $H < 350$: $a_{\alpha} := 0.2$

$$K_{H\alpha} := 0.9 + 0.4 \cdot \frac{2 \cdot |\varepsilon_{\gamma} - 1|}{\varepsilon_{\gamma}} \cdot \frac{C_{\gamma} \cdot b2 \cdot |a_{\alpha} \cdot f_{pb\varepsilon} - \gamma_{\alpha}|}{F_{Ht} \cdot K_A \cdot K_{Hv} \cdot K_{H\beta}} \quad (3.90)$$

$$K_{H\alpha} = 1$$

должно выполняться условие:

$$1 \leq K_{H\alpha} \leq \frac{\varepsilon_{\gamma}}{\varepsilon_{\alpha} \cdot |Z_{\varepsilon}|^2} \quad (3.91)$$

$$\frac{\varepsilon_{\gamma}}{\varepsilon_{\alpha} \cdot |Z_{\varepsilon}|^2} = 2$$

Коэфф-т нагрузки K_H .

$$K_H := K_A \cdot K_{Hv} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{H\alpha} \quad (3.92)$$

$$K_H = 1.02$$

Контактное напряжение σ_{H0} при $K_H = 1$, МПа.

$$\sigma_{H0} := Z_E \cdot Z_H \cdot Z_{\varepsilon} \cdot \sqrt{\frac{F_{Ht}}{b_2 \cdot d_1} \cdot \frac{u+1}{u}} \quad (3.93)$$

$$\sigma_{H0} = 710.26$$

Расчетное контактное напряжение σ_H , МПа.

$$\sigma_H := \sigma_{H0} \cdot \sqrt{K_H} \quad (3.94)$$

$$\sigma_H = 718.24$$

Пределы контактной выносливости σ_{Hlim} , МПа.

Для шестерни с твердостью 58 HRC.

$$H_{HRC} := 58$$

$$\sigma_{Hlim1} := 23 \cdot H_{HRC} \quad (3.95)$$

$$\sigma_{Hlim1} = 1334$$

Для зубчатого колеса с твердостью 50 HRC.

$$H_{HRC} := 50$$

$$\sigma_{Hlim2} := 17 \cdot H_{HRC} + 200 \quad (3.96)$$

$$\sigma_{Hlim2} = 1050$$

Коэфф-ты запаса прочности S_H .

Для шестерни и для зубчатого колеса с поверхностным упрочнением зубьев принимаем:

$$S_{H1} := 1.2$$

$$S_{H2} := 1.2$$

Базовые числа циклов напряжений, соответствующие пределу выносливости, N_{Hlim} .

$$H_{HB} := 470$$

$$N_{Hlim} := 30 \cdot |H_{HB}|^{2.4} \quad (3.97)$$

$$N_{Hlim} = 7.77 \times 10^7$$

$$N_{Hlim} \leq 120 \cdot 10^6$$

$$N_{Hlim1} := 77.7 \cdot 10^6$$

$$H_{HB} := 400$$

$$N_{Hlim2} := 30 \cdot |H_{HB}|^{2.4} \quad (3.98)$$

$$N_{Hlim2} = 5.27 \times 10^7$$

$$N_{Hlim} \leq 120 \cdot 10^6$$

$$N_{Hlim2} := 52.7 \cdot 10^6$$

Суммарное число циклов напряжений N_k .

$$N_{K1} := 60 \cdot n \cdot L_h \quad (3.99)$$

$$N_{K1} = 1.32 \times 10^8$$

$$N_{K2} := N_{K1} \cdot \frac{z1}{z2} \quad (3.100)$$

$$N_{K2} = 1.32 \times 10^8$$

Коэфф-т долговечности Z_N .

При $N_k > N_{Hlim}$

$$Z_{N1} := \sqrt[20]{\frac{N_{Hlim1}}{N_{K1}}} \quad (3.101)$$

$$Z_{N1} = 0.97$$

$$Z_{N2} := \sqrt[20]{\frac{N_{Hlim2}}{N_{K2}}} \quad (3.102)$$

$$Z_{N2} = 0.96$$

Коэфф-т, учитывающий шероховатость сопряженных поверхностей зубьев, Z_R .

Для R_a от 2,5 до 1,25 мкм

$$Z_R := 0.95$$

Коэфф-т, учитывающий окружную скорость Z_v .

При $H < 350$ HV

$$Z_v := 0.85 \cdot v^{0.1} \quad (3.103)$$

$$Z_v = 1.02$$

$$Z_{v1} := 1.08$$

$$Z_{v2} := 1.08$$

Коэфф-т, учитывающий влияние смазки Z_L .

$$Z_L := 1$$

Коэфф-т, учитывающий размер зубчатого колеса, Z_X .

$$Z_X := \sqrt{1.07 - 10^{-4} \cdot d2} \quad (3.104)$$

$$Z_X = 1.03$$

При $d < 700$ мм принимаем $Z_X = 1$.

Поскольку $d1 < 700$ и $d2 < 700$

$$Z_{X1} := 1$$

$$Z_{X2} := 1$$

Допускаемые контактные напряжения зубчатых колес $\sigma_{HP1}, \sigma_{HP2}$, МПа.

$$\sigma_{HP1} := \frac{\sigma_{Hlim1} \cdot Z_{N1}}{S_{H1}} \cdot Z_R \cdot Z_{v1} \cdot Z_L \cdot Z_{X1} \quad (3.105)$$

$$\sigma_{HP1} = 1110.74$$

$$\sigma_{HP2} := \frac{\sigma_{Hlim2} \cdot Z_{N2}}{S_{H2}} \cdot Z_R \cdot Z_{v2} \cdot Z_L \cdot Z_{X2} \quad (3.106)$$

$$\sigma_{HP2} = 857.47$$

Допускаемое контактное напряжение передачи σ_{HP} , МПа.

$$\sigma_{HPmin} := 857.47$$

При выполнении условия:

$$\sigma_{HP} < 1.25 \cdot \sigma_{HPmin} \quad (3.107)$$

$$\sigma_{HP} := 0.45 \cdot \left(\sigma_{HP1} + \sigma_{HP2} \right) \quad (3.108)$$

$$\sigma_{HP} = 885.7$$

$$1.25 \cdot \sigma_{HPmin} = 1071.84 \quad (3.109)$$

В качестве σ_{HP} принимаем меньшее из этих двух значений, т.е.:

$$\sigma_{HP} = 885.7$$

Сопоставление расчетного и допускаемого напряжений.

$$\sigma_H = 718.24 < \sigma_{HP} = 885.7$$

Следовательно, обеспечена усталостная выносливость по контакту.

4 Технологическая часть

4.1 Технологический процесс сборки раздаточной коробки передач [7]

Основные изменения конструкции раздаточной коробки передач Chevrolet Niva от базовой раздаточной коробки передач заключаются в следующем:

- изготовление вновь введенного синхронизатора;
- установка синхронизатора вместо скользящей шестерни блокировки дифференциала.

4.2 Составление перечня сборочных работ

Таблица 4.1 – Перечень сборочных работ

№ п.п.	Состав главных и дополнительных операционных стадий	Вр., Мин.
1. Узловая сборка вала ведущего раздаточной коробки		
1.	Взять вал ведущий	0,11
2.	Установить вал ведущий в приспособление	0,25
3.	Взять шестерню	0,10
4.	Установить шестерню на вал	0,31
5.	Взять ступицу муфты	0,11
6.	Установить ступицу муфты	0,27
7.	Взять муфту выключения	0,11
8.	Установить муфту выключения	0,34
9.	Взять втулку шестерни	0,11
10.	Взять шестерню	0,12
11.	Установить втулку шестерни с предварительно установленной на ней шестерней	0,33
12.	Взять подшипник	0,12
13.	Установить подшипник	0,25
14.	Взять установочное кольцо	0,11
15.	Установить кольцо	0,22
Итого:		2,86
2. Узловая сборка дифференциала		
1.	Взять корпус дифференциала	0,09
2.	Установить корпус дифференциала в приспособление	0,27

Продолжение таблицы 4.1

№ п.п.	Состав главных и дополнительных операционных стадий	Вр., Мин.
3.	Взять пластину	0,09
4.	Установить пластину	0,25
5.	Взять шестерню ведомую	0,09
6.	Установить шестерню ведомую	0,32
7.	Взять ось сателлитов	0,11
8.	Взять подшипник	0,09
9.	Взять сателлит	0,11
10.	Установить ось сателлитов с сателлитами в сборе	0,31
11.	Взять корпус дифференциала	0,09
12.	Установить корпус дифференциала в приспособление	0,29
13.	Взять шестерню ведомую	0,09
14.	Установить шестерню ведомую	0,24
15.	Взять кольцо стопорное	0,09
16.	Установить кольцо стопорное	0,24
17.	Взять болт	0,09
18.	Подготовить деталь-шайбу	0,09
19.	Наживить шайбу на болт	0,16
20.	Установить болт и завернуть с усилием 70 Н.м	0,27
Итого:		3,38
3. Узловая сборка вала привода заднего моста раздаточной коробки		
1.	Взять вал заднего моста	0,11
2.	Установить вал заднего моста в приспособление	0,24
3.	Взять подшипник	0,11
4.	Установить подшипник	0,24
5.	Взять кольцо	0,09
6.	Установить кольцо	0,25
7.	Взять маслоотражатель	0,09
8.	Установить маслоотражатель	0,27
Итого:		1,4
4. Общая сборка раздаточной коробки передач.		
1.	Взять картер раздаточной коробки передач	0,09
2.	Установить картер в приспособление	0,19
3.	Взять вал промежуточный в сборе	0,09

Продолжение таблицы 4.1

№ п.п.	Состав главных и дополнительных операционных стадий	Вр., Мин.
4.	Установить вал промежуточный в картер	0,18
5.	Взять вал ведущий в сборе	0,09
6.	Установить вал ведущий в сборе в картер	0,20
7.	Взять кольцо установочное	0,09
8.	Установить кольцо установочное на картер	0,10
9.	Взять дифференциал в сборе	0,09
10.	Установить дифференциал в сборе	0,25
11.	Взять кольцо	0,09
12.	Установить кольцо	0,10
13.	Взять шпильку	0,09
14.	Завернуть шпильку с усилием 75 Н.м	0,15
15.	Взять крышку переднюю	0,09
16.	Установить крышку переднюю	0,17
17.	Взять прокладку	0,09
18.	Установить прокладку	0,10
19.	Взять крышку подшипника	0,09
20.	Установить крышку подшипника	0,19
21.	Подготовить деталь-шайбу	0,09
22.	Произвести установку шайбы	0,10
23.	Взять гайку завернуть гайку с усилием 70 Н.м	0,09
24.	Взять шпильку	0,09
25.	Произвести наживление шпильки и завернуть с усилием 75 Н.м	0,18
26.	Взять прокладку	0,09
27.	Установить прокладку	0,10
28.	Взять крышку люка	0,09
29.	Установить крышку люка	0,15
30.	Подготовить деталь-шайбу	0,09
31.	Произвести установку шайбы	0,10
32.	Взять гайку	0,09
33.	Установить гайку и завернуть с усилием 70 Н.м	0,19
34.	Взять вал заднего моста в сборе	0,09
35.	Установить вал заднего моста в сборе	0,31
36.	Взять кольцо	0,09

Продолжение таблицы 4.1

№ п.п.	Состав главных и дополнительных операционных стадий	Вр., Мин.
37.	Установить кольцо	0,11
38.	Взять вал переднего моста в сборе	0,09
39.	Установить вал переднего моста, предварительно перед сборкой рабочие поверхности смазать Литол-24	0,27
40.	Взять кольцо	0,09
41.	Установить кольцо	0,16
42.	Взять прокладку	0,09
43.	Установить прокладку	0,12
44.	Взять картер переднего моста	0,09
45.	Установить картер переднего моста	0,22
46.	Взять прокладку	0,09
47.	Установить прокладку	0,11
48.	Взять крышку задняя в сборе	0,09
49.	Установить крышку заднюю в сборе	0,21
46.	Взять шпильку М8х40	0,09
47.	Произвести наживление шпильки М8х40	0,12
48.	Подготовить деталь-шайбу 8 пружинную	0,09
49.	Произвести установку шайбы 8 пружинную	0,12
50.	Взять гайку М8	0,09
51.	Наживить гайку М8 и завернуть моментом 55 Н.м	0,16
Итого:		6,88
ИТОГО: $ton^{общ}$		14,52

4.3 Определение трудоемкости сборки

4.3.1 Общее оперативное время на все виды работ

$$t_{on}^{общ} = \sum t_{on} = 14.52 \text{ мин}$$

4.3.2 Суммарная трудоемкость сборки изделия

$$t_{шт}^{общ} = t_{on}^{общ} + t_{on}^{общ} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta}{100} \right) = 14.52 + 14.52 \cdot 0.06 \\ = 15.4 \text{ мин}$$

α – время на обслуживание

$\alpha = 2-3\%$, принимаем $\alpha = 2\%$

β – время на отдых $\beta = 4-6\%$, принимаем $\beta = 4\%$

4.4 Выбор организационной формы сборки

В нашем случае предполагается массовое производство.

4.4.1 Такт выпуска изделий

$$T_{в} = \frac{F_{д} \cdot 60}{N} = \frac{4015 \cdot 60}{50000} = 4.82 \quad (4.1)$$

N – годовой объем выпуска = 50000 шт. в год

$F_{д}$ – действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования в одну смену.

