

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ МЕХАНИЗАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА

Специальность 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

Специализация «Автомобили и тракторы»

Кафедра «Тракторы, автомобили и энергетические установки»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
на соискание квалификации (степени) «специалист»

Тема: Проектирование автомобиля категории М₁ с разработкой
бесступенчатой коробки переключения передач.

Шифр ВКР 23.05.01.645.20.БКПП.00.00.ПЗ

Студент группы С262-12у _____  _____ Хамадияров А.И.

Руководитель доцент _____  _____ Сеницкий С.А.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите (протокол № 7 от 6
февраля 2020 г.)

Зав. кафедрой профессор _____  _____ Хафизов К.А.

Казань – 2020 г.

АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Хамадиярова А.И. «Проектирование автомобиля категории М₁ с разработкой бесступенчатой коробки переключения передач.»

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 106 страницах машинописного текста и графической части на 9 листах. Записка состоит из введения, 7 разделов и включает 32 рисунков и 15 таблиц. Список используемой литературы содержит 23 наименований.

В первом разделе представлен тяговый, динамический и топливно-экономичный расчет автомобиля. Определены основные параметры проектируемого автомобиля категории М₁.

Во втором разделе приведена эскизная компоновка проектируемого автомобиля категории М₁.

В третьем разделе приведен анализ существующих конструкций, дано описание проектируемой конструкции, проведены конструктивные расчеты.

В четвертом разделе представлены технологические расчеты по изготовлению детали предложенной конструкции бесступенчатой коробки переключения передач.

В пятом разделе рассмотрены мероприятия по безопасности жизнедеятельности.

В шестом разделе рассмотрены вопросы охраны окружающей среды.

В седьмом разделе представлено экономическое обоснование конструкции.

Пояснительная записка также содержит заключение, список использованной литературы, приложения и спецификации.

ABSTRACT

To the final qualifying work of A. Khamadiyarov “Designing M_1 category cars with the development of a continuously variable gearbox.”

Final qualification work consists of explanatory texts and graphic parts on 9 sheets. The note consists of a manual, 7 sections and includes 32 figures and 15 tables. The list of used literature contains 23 titles.

The first section presents the traction, dynamic and fuel-efficient calculation of the car. The main parameters of the designed car of category M_1 are determined.

The second section provides a sketch of the design of a car of category M_1 .

In the third part, an analysis of existing structures is given, a description of the designed structure is given, and structural calculations are carried out.

The fourth section presents technological calculations for the manufactured parts of a continuously variable gearbox.

The fifth section discusses life safety measures.

The sixth section addresses environmental issues.

The seventh section uses economically sound designs.

The explanatory note also contains a conclusion, list of references, applications and specifications.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1. ТЯГОВО-ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПРОЕКТИРУЕМОГО АВТОМОБИЛЯ.....	10
1.1 Исходные данные автомобиля для расчета	10
1.2 Расчет внешней скоростной характеристики двигателя.....	10
1.3 Расчет КПД и передаточных чисел.....	12
1.4 Расчет тяговой характеристики.....	13
1.5 Расчет и построение динамического паспорта АТС.....	14
1.6 Расчет и построение графиков ускорений, времени и пути разгона.....	18
1.7 Тормозная диаграмма, тормозная характеристика для условий стандартных тормозных испытаний.....	21
1.8 Расчет и построение графика мощностного баланса.....	25
1.9 Расчет и построение графика топливно-экономической характеристики.....	28
1.10 Анализ характеристики проектируемого автомобиля.....	30
2. ЭСКИЗНАЯ КОМПОНОВКА ПРОЕКТИРУЕМОГО АВТОМОБИЛЯ.....	31
3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	34
3.1 Состояние исследуемого вопроса.....	34
3.2 Обзор существующих конструкций.....	48
3.3 Разработка конструкции вариатора.....	59
3.4 Расчет деталей вариатора.....	62
4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	70
4.1 Выбор материала заготовки	70
4.2 Выбор оборудования и режущего инструмента.....	70
4.3 Технологические расчеты	70

4.4 Разработка метода контроля детали и проектирования измерительного инструмента.....	86
5 АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА ВОПРОСОВ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	89
5.1 Требования безопасности перед началом работы.....	89
5.2 Требования безопасности при эксплуатации коробки передач...	90
5.3 Требования безопасности по окончании работы.....	90
5.4 Физическая культура на производстве.....	91
6. АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	93
7 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ	97
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	101
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	102
СПЕЦИФИКАЦИЯ.....	105

ВВЕДЕНИЕ

На большинстве современных автомобилях устанавливается бесступенчатая коробка передач, представляющая собой разновидность автоматической коробки.

Вариатор, обеспечивающий работу двигателя в щадящем режиме, имеет множество преимуществ, среди которых можно выделить экономичный расход топлива, плавное распределение нагрузок на двигатель.

Что такое бесступенчатая коробка передач?

Вариатор, или бесступенчатая коробка передач, представляет собой особенный тип автоматической трансмиссии. Самым распространенным английским названием вариатора является аббревиатура CVT (Continuously Variable Transmission). Автомобиль, оснащенный вариатором, на первый взгляд ничем не отличается от авто с автоматом.

Можно увидеть те же две педали, такой же рычаг переключения с такими же режимами.

Но при этом принцип работы вариатора в корне отличается от принципа работы АКПП.

Вариатор не имеет фиксированной первой, второй или пятой передачи. Переключение происходит очень плавно и совершенно незаметно. Суть работы вариатора состоит в том, что передаточное число он изменяет непрерывно, по мере того, как автомобиль разгоняется или замедляет ход.

Самое интересное, что первый вариатор был изобретен еще в 1490 году знаменитым Леонардо да Винчи. Конечно, в то время просто невозможно было по достоинству оценить полезность данного изобретения. Первые автомобили, оснащенные вариаторами, появились в 50-х годах 20-го столетия. Изначально вариатор устанавливали на авто марки DAF, затем — на Volvo. В последнее время бесступенчатые коробки передач получили широкое распространение.

На сегодняшний день существует несколько видов вариаторов, среди которых можно выделить клиноременные, тороидальные, цепные. Самым распространенным считается клиноременный вариатор.

1. ТЯГОВО-ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПРОЕКТИРУЕМОГО АВТОМОБИЛЯ

1.1 Исходные данные автомобиля для расчета

Таблица 1.1 - Краткая техническая характеристика автомобиля.

Количество мест	5
Снаряженная масса, кг	945
Полная масса, кг	1370
Параметры двигателя:	
Модель	2111
Мощность, кВт	59
Рабочий объем цилиндров, л	1,5
Мах крутящий момент, Н·м	120
$N_{\text{ном}}$, об/мин	5600
Передаточные числа:	
I	3,64
II	1,95
III	1,36
IV	0,94
V	0,78
Задний ход	3,53
Передаточное число главной передачи	3,9
Шины бескамерные радиальные	175/75R13
Ширина автомобиля, м	1,750
Высота автомобиля, м	1,402

1.2 Расчет внешней скоростной характеристики двигателя

Таблица 1.2 - Расчет выходных данных ДВС

λ_0	ω_0 , рад/с	N_e , кВт	M_e , Н·м	g_e , гр/(кВт·ч)	Примеч.
0,3	176	21,4	122	262	$N_H=59$ кВт $n_H=5600$ об/мин. $\omega_H=586$ рад/с $g_H=270$ г/(кВт·ч)
0,4	234	29,3	125	251	
0,5	293	36,9	126	243	
0,6	352	43,9	125	240	
0,7	410	50,0	122	241	
0,8	469	54,8	117	246	
0,9	528	57,9	110	256	
1	586	59,0	101	270	
1,1	645	57,8	90	288	
1,2	703	53,8	77	311	

$\omega_o = \lambda_o \cdot \omega_n$ – значение частоты,

где

λ_o – коэффициент, характеризующий степень использования оборотов двигателя.

ω_n – частота вращения, *рад/с*

$$\omega_n = \pi \cdot n_n / 30 = 3,14 \cdot 5600 / 30 = 584 \text{ с}^{-1}$$

Мощность двигателя

$$N_e = N_n \cdot \lambda_o \cdot (a + b \cdot \lambda_o - c \cdot \lambda_o^2) \quad \text{кВт},$$

где

$$a = b = c = 1.0$$

$$N_e = 58 \cdot \lambda_o \cdot (1 + 1 \cdot \lambda_o - 1 \cdot \lambda_o^2) = 59 \cdot 0,3 \cdot (1 + 0,3 - 0,09) = 21,4 \quad \text{кВт}$$

Крутящий момент

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_o} \cdot 10^3 = \frac{18,7}{176} = 122 \quad \text{Н} \cdot \text{м}$$

Удельный расход топлива

$$g_e = g_{e(N_n)} \cdot (a - b \cdot \lambda_o + c \cdot \lambda_o^2),$$

где

$$a_T = 1.2 \quad b_T = 1 \quad c_T = 0.8$$

$$g_e = 270 \cdot (1.2 - 1 \cdot \lambda_o + 0,8 \cdot \lambda_o^2)$$

Коэффициент приспособляемости по частоте

$$K_\omega = \omega_n / \omega_m = 586 / 293 = 2$$

где $\omega_{m \max}$ – частота при максимальном крутящем моменте

Коэффициент приспособляемости по моменту

$$k_m = \frac{M_{e \max}}{M_n} = \frac{126}{101} = 1,25, \text{ где}$$

$M_{e \max}$ – максимальный крутящий момент

M_n – момент при номинальной мощности

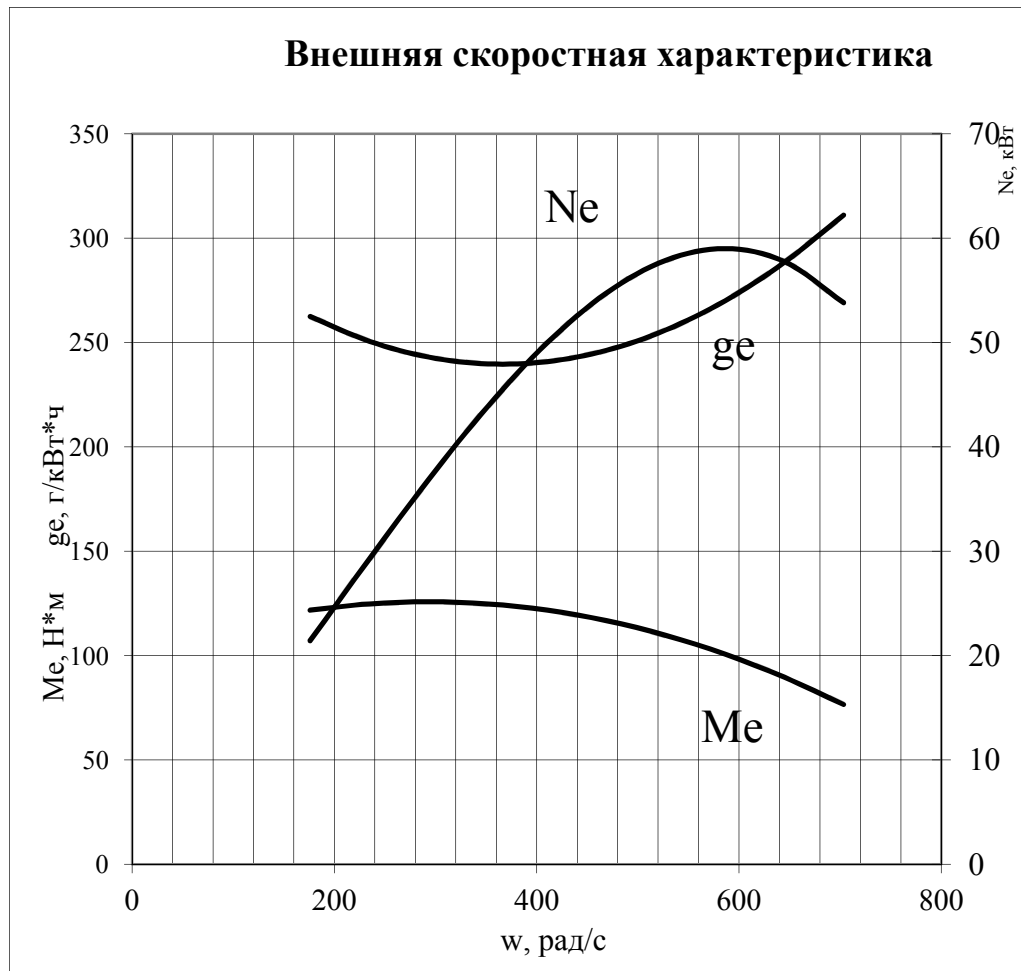


Рисунок 1.1- Внешняя скоростная характеристика проектируемого автомобиля

1.3 Расчет КПД и передаточных чисел

КПД трансмиссии:

$$\eta_{mp} = \left(1 - \frac{k_x}{\chi_{\circ}}\right) \cdot \eta_u^{k_u} \cdot \eta_k^{k_k} \cdot \eta_{кард}^{k_{кард}},$$

где k_x – коэффициент холостых потерь $k_x = 0.04$

$\chi_{\circ}$ – коэффициент эксплуатационной загрузки (=1)

η_u – КПД цилиндрической пары

k_u – количество работающих пар

$\eta_{кард}$ – КПД карданного шарнира

$k_{кард}$ – число шарниров

Тяговая сила на ведущих колесах

$$P_k = \frac{M_e \cdot U_{mp} \cdot \eta_{mp}}{R_k} \quad H$$

Сила сопротивления воздуха движению автомобиля

$$P_w = k_w \cdot F \cdot v^2,$$

где $k_w = 0,23 \quad H \cdot c^2 / m^4$ – коэффициент лобового сопротивления

F – площадь лобовой поверхности, равна $1,91 \text{ м}^2$

Сила сопротивления качению колес

$$P_f = f_v \cdot m \cdot g,$$

где $f_v = f_0 \cdot \left(1 + (0,0216 \cdot v)^2\right)$ – для радиальных шин

$f_0 = 0,02$ коэффициент сопротивления качению (щебень)

Сила тяги по сцеплению с дорогой

$$P_{\text{кф}} = \varphi_x \cdot m \cdot g = 0,6 \cdot 700 \cdot 9,8 = 4116 \text{ Н},$$

где φ_x – коэффициент сцепления колеса с дорогой

1.5 Расчет и построение динамического паспорта АТС

Линейная скорость автомобиля

$$v = \frac{\omega_d}{U_{mp}} \cdot R_k \quad \text{м/с}$$

Динамический фактор

$$D = \frac{P_k - P_w}{G}, \text{ где}$$

$$G = m \cdot g = 1370 \cdot 9,8 = 13426 \text{ Н}$$

Динамический фактор по сцеплению

$$D_{\text{ф}} = \varphi \cdot m_z / m = 0,6 \cdot 700 / 1370 = 0,3$$

Коэффициент сопротивления качению

$$f_v = f_0 \cdot \left(1 + (0,0216 \cdot v)^2\right) \text{ – для радиальных шин}$$

$f_0 = 0,02$ – коэффициент сопротивления качению (щебень).

Таблица 1.4 - Показатели тяговой характеристики и динамический паспорт

Передача	λ_0	V, м/с	P _k , Н	P _w , Н	P _f , Н	P _w +P _f , Н	D	f _v
I	0,3	2,85	7142	3	270	273	0,532	0,020
	0,4	3,80	7319	6	270	276	0,545	0,020
	0,5	4,75	7378	9	271	281	0,549	0,020
	0,6	5,70	7319	14	273	286	0,544	0,020
	0,7	6,65	7142	19	274	293	0,531	0,020
	0,8	7,60	6847	24	276	300	0,508	0,021
	0,9	8,55	6433	31	278	308	0,477	0,021
	1	9,50	5902	38	280	318	0,437	0,021
	1,1	10,45	5253	46	282	328	0,388	0,021
	1,2	11,40	4486	55	285	339	0,330	0,021
II	0,3	5,32	3826	12	272	284	0,284	0,020
	0,4	7,09	3921	21	275	296	0,290	0,020
	0,5	8,86	3952	33	278	311	0,292	0,021
	0,6	10,64	3921	48	283	330	0,288	0,021
	0,7	12,41	3826	65	288	353	0,280	0,021
	0,8	14,18	3668	85	294	378	0,267	0,022
	0,9	15,95	3446	107	300	407	0,249	0,022
	1	17,73	3162	132	308	440	0,226	0,023
	1,1	19,50	2814	160	316	476	0,198	0,024
	1,2	21,27	2403	190	325	515	0,165	0,024
III	0,3	7,63	2668	24	276	300	0,197	0,021
	0,4	10,17	2734	43	281	325	0,200	0,021
	0,5	12,71	2757	68	289	357	0,200	0,022
	0,6	15,25	2734	98	298	395	0,196	0,022
	0,7	17,79	2668	133	308	441	0,189	0,023
	0,8	20,33	2558	174	320	494	0,178	0,024
	0,9	22,88	2404	220	334	554	0,163	0,025
	1	25,42	2205	271	349	621	0,144	0,026
	1,1	27,96	1963	328	366	695	0,122	0,027
	1,2	30,50	1676	391	385	776	0,096	0,029
IV	0,3	11,03	1844	51	284	335	0,134	0,021
	0,4	14,71	1890	91	296	387	0,134	0,022
	0,5	18,39	1905	142	311	453	0,131	0,023
	0,6	22,06	1890	205	330	534	0,126	0,025
	0,7	25,74	1844	278	352	630	0,117	0,026
	0,8	29,42	1768	364	377	741	0,105	0,028
	0,9	33,10	1661	460	406	866	0,089	0,030
	1	36,77	1524	568	438	1006	0,071	0,033
	1,1	40,45	1357	688	474	1161	0,050	
	1,2	44,13	1158	818	512	1331	0,025	
V	0,3	13,29	1530	74	291	365	0,108	0,022
	0,4	17,73	1568	132	308	440	0,107	0,023
	0,5	22,16	1581	206	330	536	0,102	0,025
	0,6	26,59	1568	297	357	654	0,095	0,027
	0,7	31,02	1530	404	389	793	0,084	0,029
	0,8	35,45	1467	528	426	954	0,070	0,032
	0,9	39,88	1379	668	468	1136	0,053	0,035
	1	44,32	1265	825	515	1340	0,033	0,038
	1,1	48,75	1126	999	566	1565	0,009	