Для оборудованных станков и двух смен принимаем

$$F_{д} = 4015 \text{ ч}$$

4.5 Составление маршрутной технологии и проектирование сборочных операций

Таблица 4.2 – Маршрутная технология и проектирование сборочных операций

№ операции	Название операции	Содержание операций, технологических переходов	Используемое оборудование и инструмент	Общее время, мин.
005	Узловая сборка ведущего вала раздаточной коробки передач.	Установить вал ведущий в приспособление. Установить шестерню на вал. Установить ступицу муфты. Установить муфту выключения. Установить втулку шестерни с предварительно установленной на ней шестерней. Установить подшипник. Установить кольцо.	Стакан, втулка технологическая, зажим, пуансон, кисть, стол слесарный.	3,12
010	Узловая сборка дифференциала.	Установить корпус дифференциала в приспособление. Установить пластину. Установить шестерню ведомую. Установить ось сателлитов с сателлитами в сборе. Установить корпус дифференциала в приспособление. Установить шестерню ведомую. Установить кольцо стопорное. Наживить шайбу на болт. Установить болт и завернуть с усилием 70 Н.м.	Пуансон, оправка конусная, кисть, перчатки, стол слесарный, ёмкость для смазки, калибр для кольца стопорного.	3,68
015	Узловая сборка вала заднего моста раздаточной коробки передач.	Установить вал заднего моста в приспособление. Установить подшипник. Установить кольцо. Установить маслоотражатель.	Пуансон, конус, втулка, стакан, втулка технологическая, зажим, ёмкость для масла, кисть, стол слесарный.	1,53

Продолжение таблицы 4.2

№ операции	Название операции	Содержание операций, технологических переходов	Используемое оборудование и инструмент	Общее время, мин.
020	Сборка раздаточной коробки передач.	Установить картер в приспособление. Установить вал промежуточный в картер	Пуансон, конус, втулка, стакан, втулка технологическая, зажим, ёмкость для масла, кисть, стол слесарный, оправка конусная, перчатки.	3,66
	Установка вала ведущего.	Установить вал ведущий в сборе в картер. Установить кольцо установочное на картер.		
	Установка дифференциала.	Установить дифференциал в сборе. Установить кольцо. Взять шпильку и завернуть шпильку с усилием 75 Н.м.		
	Установка крышки передней.	Установить крышку переднюю. Установить прокладку. Установить крышку подшипника. Произвести установку шайбы. Взять гайку завернуть гайку с усилием 70 Н.м.		
025	Сборка раздаточной коробки передач.	Произвести наживление шпильки и завернуть с усилием 75 Н.м. Установить прокладку.	Пуансон, конус, втулка, стакан, втулка технологическая, зажим, ёмкость для масла, кисть, стол слесарный, оправка конусная, перчатки.	3,83
	Установка крышки люка.	Установить крышку люка. Произвести установку шайбы. Установить гайку и завернуть с усилием 70 Н.м. Установить вал заднего моста в сборе. Установить кольцо.		
	Установка вала переднего моста.	Установить вал переднего моста, предварительно перед сборкой рабочие поверхности смазать Литол-24. Установить кольцо. Установить прокладку.		
	Установка картера переднего моста	Установить картер переднего моста. Установить прокладку.		
	Установка крышки задней	Установить крышку заднюю в сборе. Произвести наживление шпильки М8х40.		

5 Безопасность и экологичность объекта

5.1 Анализ влияния изменения конструкции раздаточной коробки передач автомобиля на активную безопасность автомобиля

В данной бакалаврской работе модернизация раздаточной коробки передач автомобиля Chevrolet Niva заключается в замене скользящей шестерни блокировки дифференциала на синхронизатор, вследствие этого, блокировку дифференциала можно произвести при движении автомобиля. Благодаря этому происходит безударная блокировка дифференциала, что уменьшает нагрузки на зубья шестерен, т.е. износ шестерен будет меньше в процессе эксплуатации автомобиля, следовательно будет больше и ресурс составляющих деталей раздаточной коробки передач, что в какой то степени позволяет увеличить активную безопасность автомобиля. [9]

В итоге, в данной бакалаврской работе изменения приводят к улучшению активной безопасности автомобиля. Также в дополнение к выше сказанному рекомендуется произвести некоторые мероприятия по шумоизоляции раздаточной коробки передач, применяя современные шумоизолирующие материалы для уменьшения шума в салоне автомобиля, что влияет на утомляемость водителя, а значит и на активную безопасность автомобиля. [10]

5.2 Описание рабочего места, оборудования и выполняемых технологических операций

Участок сборки раздаточной коробки передач.

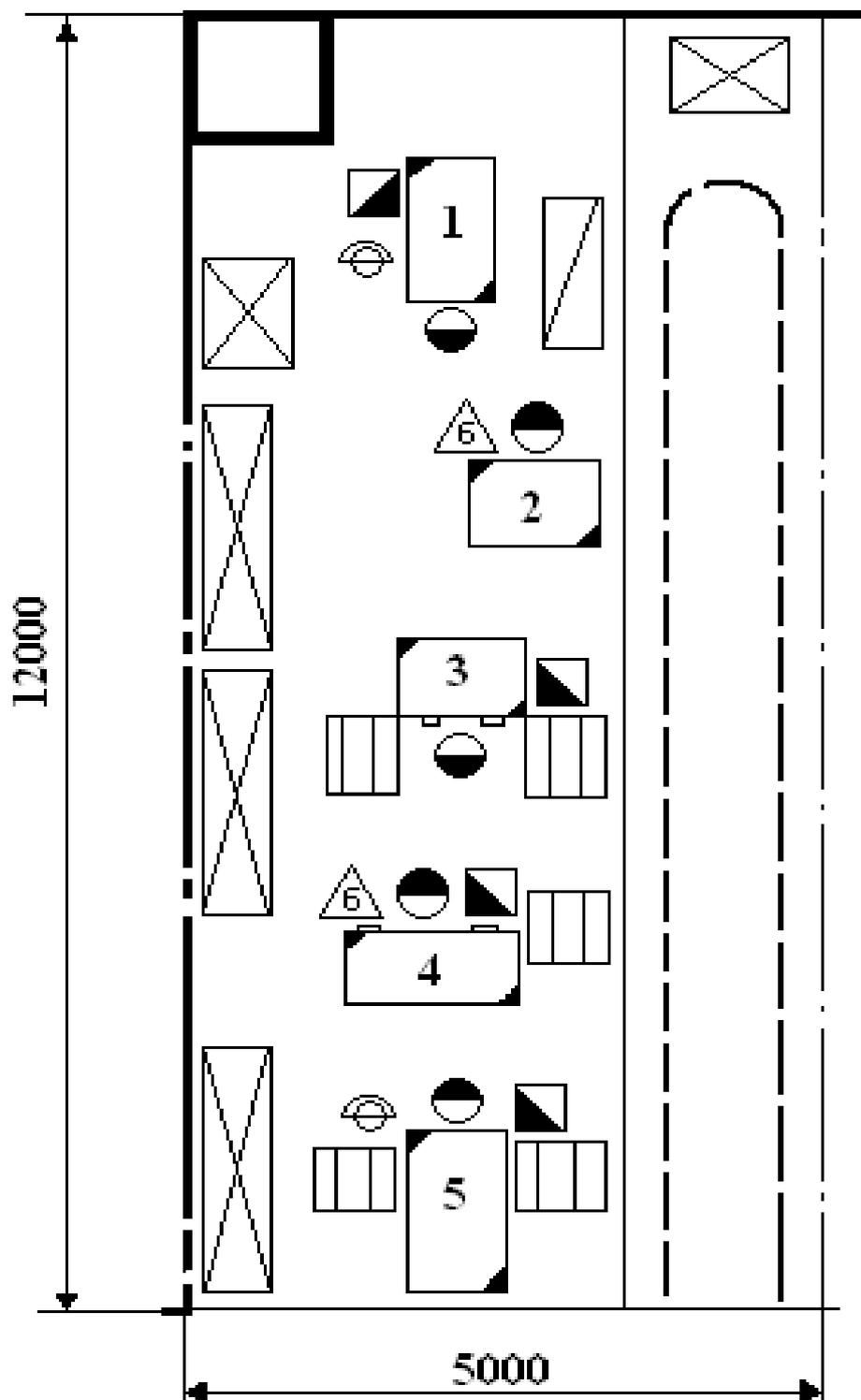


Рисунок 5.1 – Эскиз рабочего места

Условные обозначения

	Перемонтируемое оборудование
	Положение рабочего при обслуживании одного станка
	Стелаж
	Контейнер для материала, заготовок деталей, стружки
	Граница прохода участка
	Устройство бамперное на проездах
	Конвейер грузонесущий подвесной с подъёмом и опуском
	Подвод сжатого воздуха 0,6 МПа
	Присоединение к электричеству 380В. 50Гц
	Телефон

Таблица 5.1 – Описание технологического оборудования

№ поз. на схеме объекта	Названия технического оснащения	Действия, исполняемые с применением технического оснащения
1.	Стол рабочий	Вскрытие упаковки подшипника
2.	Установка пресса	Процесс запрессовывания обоймы внутренней
3.	Установка для сборки	Сборочная операция – ведущий вал РКП
4.	Пресовая установка	Операция запрессовывания подшипников
5.	Устройство для заворачивания гаек электрический	Закручивание гайки и проверка на проворот

5.3 Безопасность объекта при аварийных и чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайное состояние, в котором, в результате появления источника,

возникает угроза жизни, здоровью, ущербу для имущества населения, экономики и окружающей среды. Во-первых, разрабатываются технические и организационные меры, которые снижают вероятность реализации опасных видов возможностей современных технологических систем.

Для этого технологические системы снабжают щитами-средствами взрывозащиты и противопожарной защиты.

Второе направление заключается в подготовке объекта, персонала, услуг для населения к действиям в чрезвычайных ситуациях, которые необходимы для создания детального развития сценариев и возможных аварий и катастроф на конкретных объектах. Правительством Российской Федерации Введено принудительное развитие декларации промышленной безопасности. [21] [22]

Он содержит следующие разделы:

- Общая информация об объекте;
- Анализ рисков промышленного оборудования;
- Обеспечение готовности промышленного объекта к ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- Публичная информация.

Компонент раздаточных предприятий находится в ПАО «АВТОВАЗ», и все виды деятельности, которые были разработаны в этой отрасли предприятия, направлены на предотвращение и ликвидацию последствий аварий и чрезвычайных ситуаций, которые принадлежат этому участку.

В результате работы над разделом было выявлено следующее:

- выявлены опасные и вредные производственные факторы, возникающие во время монтажа распределительного механизма;
- развитие для снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов;
- определение категории пожарной опасности фазы - "В". – меры по предотвращению пожара.
- категория одной стороны по электробезопасности - " 2. Определяется класс " (помещение повышенной опасности). Разработана деятельность по

предотвращению поражения электрическим током, проводится описание мероприятий в случае возникновения чрезвычайных ситуаций на промышленном объекте.

Стандартные положения по охране труда в приложении Б.

6. Экономическая эффективность проекта

Вопреки многим прогнозам, поршневые двигатели по-прежнему остаются доминирующими в течение длительного времени. Таким образом, механическая коробка передач и раздаточные коробки, отличающиеся универсальностью и простотой конструкции, также долго сохраняют свое значение. К этому следует добавить, что на протяжении многих лет применение шестерен разрабатывались совершенные методы их производства, были созданы высокопроизводительные специальные машины, оборудованные заводами производителей.

В данной работе бакалавра была осуществлена модернизация раздаточной коробки передач, т.е. замена скользящей шестерни блокировки дифференциала на синхронизатор, который в свою очередь позволяет производить безударную блокировку дифференциала, что повышает долговечность зубьев шестерен, т.е. благодаря модернизации увеличивается долговечность деталей раздаточной коробки передач ориентировочно на 75 %, обеспечивая повышенную надежность движения автомобиля и больший срок его эксплуатации.

6.1. Расчет себестоимости проектируемой конструкции раздаточной коробки передач.

Таблица 6.1

номер	Название показателя	Обозн-е	Е.измер.	Знач-е
1	Год-я прогр. вып-а изд.	Vг.	Шт	50000,0
2	Страх-е внесения в ПФР, ФОМС, ФСС	Ес.	%	30,0
3	Коэфф-т общезаводских расходов.	Еозав.	%	215,0
4	Коэфф-т комм-х (внепроизв-ых) расх-в	Ек.	%	5,0
5	Коэфф. расх. на содерж-е и	Еоб.	%	194,0
6	Коэфф-ы трансп. - загот-ых расх-в	Кт.зр.	%	1,450
7	Коэфф-т цех-х расх-в	Ецх	%	183,0
8	Коэфф-т расх-в на инст-т и осн-ку	Еинс.	%	3,0
9	Коэфф-т рент-ти и план-х накопл-й	Крнт.	%	30,0
10	Коэфф-т допл. или выпл. не связ-х с раб-й на произв-ве	Квп.	%	12,0
11	Коэфф-т прем. и допл. за раб. на произв-ве	Кпрм.	%	23,0
12	Коэфф-т возвр-х отх.	Квт	%	1,0
13	Час-я тарифн. став 3-го разр.	Ср3	руб	66,710
14	Час-я тарифн. став 4-го разр.	Ср4	руб	72,240
15	Час-я тарифн. став. 5-го разр.	Ср5	руб	79,890
16	Час-я тарифн. став 6-го разр.	Ср6	руб	93,810
17	Коэфф-т капиталообр. инвест-й	Ки	%	30,0

Расходы "Сырье и материалы" производится по формуле:

$$M = C_{M_i} \cdot Q_{M_i} \cdot \left(1 + \frac{K_{m.зр}}{100} - \frac{K_{вт}}{100} \right)$$

Где,

C_m – опт-я цена мат-ла i -го вида,руб.;

Q_m – норм. расхс мат-ла i -го вида,кг.,м.;

$K_{т.зр}$ – коэфф-т трансп.-загот-ых расх-в,%;

$K_{вт}$ – коэфф-т возвр-х отх.,%;

Таблица 6.2 - Расходы на сырье и материалы

№п.п.	Наименование материала	Ед.изм.	Цена за ед.,руб.	Норма расхода	Сумма ,руб.
1	Литье горячего металла	кг	1,92	1,4	2,688
2	Горячекатанный прокат	кг	8,23	1,9	15,637
4	Литье цветного металла	кг	19,85	1,56	30,966
5	Прокат цветного металла	кг	49,5	1,84	91,08
6	Сырье цветного металла	кг	62,3	1,95	121,485
7	Сталь 45	кг	5,04	2,36	11,89
	Итого				273,75
	Ктз		1,45		3,97
	Квот		1		2,74
	Всего				280,46

$$M := 280.46$$

Расходы "Покупные изделия и полуфабрикаты" производится по формуле:

$$P_u = C_i \cdot n_i \cdot \left(1 + \frac{K_{м.зр}}{100} \right)$$

где C_i - оптовая цена покупных изделий и полуфабрикатов i -го вида,руб.;

n_i - количество покупных изделий и полуфабрикатов i -го вида,шт.;

Таблица 6.3 - Расходы на покупные изделия

№п.п.	Наименование изделия	Цена,руб.	Кол-во,штг.	Сумма, руб.
1	Подшипник	12,6	7	88,20
2	Готовые изделия и узлы	25,6	4	102,40
3	Изделия из резины и пластмасс	8,5	5	42,50
4	Электроприборы	86,3	2	172,60
	Итого			405,70
	Ктз		1,45	5,88
	Всего			411,58

$$\Pi_i := 411.58$$

Расходы "Основная заработная плата производственных рабочих" производится по формуле:

$$Z_o = Z_T \cdot \left(1 + \frac{K_{нр.м.}}{100} \right)$$

где Z_T - тарифная заработная плата, руб., которая рассчитывается по формуле:

$$Z_T := C_{p.i} \cdot T_i$$

где $C_{p.i}$ - часовая тарифная ставка,руб.;

T_i - трудоёмкость выполнения операции, час.;

$K_{пр.м.}$ - коэфф-т премий и доплат, связанных с работой на производстве, %.