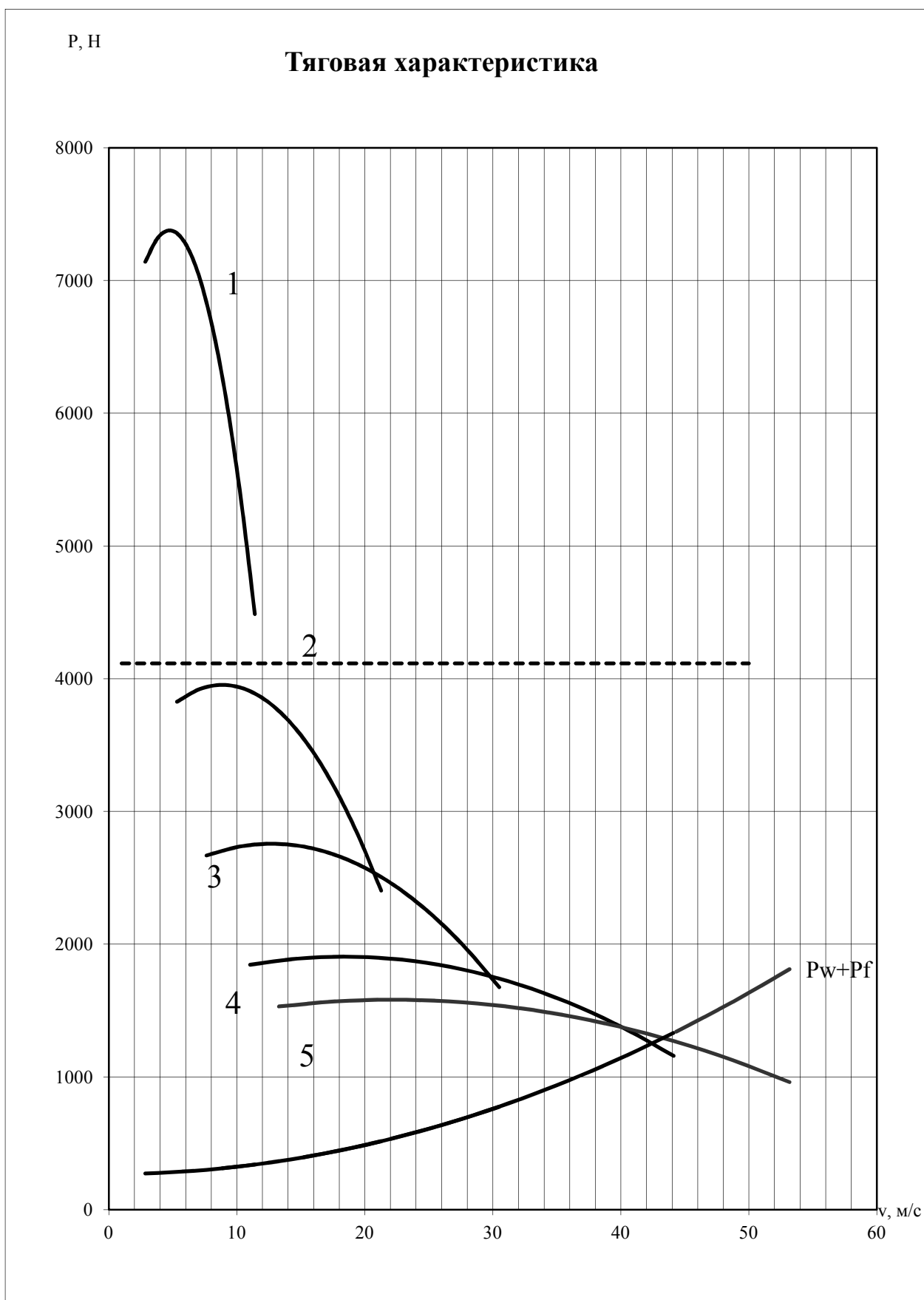


Рисунок 1.3 - Тяговая характеристика автомобиля

Динамические характеристики автомобиля

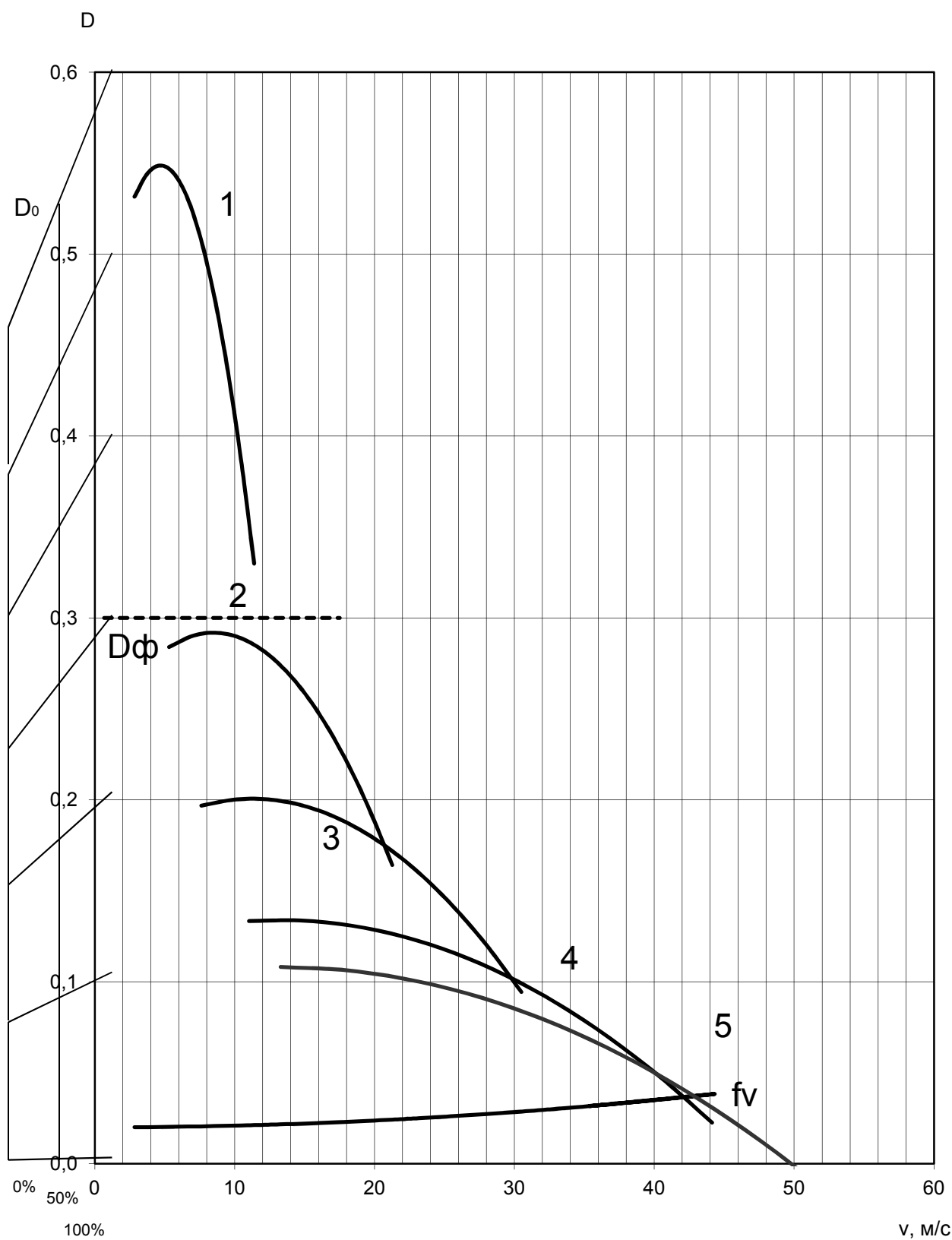


Рисунок 1.4 - Динамические характеристики автомобиля

1.6 Расчет и построение графиков ускорений, времени и пути разгона.

Расчет ускорений разгона

$$j = \frac{D - \psi}{\delta_{ep}} \cdot g - \text{при ускоренном движении,}$$

где ψ – суммарный коэффициент сопротивления движению .

$\psi = f_v = f_0 \cdot (1 + (0,0216 \cdot v)^2)$ – при движении без подъемов и спусков для радиальных шин. $f=0,02$ -коэффициент сопротивления качению

δ_{ep} – коэффициент учета вращающихся масс

$$\delta_{ep} = 1 + \delta_1 + \delta_2 \cdot U_k^2, \text{ где}$$

$\delta_1 = 0,04 \dots 0,05$ – для ведомых колес

$\delta_2 = 0,05 \dots 0,06$ – для ведущих колес

U_k – передаточное число коробки передач

Расчет времени разгона

$$j = \frac{\partial v}{\partial t} \Rightarrow \partial t = \frac{\partial v}{j}$$

$$t = \int \frac{\partial v}{j} \approx \sum \Delta t_i = \sum \left(\frac{\Delta v}{j_{cp}} \right), \text{ где}$$

$$j_{cp} = \frac{j_i + j_{i+1}}{2} - \text{среднее ускорение на данном интервале}$$

$\Delta v = v_{i+1} - v_i$ – изменение скорости на данном интервале

Δt_i – время, [с] на i -ом интервале;

$t_{II} = 0,5 \text{ с}$ – время переключения

Расчет пути разгона

$$v = \frac{\partial S}{\partial t} \Rightarrow \partial S = v \partial t, \text{ проинтегрировав, получим}$$

$$S = \int v \partial t = \sum S_i = \sum \Delta t_i \cdot v_{icc} - \text{путь разгона [м]}$$

$$v_{icc} = \frac{v_i + v_{i+1}}{2} - \text{средняя скорость на } i\text{-ом интервале.}$$

Таблица 1.5 - Разгонные свойства АТС

Передача	V, м/с	Ψ	D- Ψ	J, м/с ²	ΔV , м/с	Δt , с	S _i , м
I	2,85	0,020	0,512	3,57	2,85	0,788	2,620
	3,80	0,020	0,525	3,66	0,95	0,259	1,105
	4,75	0,020	0,529	3,69	0,95	0,259	1,351
	5,70	0,020	0,524	3,65	0,95	0,263	1,626
	6,65	0,020	0,510	3,56	0,95	0,273	1,944
	7,60	0,021	0,488	3,40	0,95	0,289	2,329
	8,55	0,021	0,456	3,18	0,95	0,312	2,817
	9,50	0,021	0,416	2,90	0,95	0,348	3,469
	10,45	0,021	0,367	2,56	0,95	0,403	4,401
	11,40	0,021	0,309	2,15	0,95	0,882	5,024
II	5,32	0,020	0,264	2,13	5,32	2,970	18,429
	7,09	0,020	0,270	2,18	1,77	1,312	10,467
	8,86	0,021	0,271	2,19	1,77	1,316	12,831
	10,64	0,021	0,267	2,16	1,77	1,335	15,387
	12,41	0,021	0,259	2,09	1,77	1,373	18,249
	14,18	0,022	0,245	1,98	1,77	1,432	21,584
	15,95	0,022	0,226	1,83	1,77	1,524	25,670
	17,73	0,023	0,203	1,64	1,77	1,666	31,014
	19,50	0,024	0,174	1,40	1,77	1,896	38,661
	21,27	0,024	0,141	1,13	1,77	3,626	38,568
III	7,63	0,021	0,176	1,52	7,63	5,981	53,204
	10,17	0,021	0,179	1,54	2,54	2,649	30,301
	12,71	0,022	0,179	1,54	2,54	2,674	37,378
	15,25	0,022	0,174	1,50	2,54	2,737	45,220
	17,79	0,023	0,166	1,43	2,54	2,848	54,300
	20,33	0,024	0,154	1,32	2,54	3,027	65,391
	22,88	0,025	0,138	1,19	2,54	3,310	79,920
	25,42	0,026	0,118	1,02	2,54	3,781	100,912
	27,96	0,027	0,094	0,81	2,54	4,659	136,184
	30,50	0,029	0,067	0,58	2,54	9,813	149,655
IV	11,03	0,021	0,112	1,00	11,03	12,536	161,348
	14,71	0,022	0,112	1,00	3,68	5,250	86,872
	18,39	0,023	0,108	0,96	3,68	5,447	110,161
	22,06	0,025	0,101	0,90	3,68	5,812	138,926
	25,74	0,026	0,090	0,81	3,68	6,444	177,725
	29,42	0,028	0,077	0,68	3,68	7,580	236,939
	33,10	0,030	0,059	0,53	3,68	9,939	347,200
	36,77	0,033	0,039	0,34	3,68	22,895	420,954
V	17,73	0,023	0,084	0,75	4,4		
	22,16	0,025	0,078	0,69	4,4		
	26,59	0,027	0,068	0,61	4,4		
	31,02	0,029	0,055	0,49	4,4		
	35,45	0,032	0,038	0,34	4,4	12,686	421,665
	39,88	0,035	0,018	0,16	4,4	19,684	741,483

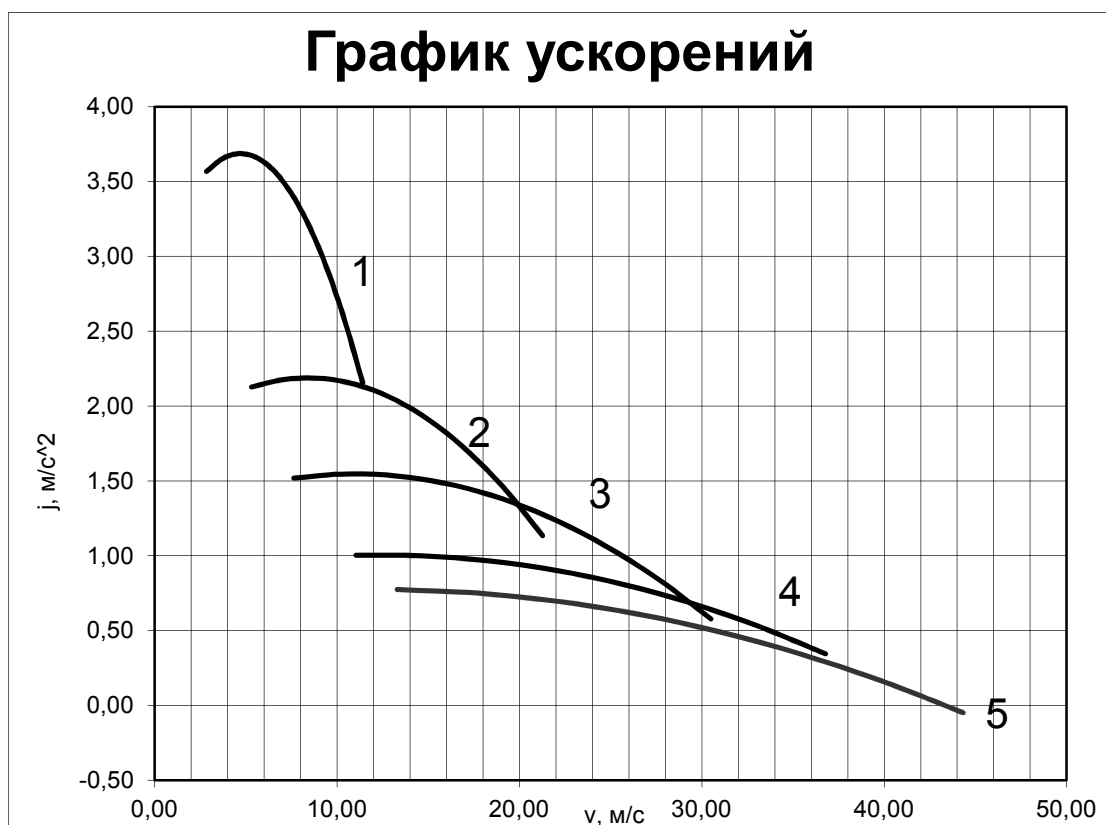


Рисунок 1.5- График ускорений

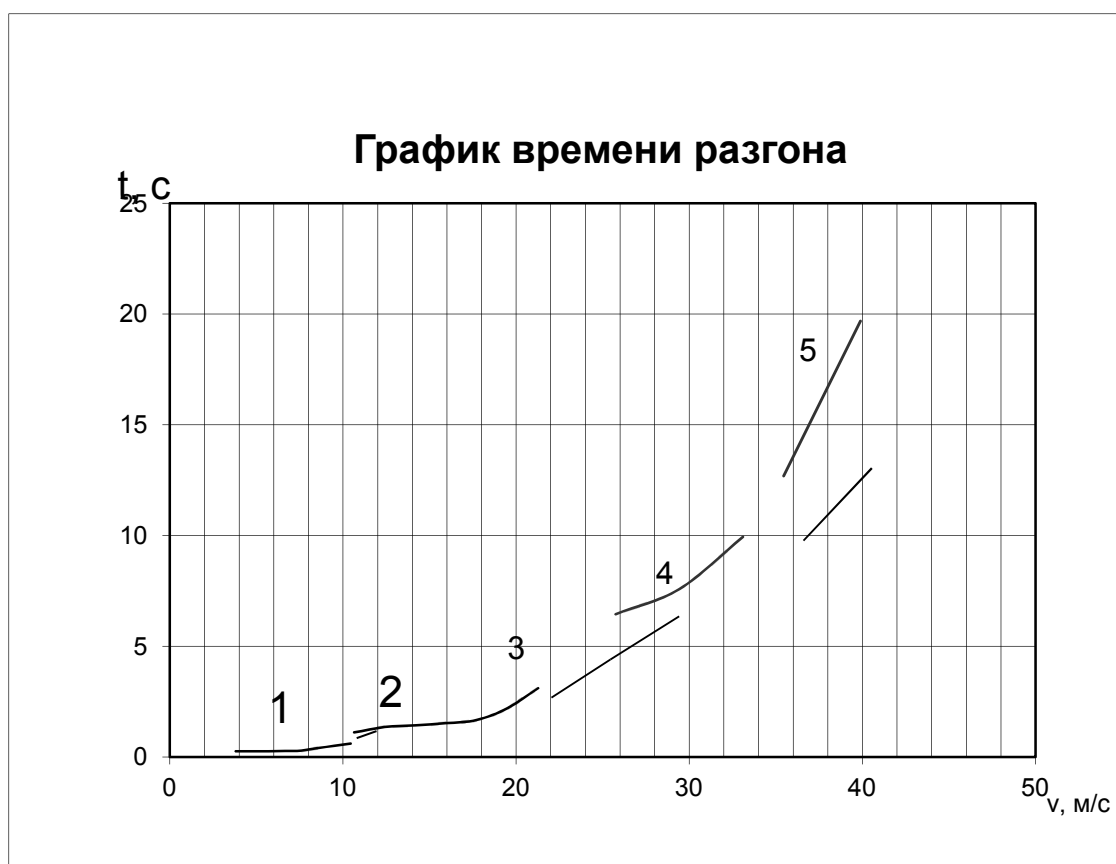


Рисунок 1.6 – График времени разгона



Рисунок 1.7- График пути разгона

1.7 Тормозная диаграмма, тормозная характеристика для условий стандартных тормозных испытаний.

Стандартные условия

1. Замедление – $j \text{ м/с}^2$

$j_{уст} = \phi_x \cdot g$ – максимальное установившееся замедление на данной горизонтальной дороге, где:

$\phi_x = 0.8$ – коэффициент сцепления для условий стандартных испытаний

$$j_{уст} = 0,8 \cdot 9,8 = 7,84 \text{ м/с}^2$$

2. Тормозной путь

$v_0 = 40 \text{ км/ч}$ – начальная скорость движения автомобиля

$$S_T = \frac{(t_2 + 0,5 \cdot t_3) \cdot v_0}{3,6} + \frac{v_0^2}{26 \cdot j_{уст}} \text{ м, где}$$