Таблица 6.4 - Расходы на выполнение операций

№п.п.	Виды операций	Разряд	Трудоемк.	Тарифн. Ставка,руб.	Зар.Пл. осн.
1	Заготавливающие операции	3	0,164	66,71	10,94
2	Операция обработок	4	0,349	72,24	25,21
3	Операции по сборке	5	0,411	79,89	32,83
4	Операции испытания	6	0,191	93,81	17,92
	Всего				86,90
	Премия			23	19,99
	Осн. часть з/п				106,89

$$Z_o := 106.89$$

Расходы "Дополнительная заработная плата производственных рабочих" выполняется по формуле:

$$K_{\text{ВП}} := 0.12$$

$$З_{\text{ДП}} := З_0 \cdot K_{\text{ВП}}$$

$$З_{\text{ДП}} = 106.89 \cdot 0.12 = 12.83$$

где $K_{\text{ВП}}$ - коэфф-т доплат или выплат не связанных с работой на производстве, %.

Расходы "Страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС" выполняется по формуле:

$$E_{\text{СЦ.Н}} := 0.30$$

$$C_{\text{СЦ.Н}} := (З_0 + З_{\text{ДП}}) \cdot E_{\text{СЦ.Н}}$$

$$C_{\text{СЦ.Н}} = (106.89 + 12.83) \cdot 0.30 = 35.92$$

где $E_{\text{СЦ.Н}}$ - коэфф-т отчислений в страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС, %;

Расходы "Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования" выполняется по формуле:

$$E_{\text{Об}} := 1.94$$

$$C_{\text{С.Об}} := З_0 \cdot E_{\text{Об}}$$

$$C_{\text{С.Об}} = 106.89 \cdot 1.94 = 207.37$$

где $E_{\text{Об}}$ - коэфф-т расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, %;

Расходы "Цеховые расходы" выполняется по формуле:

$$E_{\text{ЦХ}} := 1.83$$

$$C_{\text{ЦХ}} := Z_0 \cdot E_{\text{Цех}}$$

$$C_{\text{ЦХ}} = 106.89 \cdot 1.83 = 195.61$$

где $E_{\text{ЦХ}}$ - коэфф-т цеховых расходов, %;

Расходы "Расходы на инструмент и оснастку" выполняется по формуле:

$$E_{\text{ИНС}} := 0.03$$

$$C_{\text{ИНС}} := Z_0 \cdot E_{\text{ИНС}}$$

$$C_{\text{ИНС}} = 106.89 \cdot 0.03 = 3.21$$

где $E_{\text{ИНС}}$ - коэфф-т расходов на инструмент и оснастку, %;

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{ЦХ.с.с.}} := M + \Pi_{\text{и}} + Z_0 + C_{\text{сц.н}} + Z_{\text{дп}} + C_{\text{с.об}} + C_{\text{ЦХ}} + C_{\text{ИНС}}$$

$$C_{\text{ЦХ.с.с.}} = 280.46 + 411.58 + 106.89 + 35.92 + 12.83 + 207.37 + 195.61 + 3.21 = 1253.85$$

Расходы "Общезаводские расходы" выполняется по формуле:

$$E_{\text{о.зав}} := 2.15$$

$$C_{\text{о.зав}} := 30 \cdot E_{\text{о.зав}}$$

$$C_{\text{о.зав}} = 106.89 \cdot 2.15 = 229.81$$

где $E_{\text{о.зав}}$ - коэфф-т общезаводских расходов,%;

Расчет общезаводской себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{о.зав.с.с.}} := C_{\text{о.зав}} + C_{\text{цх.с.с.}}$$

$$C_{\text{о.зав.с.с.}} = 229.81 + 1253.85 = 1483.67$$

Расходы "Коммерческие расходы" выполняется по формуле:

$$E_{\text{к}} := 0.05$$

$$C_{\text{к}} := C_{\text{о.зав.с.с.}} \cdot E_{\text{к}}$$

$$C_{\text{к}} = 1483.67 \cdot 0.05 = 74.18$$

где $E_{\text{к}}$ - коэфф-т коммерческих расходов,%;

Расчет полной себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{п.пр.}} := C_{\text{об.зав.с.с.}} + C_{\text{ком}}$$

$$C_{\text{п.пр.}} = 1557.85$$

$$C_{\text{п.пр.}} = 1483.67 + 74.18 = 1557.85$$

Расчет отпускной цены для проектируемой конструкции коробки передач выполняется по формуле:

$$K_{рнт} := 0.3 \quad C_{п.б.} := 1497.52$$

$$C_{о.б.} := C_{п.б.} \cdot (1 + K_{рнт})$$

$$C_{о.б.} = 1497.52 \cdot (1 + 0.3) = 1946.78$$

где $K_{рнт}$ - коэфф-т рентабельности и плановых накоплений, %;

Таблица 6.5 - Сравнительная калькуляция себестоимости базовой и проектируемой конструкции коробки передач.

№п.п.	Наименование показателей	Обознач.	Затр.на ед.изд.(база)	Затр.на ед.изд.(проект)
1	Стоим-ть осн-х мат-в	М	265,80	280,46
2	Стоим-ть компл-х изд-й	Пи	400,11	411,58
3	Осн.зар.п. пр.раб.	Зо	102,66	106,89
4	Доп.зар.плата пр.раб.	Зд	12,32	12,83
5	Страх-е взносы в ПФР, ФОМС, ФСС	Сс.н.	34,49	35,92
6	Расх. на содерж.и экспл-ю оборуд-я	Сс.обор	199,16	207,37
7	Цех. Расх-ы	Сцх	187,87	195,61
8	Расх-ы на INSTR. и осн-ку	Синс	3,08	3,21
9	Цех-ая себест-ть	Сц.с.с.	1205,49	1253,85
10	Общезав-ие расх.	Со.зав	220,72	229,81
11	Общезав-ая себест-ть	Со.зав.с.с.	1426,21	1483,67
12	Коммер-ие расх-ы	Ск	71,31	74,18
13	Полн. Себест-ть	Спол	1497,52	1557,85
14	Отп-ая ц.	Цот	1946,78	1946,78

$$C_{от.пр.} := 1946.78$$

6.2 Расчет точки безубыточности

Определение переменных затрат на единицу изделия:

$$Зперуд := M + \Pi + З_о + З_{дп} + C_{сц.н}$$

$$Зперуд = 280.46 + 411.58 + 106.89 + 12.83 + 35.92 = 847.67$$

на годовую программу выпуска изделия:

$$Зпер := Зперуд \cdot V_{Г}$$

$$V_{Г} := 50000$$

$$Зпер = 847.67 \cdot 50000 = 42383592$$

Определение постоянных затрат на единицу изделия:

Амортизационные отчисления, руб. :

$$НА := 13$$

$$Ам.у := \frac{(C_{с.об} + C_{инс}) \cdot НА}{100}$$

$$Ам.уд. = ((207.37 + 3.21) \cdot 13) / 100 = 27.37$$

здесь $НА$ - доля амортизационных отчислений, %;

$$Зпосуд := \frac{(C_{с.об} + C_{инс}) \cdot (100 - НА)}{100} + C_{цех} + C_{о.зав} + C_{к} + Ам.у$$

$$Зпосуд = ((207.37 + 3.21) \cdot (100 - 13)) / 100 + 195.61 + 229.81 + 74.18 + 27.37 = 710.18$$

на годовую программу выпуска:

$$Зпос := Зпосуд \cdot V_{Г}$$

$$Зпос = 710.18 \cdot 50000 = 35508943.35$$

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия:

$$C_{п.г} := C_{пол.пр.} \cdot V_{г}$$

$$C_{п.г} = 1557.85 \cdot 50000 = 77892535.35$$

Расчет выручки от реализации изделия:

$$Выр := Ц_{от.пр.} \cdot V_{г}$$

$$Выр = 1946.78 \cdot 50000 = 97339000$$

Расчет маржинального дохода:

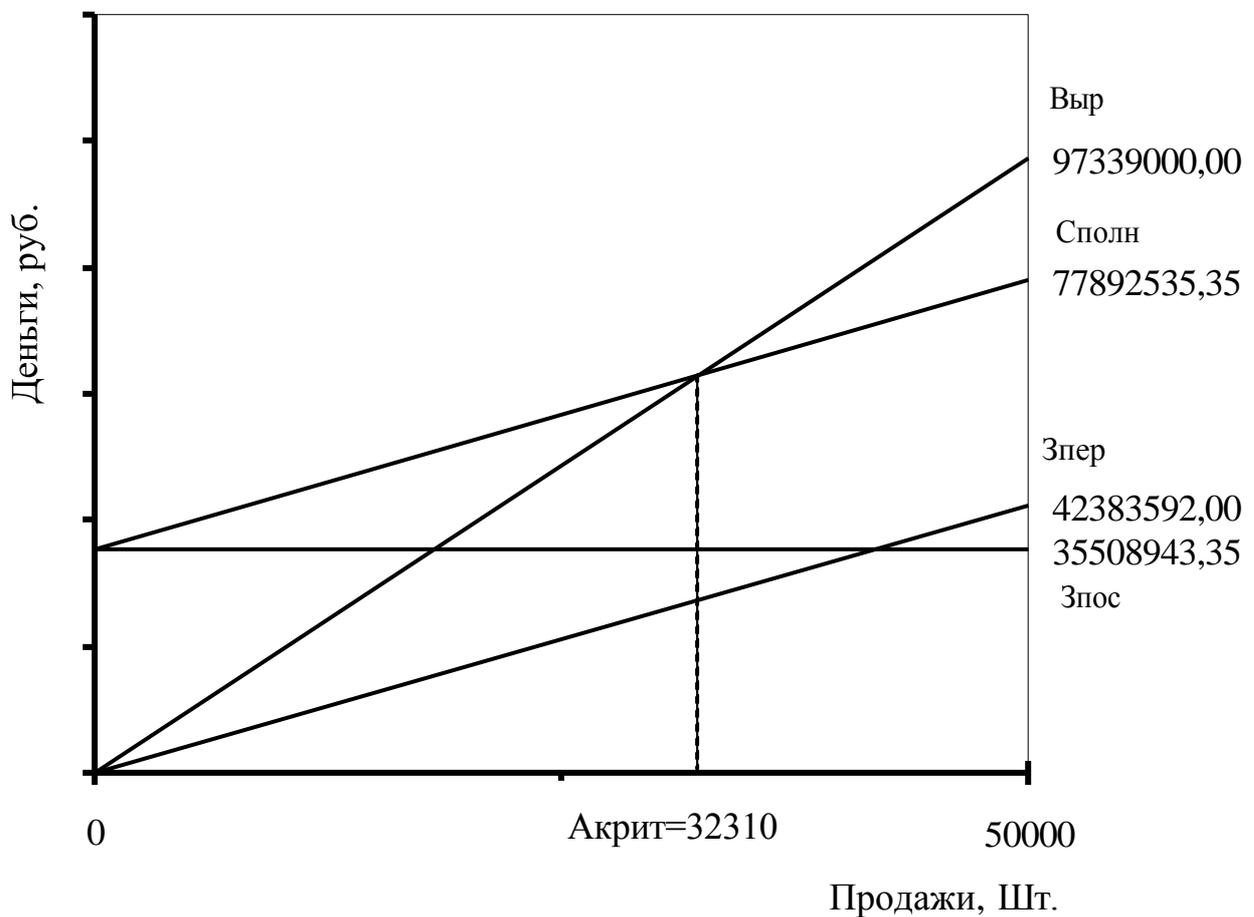
$$Д_{мрж} := Выр - З_{пер}$$

$$Д_{мрж} = 97339000 - 42383592 = 54955408$$

Расчет критического объема продаж:

$$Акрит := \frac{З_{пос}}{Ц_{от.пр.} - З_{перуд}}$$

$$Акрит = 35508943.35 / (1946.78 - 847.67) = 32307.05 \sim 32310$$



6.3 Расчет коммерческой эффективности

Срок эксплуатации нового изделия определяем в 5 лет.

Следовательно, объем продукции увеличивается равномерно с каждым годом нарастающим итогом на:

$$V_{\Gamma} := 50000$$

$$A_{\text{крт}} := 32310$$

$$V_{\text{МК}} := V_{\Gamma}$$

$$n := 6$$

$$\Delta := \frac{V_{\text{МК}} - A_{\text{крт}}}{n - 1}$$

$$\Delta = 3538$$

Для определения чистого дохода необходима рассчитать следующие показатели:

Объем продаж по годам:

$$Ц_{\text{от}} := Ц_{\text{от.пр.}}$$

$$Ц_{\text{от}} = 1946.78$$

$$V_{\text{пр1}} := A_{\text{крт}} + \Delta$$

$$V_{\text{пр1}} := 32310 + 3538 = 35848$$

$$V_{\text{пр2}} := A_{\text{крт}} + 2\Delta$$

$$V_{\text{пр2}} = 39386$$

$$V_{\text{пр3}} := A_{\text{крт}} + 3\Delta$$

$$V_{\text{пр3}} = 42924$$

$$V_{\text{пр4}} := A_{\text{крт}} + 4\Delta$$

$$V_{\text{пр4}} = 46462$$

$$V_{\text{пр5}} := A_{\text{крт}} + 5\Delta$$

$$V_{\text{пр5}} = 50000$$

Выр по годам:

$$\text{Выр}_1 := \text{Цот} \cdot \text{Vпр}_1$$

$$\text{Выр}_1 := 1946.78 \cdot 35848 = 69788169.44$$

$$\text{Выр}_2 := \text{Цот} \cdot \text{Vпр}_2$$

$$\text{Выр}_2 = 76675877.08$$

$$\text{Выр}_3 := \text{Цот} \cdot \text{Vпр}_3$$

$$\text{Выр}_3 = 83563584.72$$

$$\text{Выр}_4 := \text{Цот} \cdot \text{Vпр}_4$$

$$\text{Выр}_4 = 90451292.36$$

$$\text{Выр}_5 := \text{Цот} \cdot \text{Vпр}_5$$

$$\text{Выр}_5 = 97339000.00$$

Переменные затраты по годам(определяется для базового и проектного вариантов.

для базового варианта:

$$\text{M} := 265.80 \quad \text{Пи} := 400.11 \quad \text{Зо} := 102.66$$

$$\text{Здп} := 12.32 \quad \text{C}_{\text{сц}} := 34.49$$

$$\text{Зперудб} := \text{M} + \text{Пи} + \text{Зо} + \text{Здп} + \text{C}_{\text{сц}}$$

$$\text{Зперудб} = 815.38$$

$$\text{Зперб1} := \text{Зперудб} \cdot \text{Vпр}_1$$

$$\text{Зперб1} := 815.38 \cdot 35848 = 29229742.24$$

$$\text{Зперб2} := \text{Зперудб} \cdot \text{Vпр}_2$$

$$\text{Зперб2} = 32114556.68$$

$$\text{Зперб3} := \text{Зперудб} \cdot \text{Vпр}_3$$

$$\text{Зперб3} = 34999371.12$$

$$\text{Зперб4} := \text{Зперудб} \cdot \text{Vпр}_4$$

$$\text{Зперб4} = 37884185.56$$

$$\text{Зперб5} := \text{Зперудб} \cdot \text{Vпр}_5$$

$$\text{Зперб5} = 40769000.00$$

для проектного варианта:

$$Z_{\text{перудпр}} := Z_{\text{перуд}}$$

$$Z_{\text{перудпр}} = 847.67$$

$$Z_{\text{перпр1}} := Z_{\text{перудпр}} \cdot V_{\text{пр1}}$$

$$Z_{\text{перпр1}} := 847.67 \cdot 35848 = 30387340.12$$

$$Z_{\text{перпр2}} := Z_{\text{перудпр}} \cdot V_{\text{пр2}}$$

$$Z_{\text{перпр2}} = 33386403.09$$

$$Z_{\text{перпр3}} := Z_{\text{перудпр}} \cdot V_{\text{пр3}}$$

$$Z_{\text{перпр3}} = 36385466.06$$

$$Z_{\text{перпр4}} := Z_{\text{перудпр}} \cdot V_{\text{пр4}}$$

$$Z_{\text{перпр4}} = 39384529.03$$

$$Z_{\text{перпр5}} := Z_{\text{перудпр}} \cdot V_{\text{пр5}}$$

$$Z_{\text{перпр5}} = 42383592.00$$

Постоянные затраты для базового варианта.

$$C_{\text{с.об.}} := 199.16$$

$$C_{\text{цх.}} := 187.87$$

$$C_{\text{инс.}} := 3.08$$

$$C_{\text{об.зав.}} := 220.72$$

$$C_{\text{км.}} := 71.31$$

$$Z_{\text{посудб}} := C_{\text{с.об.}} + C_{\text{инс.}} + C_{\text{цх.}} + C_{\text{об.зав.}} + C_{\text{к.}}$$

$$Z_{\text{посудб}} = 682.14$$

$$Z_{\text{посб}} := Z_{\text{посудб}} \cdot V_{\Gamma}$$

$$Z_{\text{посб}} = 34107000$$

Постоянные затраты для проектного варианта.

$$Z_{\text{поспр}} := Z_{\text{пос}}$$

$$Z_{\text{поспр}} = 35508943.35$$

Амортизация (определяется для проектного варианта).

$$A_{м.у} = 27.37$$

$$A_{м.} := A_{м.у} \cdot V_{Г} \quad A_{м.} = 1368726.45$$

Полная себестоимость по годам.

для проектного варианта:

$$З_{полпр1} := З_{поспр} + З_{перпр1}$$

$$З_{полпр1} := 35508943.35 + 30387340.12 = 65896283.47$$

$$З_{полпр2} := З_{поспр} + З_{перпр2}$$

$$З_{полпр2} = 68895346.44$$

$$З_{полпр3} := З_{поспр} + З_{перпр3}$$

$$З_{полпр3} = 71894409.41$$

$$З_{полпр4} := З_{поспр} + З_{перпр4}$$

$$З_{полпр4} = 74893472.38$$

$$З_{полпр5} := З_{поспр} + З_{перпр5}$$

$$З_{полпр5} = 77892535.35$$

$$\Sigma C_{пол.пр.} := З_{полпр1} + З_{полпр2} + З_{полпр3} + З_{полпр4} + З_{полпр5}$$

$$\Sigma C_{пол.пр.} = 359472047.05$$

для базового варианта:

$$З_{полб1} := З_{посб} + З_{перб1}$$

$$З_{полб1} := 34107000 + 29229742.24 = 63336742.24$$

$$З_{полб2} := З_{посб} + З_{перб2}$$

$$З_{полб2} = 66221556.68$$

$$З_{полб3} := З_{посб} + З_{перб3}$$

$$З_{полб3} = 69106371.12$$

$$З_{полб4} := З_{посб} + З_{перб4}$$

$$З_{полб4} = 71991185.56$$

$$З_{полб5} := З_{посб} + З_{перб5}$$

$$З_{полб5} = 74876000$$

Налогооблагаемая прибыль по годам

для проектного варианта:

$$\text{Проб.}_{\text{пр.1}} := \text{Выр}_1 - \text{Зполпр}_1$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.1}} := 69788169.44 - 65896283.47 = 3891885.97$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.2}} := \text{Выр}_2 - \text{Зполпр}_2$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.2}} = 7780530.64$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.3}} := \text{Выр}_3 - \text{Зполпр}_3$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.3}} = 11669175.31$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.4}} := \text{Выр}_4 - \text{Зполпр}_4$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.4}} = 15557819.98$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.5}} := \text{Выр}_5 - \text{Зполпр}_5$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.5}} = 19446464.65$$

для базового варианта:

$$\text{Проб.}_{\text{б.1}} := \text{Выр}_1 - \text{Зполб}_1$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.1}} := 69788169.44 - 63336742.24 = 6451427.2$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.2}} := \text{Выр}_2 - \text{Зполб}_2$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.2}} = 10454320.4$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.3}} := \text{Выр}_3 - \text{Зполб}_3$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.3}} = 14457213.6$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.4}} := \text{Выр}_4 - \text{Зполб}_4$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.4}} = 18460106.8$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.5}} := \text{Выр}_5 - \text{Зполб}_5$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.5}} = 22463000$$

Налог на прибыль - 20% от налогооблагаемой прибыли по годам.

для проектного варианта:

$$Н_{п1} := \text{Проб.}_{\text{пр.1}} \cdot 0.20$$

$$Н_{п1} := 3891885.97 \cdot 0.20 = 778377.19$$

$$Н_{п2} := \text{Проб.}_{\text{пр.2}} \cdot 0.20$$

$$Н_{п2} = 1556106.13$$

$$Н_{п3} := \text{Проб.}_{\text{пр.3}} \cdot 0.20$$

$$Н_{п3} = 2333835.06$$

$$Н_{п4} := \text{Проб.}_{\text{пр.4}} \cdot 0.20$$

$$Н_{п4} = 3111564$$

$$Н_{п5} := \text{Проб.}_{\text{пр.5}} \cdot 0.20$$

$$Н_{п5} = 3889292.93$$

для базового варианта:

$$Н_1 := \text{Проб.}_{\text{б.1}} \cdot 0.20$$

$$Н_1 := 6451427.2 \cdot 0.20 = 1290285.44$$

$$Н_2 := \text{Проб.}_{\text{б.2}} \cdot 0.20$$

$$Н_2 = 2090864.08$$

$$Н_3 := \text{Проб.}_{\text{б.3}} \cdot 0.20$$

$$Н_3 = 2891442.72$$

$$Н_4 := \text{Проб.}_{\text{б.4}} \cdot 0.20$$

$$Н_4 = 3692021.36$$

$$Н_5 := \text{Проб.}_{\text{б.5}} \cdot 0.20$$

$$Н_5 = 4492600$$

Прибыль чистая по годам.

для проектного варианта:

$$\text{Прч}_{\text{пр.1}} := \text{Проб.}_{\text{пр.1}} - \text{Нп1}$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.1}} := 3891885.97 - 778377.19 = 3113508.78$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.2}} := \text{Проб.}_{\text{пр.2}} - \text{Нп2}$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.2}} = 6224424.51$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.3}} := \text{Проб.}_{\text{пр.3}} - \text{Нп3}$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.3}} = 9335340.25$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.4}} := \text{Проб.}_{\text{пр.4}} - \text{Нп4}$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.4}} = 12446255.98$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.5}} := \text{Проб.}_{\text{пр.5}} - \text{Нп5}$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.5}} = 15557171.72$$

для базового варианта:

$$\text{Прч}_{\text{б.1}} := \text{Проб.}_{\text{б.1}} - \text{Н1}$$

$$\text{Прч}_{\text{б.1}} := 6451427.2 - 1290285.44 = 5161141.76$$

$$\text{Прч}_{\text{б.2}} := \text{Проб.}_{\text{б.2}} - \text{Н2}$$

$$\text{Прч}_{\text{б.2}} = 8363456.32$$

$$\text{Прч}_{\text{б.3}} := \text{Проб.}_{\text{б.3}} - \text{Н3}$$

$$\text{Прч}_{\text{б.3}} = 11565770.88$$

$$\text{Прч}_{\text{б.4}} := \text{Проб.}_{\text{б.4}} - \text{Н4}$$

$$\text{Прч}_{\text{б.4}} = 14768085.44$$

$$\text{Прч}_{\text{б.5}} := \text{Проб.}_{\text{б.5}} - \text{Н5}$$

$$\text{Прч}_{\text{б.5}} = 17970400$$

Расчет экономии от повышения долговечности проектируемого узла.

$$\text{Цот.б.} = 1946.78 \quad \text{Д1} := 80000 \quad \text{Д2} := 140000$$

$$\text{Про.д.} := \text{Цот.б.} \cdot \frac{\text{Д2}}{\text{Д1}} - \text{Цот.пр.}$$

$$\text{Про.д.} := 1946.78 \cdot \frac{140000}{80000} - 1946.78 = 1460.08$$

где Д1 - долговечность базовой конструкции,(тыс.км.)

Д2 - долговечность новой конструкции,(тыс.км)

Следовательно текущий чистый доход (накопление сальдо) по годам составит:

$$\text{Ч1} := \text{Прч}_{\text{пр.1}} - \text{Прч}_{\text{б.1}} + A_{\text{м.}} + (\text{Про.д.} \cdot V_{\text{пр1}})$$

$$\text{Ч1} := 3113508.78 - 5161141.76 + 1368726.45 + (1460.08 \cdot 35848) = 51661969.61$$

$$\text{Ч2} := \text{Прч}_{\text{пр.2}} - \text{Прч}_{\text{б.2}} + A_{\text{м.}} + (\text{Про.д.} \cdot V_{\text{пр2}})$$

$$\text{Ч2} = 56736326.75$$

$$\text{Ч3} := \text{Прч}_{\text{пр.3}} - \text{Прч}_{\text{б.3}} + A_{\text{м.}} + (\text{Про.д.} \cdot V_{\text{пр3}})$$

$$\text{Ч3} = 61810683.89$$

$$\text{Ч4} := \text{Прч}_{\text{пр.4}} - \text{Прч}_{\text{б.4}} + A_{\text{м.}} + (\text{Про.д.} \cdot V_{\text{пр4}})$$

$$\text{Ч4} = 66885041.03$$

$$\text{Ч5} := \text{Прч}_{\text{пр.5}} - \text{Прч}_{\text{б.5}} + A_{\text{м.}} + (\text{Про.д.} \cdot V_{\text{пр5}})$$

$$\text{Ч5} = 71959398.17$$

Дисконтирование денежного потока.