$t_1 = 0,8 \text{ с}$ – время реакции водителя

$t_2 = 0,15c$ – время срабатывания тормозной системы

$t_3 = 0,5c$ – время нарастания замедления

t_4 – время торможения с максимальной эффективностью

$$S_T = \frac{(0,15 + 0,5 \cdot 0,5) \cdot 40}{3,6} + \frac{40^2}{26 \cdot 7,84} = 4,44 + 7,85 = 12,3 м$$

t_T – время торможения

$$t_T = \frac{S_T}{v_0} + 2(t_3 + t_2)$$

$$t_T = \frac{12,3}{40} + 2(0,5 + 0,15) = 1,6c$$

$S_1 = v_0 \cdot t_1$ – путь за время реакции водителя

$$S_1 = 40 \cdot 0,8 = 32 м$$

3. Остановочный путь автомобиля

$$S_0 = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 = S_1 + S_T$$

$$S_0 = 32 + 12,3 = 44,3 м$$

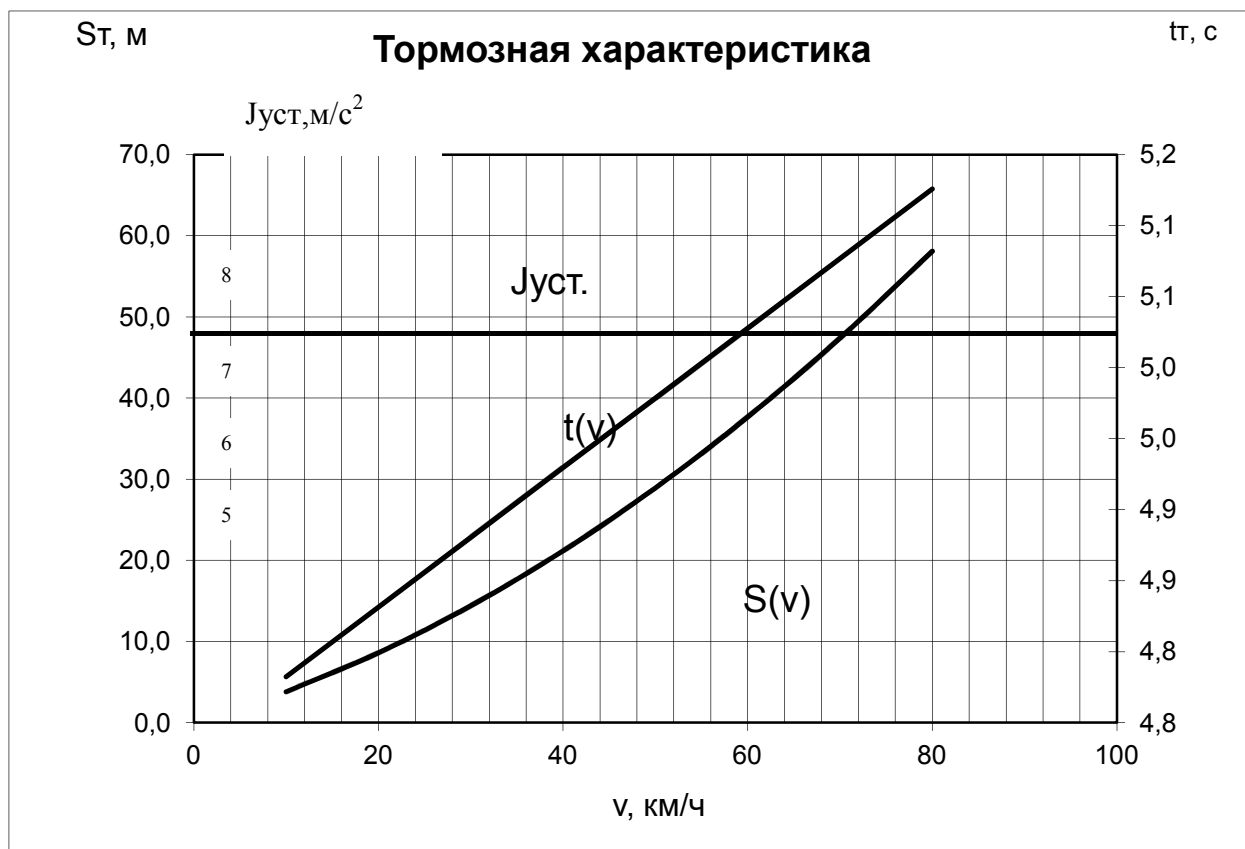


Рисунок 1.8 – Тормозная характеристика

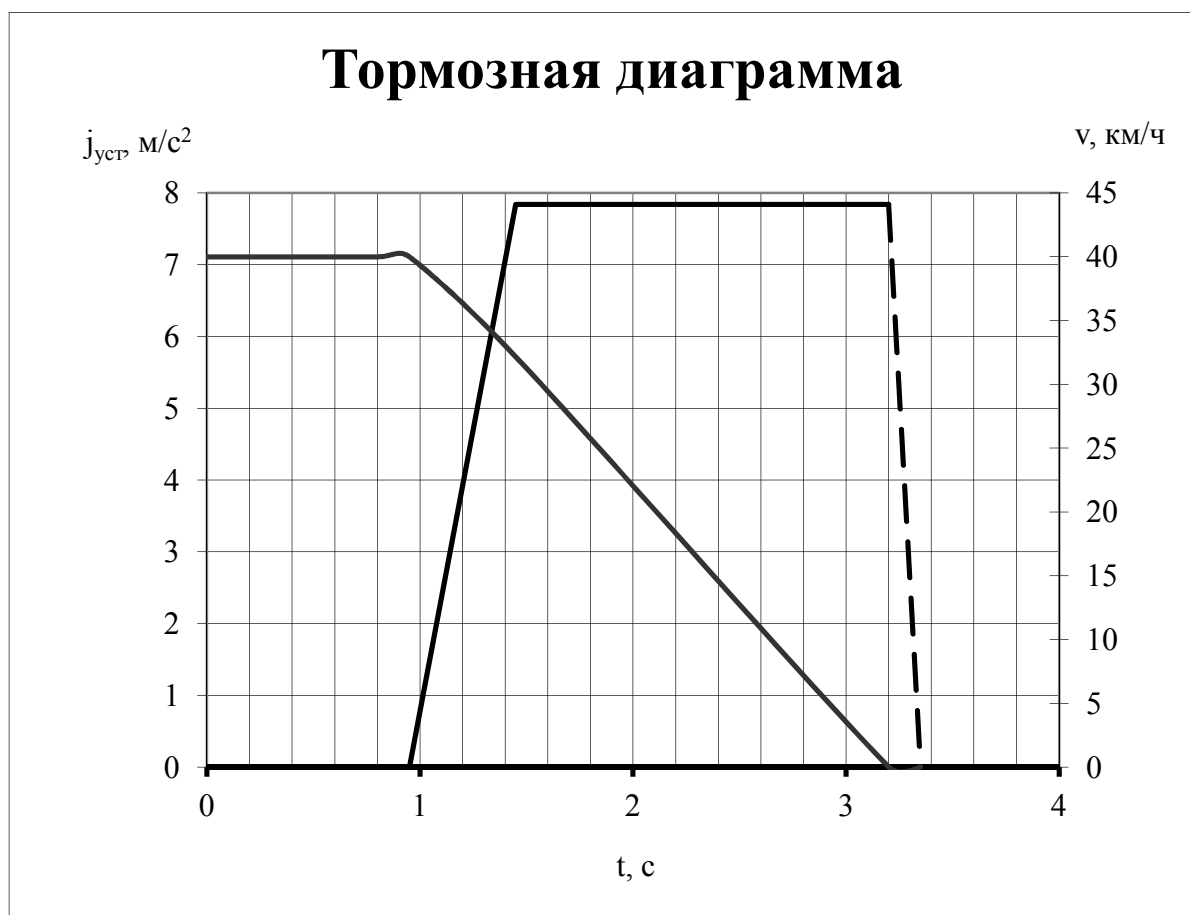


Рисунок 1.9 – Тормозная диаграмма

Таблица 1.6 - Тормозная характеристика для условий стандартных тормозных испытаний

V , км/ч	S_T , м	T_T , с	S_1 , м	S_0 , м
10	3,8	4,8	8	12,0
20	8,6	4,8	16	25,3
30	14,4	4,9	24	39,9
40	21,2	4,9	32	55,8
50	28,9	5,0	40	73,0
60	37,7	5,0	48	91,5
70	47,4	5,1	56	111,4
80	58,1	5,1	64	132,5

Заданные условия (Сухой щебень).

Оценочные критерии:

1.Замедление – $j \text{ м/с}^2$

$j_{уст} = \varphi_x g$ – максимальное установившееся замедление на данной

горизонтальной дороге, где:

$\varphi_x = 0.6$ – коэффициент сцепления колес с дорогой.

$$j_{уст} = 0.6 \cdot 9.8 = 5,88 \text{ м/с}^2$$

2.Тормозной путь – S_T , м

$v_0 = 40 \text{ км/ч}$ – начальная скорость движения автомобиля

$$S_T = \frac{(t_2 + 0.5t_3)v_0}{3.6} + \frac{v_0^2}{26j_{уст}} \text{ м, где}$$

$t_1 = 0.8 \text{ с}$ – время реакции водителя

$t_2 = 0.15 \text{ с}$ – время срабатывания тормозной системы

$t_3 = 0.5 \text{ с}$ – время нарастания замедления

t_4 – время торможения с максимальной эффективностью

$$S_T = \frac{(0,15 + 0,5 \cdot 2) \cdot 40}{3,6} + \frac{40^2}{26 \cdot 5,88} = 12,7 + 10,5 = 23,2 \text{ м}$$

t_T – время торможения

$$t_T = \frac{S_T}{v_0} + 2(t_3 + t_2)$$

$$t_T = \frac{23,2}{40} + 2(2 + 0,15) = 4,9 \text{ с}$$

$S_1 = v_0 t_1$ – путь за время реакции водителя

$$S_1 = 40 \cdot 0,8 = 32 \text{ м}$$

3.Остановочный путь автомобиля

$$S_0 = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 = S_1 + S_T$$

$$S_0 = 32 + 23,2 = 55,2 \text{ м}$$

Таблица 7.2 - Тормозные свойства АТС для грунтового покрытия дороги

v , км/ч	S_T , м	t_T , с	S_1 , м	S_0 , м
10	4,0	4,8	8	12,0
20	9,3	4,9	16	25,3
30	15,9	4,9	24	39,9
40	23,8	5,0	32	55,8
50	33,0	5,1	40	73,0
60	43,5	5,1	48	91,5
70	55,4	5,2	56	111,4
80	68,5	5,3	64	132,5



Рисунок 1.10 - Тормозная характеристика

1.8 Расчет и построение графика мощностного баланса

$N_e = N_{mp} + N_f + N_w -$ уравнение мощностного баланса при установившемся движении

$N_k = N_e \cdot \eta_{mp} \geq N_f + N_w$ — мощность, реализуемая на колесах, где

N_{mp} — мощность, расходуемая в трансмиссии

$$N_f = \frac{P_f \cdot v}{1000} \text{ кВт} - \text{мощность, затрачиваемая на преодоление}$$

сопротивления качению, где

P_f – сила сопротивления качению, табл.1.4

v – скорость, м/с

$$v = \frac{\omega_d}{U_{mp}} \cdot R_k, \quad U_{mp} - \text{передаточное число трансмиссии}$$

$$N_w = \frac{P_w \cdot v}{1000} \text{ кВт} - \text{мощность, затрачиваемая на преодоление}$$

сопротивления воздуха, где

P_w – сила сопротивления воздуха, табл.1.4

N_e – мощность из внешней скоростной характеристики

η_{mp} – КПД трансмиссии

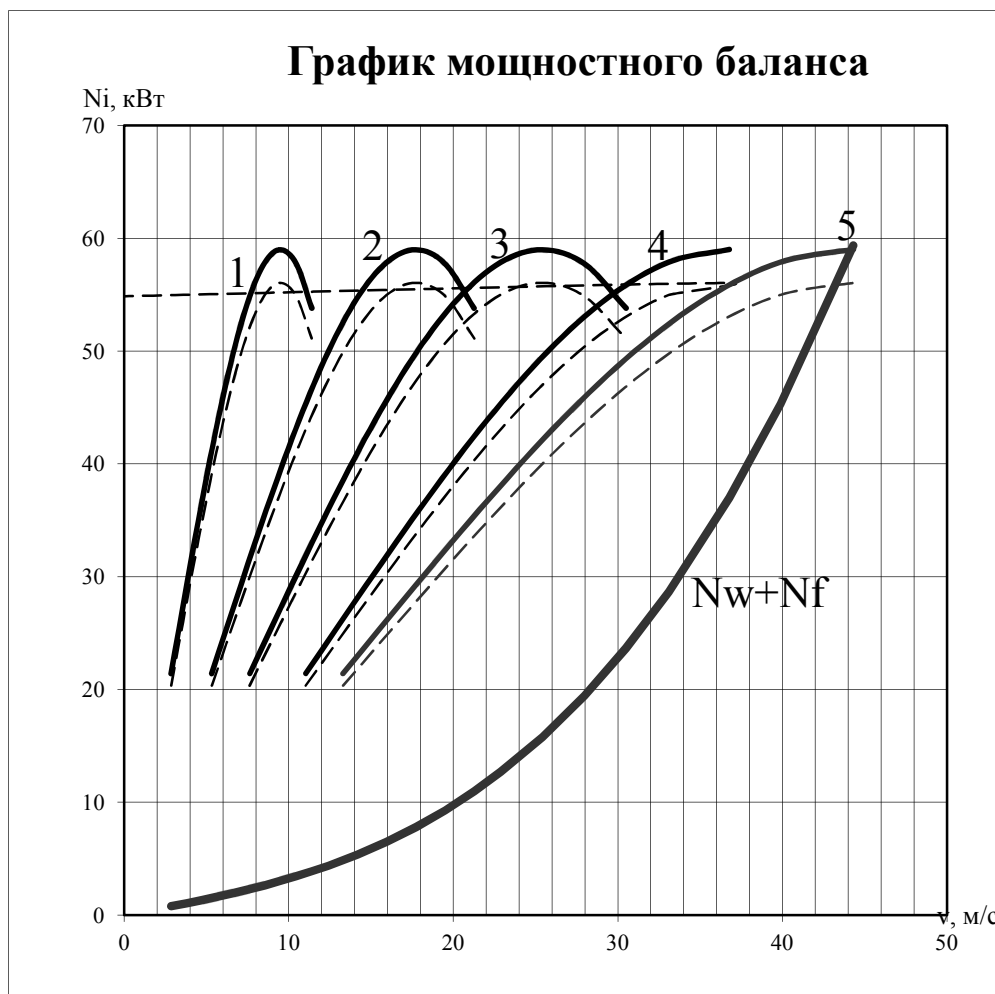


Рисунок 1.11 – График мощностного баланса

Таблица 1.8- Мощностная характеристика АТС

	V, м/с	Pf	Nf, кВт	Pw	Nw, кВт	Ne, кВт	Nk, кВт	Nтр, кВт	Nw+Nf, кВт
1	2,85	270	0,768	3	0,010	21	20,346	1,071	0,778
	3,80	270	1,027	6	0,023	29	27,801	1,463	1,050
	4,75	271	1,288	9	0,045	37	35,031	1,844	1,333
	5,70	273	1,553	14	0,078	44	41,701	2,195	1,631
	6,65	274	1,822	19	0,123	50	47,474	2,499	1,945
	7,60	276	2,095	24	0,184	55	52,014	2,738	2,279
	8,55	278	2,373	31	0,262	58	54,985	2,894	2,636
	9,50	280	2,657	38	0,360	59	56,050	2,950	3,017
	10,45	282	2,948	46	0,479	58	54,873	2,888	3,427
	11,40	285	3,245	55	0,622	54	51,118	2,690	3,867
2	5,32	272	1,447	12	0,063	21	20,346	1,071	1,510
	7,09	275	1,949	21	0,150	29	27,801	1,463	2,098
	8,86	278	2,467	33	0,293	37	35,031	1,844	2,760
	10,64	283	3,007	48	0,506	44	41,701	2,195	3,512
	12,41	288	3,571	65	0,803	50	47,474	2,499	4,374
	14,18	294	4,165	85	1,198	55	52,014	2,738	5,364
	15,95	300	4,793	107	1,706	58	54,985	2,894	6,499
	17,73	308	5,458	132	2,341	59	56,050	2,950	7,798
	19,50	316	6,165	160	3,115	58	54,873	2,888	9,280
	21,27	325	6,918	190	4,045	54	51,118	2,690	10,962
3	7,63	276	2,103	24	0,186	21	20,346	1,071	2,289
	10,17	281	2,862	43	0,442	29	27,801	1,463	3,303
	12,71	289	3,670	68	0,862	37	35,031	1,844	4,532
	15,25	298	4,539	98	1,490	44	41,701	2,195	6,030
	17,79	308	5,483	133	2,367	50	47,474	2,499	7,850
	20,33	320	6,513	174	3,533	55	52,014	2,738	10,046
	22,88	334	7,642	220	5,030	58	54,985	2,894	12,672
	25,42	349	8,882	271	6,900	59	56,050	2,950	15,781
	27,96	366	10,245	328	9,183	58	54,873	2,888	19,429
	30,50	385	11,744	391	11,922	54	51,118	2,690	23,667
4	11,03	284	3,131	51	0,564	21	20,346	1,071	3,695
	14,71	296	4,348	91	1,337	29	27,801	1,463	5,686
	18,39	311	5,716	142	2,612	37	35,031	1,844	8,328
	22,06	330	7,270	205	4,513	44	41,701	2,195	11,784
	25,74	352	9,049	278	7,167	50	47,474	2,499	16,216
	29,42	377	11,089	364	10,698	55	52,014	2,738	21,788
	33,10	406	13,428	460	15,233	58	54,985	2,894	28,661
	36,77	438	16,104	568	20,895	59	56,050	2,950	37,000
	0,00	474	0,000	688	0,000	58	54,873	2,888	0,000
	13,29	291	3,864	74	0,987	21	20,346	1,071	4,852
5	17,73	308	5,458	132	2,341	29	27,801	1,463	7,798
	22,16	330	7,313	206	4,572	37	35,031	1,844	11,884
	26,59	357	9,495	297	7,900	44	41,701	2,195	17,395
	31,02	389	12,070	404	12,544	50	47,474	2,499	24,614
	35,45	426	15,103	528	18,725	55	52,014	2,738	33,828
	39,88	468	18,659	668	26,661	58	54,985	2,894	45,320
	44,32	515	22,804	825	36,572	59	56,050	2,950	59,376

1.9 Расчет и построение графика топливно-экономической характеристики

Q_s – расход топлива в литрах на 100 километров

$$Q_s = \frac{g_e \cdot P_k \cdot 10^{-4}}{3,6 \cdot \rho_T \cdot \eta_{mp}}, \text{ где}$$

g_e $z/\kappa Bm \cdot ч$ – удельный расход топлива

P_k H – сила тяги

$\rho_T = 0.725 \dots 0.78$ $кг/л$ – плотность топлива

η_{mp} – КПД трансмиссии

$\eta_{tp} = 0.95$

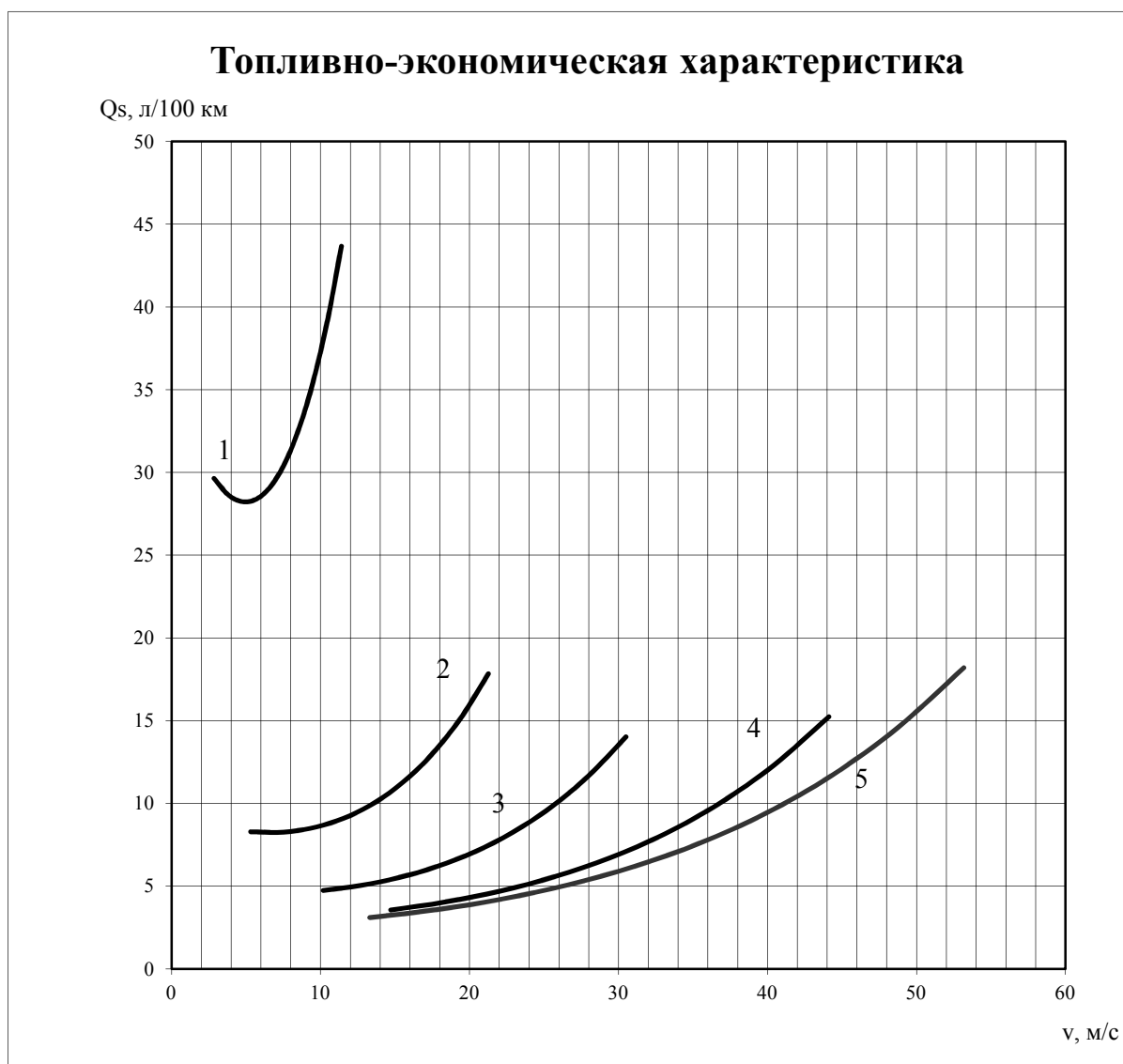


Рисунок 1.12- Топливо-экономическая характеристика

Таблица 1.9 - Топливоно-экономическая характеристика

	g_e , г/кВт ч	P_w+P_f	V , м/с	Q_s , л/100км
1	262	273	2,85	29,6
	251	276	3,80	28,6
	243	281	4,75	28,2
	240	286	5,70	28,4
	241	293	6,65	29,2
	246	300	7,60	30,6
	256	308	8,55	32,6
	270	318	9,50	35,5
	288	328	10,45	39,1
	311	339	11,40	43,7
	262	284	5,32	8,3
2	251	296	7,09	8,2
	243	311	8,86	8,4
	240	330	10,64	8,8
	241	353	12,41	9,4
	246	378	14,18	10,4
	256	407	15,95	11,6
	270	440	17,73	13,2
	288	476	19,50	15,3
	311	515	21,27	17,8
	262	300	7,63	26,0
	251	325	10,17	4,7
3	243	357	12,71	5,0
	240	395	15,25	5,5
	241	441	17,79	6,2
	246	494	20,33	7,1
	256	554	22,88	8,2
	270	621	25,42	9,7
	288	695	27,96	11,6
	311	776	30,50	14,0
	262	335	11,03	14,5
	251	387	14,71	3,6
	243	453	18,39	4,0
4	240	534	22,06	4,7
	241	630	25,74	5,6
	246	741	29,42	6,7
	256	866	33,10	8,2
	270	1006	36,77	10,0
	288	1161	40,45	12,3
	311	1331	44,13	15,2
	262,44	365	13,29	3,1
	250,56	440	17,73	3,6
	243	536	22,16	4,2
	239,76	654	26,59	5,1
5	240,84	793	31,02	6,2
	246,24	954	35,45	7,6
	255,96	1136	39,88	9,4
	270	1340	44,32	11,7
	288,36	1565	48,75	14,6
	311,04	1811	53,18	18,2

1.10 Анализ характеристики проектируемого автомобиля

1. На первой передаче буксование возможно во всём диапазоне λ .
2. Максимально преодолеваемый подъем на первой передаче при полной нагрузке: $i = (D_{\max} - f_v) \cdot 100\% = (0,549 - 0,02) \cdot 100\% = 52,9\%$.
3. Максимально преодолеваемый подъем на пятой передаче при полной нагрузке: $i = (D_{\max} - f_v) \cdot 100\% = (0,109 - 0,022) \cdot 100\% = 8,7\%$.
4. Максимальная экономичность на первой передаче достигается при $\lambda=0,5$; на второй передаче при $\lambda=0,4$; на третьей, четвертой при $\lambda=0,4$ на пятой при $\lambda=0,3$. Самой экономичной и самой скоростной является пятая передача.

2. ЭСКИЗНАЯ КОМПОНОВКА ПРОЕКТИРУЕМОГО АВТОМОБИЛЯ

За основу проектируемого автомобиля был взят уже существующий автомобиль , который представлен на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 – Автомобиль ВАЗ 2114

Таблица 2.1 -Основные характеристики

Марка	ВАЗ
Модель	ВАЗ 2114
Модификация	ВАЗ 2114 Самара 1.6 MT
Модельный год	2001
Тип кузова	Хэтчбек
Количество дверей	5
Количество мест	5
Страна сборки	Россия

Таблица 2.2 - Эксплуатационные характеристики

Вид топлива	АИ-95
Время разгона до 100 км/ч	13 сек
Максимальная скорость	160 км/ч
Расход топлива в городском цикле	10.3 л на 100 км
Расход топлива на трассе	6.0 л на 100 км
Расход топлива в смешанном цикле	7.2 л на 100 км
Запас хода	417 - 717 км

Таблица 2.3 - Габариты и размеры, масса

Длина	4122 мм
Ширина	1650 мм
Высота	1402 мм
Дорожный просвет	165 мм
Колея передняя	1400 мм
Колея задняя	1370 мм
Колесная база	2460 мм
Диаметр разворота	10.4 м
Снаряженная масса	1060 кг
Полная масса	1410 кг

Таблица 2.4 – Двигатель, трансмиссия

Тип двигателя	Бензиновый
Число цилиндров / расположение	4/Рядный
Мощность двигателя, л.с / оборотах	81/5200
Рабочий объем двигателя	1596 см ³
Крутящий момент, Н·м / оборотах	132/3800
Привод	Передний
Тип коробки передач	Механическая, 5 передач

Эскизная компоновка проектируемого автомобиля приведена на рисунках 2.2, 2.3.

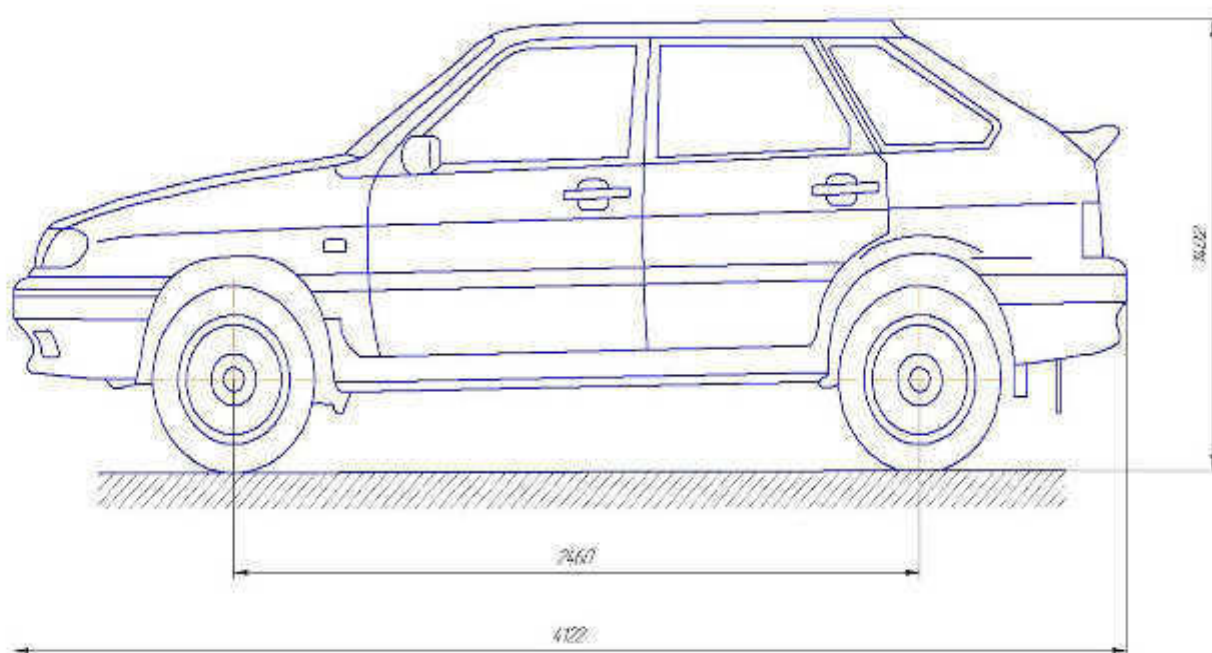


Рисунок 2.2 – Эскизная компоновка проектируемого автомобиля, вид сбоку

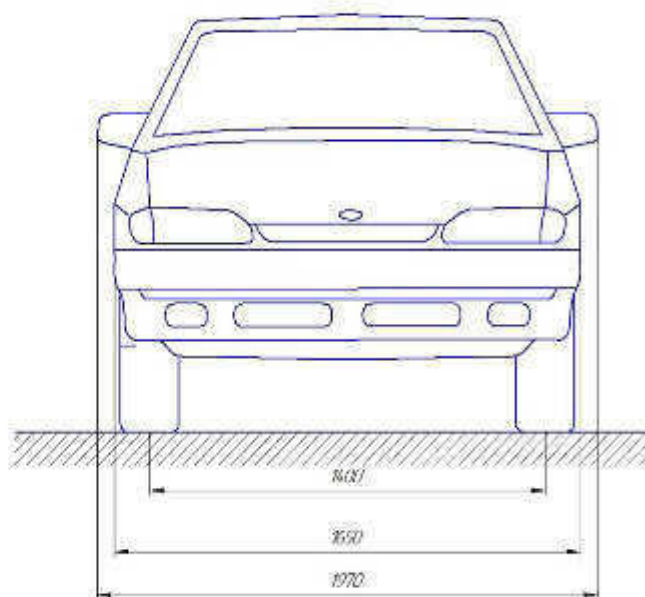


Рисунок 2.3 – Эскизная компоновка проектируемого автомобиля, вид спереди.

3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Состояние исследуемого вопроса

Важнейшим конструктивным элементом трансмиссии автомобиля является коробка передач (КПП). Она выполняет функции по разъединению силового агрегата от трансмиссии, а также изменению скорости, крутящего момента и направления движения транспортного средства.

В зависимости от принципа действия КПП различают несколько ее типов:

1. бесступенчатые;
2. ступенчатые;
3. комбинированные.

Тип коробки передач во многом определяет тип трансмиссии транспортного средства. В ступенчатых крутящий момент изменяется ступенчато. В эту категорию относят механическую и роботизированную КПП.

Механическая коробка передач (МКПП или механика) являет собой многоступенчатый цилиндрический редуктор, подразумевает ручное переключение передач. Может иметь разное число ступеней в связи с чем различают четырехступенчатую, пятиступенчатую, шестиступенчатую и более коробки передач.

МКПП имеет ряд преимуществ перед иными видами коробок передач. Среди наиболее весомых можно назвать следующие: возможность ручного управления во всех режимах движения, простота конструкции, высокая надежность. Эти качества делают «механику» наиболее распространенной. Однако, в последнее время все больше автолюбителей отдают предпочтение коробкам с автоматическим управлением.

					ВКР 23.05.01.645.20.БКПП.00.00.ПЗ					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат				Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Хамадияров А.И.								
Провер.		Синицкий С.А.							1	31
Реценз.								Казанский ГАУ каф. ТАиЭУ		
Н. Контр.		Хафизов Р.Н.								
Утверд.		Хафизов К.А.								

На некоторых современных автомобилях устанавливается бесступенчатая коробка передач, представляющая собой разновидность автоматической коробки. Вариатор, обеспечивающий работу двигателя в щадящем режиме, имеет множество преимуществ, среди которых можно выделить экономичный расход топлива, плавное распределение нагрузок на двигатель.

Вариатор, или бесступенчатая коробка передач, представляет собой особенный тип автоматической трансмиссии. Самым распространенным английским названием вариатора является аббревиатура CVT (Continuously Variable Transmission). Автомобиль, оснащенный вариатором, на первый взгляд ничем не отличается от авто с автоматом. Можно увидеть те же две педали, такой же рычаг переключения с такими же режимами. Но при этом принцип работы вариатора в корне отличается от принципа работы АКПП. Вариатор не имеет фиксированной первой, второй или пятой передачи. Переключение происходит очень плавно и совершенно незаметно. Суть работы вариатора состоит в том, что передаточное число он изменяет непрерывно, по мере того, как автомобиль разгоняется или замедляет ход.

Самое интересное, что первый вариатор был изобретен еще в 1490 году знаменитым Леонардо да Винчи. Конечно, в то время просто невозможно было по достоинству оценить полезность данного изобретения. Первые автомобили, оснащенные вариаторами, появились в 50-х годах 20-го столетия. Изначально вариатор устанавливали на авто марки DAF, затем — на Volvo. В последнее время бесступенчатые коробки передач получили широкое распространение.

Типы вариаторов

На сегодняшний день существует несколько видов вариаторов, среди которых можно выделить клиноременные, тороидальные, цепные. Самым распространенным считается клиноременный вариатор.

Когда автомобиль начинает движение, конические диски находятся в максимально разжатом состоянии, поэтому диаметр ведущего шкива

					ВКР 23.05.01.645.20.БКПП.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

является наименьшим. С ведомым шкивом в этот момент складывается противоположная ситуация, так как он имеет наибольший диаметр из-за максимального сжатия конических дисков.

Если обороты двигателя растут, диаметр ведущего шкива возрастает, вызывая уменьшение диаметра ведомого шкива. Из этого следует, что передаточное число также должно уменьшаться. При дальнейшем разгоне авто вариатор отвечает за поддержку оптимальных оборотов двигателя. Таким образом удастся достичь максимальной мощности и наилучшей динамики транспортного средства.

Чтобы вариатор работал как можно дольше без сбоев и неполадок, необходимо соблюдать следующие рекомендации:

- Следить за уровнем жидкости, вовремя ее заменяя.
- Стараться не нагружать трансмиссию при езде по бездорожью, при буксировке автомобиля, а также в зимнее время в начале хода автомобиля.
- Следить за точной работой датчиков, проверять проводку на наличие обрывов.
- Если во время движения автомобиля возникают неполадки, не нужно заниматься ремонтом вариатора самостоятельно. Необходимо срочно провести диагностику на выявление кодов неисправностей.

Бесступенчатая АКП, часто называемая также бесступенчатой трансмиссией (continuously variable transmission), была модернизирована путем использования электроники и современных разработок. Если сначала она выпускалась только для небольших автомобилей незначительной мощности, то в настоящее время она может использоваться в автомобилях мощностью свыше 100 кВт. Преимущество бесступенчатой коробки передач заключается в непрерывном плавном изменении коэффициента передачи, которое полностью может выполняться без рывков и разрыва тяговой силы.

На рисунке 3.1 представлена бесступенчатая коробка передач, в которой вариатор приводится в действие цепью, гидравлический и электронный

					<i>ВКР 23.05.01.645.20.БКПП.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

блоки управления расположены на коробке передач, а направление вращения определяется посредством комплекта планетарных шестерен и двух муфт.

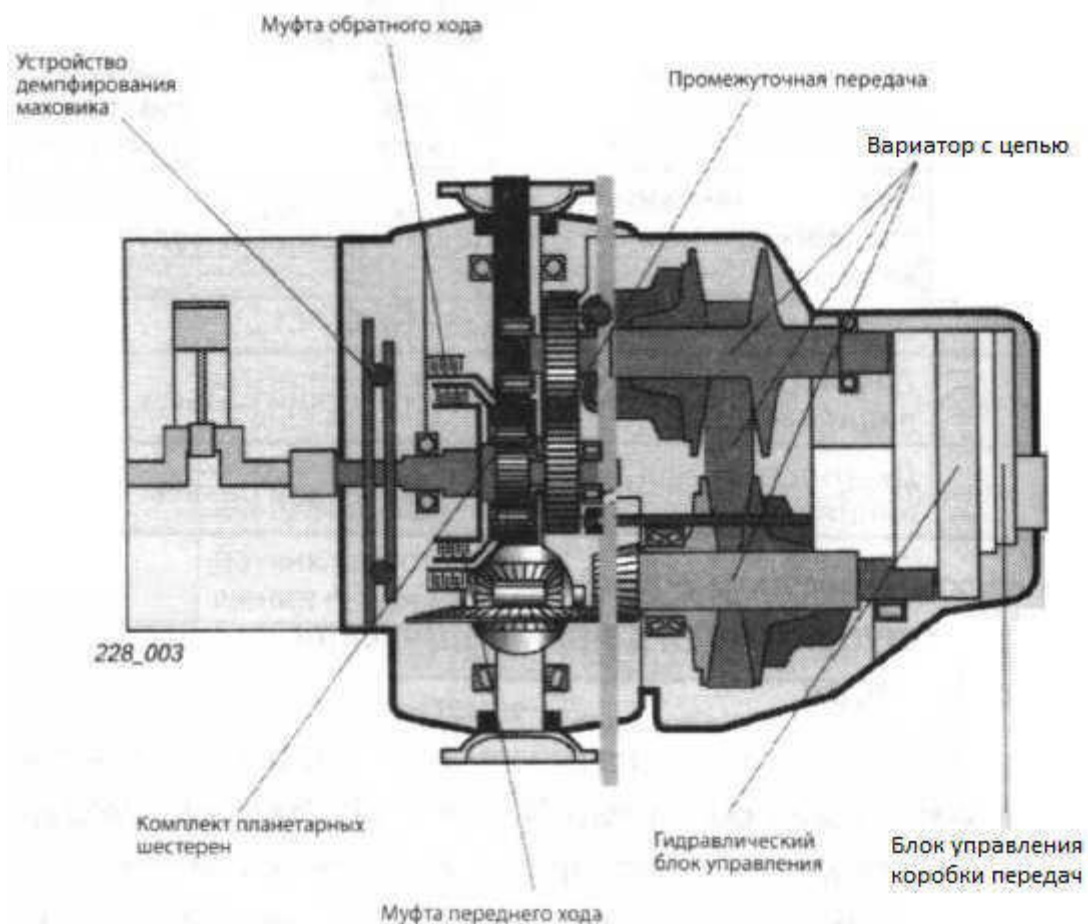


Рисунок 3.1 - Бесступенчатая автоматическая коробка передач в разрезе

Далее на основании принципиальной схемы и входных и выходных сигналов будет представлено более подробное описание системы. Электронный блок управления (J217) расположен, как уже говорилось, на коробке передач (7), вследствие чего для определения разных рабочих состояний и управления исполнительных органов не требуется длинных магистралей и кабелей.

В частности, это касается:

- температуры трансмиссионного масла (G93),
- различных датчиков давления для регулирования муфт (G193) и вариатора (G194),
- соответствующих редукционных клапанов (N215 и N216),
- предохранительного электромагнитного клапана (N88),

					ВКР 23.05.01.645.20.БКПП.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Tiptronic и стоп-сигналы (z). Кроме того, должен присутствовать сигнал массы, исходящий от блока управления и идущий к выключателю функции Tiptronic.

Таким образом, выключатель функции Tiptronic соединен с клеммой 15, клеммой 31 постоянно, с клеммой 31 — при нажатой педали тормоза, с сигналом массы от блока управления и клеммой 58d (v) и по трем линиям передает на блок управления сигналы переключения для воздействий, необходимых водителю, которые могут осуществляться также при помощи рулевого колеса (u). Другой необходимой информацией блок управления обменивается с другими системами преимущественно через шину привода CAN (1,2).

Однако при этом сигнал для индикации передачи (3), сигнал скорости движения (4) и сигнал частоты вращения двигателя (5) дополнительно передаются еще по отдельным линиям, диагностика (6) также выполняется дополнительно через собственную линию.

Бесступенчатые коробки передач

Бесступенчатые коробки передач оптимально сочетают характеристики двигателя с всевозможными режимами эксплуатации автомобиля. Преимущество данного вида коробок перед механической, заключается в возможности повышения производительности и топливной экономичности, а также уменьшение выброса токсичных веществ в атмосферу, что обеспечивается оптимальными условиями работы двигателя. Но данные преимущества ведут к уменьшению коэффициента ускоряющей передачи 1.

Бесступенчатые коробки передач бывают:

механические, гидравлические и электрические.

Одна из лучших моделей коробок относится к механическим бесступенчатым передачам, где используется гибкий ремень.

Основные элементы бесступенчатой коробки передач:

1) механизм включения:

- электромагнитная муфта или гидротрансформатор

					<i>ВКР 23.05.01.645.20.БКПП.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- фрикцион с дисками

2) первичный шкив

3) вторичный шкив

4) стальной ремень

5) система электронно-гидравлического управления КП

6) узел движения задним ходом

7) главная передача с дифференциалом

На некотором общественном транспорте применяются электрические трансмиссии. Они имеют привод от альтернативных источников питания, например аккумуляторная батарея, в будущем возможно топливные элементы.

Преимущества электрических трансмиссий, которые часто применяются на автобусах силовая передача, одноколесный привод.

Также существуют гидростатико-механические трансмиссии, которые используются в сельскохозяйственной технике, тракторах. Правда применение их в легковых автомобилях нежелательно из-за высокого уровня шума, создаваемого трансмиссией.

От своего следующего автомобиля вы ожидаете плавность хода и улучшенную экономию топлива? Тогда вы можете обратить свое внимание на автомобиль с бесступенчатой (вариаторной) коробкой передач (или CVT, с англ. continuously variable transmission).

Благодаря некоторым техническим хитростям, вы больше никогда не вспомните о толчках при переключении передач. Вариаторная коробка передач обеспечивает гладкое ускорение. В этом материале мы поможем определиться нужен ли вам автомобиль оснащенный бесступенчатой трансмиссией.

Как работает коробка передач с CVT?