Осуществляется дисконтирование путем умножения значения денежного потока на коэффициент дисконтирования, который рассчитывается по формуле:

$$E_{с.т} := 10$$

$$\alpha_{ti} := \frac{1}{(1 + E_{с.тi})^t}$$

где $E_{с.тi}$ – проц-ая ставка на капитал;

t – год приведения затрат и результатов;

$$\alpha_1 := 0.909 \quad \alpha_2 := 0.826 \quad \alpha_3 := 0.753 \quad \alpha_4 := 0.683 \quad \alpha_5 := 0.621$$

Далее рассчитывается чистый дисконтированный поток реальных денег по формуле:

$$ДП1 := Ч1 \cdot \alpha_1$$

$$ДП1 := 51661969.61 \cdot 0.909 = 46960730.38$$

$$ДП2 := Ч2 \cdot \alpha_2$$

$$ДП2 = 46864205.9$$

$$ДП3 := Ч3 \cdot \alpha_3$$

$$ДП3 = 46543444.97$$

$$ДП4 := Ч4 \cdot \alpha_4$$

$$ДП4 = 45682483.02$$

$$ДП5 := Ч5 \cdot \alpha_5$$

$$ДП5 = 44686786.26$$

Суммарный ЧДД за расчетный период рассчитывается по формуле:

$$\Sigma ДП := ДП1 + ДП2 + ДП3 + ДП4 + ДП5$$

$$\Sigma ДП := 46960730.38 + 46864205.9 + 46543444.97 + 45682483.02 + 44686786.26 \\ = 230737650.53$$

Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях составляет:

$$K_{И.} := 0.30$$

$$I := K_{И.} \cdot \Sigma C_{\text{пол.пр.}}$$

$$I_0 = 107841614.12$$

Чистый дисконтированный доход.

$$\text{ЧДД} := \Sigma \text{ДП} - I_0$$

$$\text{ЧДД} := 230737650.53 - 107841614.12 = 122896036.41$$

Индекс доходности.

$$ID := \frac{\text{ЧДД}}{I}$$

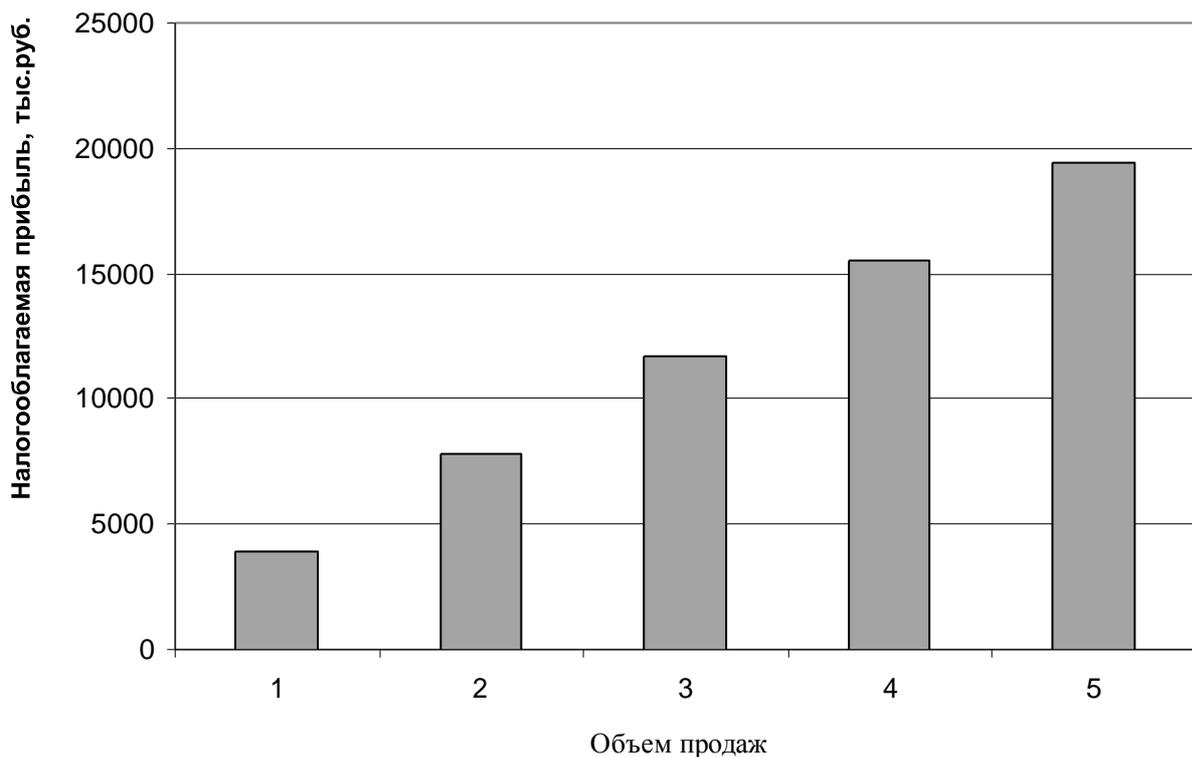
$$ID := \frac{122896036.41}{107841614.12} = 1.14$$

Срок окупаемости проекта.

$$\text{Ток} := \frac{I_0}{\text{ЧДД}}$$

$$\text{Ток} := \frac{107841614.12}{122896036.41} = 0.88$$

График зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж



6.3 Анализ полученных данных и выводы.

В данном экономическом разделе бакалаврской работы рассчитанные показатели новой конструкции РКП показали, что стоимость проектной конструкции выше, чем у базовой конструкции, но благодаря модернизации, долговечность новой конструкции увеличивается в 1,75 раза. Для этого был проведен расчет общественной эффективности увеличения срока годности, составив 1460,08 рубля.

Точка безубыточности продаж равна объему 32310 штук, то есть. в этом объеме продаж компания покрывает свои расходы, а при плановой выдаче 50000 штук. у компании чистый дисконтированный доход (с учетом капитальных вложений) составляет 122896036,41 рубля.

Из всех рассматриваемых коэффициентов приемлемым для принятия решения инвестиционного характера является абсолютный показатель ЧДД.

Поскольку чистый эффект (чистый дисконтированный доход ЧДД) является положительным, проект является эффективным.

Индекс доходности составляет $1,14 > 1$, что характеризует этот проект как немного рискованный и прибыльный.

Срок окупаемости проекта составляет 0,88 года.

Анализируя результаты расчетов показателей эффективности внедрения разработанной конструкции редуктора, можно сделать вывод о целесообразности ее реализации на производстве.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе бакалаврской работы была осуществлена модернизация раздаточной коробки передач для автомобиля ШЕВРОЛЕ-НИВА.

Пояснительная записка к бакалаврской работе содержит следующие разделы:

- Введение. В этом разделе описывается развитие автомобилестроения.
- Состояние вопроса. Описывается назначение разрабатываемого узла и его возможные конструкторские решения.
- Конструкторская часть. Содержит расчёты тяговой динамики автомобиля и конструкторские расчёты деталей узла.
- Технологическая часть. Разработка технологической схемы сборки.
- Безопасность и экологичность объекта. Мероприятия по технике безопасности на производстве и инженерные расчёты помещения.
- Эффективность проекта. В разделе определяется экономическая эффективность, разрабатываемого проекта.

Применяемые в бакалаврской работе совокупность конструкторско – технологических мероприятий ведут к двум основным показателям:

- увеличение затрат на производство, вследствие использования более дорогостоящих комплектующих;
- увеличению надёжности и ресурса.

Взаимодействие этих показателей ведет к повышению потребительских качеств и в целом конкурентно способности автомобиля, т.е. к прибыльности производства. А значит конструкторско – технологические изменения в бакалаврской работе решают еще одну задачу:

- достижение положительного коммерческого эффекта

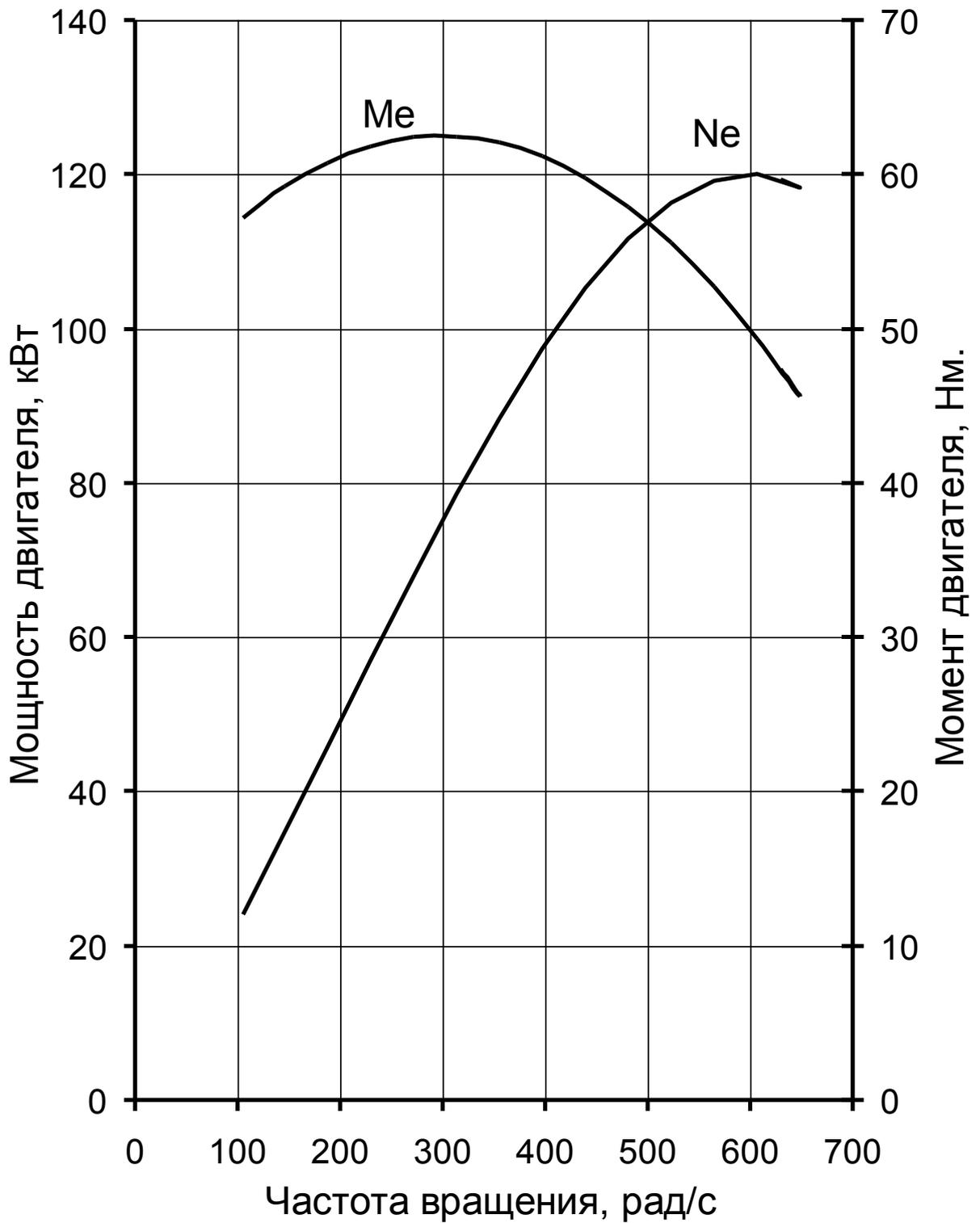
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Васильев, Б.С. Автомобильный справочник / Б.С. Васильев, - М. : Машиностроение, 2004. - 704 с: ил. - Библиогр. : с. 696. – Прил. : с. 483-695.
2. Черепанов, Л.А. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля: учеб. Пособие / Л. А. Черепанов; ТолПИ. - Тольятти: ТолПИ, 2001.-40 с: ил. - Библиогр. : с. 39.
3. Кисуленко, Б.В. Краткий автомобильный справочник. Легковые автомобили. / Б.В. Кисуленко, – М. : Автополис-плюс, 2005. - 482 с.
4. Лукин, П.П. Конструирование и расчёт автомобиля / П.П. Лукин;. – М. : Машиностроение, 1984. -376 с.
5. Анурьев, В.И. Справочник технолога машиностроителя / В.И. Анурьев;. – М. : Машиностроение, 1980. – 688 с.
6. «Методические указания к выполнению дипломных проектов технического направления» Тольятти 1988. - 35 с.
7. Горина, Л.Н. « Обеспечение безопасности труда на производстве / Л.Н. Горина;. - Тольятти 2002. – 34 с.
8. Капрова, В.Г. « Методические указания по технико-экономическому обоснованию дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений для студентов специальности 150100 – “Авто-мобиле- и тракторостроение”.» / В.Г.Капрова;. Тольятти: ТГУ. 2003. – 50 с.
9. Куклин, Н.Г. Детали машин / Н.Г. Куклин;. – М. : Высшая школа, 1973. - 384с.
10. «Краткий автомобильный справочник» - М. : Транспорт, 1984. – 250 с.
11. Гришкевич, А.И. «Конструкция, конструирование и расчет автомобиля» / А.И. Гришкевич;. - М. : Высшая школа, 1987.–377 с.
12. Малкин, В.С. «Конструкция и расчет автомобиля» / В.С. Малкин; - КуАИ, 1978. – 195 с.
13. Лысов, М.И. «Машиностроение» / М.И. Лысов;. - М. : Машиностроение,1972.–233 с.
14. Осепчугов, В.В.; «Автомобиль: анализ конструкций, элементы расчета» / В.В. Осепчугов; А.К. Фрумкин; - М. : Машиностроение, 1989.-304с.