Представьте себе CVT как систему передач на велосипеде. Она состоит из системы шкивов, с конусами на каждом шкиве, которые соединены поясом цепи. Эти конусы сближаются или отдаляются друг от друга, чтобы

					ВКР 23.05.01.645.20.БКПП.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

увеличить или уменьшить диаметр работы пояса. Передаточное число здесь играет большую роль, и выбирается автоматически в зависимости от таких факторов, как позиция педали газа, скорости автомобиля и скорости двигателя. Все это значит, что вариаторная (бесступенчатая) коробка передач абсолютно не переключается, как это делает традиционная коробка переключения передач. Передаточные числа в ней постоянно меняются, чтобы найти идеальное сочетание для скорости и экономичного расхода топлива. Некоторые CVT оснащены кнопкой для переключения между предварительно установленными передаточными числами, которая помогает симитировать традиционную автоматическую коробку переключения передач. Когда вы впервые окажетесь за рулем автомобиля на котором установлена коробкой передач с вариатором, вы сразу же это почувствуете.

Первое ощущение от CVT бывает немного странным. Количество оборотов двигателя в минуту может очень сильно колебаться во время вождения, особенно при ускорении. А при жестком ускорении, они будут просто сидеть без изменений на уровне высоких оборотов, в то время как автомобиль потянет вперед. По сравнению с автоматической и механической коробками переключения передач, CVT работает в значительной мере более гладко. Она чувствуется как одна длинная передача, в действительности являясь почти бесконечным набором передач, которые находятся в зацеплении друг с другом.

Сегодня, рядовой автолюбитель может запросто купить автомобиль с вариаторной коробкой вместо традиционной автоматики, так как множество современных моделей оснащаются такой бесступенчатой трансмиссией из-за ее эффективности. В частности автомобиль Nissan Altima 2013 года использует бесступенчатую коробку и оценивается как самый экономичный среднеразмерный седан на рынке с расходом топлива в 6 литров на 100 км по трассе. Кроме того, практически во всех гибридах используется CVT, в том числе и в Toyota Prius, что помогает максимально эффективному расходу топлива.

					ВКР 23.05.01.645.20.БКПП.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

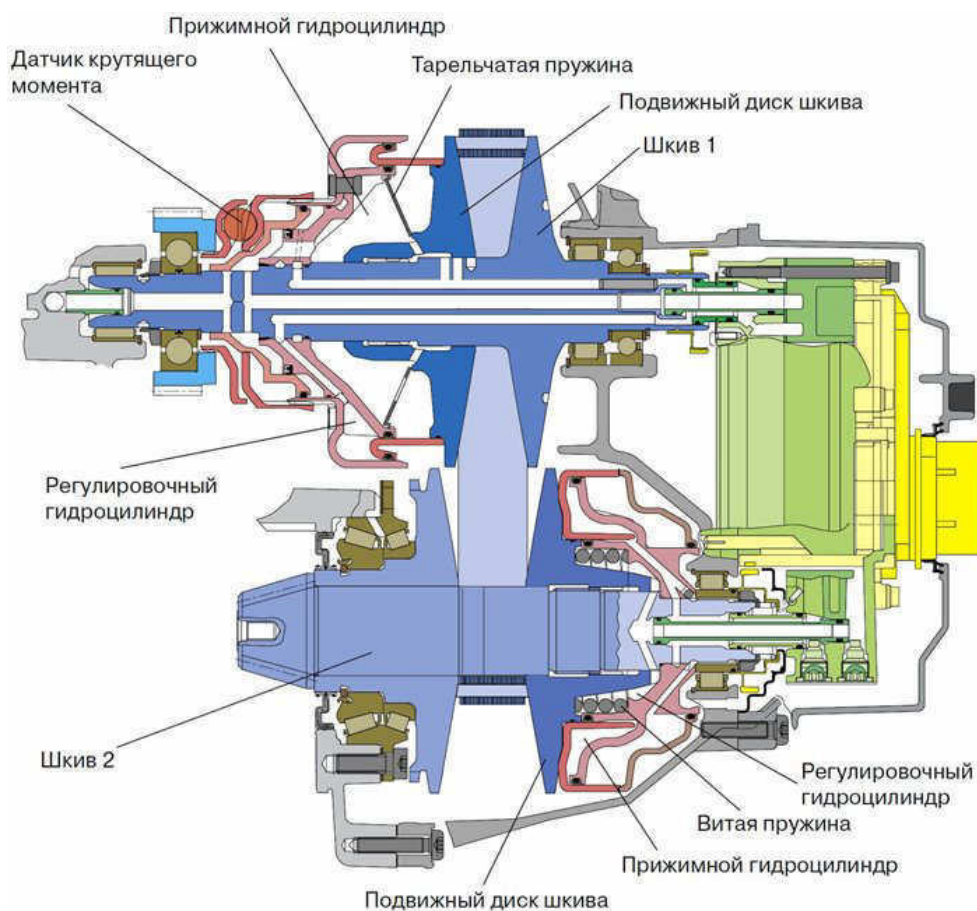


Рисунок 3.3 – Устройство вариатора

Хотя некоторыми людьми и отмечается недостаток чувствительности (как правило, такую оценку CVT получает от автомобильных энтузиастов), все же коробка передач в вариатором имеет одно ключевое преимущество над автоматическим и механическим аналогами. При движении в гору, где традиционная автоматика справляется с неким усилием, CVT может легко обеспечить мощность не переключая передачи вовсе. Мы высоко оценили *вариаторную КПП в модели автомобиля Scion iQ*, который без особых усилий взбирался на холмы, при недавно проводимых нами тестах, несмотря на его крошечный 1,3-литровый двигатель и только 94 лошадиные силы мощности. Компания Nissan продает автомобили с CVT уже достаточно долгое время, и внедрение нового типа коробки передач на рынок имеет значительный успех.

По словам Стива Ейгера, представителя компании Nissan North America, «с вступлением в силу новых законов, требующих лучшей топливной

экономичности и низкого уровня выбросов, коробка передач с вариатором предоставляет Nissan прекрасную альтернативу традиционной автоматике, и является более эффективной на обоих фронтах».

Крупнейшие автомобильные компании наладили производство модификаций *CVT*, изготавливаемых на собственных предприятиях. Чтобы как-то отличать их от других коробок передач, каждая компания придумала определенные названия агрегату. Вариаторы «Ecotronic» и «Durashift CVT» — производитель Ford, «Multidrive» — Toyota, «Lineartronic» была сконструирована Subaru. Некоторые компании создали по два вида вариатора: «X-Tronic» и «Hyper» от Nissan. «Multimatic» производит Honda, Autotronic — Mercedes-Benz.

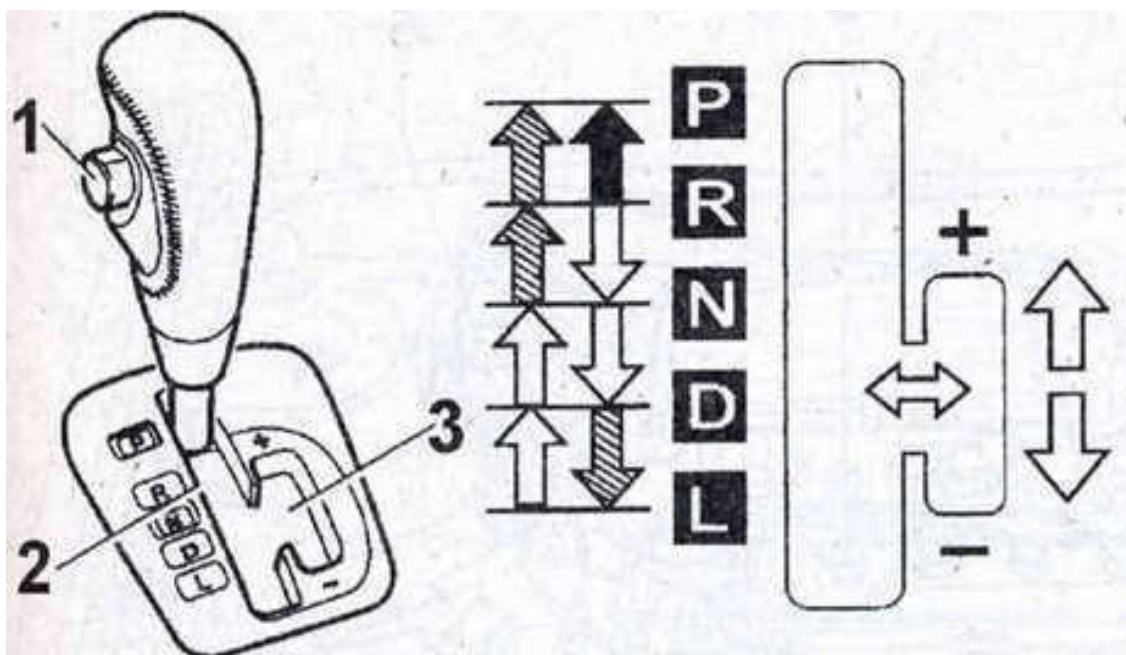


Рисунок 3.4- Селектор переключения: 1-блокиратор, 2- шток положений рычага управления коробкой передач, 3- шток ручного управления коробкой передач.

Принцип работы любого технического изобретения имеет свои недочеты, исключением не стал и вариатор. Все недостатки его работы, конечно, стараются устранить, но пока они еще присутствуют, следует о них рассказать:

- Такие трансмиссии не используют в мощных автомобилях, хотя есть несколько удачных примеров именно с вариаторами.

- Ремонт коробки с принципом вариатора обойдется очень дорого, ко всему прочему, не на каждом СТО смогут произвести починку деталей. Найти квалифицированного механика, который разбирается именно в такой системе переключения передач, очень трудно.

- Работа CVT в автомобиле зависит от показаний различных приборов, и если хоть один из них окажется неисправным, может произойти сбой всей программы контроля трансмиссии.

- Наполнять аппарат нужно только специальной жидкостью, уровень которой нужно все время контролировать. Она стоит очень дорого в сравнении с другими аналогами, подходящими именно для коробок передач.

- Оказывается большая нагрузка на коробку передач.

- Для автомобилей с CVT есть ряд ограничений для буксировки и при использовании прицепа.

Но машина, оснащенная коробкой передач по принципу вариатора, имеет массу преимуществ:

- Комфорт во время движения.

- Мягкий ход автомобиля, быстрый набор скорости и торможение без толчков (как в механической или автоматической трансмиссии).

- Стабильные показатели даже при долгой работе мотора.

- Экономия топлива, благодаря оптимальной нагрузке на мотор и рассчитанному принципу работы автомата.

- Сниженные показатели выхлопных газов во время движения по сравнению с автомобилями с обычной коробкой или коробкой-автоматом.

- Безопасное движение по обледенелым трассам, вариативная коробка исключает пробуксовку.

- Компьютерное управление работой мотора увеличивает время его эксплуатации и спасает от частых ремонтов.

					ВКР 23.05.01645.20.БКПП.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Принцип работы вариатора позволяет автомобилю ехать почти без шума, в отличие от автомата и МКПП.

Новые виды вариаторов

Ежегодно производители автомобилей выпускают модели с бесступенчатой коробкой переключения скоростей. Причем характеристики его работы постоянно улучшаются, оборудование совершенствуется. Совсем недавно компании JATCO и Nissan выпустили общее изобретение — улучшенный вариатор с облегченной и уменьшенной конструкцией. CVT совместил в себе новую коробку и клиноременную систему. У этого аппарата очень хорошие показатели работы:

- Увеличенное число передач. Создатели расширили диапазон на 20 % (в сравнении с обычным CVT). Это позволяет автомобилю быстро разгоняться и сбрасывать обороты.

- Весит обновленный агрегат на 13 % меньше, чем его стандартный прототип.

- Имеет систему ASC, что позволяет компьютеру выбирать передаточное число, оптимально подходящее в момент разгона и остановки.

Учредители автокомпании «Порше» заявили, что в настоящее время проводят разработку по апгрейду CVT и улучшению принципа его работы. Они стараются поднять показатели комфорта во время езды, набора скорости и остановки. Хотят снизить объем потребляемого топлива, но в то же время увеличить коэффициент полезного действия. В планах у создателей — сделать такой тип CVT, принцип работы которого будет похож на восьмиступенчатую трансмиссию.

Усиленная работа над улучшением бесступенчатой коробки переключения скоростей подтверждает еще раз, что будущее за ней. Не исключено, что очень скоро вариатор станет альтернативой всем обычным КПП (автомат, механика и РОБОТ). Особый акцент производители автомобилей делают на его комбинированные модели, при которых работа

					ВКР 23.05.01.645.20.БКПП.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

двигателя будет самой идеальной, энергия будет сохраняться в специальном накопителе и тратиться только на передвижение транспортного средства.

Что такое клиноременные вариаторные трансмиссии?

Этот тип трансмиссии устанавливается чаще всего на переднеприводные авто. В основе конструкции лежит система, состоящая из двух пар конических дисков и металлического ремня. Последний изготовлен из нескольких пакетов стальных лент, которые скреплены металлическими пластинами сложной формы.

Каждая пара дисков состоит из неподвижного и движущегося элементов, которые, по сути, являются шкивами. Схема функционирования устройства выглядит следующим образом:

- Крутящий момент передается от первичного вала к ведущему шкиву посредством гидротрансформатора.
 - В гидротрансформаторе момент силы передается после подачи масла приводным насосным колесом на турбинный диск, связанный с первичным валом.
 - Усилие с ведущего шкива на ведомый передается через ремень, и соответственно на вторичный вал.
 - Для движения автомобиля вперед передача момента на вторичный вал реализуется за счет планетарного редуктора с дисковым сцеплением.
 - Движением задним ходом осуществляется при помощи реверсивного механизма (активизации дискового тормоза).
 - Через промежуточный вал крутящий момент передается дифференциалу, который далее распределяет приводные усилия на полуоси.
- Скорость передвижения авто осуществляется благодаря изменению диаметров шкивов. На минимальной скорости диаметр ведущего шкива бесступенчатой коробки переключения передач минимален. Диаметр изменяется за счет движения дисков. Например, когда диски сжаты, то диаметр шкива достигает наименьших размеров, при разжимании дисков диаметр увеличивается.

					ВКР 23.05.01.645.20.БКПП.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- отличная динамика;
- экономия топлива;
- простота управления автомобилем при наличии CVT;
- увеличение ресурса мотора;
- отсутствие излишнего шума.

3.2 Обзор существующих конструкций

Патент РФ № 2460921.Бесступенчатая коробка передач.

Авторы: Давыдов Виталий Владимирович (RU), Гулия Нурбей Владимирович (RU), Стригуненко Влас Вадимович (RU)

Изобретение относится к области машиностроения и может быть использовано в качестве бесступенчатой трансмиссии транспортных средств, в том числе с гибридными силовыми установками. Бесступенчатая коробка передач содержит корпус (3), входной (1) и выходной (2) валы, варьирующее звено (4), кинематические звенья, связывающие варьирующее звено (4) с дифференциальной (14) и согласующей (15) передачами. Входной элемент (13) варьирующего звена (4), выполняет роль входного звена всей коробки передач и дифференциальной передачи (14), состоящей из двух дифференциальных механизмов - прямых и обратных режимов. Согласующая передача (15) выполнена по трехвальной схеме, с как минимум одним промежуточным валом, закрепленным в опорах вращения в корпусе (3) для периодического соединения с выходными звеньями дифференциальных передач первого и второго разделения и с выходным валом согласующей передачи. В первом варианте выходной элемент (13) варьирующего звена является также входным элементом согласующей передачи на ее первом диапазоне. Во втором варианте в согласующую передачу вводятся только выходные звенья (16) и (17) дифференциальной передачи (14) второго разделения потока мощности. Изобретение позволяет повысить несущую способность коробки передач, обеспечить «прямую»

					ВКР 23.05.01.645.20.БКПП.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

первом диапазоне $i=3$ (произведение чисел зубьев колес 35 и 41 деленное на произведение чисел зубьев колес 32 и 34), общее передаточное отношение коробки передач в конце первого диапазона равно трем.

В конце первого диапазона частоты вращения элементов 13 и 16 выравниваются и полумуфты 28 и 31 выключаются без выключения полумуфт 26 и 29, включаемых в начале движения. Поток мощности не разрывается и через доли секунды полумуфты 26 и 29 размыкаются. Затем передаточное отношение варьирующего звена 4 увеличивается, что приводит к уменьшению передаточного отношения всего устройства, так как вращение передается через дифференциальный механизм 24 обратного режима. Это общее передаточное отношение в конце включенного диапазона составляет 1.75, а частоты вращения элементов 16 и 17 выравниваются. Полумуфты 27 и 30 замыкаются; после чего полумуфты 28 и 31 размыкаются и поток мощности опять же не прерывается. Передаточное отношение варьирующего звена 4 снова снижается, как и общее передаточное отношение всего устройства - от 1.75 до 1. Последней включается муфта 43, соединяя непосредственно элемент 17 и выходной вал 2, после чего снова передаточное отношение варьирующего звена 4 повышается, а общее передаточное отношение устройства понижается от 1 до 0.6. На включенной при этом «прямой» передаче скорость достигает максимального значения.

Замедление автомобиля достигается обратной последовательностью вышеперечисленных операций, опять же без прерывания потока мощности. Задний ход машины осуществляется осевым перемещением зубчатого колеса 40 с выводом его из зацепления с колесом 41 и вводом в зацепление с колесом 18. Задних передач столько же, сколько и передних, что является ценным качеством трансмиссии.

Работа устройства по второму варианту исполнения отличается тем, что на первом диапазоне в начале движения включены полумуфты 26 и 29 (рис.3.6) причем полумуфта 26 на элементе 16, а не на 13, как в первом варианте. При этом максимальное передаточное отношение всего устройства

					ВКР 23.05.01.645.20.БКПП.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

уже не бесконечность, как в первом варианте, а 5,25, что требует постановки муфты сцепления между двигателем и входным валом 1, как в обычной трансмиссии автомобиля. В первом же варианте муфты сцепления не нужно. Однако преимуществом второго варианта является высокий КПД всей коробки передач, в том числе и на первом диапазоне - свыше 0.95, а также сниженные нагрузки на варьирующее звено на первом диапазоне. В первом же варианте на первом диапазоне КПД коробки передач, особенно на очень низких скоростях движения, невысок. Оба варианта исполнения коробки передач имеют свои области эффективного применения - для часто трогającychся с места машин, например, городских, предпочтителен первый вариант, а, например, для тягачей - второй.

Патент РФ № 2523508. Широкодиапазонный бесступенчатый привод (супервариатор).

Авторы: Гулиа Нурбей Владимирович (RU), Давыдов Виталий Владимирович (RU)

Изобретение относится к транспортному машиностроению и может быть использовано в качестве бесступенчатой коробки передач автомобильных и других транспортных средств. Привод содержит бесступенчатую обратимую передачу (1), управляющий механизм привода, включающий дифференциальную передачу (4) и согласующую передачу (5). Дифференциальная передача (4) состоит из двух дифференциальных механизмов (7, 9), кинематически связанных с бесступенчатой передачей (1). В первом дифференциальном механизме (7) с выходным звеном бесступенчатой передачи (1) связано водило (6). Во втором дифференциальном механизме (9) с входным звеном бесступенчатой передачи (1) связано одно из центральных колес (8). Согласующая передача (5) периодически связывает ее вал с одним из центральных колес первого дифференциального механизма (7) и с водилом второго дифференциального

					ВКР 23.05.01.645.20.БКПП.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

механизма (9). Передаточные отношения зубчатых пар, образованных кинематической связью дифференциальной и согласующей передач, выполнены такими, чтобы вращение двух любых ведомых звеньев, соосных с валом согласующей передачи (5) и вступающих в периодическое соединение с этим валом, совпадало по частоте и направлению. Изобретение позволяет упростить механизм управления передачи и обеспечить возможность использования в составе привода любых известных типов вариаторов.