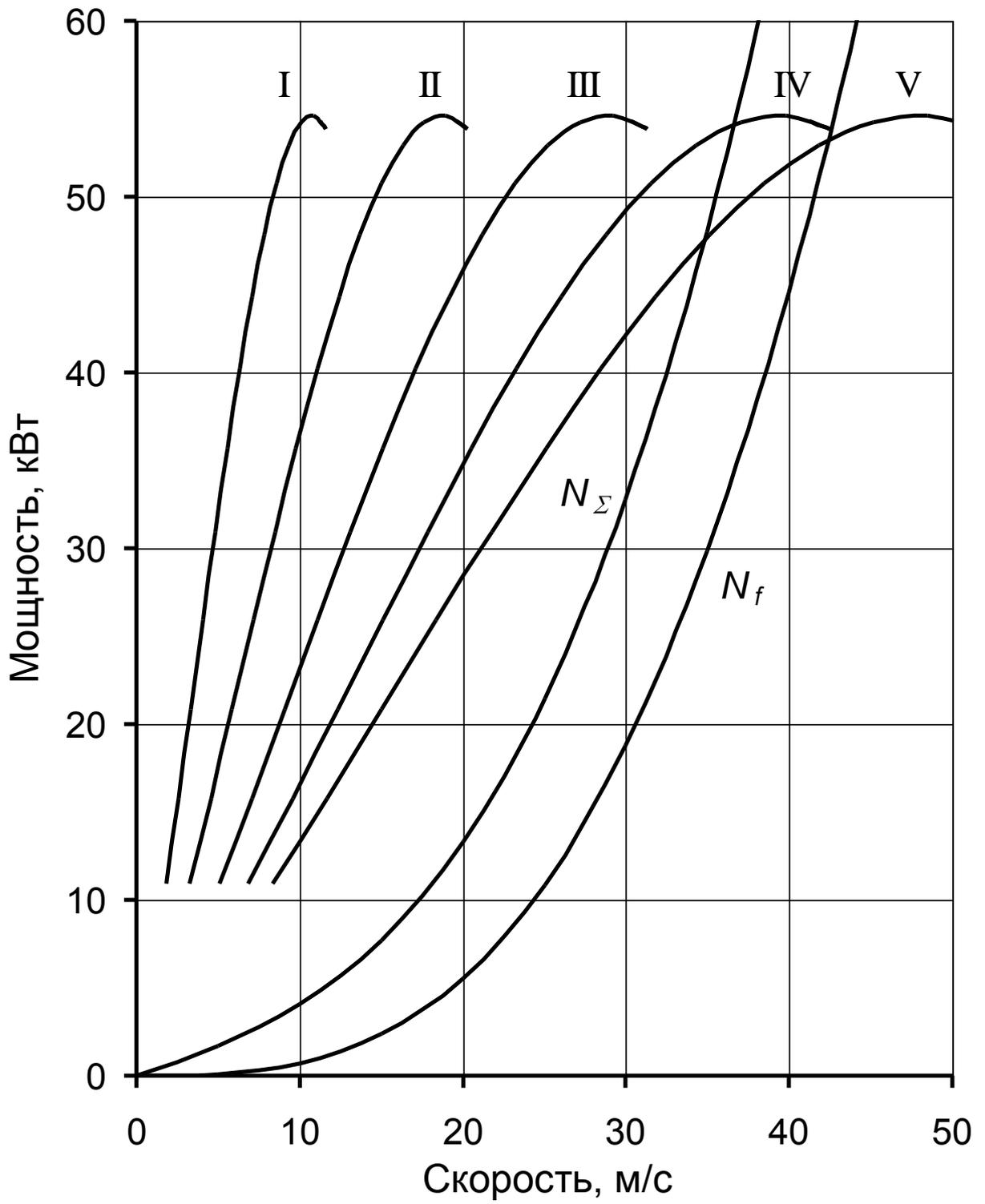
15. Писаренко, Г.С. «Справочник по сопротивлению материалов» / Г.С. Писаренко; - Киев: Наукова думка, 1988.-736с.
16. «Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти», № 39,2003; Информационный фонд НТЦ "Система".
17. Раскин, А.М., Основы расчета и указания к курсовому проектированию агрегатов шасси автомобиля / А.М. Раскин; А.Ф. Яшин; - Саратов: Ротапринт, 1975.-68с.
18. Родионов, В. Ф., Легковые автомобили / В.Ф. Родионов; Б.М. Фиттерман; - М. : Машиностроение, 1971.-376с.
19. Фчеркан, Н. С. Детали машин. Справочник. Т.3. / Н.С. Фчеркан; - М. : Машиностроение, 1969. – 355с.
20. Чайковский, И.П. Рулевые управления автомобилей / И.П. Чайковский; П.А. Саломатин; - М. : Машиностроение, 1987.-176с.
21. Daniel Stapleton. How to Plan and Build a Fast Road Car / 2004.
22. Sergio M. Savaresi, Charles Poussot-Vassal, Cristiano Spelta, Olivier Sename, Luc Dugard. Gear box Control Design for Vehicles / 2010.
23. Colin Campbell. Automobile Gear box / 2012.
24. Calculation the torque moment of the clutch elastic and safety roller. Part 2012. Volume XI (XXI). P. 36 – 38.
25. Dainius, L., Research on Probability for Failures in VW Cars During Warranty and Post-Warranty Periods / Mokslas: Lietuvos Ateitis, 2014. – 2 p.
26. Catalin, A., Method for the multi-criteria optimization of car wheel mechanisms / A. Catalin, V. Totu Ingeniería e Investigación, 2016. – 1 p.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

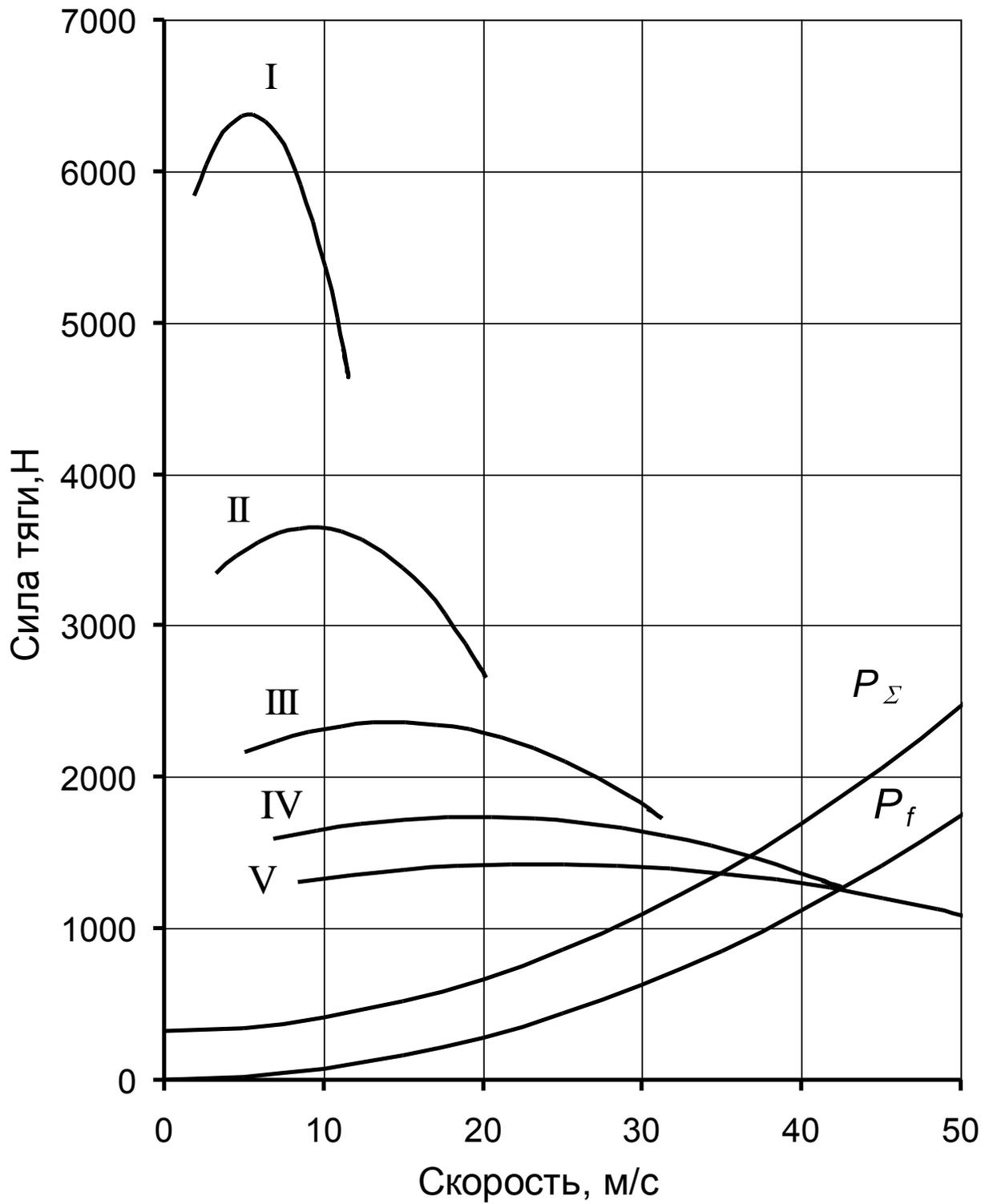
Внешняя скоростная характеристика



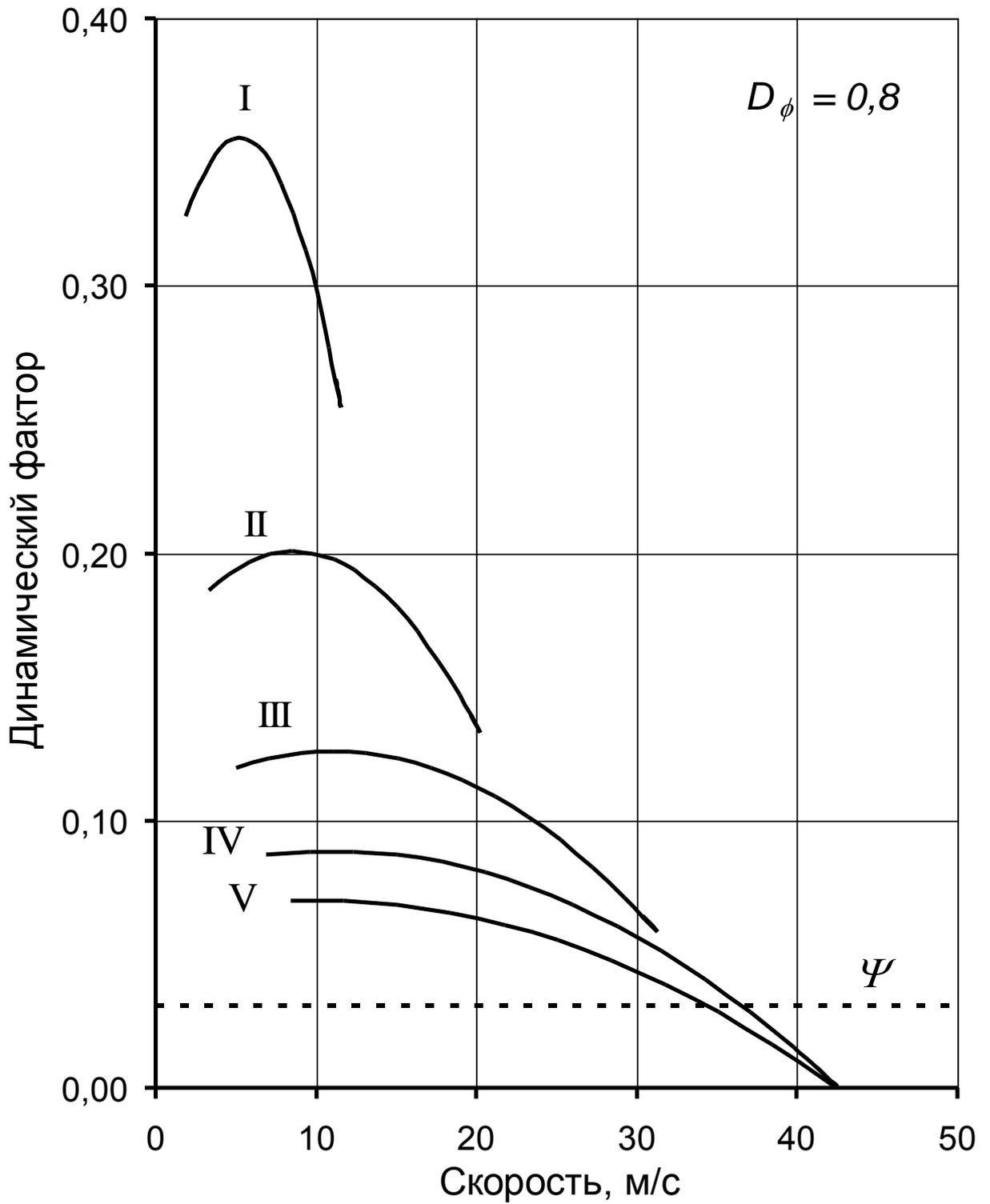
Баланс мощностей



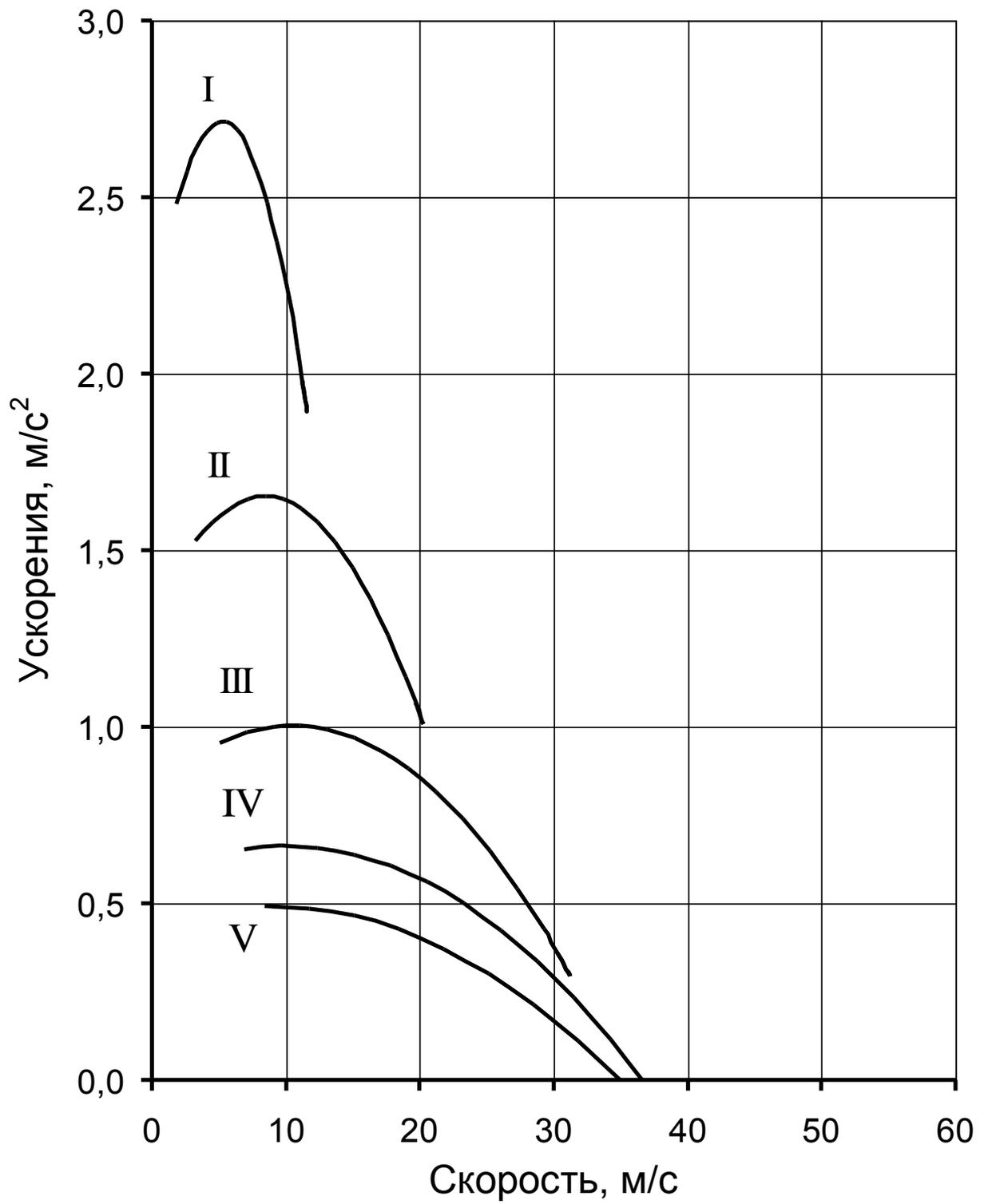
Тяговый баланс



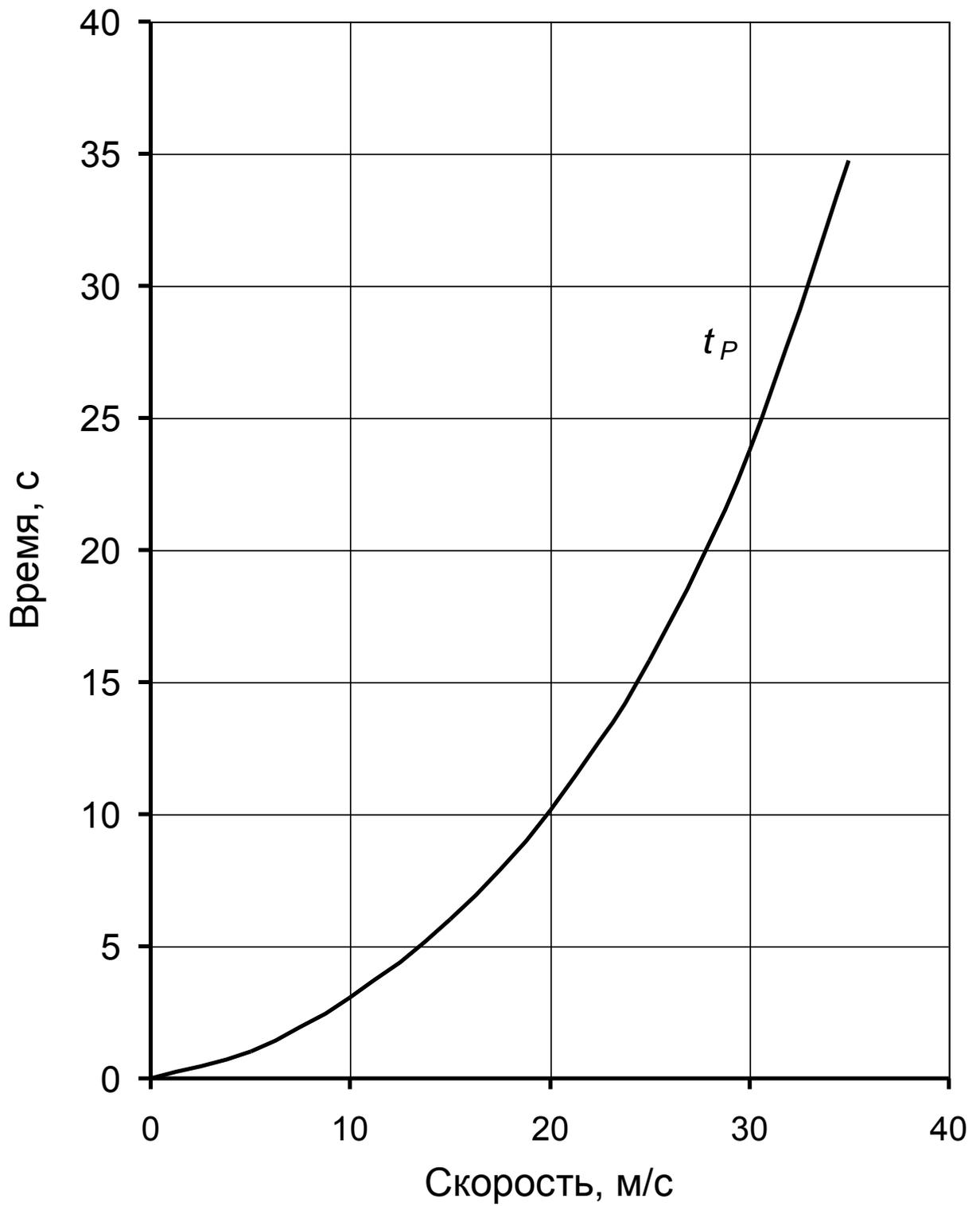
Динамический баланс



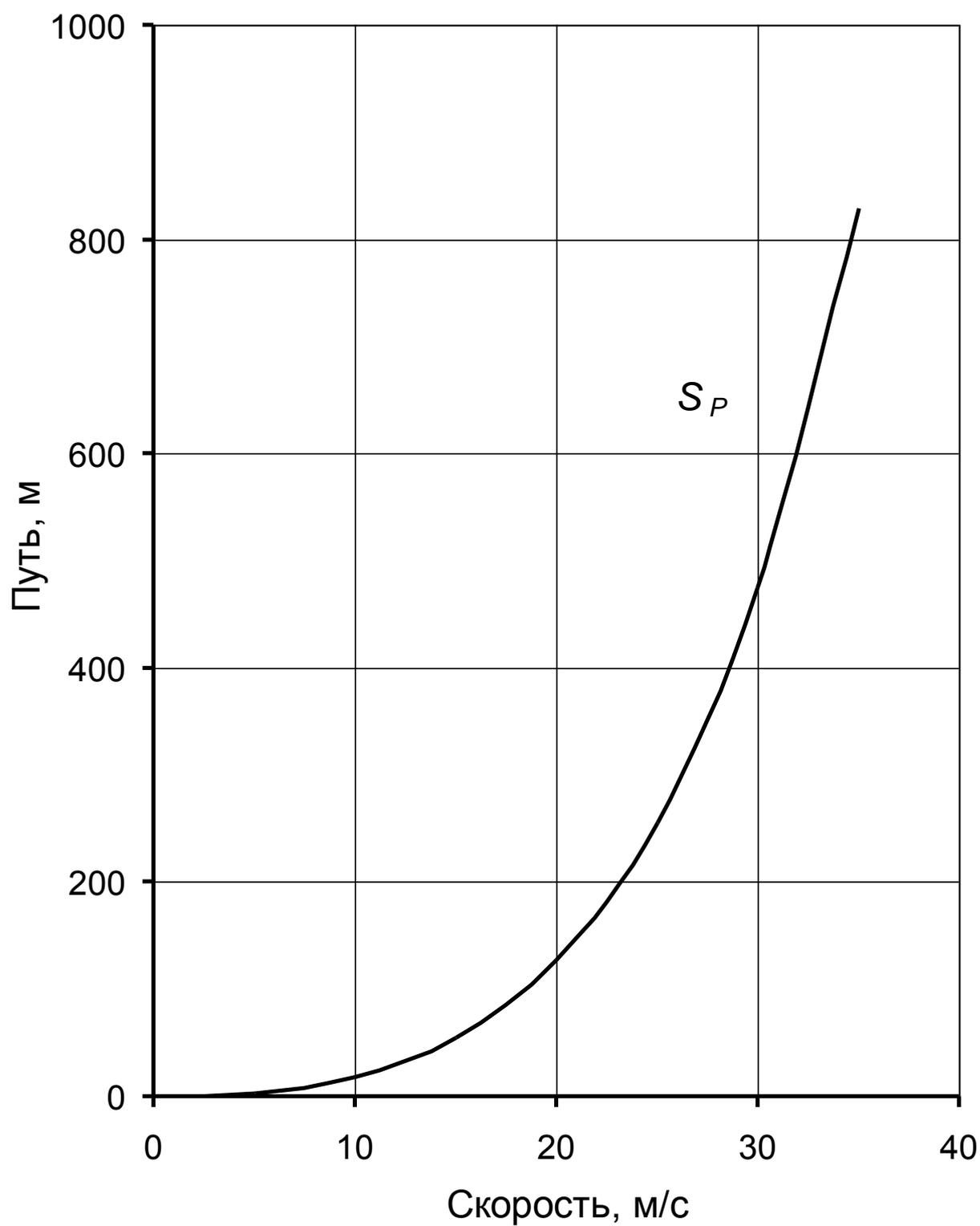
Ускорения на передачах



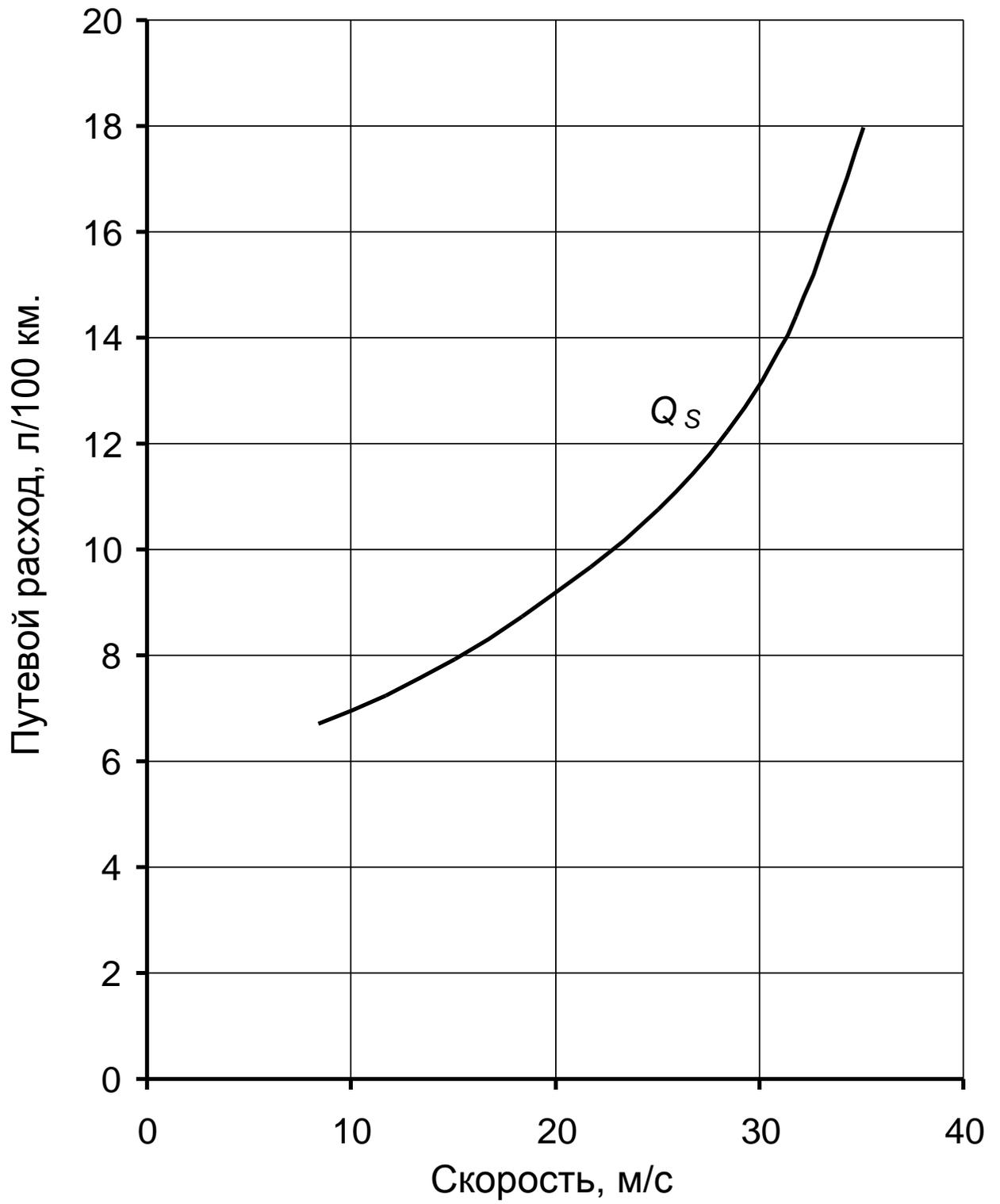
Время разгона



Путь разгона



Путевой расход топлива



ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Общие требования

1. «В соответствии со статьей 76 Трудового кодекса Российской Федерации работодатель обязан отстранить от работы (не допускать к работе) работника, не прошедшего в установленном порядке обязательный предварительный или периодический медицинский осмотр.» [16]

2. «Работника, нуждающегося в соответствии с медицинским заключением в предоставлении другой работы, работодатель обязан с его согласия перевести на другую имеющуюся работу, не противопоказанную ему по состоянию здоровья (статья 72 Трудового кодекса Российской Федерации).» [16]

3. В организациях не допускается применение труда женщин и лиц в возрасте до восемнадцати лет на работах, определенных постановлением Правительства Российской Федерации от 25 февраля 2000 г. N 162 "Об утверждении перечня тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда женщин" и постановлением Правительства Российской Федерации от 25 февраля 2000 г. N 163 "Об утверждении перечня тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда лиц моложе восемнадцати лет" соответственно.