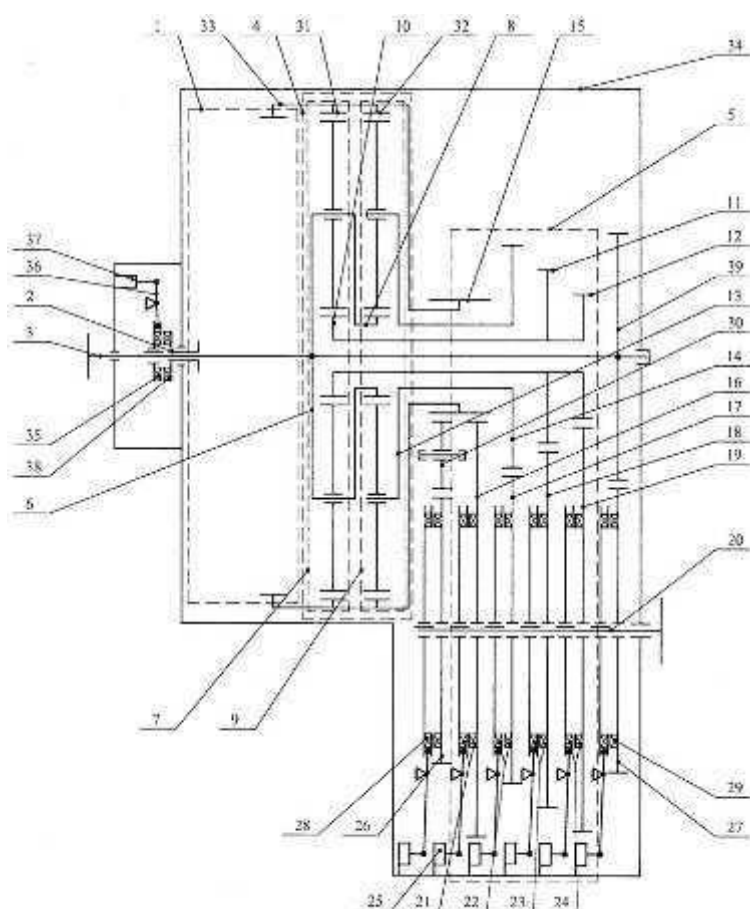


Рисунок 3.7 - Патент РФ № 2523508 Широкодиапазонный бесступенчатый привод (супервариатор)

Устройство (рис 3.7) состоит из бесступенчатой передачи 1 (обведено штриховой линией), входного звена 2 бесступенчатой передачи 1 и входного звена 3 привода бесступенчатой передачи с дифференциальной передачей 4 (обведено штриховой линией), соединенной своими звеньями с согласующей передачей 5 (обведено штриховой линией). Входное звено 3 (вал привода)

					ВКР 23.05.01.645.20.БКПП.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

через водило 6 дифференциального механизма 7 (обведен штриховой линией) кинематически соединен с внутренним центральным зубчатым колесом 8 дифференциального механизма 9 (обведен штриховой линией), входящего в состав дифференциальной передачи 4. Внутреннее центральное зубчатое колесо 10 дифференциального механизма 7, также входящего в состав дифференциальной передачи 4, кинематически соединено с двумя соосными зубчатыми колесами 11 и 12, а водило 13 дифференциального механизма 9 - с зубчатым колесом 14. Согласующая передача 5 включает в себя зубчатые колеса 15, 14, 11 и 12, соединенные с соответствующими звеньями дифференциальных механизмов 7 и 9, и входящими с ними в постоянное зацепление зубчатыми колесами, соответственно с зубчатыми колесами 16, 17, 18, 19, свободно сидящими на валу 20, являющимся выходным кинематическим звеном привода. Зубчатые колеса 16, 17, 18 и 19 содержат муфты включения, соответственно, 21, 22, 23 и 24, выполненные для поочередного соединения упомянутых зубчатых колес с валом 20. Муфты включения управляются сервоприводом 25, например, электромагнитами или гидроцилиндрами. Вал 20 несет на себе также свободно посаженные зубчатые колеса 26 и 27 с возможностью соединения их с валом 20, с помощью соответствующих муфт 28 и 29 включения, аналогичных муфтам 21, 22, 23 и 24, соответственно, обеспечивающие реверс и «прямую» передачу, то есть соединение вала 20 непосредственно с валом 3, минуя бесступенчатую передачу 1. Реверс обеспечивается паразитной шестерней 30, которая меняет направление вращения зубчатого колеса 15 на обратное, сообщая колесу 26 и валу 20 обратное направление вращения. Дифференциальные механизмы 7 и 9 содержат внешние центральные зубчатые колеса, соответственно 31 и 32, расположенные на общей обойме 33, являющейся выходным звеном бесступенчатой передачи 1, с которой соединено зубчатое колесо 15. Все вышеперечисленные механизмы и сервоприводы помещены в корпус 34 с выходящими из него валами 3 и 20. Входной вал 3 привода содержит полумуфту 35, например, кулачковую,

					ВКР 23.05.01.645.20.БКПП.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

закрепленную на нем с возможностью осевого перемещения и передачи крутящего момента, с механизмом ее перемещения, например, рычагом 36 с электромагнитом 37. Ответная полумуфта 38 кинематически соединена со входным звеном 2 бесступенчатой передачи 1. "Прямая" передача обеспечивается соединением вала 20 через зубчатую передачу 27-39 с валом 3, минуя бесступенчатую передачу 1

Патент РФ № 2487284. Бесступенчатая трансмиссия.

Авторы: ГРИНВУД Кристофер Джон (GB), ВИНТЕР Филип Дункан (GB), БЕРТ Дэвид (GB)

Изобретение относится к бесступенчатой трансмиссии, включающей в себя тип вариатора, имеющий два соосных диска качения, между которыми движение передается при бесступенчато-регулируемом передаточном отношении вариатора. Диски качения вариатора установлены для вращения вокруг вала (16) вариатора. Трансмиссия имеет промежуточный вал (18), отстоящий в поперечном направлении от вала вариатора. Она имеет две планетарные зубчатые передачи. Разделяющая планетарная зубчатая передача (14) имеет входной элемент, приводимый в движение от входа (10) трансмиссии, и два выходных элемента, соответственно, для приведения в движение промежуточного вала и вала вариатора. Рециркулирующая планетарная зубчатая передача имеет первый и второй входные элементы для присоединения, соответственно, к валу вариатора и к промежуточному валу и рециркулирующий выходной элемент. Имеется сцепление для селективного включения какого-либо из трех режимов. При первом режиме работы рециркулирующий выходной элемент приводит в движение выход трансмиссии. При другом - промежуточный вал приводит в движение выход трансмиссии. При третьем - вал вариатора приводит в движение выход трансмиссии. Вал вариатора является соосным с выходом трансмиссии, рециркулирующей планетарной зубчатой передачей, первым соединением, между рециркулирующим выходным элементом и выходом трансмиссии, и

					<i>ВКР 23.05.01.645.20.БКПП.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

вторым соединением, между валом вариатора и выходом трансмиссии. Достигаются компактность и унификация, для дополнительного режима работы трансмиссии.

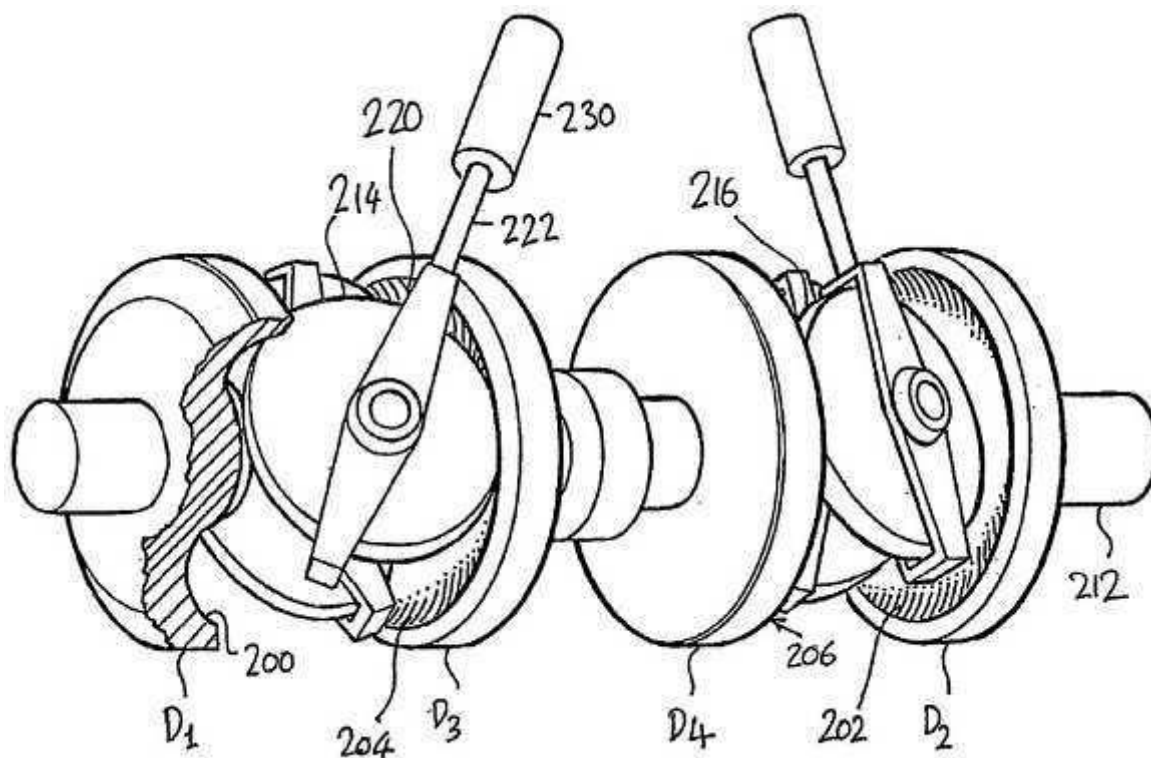


Рисунок 3.8 - Патент РФ № 2487284. Бесступенчатая трансмиссия.

Бесступенчатая трансмиссия («БТ»), как правило, включает в себя:

(а) вариатор - устройство, имеющее вращающийся вход и вращающийся выход, который может изменять отношение его входной частоты вращения к его выходной частоте вращения («передаточное отношение вариатора») бесступенчатым образом, и

(б) соединительную зубчатую передачу, посредством которой вариатор подсоединяется между источником вращательного движения, например двигателем, и местом потребления мощности, например ведомые колеса автомобиля.

Общее передаточное отношение, обеспечиваемое трансмиссией в целом, («передаточное отношение трансмиссии») представляет собой функцию передаточного отношения вариатора, но в общем не является идентичным ему, будучи измененным соединительной зубчатой передачей.

Хорошо известно включение в зубчатую передачу «разветвительную» конструкцию зубчатого колеса, как правило, планетарного типа. Разветвительные зубчатые колеса могут использоваться для рециркуляции мощности, уменьшая мощность, передаваемую самим вариатором, и для обеспечения состояния, известного в данной области техники, как «нейтральное положение с зацеплением». Как правило, разветвление имеет два вращающихся входа, соединенных с противоположными сторонами вариатора, и вращающийся выход, соединенный, например, с конечной зубчатой передачей, и, таким образом, с колесами транспортного средства. При определенном передаточном отношении вариатора («передаточном отношении в нейтральном положении с зацеплением») два входа в разветвлении нейтрализуют друг друга, оставляя выход неподвижным. Это состояние называется «нейтральным положением с зацеплением» и обеспечивает возможность остановки выхода трансмиссии без его физического отсоединения от работающего двигателя. Следовательно, такая трансмиссия может использоваться без какого-либо «пускового устройства», например, ручного сцепления или преобразователя крутящего момента традиционной автомобильной трансмиссии, использующегося для соединения/отсоединения двигателя и трансмиссии при запуске транспортного средства и при торможении транспортного средства для остановки. Передаточные отношения вариатора с одной стороны передаточного отношения в нейтральном положении с зацеплением обеспечивают обратное вращение на выходе и задний ход транспортного средства. Передаточные отношения вариатора с другой стороны передаточного отношения в нейтральном положении с зацеплением обеспечивают прямое вращение на выходе и передний ход транспортного средства. Когда вариатор имеет передаточное отношение нейтрального положения с зацеплением, ведомые колеса и транспортное средство остановлены.

					ВКР 23.05.01.645.20.БКПП.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Патент РФ № 2484333. Многодиапазонная бесступенчатая коробка передач.

Авторы Давыдов Виталий Владимирович (RU).

Изобретение относится к многодиапазонной бесступенчатой механической трансмиссии с энергетическими машинами. Бесступенчатая коробка передач включает входной вал (4), варьирующее звено, дифференциальный блок первого разделения (1), дифференциальный блок второго разделения (2), согласующую передачу (3), выходной вал. Варьирующее звено выполнено в виде двух обратимых управляемых энергетических машин (7, 9) с преобразователями энергии (8, 10). Дифференциальный блок первого разделения (1) включает дифференциальный механизм первого разделения и уравнительную передачу. Дифференциальный блок второго разделения (2) включает дифференциальный механизм обратных режимов второго разделения и дифференциальный механизм прямых режимов второго разделения. Согласующая передача (3) включает один планетарный механизм, причем на двух поддиапазонах водило согласующей передачи (3) непосредственно соединяется с одним из выходных звеньев (29, 32) дифференциального блока второго разделения (2). Достигаются повышение КПД, снижение размеров и массы.

Изобретение относится к области машиностроения и может быть использовано в качестве бесступенчатой механической трансмиссии как стационарных, так и транспортных машин, в том числе с гибридными силовыми установками.

Из уровня техники известны бесступенчатые передачи, содержащие варьирующее звено - механическое или немеханическое, а также дифференциальные механизмы для разделения потоков мощности, идущих от двигателя к исполнительному механизму.

На рис.3.9 изображена общая структурная схема автомобильного варианта коробки передач со всеми под диапазонами со сложным

					ВКР 23.05.01.645.20.БКПП.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Бесступенчатая коробка передач (1000) содержит первое (1028) водило и второе (1030) водило, которые аксиально соединены посредством удерживающего кольца (1036) водила и совершают вращение относительно друг друга. Передаточное число изменяется посредством наклона осей сателлитов (сфер), что вызвано относительным вращением между первым водилом и вторым водилом.

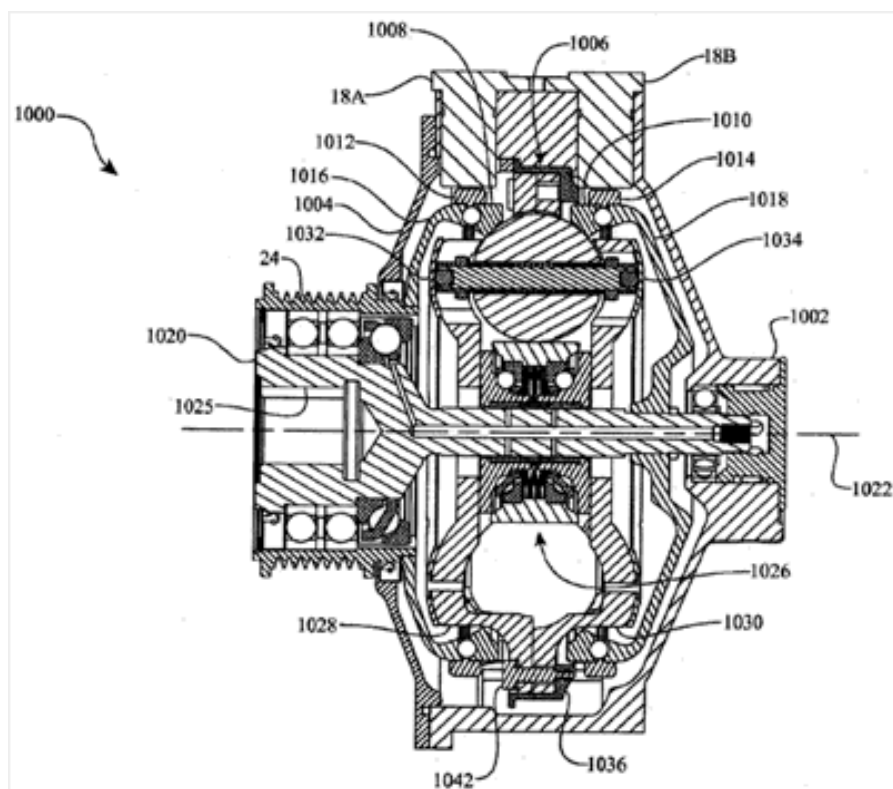


Рисунок 3.10 - Бесступенчатая коробка передач. Патент РФ № 2499933

Область изобретения относится, в общем, к механическим и электромеханическим устройствам и способам модулирования мощности, и, в частности, к бесступенчатым планетарным устройствам и способам модулирования мощности для модулирования потока мощности в силовой передаче или приводе, таким, как поток мощности от первичного движителя к одному или нескольким навесным или приводимым агрегатам

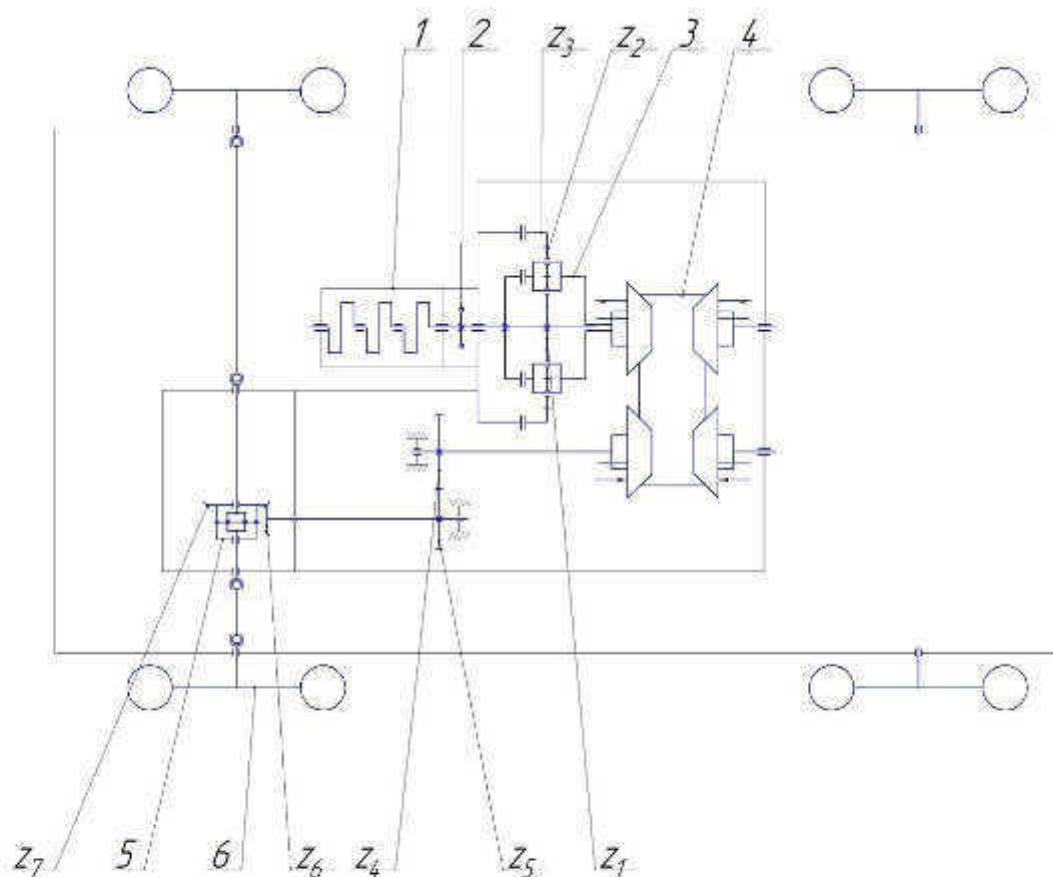
3.3 Разработка конструкции вариатора

В данной выпускной квалификационной работе представлен расчёт легкового автомобиля ВАЗ-2114 с цепным вариатором (рисунок 3.11).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР 23.05.01.645.20.БКПП.00.00.ПЗ

Лист



1 - двигатель; 2-маховик; 3 - планетарных механизм; 4 - вариатор; 5 - дифференциал с главной передачей; 6 - колеса

Рисунок 3.11 - Силловая схема вариатора.

В качестве прототипа выбран вариатор Multitronic 01J (рисунок 3.12).

Технические характеристики вариатора Multitronic 01J:

Обозначение.....Multitronic 01J;
 Заводское обозначение.....VL 30;
 Максимальный передаваемый крутящий момент.....310 Нм;
 Диапазон передаточных отношений вариатора.....2,40-0,40;
 Диапазон передаточных чисел (частное максимального и минимального передаточных чисел).....6;
 Передаточное число промежуточной передачи..... $51/46 = 1,109$;
 Передаточное число главной передачи..... $43/9 = 4,778$;
 Примем для расчёта следующие технические данные:

В качестве сцепления используются пакеты дисков фрикционов планетарного ряда;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР 23.05.01.645.20.БКПП.00.00.ПЗ

Лист

Задний ход обеспечивается планетарным рядом;

Передаточные числа при движении вперёд и назад в планетарном ряду равно 1;

Главная передача гипоидная с передаточным числом 4,5.

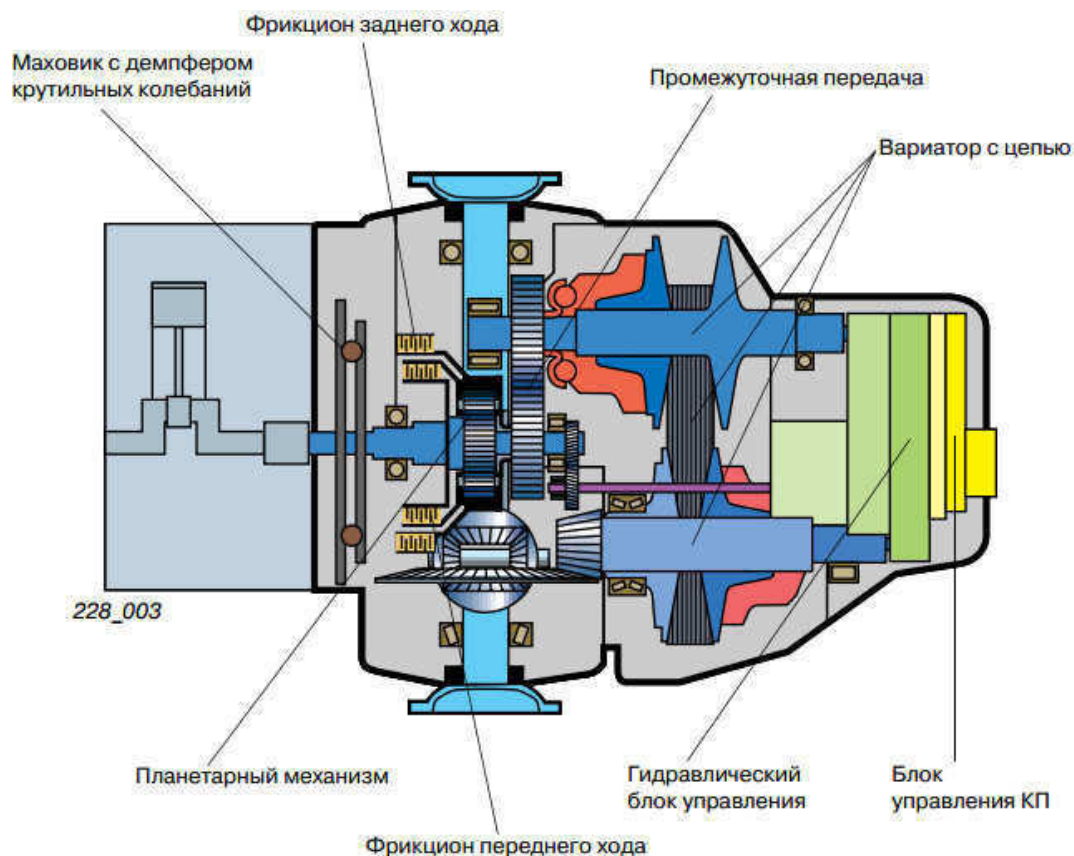


Рисунок 3.12 - Общий вид коробки передач типа Multitronic 01J

Работает мультипликатор по следующему принципу: на входной вал поступает крутящий момент с двигателя при помощи шестеренки через дисковое сцепление, которым управляет электронный блок управления посредством гидроблока. Далее крутящий момент через цепь передается на выходной шкив и вал, откуда посредством привода идет на колеса автомобиля. При этом передаточное отношение посредством синхронно сдвигающихся шкивов постоянно меняется. Электронный блок управления (компьютер мультипликатор) находится непосредственно в коробке передач и крепится на гидроблоке, находясь, как и все элементы коробки мультипликатор, в масле. Такое расположение блока позволило разместить все

					<i>ВКР 23.05.01.645.20.БКПП.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

датчики непосредственно на нем и избавиться от большого количества проводов. Также в блоке управления вмонтирован датчик селектора (F125) селектора коробки передач [7].

3.4 Расчет деталей вариатора

Момент по сцеплению колёс с дорогой на шкиве $M_{сц}$, Нм:

$$M_{сц} = \frac{G_a \cdot \varphi \cdot r_k}{u_{ш-к} \cdot \eta_{тр.ш-к}}, \quad (3.1)$$

где G_a – вес, приходящийся на ведущий мост;

φ – коэффициент сцепления;

$u_{ш-к}$ – передаточное число от шкива вариатора до колеса;

$\eta_{тр.ш-к}$ – КПД трансмиссии на участке от колеса до шкива вариатора.

$$Ga = m_a \cdot g \cdot k, \quad (3.2)$$

где k – коэффициент, учитывающий распределение массы автомобиля по мостам.

Момент по двигателю на шкиве $M_{дв}$

$$M_{дв} = M_e \cdot u_{д-ш} \cdot \eta_{тр.д-ш} \quad (3.3)$$

где M_e – максимальный момент двигателя;

$u_{д-ш}$ – передаточное число от двигателя до шкива вариатора;

$\eta_{тр.д-ш}$ – КПД трансмиссии на участке от двигателя до шкива вариатора.

$$Ga = G_1 = \frac{1593 \cdot 9,81 \cdot 55}{100} = 8595,03.$$

$$M_{сц} = \frac{8595,03 \cdot 0,8 \cdot 0,269}{3,6 \cdot 0,94} = 745.$$

$$M_{дв} = 145 \cdot 4,8 \cdot 0,98 = 682.$$

$$M_p = 745.$$

Определение минимального и максимального диаметра шкивов.

					ВКР 23.05.01.645.20.БКПП.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$d = 2 \cdot \sqrt{\frac{M_p \cdot S \cdot P}{A \cdot \mu \cdot [\sigma] \cdot \pi - 2 \left(\frac{u_{\text{вар.Н}} - 1}{u_{\text{вар.Н}} + \frac{1}{u_{\text{вар.В}}} + x \right)}}, \quad (3.4)$$

где S – коэффициент запаса сцепления ($S = 1,4 \dots 1,9$); P – шаг цепи;

A – площадь контакта шарнира цепи со шкивом; μ – коэффициент сцепления; $[\sigma]$ – предел прочности; x – зазор между шкивами [6].

Анализируя параметры современных цепей принимаем следующие значения:

$S = 1,4$; $P = 20 \cdot 10^{-3}$ м; $A = 72,96 \cdot 10^{-6}$ м²; $\mu = 0,15$; $[\sigma] = 950$ Мпа (30ХГТ).

$$d = 2 \cdot \sqrt{\frac{745 \cdot 1,4 \cdot 20 \cdot 10^{-3}}{72,96 \cdot 10^{-6} \cdot 0,15 \cdot 950 \cdot 10^6 \cdot 3,14 - 2 \left(\frac{(2,4 - 1)}{2,4 + \frac{1}{0,59} + 0,02} \right)}} = 0,0545.$$

Минимальный диаметр ведомого шкива примем $d_2 = 0,055$ м.

Максимальный диаметр ведущего шкива D_1

$$D_1 = d_2 \cdot u_{\text{вар.н}}; \quad (3.5)$$

$$D_1 = 0,055 \cdot 2,4 = 0,132 \text{ м.}$$

Минимальный диаметр ведущего шкива d_1

$$d_1 = d_2 = 0,055.$$

Произведем расчёт планетарного механизма [9].

Солнечное колесо косозубое

$$\beta = 12^\circ; d_1 = 110 \text{ мм}; z_1 = 39; m = 2,75.$$

Сателлит косозубый

$$\beta = 12^\circ; d_2 = 50 \text{ мм}; z_2 = 18; m = 2,75.$$

Расчёт планетарного механизма произведём при заднем ходе автомобиля.

За расчётный крутящий момент примем момент по сцеплению при низшем передаточном числе трансмиссии.

$$M_p = M_{\text{сц}} = \frac{8595,03 \cdot 0,8 \cdot 0,269}{13,96 \cdot 0,94} = 145 \text{ Нм.}$$

					ВКР 23.05.01.645.20.БКПП.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для планетарных механизмов окружная сила одинакова во всех зацеплениях.

Окружная сила

$$F_t = \frac{2 \cdot M_p}{d_1 \cdot a_c}, \quad (3.6)$$

где a_c – количество сателлитов.

$$F_t = \frac{2 \cdot 145}{55 \cdot 3} = 1,95 \text{ кН.}$$

$$n_{io} = n_i - n_H. \quad (3.7)$$

где n_i – частота вращения солнечного колеса; n_H – частота вращения водила.

$$n_{io} = 4900 - (-4900) = 9800 \text{ мин}^{-1}.$$

Планируемый пробег автомобиля $L_0 = 100$ тыс. км.

Предельный параметр контактной выносливости

$$\Pi_{Hlim} = \Pi_{Hlim}^0 Z_R, \quad (3.8)$$

где Π_{Hlim}^0 – предел контактной выносливости,

Z_R – коэффициент, учитывающий шероховатость активной поверхности зубьев.

Материал – 20ХГР.

Оценка величины параметра контактного напряжения.

При $\Pi_H < 0,9 \Pi_{Hlim}$ контактную выносливость считают обеспеченной и расчёт прекращают.

В нашем случае $1,54 < 0,9 \cdot 19$.

Контактная прочность планетарного механизма обеспечена.

Нагрузка от цепной передачи F_u

$$F_u = \frac{M}{d_2} \cdot \frac{e^{\mu' \beta} + 1}{e^{\mu' \beta} - 1} \sin \frac{\beta}{2}, \quad (3.9)$$

где M – крутящий момент на валу;

d_2 – диаметр ведомого шкива, мм;

μ' – приведённый коэффициент трения;

β – угол обхвата ведомого шкива, рад.

					ВКР 23.05.01.645.20.БКПП.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\mu' = 3 \cdot 0,15 = 0,45 [15].$$

Крутящий момент выбирается наименьший из моментов по сцеплению или по двигателю.

$$M_{cy} = \frac{G_a \cdot \varphi \cdot r_k}{u_{ш-к} \cdot \eta_{пр.ш-к}}; \quad (3.10)$$

$$M_{дв} = 342 \cdot 2,4 = 821 \text{ Нм.}$$

$$M_{cy} = \frac{8595,03 \cdot 0,8 \cdot 0,269}{4,5 \cdot 0,94} = 739 \text{ Нм.}$$

$$F_{ш} = \frac{739}{55} \cdot \frac{2,7^{0,45 \cdot 2,17} + 1}{2,7^{0,45 \cdot 2,17} - 1} \sin \frac{176,7}{2} = 30 \text{ Н.}$$

Радиальная сила от промежуточной передачи F_r

$$F_r = \frac{2M}{d_{ш}} \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \beta'}, \quad (3.11)$$

где $d_{ш}$ – диаметр шестерни, мм;

α – угол зацепления, град;

β' – угол наклона зубьев, град [6].

$$F_r = \frac{2 \cdot 739}{137} \cdot \frac{\operatorname{tg} 20}{\cos 15} = 4,1 \text{ кН.}$$

Осевая сила от промежуточной передачи F_a

$$F_r = \frac{2M}{d_{ш}} \cdot \operatorname{tg} \beta; \quad (3.12)$$

$$F_r = \frac{2 \cdot 739}{55} \cdot \operatorname{tg} 15 = 2,9 \text{ Н.}$$

Построим эпюры изгибающих и крутящих моментов.



Рисунок 3.13 - Схема вала

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР 23.05.01.645.20.БКПП.00.00.ПЗ

Лист

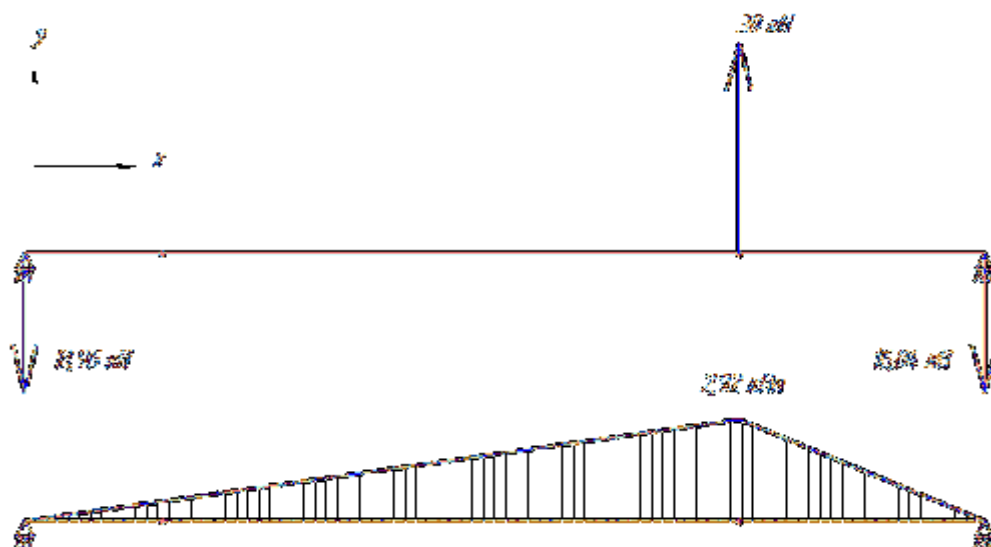


Рисунок 3.14 - Горизонтальная плоскость

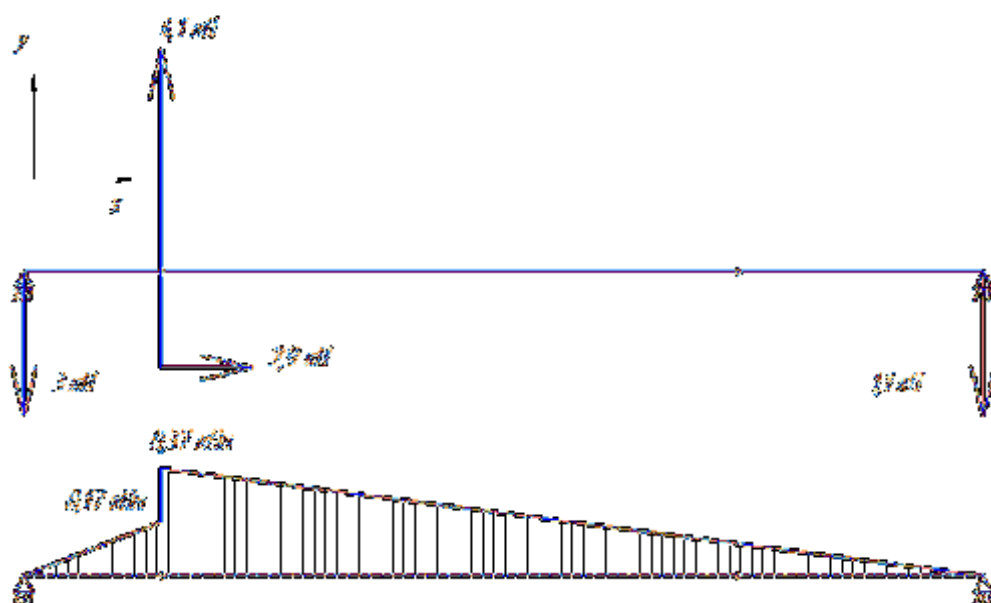


Рисунок 3.15 - Вертикальная плоскость

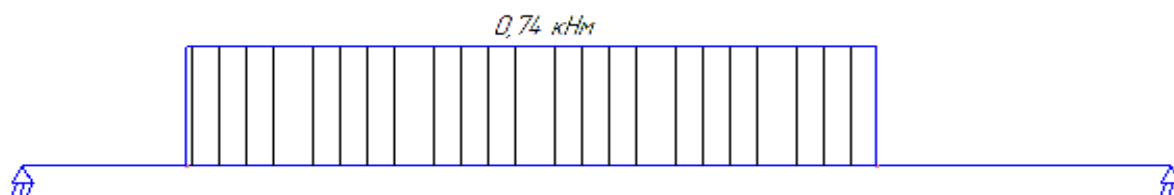


Рисунок 3.16 -Эпюра крутящего момента

Расчёт вала на статическую прочность.

Диаметра вала

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_p}{0,1 \cdot [\tau_T]}} \quad (3.13)$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР 23.05.01.645.20.БКПП.00.00.ПЗ

Лист

где M_p – расчётный крутящий момент в опасном сечении вала, кНм;

$[\tau_T]$ – предел текучести при изгибе, МПа.

Материал вала – 30ХГТ, $[\tau_T] = 665$ МПа.

$$M_p = K_d \cdot M, \quad (3.14)$$

где K_d коэффициент динамичности.

По четвёртой теореме прочности эквивалентный момент

$$M = \sqrt{M_H^2 + 0,75 \cdot M_{кр}^2}, \quad (3.15)$$

где M_H – суммарный изгибной момент, кНм;

$M_{кр}$ – крутящий момент на валу, кНм.

$$M_H = \sqrt{M_{вер}^2 + M_{гор}^2}, \quad (3.16)$$

где $M_{вер}$, $M_{гор}$ – изгибные моменты в вертикальной и горизонтальной плоскостях соответственно.

$$M_H = \sqrt{3,21^2 + 0,32^2} = 3,23 \text{ Нм.}$$

$$M = \sqrt{3,23^2 + 0,75 \cdot 0,74^2} = 3,29 \text{ Нм.}$$

$$M_p = 1,5 \cdot 3,29 = 4,94 \text{ Нм.}$$

$$d = 100 \sqrt[3]{\frac{4,94}{0,1 \cdot 665}} = 42 \text{ мм.}$$

Расчёт шлицевого соединения.

Подвижный полу шкив ведомого вала имеет подвижное шлицевое соединение с валом [1].

Шлицевое соединение 8х36х42

Расчёт шлицевого соединения на прочность.

Средний диаметр d_{cp}

$$d_{cp} = \frac{D + d}{2}, \quad (3.17)$$

где D , d – внешний и внутренний диаметр соответственно.

$$d_{cp} = \frac{42 + 36}{2} = 39 \text{ мм.}$$

					ВКР 23.05.01.645.20.БКПП.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Рабочая высота шлицев h

$$d_{cp} = \frac{D-d}{2} - 2c. \quad (3.18)$$

Среднее $\sigma_{cm\ cp}$ и максимальное $\sigma_{cm\ max}$ напряжения смятия

$$\delta_{cm\ cp} = \frac{2M_{max}}{d_{cp} \cdot h \cdot z \cdot l}; \quad (3.19)$$

$$\delta_{cm\ max} = \delta_{cm\ cp} \cdot K_3 \cdot K_{пр.к} \cdot K_{н.п.}$$

где l – рабочая длина соединения;

K_3 – коэффициент неравномерности распределения нагрузки между шлицами;

$K_{пр.к.}$ – коэффициент продольной концентрации нагрузки;

$K_{н.п.}$ – коэффициент концентрации нагрузки от погрешности изготовления.

$$M_{max} = K_d \cdot M_{кр}; \quad (3.20)$$

$$M_{max} = 1,5 \cdot 739 = 1,11 \text{ кНм.}$$

$$\delta_{cm\ cp} = \frac{2 \cdot 1,11 \cdot 10^3}{39 \cdot 10^{-3} \cdot 2,8 \cdot 10^{-3} \cdot 8 \cdot 10 \cdot 10^{-3}} = 254 \text{ МПа.}$$

$$K_3 = 1,47. K_{пр.к} = 1. K_{н.п.} = 1.$$

$$\delta_{cm\ max} = 254 \cdot 1,47 \cdot 1 \cdot 1 = 373,4 \text{ МПа.}$$

Коэффициент запаса прочности

$$n = \frac{\sigma_{\tau}}{\delta_{cm\ max}}, \quad (3.21)$$

σ_{τ} – предел текучести материала зубьев.

$$n = \frac{890}{373,4} = 2,4 \geq 1,25.$$

Прочность вала обеспечена.

Расчёт шлицевого соединения на износ.