4. «При организации труда женщин и подростков должны соблюдаться установленные для них постановлением Совета Министров - Правительства Российской Федерации от 6 февраля 1993 г. N 105 "О новых нормах предельно допустимых нагрузок для женщин при подъеме и перемещении тяжестей вручную" и постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 7 апреля 1999 г. N 7 "Об утверждении норм предельно допустимых нагрузок для лиц моложе восемнадцати лет при подъеме и перемещении тяжестей вручную" (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 1 июля 1999 г., регистрационный N 1817) нормы предельно допустимых нагрузок

при подъеме и перемещении тяжестей вручную.» [16]

5. «Все работники, занятые в производственных процессах» автомобильной «промышленности, включая руководителей и специалистов производств, обязаны проходить обучение, инструктажи, проверку знаний по охране труда в соответствии с Порядком обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда работников организаций, утвержденным постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации и Министерства образования Российской Федерации "от 13 января 2003 г. N 1/29 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 12 февраля 2003 г., регистрационный N 4209).

Обучение и проверку знаний работников, обслуживающих опасные производственные объекты, необходимо проводить в соответствии с требованиями Положения о порядке подготовки и аттестации работников организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, подконтрольные Госгортехнадзору России (РД 04-265-99), утвержденного постановлением Федерального горного и промышленного надзора России от 11 января 1999 г. N 2 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 12 февраля 1999 г., регистрационный N 1706).» [16]

6. «Обслуживание электроустановок на производственных объектах организации должен осуществлять специально подготовленный электротехнический персонал.» [16]

7. «В целях обеспечения соблюдения требований охраны труда, осуществления контроля за их выполнением в каждой организации, осуществляющей производственную деятельность, с численностью более 100 работников создается служба охраны труда или вводится должность специалиста по охране труда, имеющего соответствующую подготовку или опыт работы в этой области.

В организации с численностью 100 работников и менее решение о создании службы охраны труда или введении должности специалиста по охране труда принимается работодателем с учетом специфики деятельности данной организации.

При отсутствии в организации службы охраны труда (специалиста по охране труда) работодатель заключает договор со специалистами или с организациями, оказывающими услуги в области охраны труда.

Структура службы охраны труда в организации и численность работников службы охраны труда определяются работодателем с учетом рекомендаций федерального органа исполнительной власти по труду (статья 217 Трудового кодекса Российской Федерации).» [16]

8. «Лица, виновные в нарушении требований охраны труда, несут ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации.» [16]

«Общие положения и область применения» [16]

9. «Настоящие санитарные правила и нормы (далее - Санитарные правила) предназначены для предотвращения неблагоприятного воздействия микроклимата рабочих мест, производственных помещений на самочувствие, функциональное состояние, работоспособность и здоровье человека.» [16]

10. «Настоящие Санитарные правила распространяются на показатели микроклимата на рабочих местах всех видов производственных помещений и являются обязательными для всех предприятий и организаций. Ссылки на обязательность соблюдения требований настоящих Санитарных правил должны быть включены в нормативно-технические документы: стандарты, строительные нормы и правила, технические условия и иные нормативные и технические документы, регламентирующие эксплуатационные характеристики производственных объектов, технологического, инженерного и санитарно-технического оборудования, обуславливающих обеспечение гигиенических нормативов микроклимата.» [16]

11. «В соответствии со статьями [9](#) и [34](#) Закона РСФСР "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" в организациях должен осуществляться производственный контроль за соблюдением требований Санитарных правил и проведением профилактических мероприятий, направленных на предупреждение возникновения заболеваний работающих

в производственных помещениях, а также контроль за соблюдением условий труда и отдыха и выполнением мер коллективной и индивидуальной защиты работающих от неблагоприятного воздействия микроклимата. » [16]

12. «Руководители предприятий, организаций и учреждений вне зависимости от форм собственности и подчиненности в порядке обеспечения производственного контроля обязаны привести рабочие места в соответствие с требованиями к микроклимату, предусмотренными настоящими Санитарными правилами. » [16]

13. «Государственный санитарно-эпидемиологический надзор и контроль за выполнением настоящих Санитарных правил осуществляется органами и учреждениями Государственной санитарно - эпидемиологической службы Российской Федерации, а ведомственный санитарно-эпидемиологический надзор и контроль - органами и учреждениями санитарно-эпидемиологического профиля соответствующих министерств и ведомств. » [16]

14. «Государственный санитарно-эпидемиологический надзор за строительством новых и реконструкцией действующих производственных помещений осуществляется на этапах разработки проекта и введения объектов в эксплуатацию с учетом характера технологического процесса и соответствия инженерного и санитарно-технического оборудования требованиям настоящих Санитарных правил и Строительных норм и правил "Отопление, вентиляция и кондиционирование".» [16]

15. «Проектная документация на строительство и реконструкцию производственных помещений должна быть согласована с органами и учреждениями Госсанэпидслужбы России. » [16]

16. «Ввод в эксплуатацию производственных помещений в целях оценки соответствия гигиенических параметров микроклимата требованиям настоящих Санитарных правил должен осуществляться при обязательном участии представителей Государственного санитарно - эпидемиологического надзора Российской Федерации. » [16]

«Нормативные ссылки» [16]

17. «[Закон](#) РСФСР "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения".» [16]

18. «[Положение](#) о Государственной санитарно - эпидемиологической службе Российской Федерации и Положение о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании, утвержденные Постановлением Правительства Российской Федерации от 5 июня 1994 г. N 625. » [16]

19. «Руководство "Общие требования к построению, изложению и оформлению санитарно-гигиенических и эпидемиологических нормативных и методических документов" от 9 февраля 1994 г. Р1.1.004-94. » [16]

«Термины и определения» [16]

20. «Производственные помещения - замкнутые пространства в специально предназначенных зданиях и сооружениях, в которых постоянно (по сменам) или периодически (в течение рабочего дня) осуществляется трудовая деятельность людей. » [16]

21. «Рабочее место - участок помещения, на котором в течение рабочей смены или части ее осуществляется трудовая деятельность. Рабочим местом может являться несколько участков производственного помещения. Если эти участки расположены по всему помещению, то рабочим местом считается вся площадь помещения. » [16]

22. «Холодный период года - период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха, равной $+10^{\circ}\text{C}$ и ниже. » [16]

23. «Теплый период года - период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$. » [16]

24. «Среднесуточная температура наружного воздуха - средняя величина температуры наружного воздуха, измеренная в определенные часы суток через одинаковые интервалы времени. Она принимается по данным метеорологической службы. » [16]

25. «Тепловая нагрузка среды (ТНС) - сочетанное действие на организм человека параметров микроклимата (температура, влажность, скорость движения воздуха, тепловое облучение), выраженное

одночисловым показателем в °С. » [16]

«Общие требования и показатели микроклимата» [16]

26. «Санитарные правила устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений с учетом интенсивности энерготрат работающих, времени выполнения работы, периодов года и содержат требования к методам измерения и контроля микроклиматических условий. » [16]

27. «Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.» [16]

28. «Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

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

Учитывается температура поверхностей ограждающих конструкций (стены, потолок, пол), устройств (экраны и т.п.), а также технологического оборудования или ограждающих его устройств. » [16]

«Оптимальные условия микроклимата» [16]

29. «Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах. » [16]

30. «Оптимальные величины показателей микроклимата необходимо соблюдать на рабочих местах производственных помещений, на которых выполняются работы операторского типа, связанные с нервно -

эмоциональным напряжением (в кабинах, на пультах и постах управления технологическими процессами, в залах вычислительной техники и др.). Перечень других рабочих мест и видов работ, при которых должны обеспечиваться оптимальные величины микроклимата, определяется Санитарными правилами по отдельным отраслям промышленности и другими документами, согласованными с органами Государственного санитарно-эпидемиологического надзора в установленном порядке. » [16]

31. «Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года. » [16]

32. «Перепады температуры воздуха по высоте и по горизонтали, а также изменения температуры воздуха в течение смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2° С и выходить за пределы величин.» [16]

33. Требования по пожарной безопасности

«В целях настоящего Федерального закона применяются следующие понятия:

пожарная безопасность - состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров;

пожар - неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства;

требования пожарной безопасности - специальные условия социального и (или) технического характера, установленные в целях обеспечения пожарной безопасности законодательством Российской Федерации, нормативными документами или уполномоченным государственным органом;

нарушение требований пожарной безопасности - невыполнение или ненадлежащее выполнение требований пожарной безопасности;

противопожарный режим - требования пожарной безопасности, устанавливающие правила поведения людей, порядок организации производства и (или) содержания территорий, зданий, сооружений,

помещений организаций и других объектов в целях обеспечения пожарной безопасности;

меры пожарной безопасности - действия по обеспечению пожарной безопасности, в том числе по выполнению требований пожарной безопасности;

пожарная охрана - совокупность созданных в установленном порядке органов управления, подразделений и организаций, предназначенных для организации профилактики пожаров, их тушения и проведения возложенных на них аварийно-спасательных работ;» [16]

«Пожарно-техническая продукция - специальная техническая, научно-техническая и интеллектуальная продукция, предназначенная для обеспечения пожарной безопасности, в том числе пожарная техника и оборудование, пожарное снаряжение, огнетушители и огнезащитные вещества, средства специальной связи и управления, программы для электронных вычислительных машин и базы данных, а также иные средства предупреждения и тушения пожаров;

«Федеральный государственный пожарный надзор - деятельность уполномоченных федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, осуществляющих переданные полномочия, а также подведомственных им государственных учреждений, направленная на предупреждение, выявление и пресечение нарушений организациями и гражданами требований, установленных законодательством Российской Федерации о пожарной безопасности (далее - обязательные требования), посредством организации и проведения проверок деятельности организаций и граждан, состояния используемых (эксплуатируемых) ими объектов защиты, проведения мероприятий по контролю на лесных участках, на подземных объектах, при ведении горных работ, при производстве, транспортировке, хранении, использовании и утилизации взрывчатых материалов промышленного назначения, принятия предусмотренных законодательством Российской Федерации мер по пресечению и (или) устранению выявленных нарушений, и деятельность

указанных уполномоченных органов государственной власти по систематическому наблюдению за исполнением требований пожарной безопасности, анализу и прогнозированию состояния исполнения указанных требований при осуществлении организациями и гражданами своей деятельности;

ведомственный пожарный надзор - деятельность ведомственной пожарной охраны по проверке соблюдения организациями, подведомственными соответствующим федеральным органам исполнительной власти, требований пожарной безопасности и принятие мер по результатам проверки;

подтверждение соответствия в области пожарной безопасности - документальное удостоверение соответствия продукции или иных объектов, выполнения работ и оказания услуг требованиям технических регламентов, стандартов, норм пожарной безопасности или условиям договоров;

нормативные документы по пожарной безопасности - национальные стандарты, своды правил, содержащие требования пожарной безопасности (нормы и правила), правила пожарной безопасности, а также действовавшие до дня вступления в силу соответствующих технических регламентов нормы пожарной безопасности, стандарты, инструкции и иные документы, содержащие требования пожарной безопасности;

профилактика пожаров - совокупность превентивных мер, направленных на исключение возможности возникновения пожаров и ограничение их последствий;

первичные меры пожарной безопасности - реализация принятых в установленном порядке норм и правил по предотвращению пожаров, спасению людей и имущества от пожаров;

пожарно-спасательный гарнизон - совокупность расположенных на определенной территории органов управления, подразделений и организаций, независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности, к функциям которых отнесены профилактика и тушение пожаров, а также проведение аварийно-спасательных работ;

организация тушения пожаров - совокупность оперативно-тактических и инженерно-технических мероприятий (за исключением мероприятий по обеспечению первичных мер пожарной безопасности), направленных на спасение людей и имущества от опасных факторов пожара, ликвидацию пожаров и проведение аварийно-спасательных работ;

особый противопожарный режим - дополнительные требования пожарной безопасности, устанавливаемые органами государственной власти или органами местного самоуправления в случае повышения пожарной опасности на соответствующих территориях;

локализация пожара - действия, направленные на предотвращение возможности дальнейшего распространения горения и создание условий для его ликвидации имеющимися силами и средствами;

координация в области пожарной безопасности - деятельность по обеспечению взаимосвязи (взаимодействия) и слаженности элементов системы обеспечения пожарной безопасности.» [16]

«Законодательство Российской Федерации о пожарной безопасности основывается на [Конституции](#) Российской Федерации и включает в себя настоящий Федеральный закон, принимаемые в соответствии с ним федеральные законы и иные нормативные правовые акты, а также законы и иные нормативные правовые акты субъектов Российской Федерации, муниципальные правовые акты, регулирующие вопросы пожарной безопасности.

Законодательство субъектов Российской Федерации не действует в части, устанавливающей более низкие, чем настоящий Федеральный закон, требования пожарной безопасности.» [16]

«Система обеспечения пожарной безопасности - совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на борьбу с пожарами.

Основными элементами системы обеспечения пожарной безопасности являются органы государственной власти, органы местного самоуправления,

организации, граждане, принимающие участие в обеспечении пожарной безопасности в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Основные функции системы обеспечения пожарной безопасности:

нормативное правовое регулирование и осуществление государственных мер в области пожарной безопасности;

создание пожарной охраны и организация ее деятельности;

разработка и осуществление мер пожарной безопасности;

реализация прав, обязанностей и ответственности в области пожарной безопасности;

проведение противопожарной пропаганды и обучение населения мерам пожарной безопасности;

содействие деятельности добровольных пожарных, привлечение населения к обеспечению пожарной безопасности;

научно-техническое обеспечение пожарной безопасности;

информационное обеспечение в области пожарной безопасности;

осуществление федерального государственного пожарного надзора и других контрольных функций по обеспечению пожарной безопасности;

производство пожарно-технической продукции;

выполнение работ и оказание услуг в области пожарной безопасности;

лицензирование деятельности в области пожарной безопасности (далее - лицензирование) и подтверждение соответствия продукции и услуг в области пожарной безопасности (далее - подтверждение соответствия);» [16]