Номинальное напряжение смятия σ_{cm}

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР 23.05.01.645.20.БКПП.00.00.ПЗ

Лист

$$\delta_{cm} = \frac{2M_{кр}}{d \cdot h \cdot z \cdot l}; \quad (3.22)$$

$$\delta_{cm} = \frac{2 \cdot 738}{39 \cdot 10^{-3} \cdot 2,8 \cdot 10^{-3} \cdot 8 \cdot 140 \cdot 10^{-3}} = 21,5 \text{ МПа}.$$

Число оборотов ведущего колеса автомобиля, за 1 км пробега n_s

$$n_s = 1000 / (2\pi r_k) \quad (3.23)$$

$$n_s = 1000 / (2 \cdot 3,14 \cdot 0,34) = 468 \text{ мин}^{-1}.$$

Ресурс износостойкости соединения в условных единицах, расходуемый за 1 км пробега автомобиля

$$R_{1и} = \sigma_{cm \text{ расч}}^m N_1 K_{пи} \quad (3.24)$$

где $K_{пи}$ – коэффициент приведения, $m = 3$.

$$R_{1и} = 30,7^3 \cdot 2717 \cdot 0,05 = 3,93 \cdot 10^6.$$

Допускаемое напряжение смятия $[\sigma_{cm}]$ при базовом числе циклов $N_0 = 10^8$ и постоянном режиме работы [5]

$$[\sigma_{cm}] = 205 \text{ МПа}.$$

Условия прочности соблюдаются, так же данный вариатор модернизирован цепной передачей, что позволяет увеличить срок его службы, а так же использовались разработки по установке новых типов втулок, которые обладают хорошим скольжением, малом сопротивлении при перемещении, износостойкости, малой деформации под действиям давления. В блоке управления осуществляется интеграция датчиков, которые позволяет осуществлять переключения в зависимости от момента и полностью автоматизировано, без участия водителя

					ВКР 23.05.01.645.20.БКПП.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.

4.1. Выбор материала заготовки

Примем для изготовления заготовки прутков, приближенный размерами и формами готовой детали. Выбираем вал из сортового металла Ст 35 ГОСТ 4543-71.

4.2 Выбор оборудования и режущего инструмента.

Для токарной операции выбираем универсальный токарно-винторезный станок 1К-62 стр11 прилож.1

Выбор режущего инструмента:

Для точения выбираем: Резец 2100-0405 ГОСТ 18878-73, Резец 2130-0251 ГОСТ 18884-73.

4.3 Технологические расчеты

Выбор инструмента - выбираем резец прямой проходной. 2100-0405 с сечением 25X16 по ГОСТ 18878 – 73

Выбираем твердый сплав режущего инструмента Т15 К6

Главный угол в плане $\varphi = 45$

Черновое точение $\varphi_1 = 10$

$\lambda = 5$ Резец 16×25 . Радиусное превышение $r=1$.

005. Токарная

Переход 2. Точить поверхность на длине 40 мм.

1. Определяем припуск h .

$$h = \frac{D_1 - D_2}{2},$$

где D_1 и D_2 - диаметры поверхности соответственно, обрабатываемой (в начале обработки) и конечной согласно чертежу или эскизу;

$$h = \frac{35 - 17}{2} = 9 \text{ мм.}$$

2. Находим глубину резания t и число проходов i .

$$t_1 = 1; \quad t_2 = 1,5;$$

$$i = 2.$$

3. Выбираем подачу S .

Из [15] для черновой обработки для стали рекомендуется 0,3...0,8 и выбираем $s=0,3$ мм/об.

Но корректируя по паспорту станка [15] устанавливаем $S=0,3$ мм/ об.

4. Устанавливаем период стойкости режущего инструмента T .

Из [14], выбираем $T=60$ мин.

5. Определяем скорость резания V_p

$$v = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y},$$

где C_v – коэффициент, характеризующий обрабатываемый материал и условия его обработки;

m – показатель относительной стойкости;

T – стойкость резца;

x, y – показатели степени;

K_v – общий поправочный коэффициент, который представляет собой произведение отдельных поправочных коэффициентов;

Сталь 35 $\sigma_s = 750$, 1К62 без охлаждения $C_v = 350$; $x = 0,15$; $y = 0,35$; $m = 0,20$;

$$V_p = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,3^{0,35}} = 217 \text{ м/мин.}$$

6. Определяем частоту вращения шпинделя.

Частота вращения шпинделя определяется по формуле:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D_1} = \frac{1000 \cdot 217}{3,14 \cdot 35} = 727 \text{ мин}^{-1}.$$

Найденное значение $n=727 \text{ мин}^{-1}$ корректируем по паспортным данным станка и устанавливаем действительное значение n частоты вращения. По паспорту 1K62 $n=630 \text{ мин}^{-1}$.

7. Определение действительной скорости резания.

Действительная скорость резания определяется с учетом действительной частоты вращения n .

$$V_d = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 35 \cdot 630}{1000} = 69 \text{ м/мин.}$$

8. Определяем силу резания P_z .

Сила резания определяется по формуле [14]

$$P_z = C_p \cdot t \cdot s^{0,75} \cdot v^{-0,15}$$

где C – коэффициент, характеризующий металл и условия его обработки;

x, y – показатели степеней при глубине резания и подаче;

n – показатель степени при скорости резания;

$$C_p = 300; x=1; y=0,75; n=-0,15;$$

$$P_z = 300 \cdot 1,5^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 217^{-0,15} = 72 \text{ Н.}$$

9. Определяем мощность, затрачиваемая на резание.

Мощность резания определяется по формуле:

$$N_p = \frac{P_z \cdot V}{60000} = \frac{72 \cdot 69}{60000} = 0,083 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{шп}} \geq N_p;$$

$$7,5 > 0,083.$$

10. Определение основного технологического времени.

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + y + \Delta)}{n \cdot s};$$

где L – длина рабочего хода резца, мм;

i – число проходов резца;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм;

Δ – перебег резца, мм ($\Delta=1-3$);

y – величина врезания резца, мм.

$$y = t \cdot \operatorname{ctg} \varphi,$$

где φ – главный угол в плане резца;

$$y = 2 \cdot \operatorname{ctg} 90^\circ = 0.$$

$$T_o = \frac{21 \cdot 2}{1000 \cdot 0,3} = 0,26 \text{ мин.}$$

2. 005. Токарная

Переход 3. Точить поверхность на длине 4.

1. Определяем припуск h .

$$h = \frac{D_1 - D_2}{2},$$

$$h = \frac{29 - 17}{2} = 6 \text{ мм.}$$

2. Находим глубину резания t и число проходов i .

$$t=2 \text{ мм}; t=2; t=1; t=1$$

$$i = 4.$$

3. Выбираем подачу s .

Из таблицы [15] выбираем $s=0,3$ мм/об.

Но корректируя по паспорту станка [14] устанавливаем $s=0,3$ мм/об.

4. Устанавливаем период стойкости режущего инструмента T .

Из [14] выбираем $T=60$ мин.

5. Определяем скорость резания

$$v = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y},$$

Сталь 35 $\sigma_s = 750$, 1К62 без охлаждения $C_v = 350$; $x = 0,15$; $y = 0,35$;

$m = 0,20$;

$$V_p = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,3^{0,35}} = 214 \text{ м/мин}$$

6. Определяем частоту вращения шпинделя.

Частота вращения шпинделя определяется по формуле:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D_1} = \frac{1000 \cdot 214}{3,14 \cdot 29} = 2358 \text{ мин}^{-1}.$$

Найденное значение $n=591 \text{ мин}^{-1}$ корректируем по паспортным данным станка и устанавливаем действительное значение n частоты вращения. По паспорту 1К62 $n=500 \text{ мин}^{-1}$.

7. Определение действительной скорости резания.

Действительная скорость резания определяется с учетом действительной частоты вращения n .

$$V = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 35 \cdot 500}{1000} = 55 \text{ м/мин.}$$

8. Определяем силу резания .

Сила резания определяется по формуле [14]

$$P_z = C_p \cdot t \cdot s^{0,75} \cdot v^{-0,15}$$

$$C_p = 300; x=1; y=0,75; n=-0,15;$$

$$P_z = 300 \cdot 5^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 55^{-0,15} = 329 \text{ Н.}$$

9. Определяем мощность, затрачиваемая на резание.

Мощность резания определяется по формуле:

$$N_p = \frac{P_z \cdot V}{60000} = \frac{329 \cdot 55}{60000} = 0,3 \text{ кВт.}$$

10. определение основного технологического времени.

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + y + \Delta)}{n \cdot s};$$

$$y = t \cdot \operatorname{ctg} \varphi,$$

где φ – главный угол в плане резца;

$$y = 5 \cdot \operatorname{ctg} 90^\circ = 0.$$

$$T_o = \frac{8 \cdot 4}{1000 \cdot 0,3} = 0,27 \text{ мин.}$$

Выбор инструмента - выбираем резец прямой проходной. 2100-0565 с сечением 25X16 по ГОСТ 18869 – 73

Его характеристика методика стр.30-31 [табл.10-11]

Выбираем твердый сплав режущего инструмента Т15 К6

Главный угол в плане $\varphi = 45$

Черновое точение $\varphi_1 = 10$

$$\lambda = 5$$

Резец 16×25

Радиусное превышение $r=1$.

I. 010. Токарная

Переход 1. Точить поверхность 1 на длину 2

Определяем припуск h .

$$h = \frac{D_1 - D_2}{2}$$

$$h = \frac{35 - 28}{2} = 3,5 \text{ мм.}$$

4. Находим глубину резания t и число проходов i .

$$t_1 = 2; t_2 = 1,5 \text{ мм;}$$

$$i = \frac{h}{t} = \frac{3,5}{1,5} = 2,3 \text{ мм;}$$

5. Выбираем подачу s .

Из таблицы 1 стр. 36, для черновой обработки стали конструкционной углеродистой выбираем $s=0,45$

Но корректируя по паспорту станка (стр.33) устанавливаем $s=0,5$ мм/об.

6. Устанавливаем период стойкости режущего инструмента T . стр. 12, выбираем $T=30$ мин.

7. Определяем скорость резания

$$v = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y};$$

Сталь 35

$$G_s = 530 \text{ МПа}$$

$$1\text{K62 } C_v = 92; x = 0,25; y = 0,33; m = 1;$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\varphi v}$$

$$K_{mv} = \left(\frac{750}{G_s} \right) = \frac{750}{530} = 1,4.$$

$$K_{nv} = 0,8; K_{uv} = 0,8; K_{\varphi v} = 1.$$

$$K_v = 1,4 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,896.$$

$$V_p = \frac{92 \cdot 0,896}{30^1 \cdot 2^{0,25} \cdot 0,5^{0,33}} = 2,86 \text{ м/мин.}$$

8. Определяем частоту вращения шпинделя.

Частота вращения шпинделя определяется по формуле:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D_1} = \frac{1000 \cdot 2,86}{3,14 \cdot 35} = 26 \text{ мин}^{-1}.$$

Найденное значение $n = 26 \text{ мин}^{-1}$ корректируем по паспортным данным станка и устанавливаем действительное значение n частоты вращения. По паспорту 1K62 $n = 25 \text{ мин}^{-1}$.

9. Определение действительной скорости резания.

Действительная скорость резания определяется с учетом действительной частоты вращения n .

$$V = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 35 \cdot 25}{1000} = 2,7 \text{ м/мин.}$$

10. Определяем силу резания

Сила резания определяется по формуле:

$$P_z = C_p \times t^x \times s^y \times \mathcal{G}^{n_p} \times K_p$$

$$K_p = K_{mp} \times K_{\varphi p}$$

$$K_{\varphi p} = 1; K_{mp} = \left(\frac{530}{750} \right)^{0,35}$$

$$K_p = 1 \times \left(\frac{530}{750}\right)^{0,35} = 0,89$$

$$C_p = 180 ; t = 1,5^{0,25} ; S = 0,5^{0,33} ; g^{np} = 2,7^{0,35}$$

$$P_z = 110,88 \text{ Н.}$$

11. Определяем мощность, затрачиваемая на резание.

Мощность резания определяется по формуле:

$$N_p = \frac{P_z \cdot V}{60000} = \frac{110,88 \times 2,7}{60000} = 0,01 \text{ кВт.}$$

$$N_{um} = N_{os} \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}$$

$$N_{um} \geq N_p$$

$$7,5 > 0,01.$$

12. определение основного технологического времени.

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(l + y + \Delta)}{n \cdot S}$$

$$y = t \cdot ctg \varphi$$

где φ – главный угол в плане резца;

$$y = 2 \cdot ctg 90^\circ = 0.$$

$$T_0 = \frac{30 \cdot 2,3}{25 \cdot 0,5} = 5,52 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время $T = 5,52 \text{ мин.}$

II. 1. 010. Токарная

Переход 2. Точить поверхность 6 на длину 7

Определяем припуск h .

$$h = \frac{D_1 - D_2}{2}$$

$$h = \frac{35 - 20}{2} = 7,5 \text{ мм.}$$

4. Находим глубину резания t и число проходов i .

$$t_1 = 5; t_2 = 2,5;$$

$$i = \frac{h}{t} = \frac{7,5}{5} = 1,5 \text{ мм.}$$

5. Выбираем подачу s .

Из таблицы 1, стр.36 для черновой обработки стали конструкционной углеродистой выбираем $s=0,3$

Но корректируя по паспорту станка (стр.33) устанавливаем $s=0,3\text{мм/об.}$

6. Устанавливаем период стойкости режущего инструмента T . стр. 12, выбираем $T=30$ мин.

7. Определяем скорость резания

$$v = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y};$$

Сталь 35 $G_s = 530\text{МПа}$ 1К62 без охлаждения $C_v = 92$; $x = 0,25$; $y = 0,33$; $m = 1$;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\varphi v}$$

$$K_{mv} = \left(\frac{750}{G_s} \right) = \frac{750}{530} = 1,4.$$

$$K_{nv} = 0,8; K_{uv} = 0,8; K_{\varphi v} = 1.$$

$$K_v = 0,896.$$

$$V_p = \frac{92 \cdot 0,896}{30^1 \cdot 5^{0,25} \cdot 0,3^{0,33}} = 2,6 \text{ м/мин.}$$

8. Определяем частоту вращения шпинделя.

Частота вращения шпинделя определяется по формуле:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D_1} = \frac{1000 \cdot 2,6}{3,14 \cdot 35} = 23,6 \text{ мин}^{-1}.$$

Найденное значение $n=23,6 \text{ мин}^{-1}$ корректируем по паспортным данным станка и устанавливаем действительное значение n частоты вращения. По паспорту

$$1\text{К}62 \quad n=25 \text{ мин}^{-1}.$$

9. Определение действительной скорости резания.

Действительная скорость резания определяется с учетом действительной частоты вращения n .

$$V = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 35 \cdot 25}{1000} = 2,75 \text{ м/мин.}$$

10. Определяем силу резания

Сила резания определяется по формуле (Приложение 2):

$$P_z = C_p \times t^x \times s^y \times g^{n_p} \times K_p$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p}$$

$$K_{\phi p} = 1;$$

$$K_{mp} = \left(\frac{530}{750}\right)^{0,35}$$

$$K_p = 1 \times \left(\frac{530}{750}\right)^{0,35} = 0,89$$

$$C_p = 180; t = 5^{0,25}; s = 0,3^{0,33}; g^{n_p} = 2,75^{0,35}$$

$$P_z = 264,6 \text{ Н.}$$

11. Определяем мощность, затрачиваемая на резание.

Мощность резания определяется по формуле:

$$N_p = \frac{P_z \cdot V}{60000} = \frac{264,6 \times 2,75}{60000} = 0,012 \text{ кВт.}$$

Мощность на шпинделе стана принимается с учётом КПД механических передач станка от электродвигателя до шпинделя, значение которого дано в паспортных данных станка.

$$N_{шп} = N_{дв} \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}$$

Для осуществления обработки мощность на шпинделе должна превышать резания:

$$N_{шп} \geq N_p$$

$$7,5 > 0,012$$

12. Определение основного технологического времени.

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + y + \Delta)}{n \cdot s}$$

$$y = t \cdot ctg \varphi$$

где φ – главный угол в плане резца;

$$y = 5 \cdot ctg 90^\circ = 0.$$

$$T_0 = \frac{17 \cdot 1,5}{25 \cdot 0,3} = 3,4 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время $T=3,4$ мин.

III. 1. 010. Токарная

2. Переход 5. Снять фаску с поверхности 3.

3. Находим глубину резания t и число проходов i .

$$t_1 = t_2 = 1$$

$$i = 1 \text{ мм.}$$

5. Выбираем подачу s .

Из таблицы 1, стр.36 для черновой обработки стали конструкционной углеродистой выбираем $s=0,2$

Но корректируя по паспорту станка (Приложение 1) устанавливаем $s=0,21$ мм/об.

6. Устанавливаем период стойкости режущего инструмента T .

стр. 12, выбираем $T=30$ мин.

7. Определяем скорость резания

$$v = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y};$$

Сталь 35 $G_s = 530 \text{ МПа}$ 1К62 без охлаждения $C_v = 92$; $x = 0,25$; $y = 0,33$; $m = 1$;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\varphi v}$$

$$K_{mv} = \left(\frac{750}{G_s} \right) = \frac{750}{530} = 1,4.$$

$$K_{nv} = 0,8; K_{uv} = 0,8; K_{\varphi v} = 1.$$

$$K_v = 0,896.$$

$$V_p = \frac{92 \cdot 0,896}{30^1 \cdot 1^{0,25} \cdot 0,21^{0,33}} = 4,6 \text{ м/мин.}$$

8. Определяем частоту вращения шпинделя.

Частота вращения шпинделя определяется по формуле:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D_1} = \frac{1000 \cdot 4,6}{3,14 \cdot 35} = 41,2 \text{ мин}^{-1}.$$

Найденное значение $n=41,2 \text{ мин}^{-1}$ корректируем по паспортным данным станка и устанавливаем действительное значение n частоты вращения.

По паспорту 1К62 $n=40 \text{ мин}^{-1}$.

9. Определение действительной скорости резания.

Действительная скорость резания определяется с учетом действительной частоты вращения n .

$$V = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 35 \cdot 40}{1000} = 4,39 \text{ м/мин.}$$

10. Определяем силу резания.

Сила резания определяется по формуле (Приложение 2):

$$P_z = C_p \times t^x \times s^y \times g^{n_p} \times K_p$$

$$K_p = K_{mp} \times K_{\varphi p}$$

$$K_{\varphi p} = 1; K_{mp} = \left(\frac{530}{750}\right)^{0,35}$$

$$K_p = 1 \times \left(\frac{530}{750}\right)^{0,35} = 0,89$$

$$C_p = 180; t = 1^{0,25}; s = 0,21^{0,33}; g^{n_p} = 4,39^{0,35}$$

$$P_z = 183,6 \text{ Н.}$$

11. Определяем мощность, затрачиваемая на резание.

Мощность резания определяется по формуле:

$$N_p = \frac{P_z \cdot V}{60000} = \frac{183,6 \times 4,39}{60000} = 0,013 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{шт}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{шт}} \geq N_p$$

$$7,5 > 0,013.$$

12. определение основного технологического времени.

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(l + y + \Delta)}{n \cdot S}$$

$$y = t \cdot \operatorname{ctg} \varphi$$

где φ – главный угол в плане резца;

$$y = 1 \cdot \operatorname{ctg} 90^\circ = 0.$$

$$T_0 = \frac{2 \cdot 1}{40 \cdot 0,21} = 0,24 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время $T = 0,24$ мин.

IV. 1. 010. Токарная.

2. На вертикально-сверлильном станке 2Н 135 сверлим сквозное отверстие $\phi 10$ мм на глубину 70 мм.

Материал - сталь Охлаждение - эмульсией. Сверло - спиральное с коническим хвостовиком по ГОСТ 2092-77 из быстрорежущей стали Р18.

3. Выбираем подачу $S = 0,25 - 0,35$. По паспортным данным станка стр. 34 выбираем $S = 0,28$ об/мин.

4. Проверяем принятую подачу по осевой силе, допускаемой прочностью механизма подачи станка

$$P_0 = 9,81 D^{q_p} C_p S^{y_p} K_p, H;$$

C_p - коэффициент, характеризующий обрабатываемый материал и условия обработки;

D - диаметр сверла, мм;

q_p, y_p - показатели степени;

K_p - поправочный коэффициент, учитывающий влияние механических свойств обрабатываемого материала на силу резания.

$$C_p = 85; D = 10; q_p = 1; S = 0,28^{0,7}; K_p = \left(\frac{G_b}{750}\right)^{n_p} = \left(\frac{750}{750}\right)^{0,75} = 1.$$

$$P_0 = 9.81 \cdot 10 \cdot 85 \cdot 0,28^{0,7} \cdot 1 = 3335,4 \text{ Н}.$$

5. Назначим период стойкости сверла.

Период стойкости сверла (время работы сверла до заточки) выбирается по таблице (табл. 7 стр. 39)

$$T = 25 \text{ мин.}$$

6. Расчет скорости резания, допускаемой режущими свойствами сверла

$$g_p = \frac{C_g D^q}{T^m S^y} \cdot K_g, \text{ м / мин.}$$

D – диаметр сверла, мм; D=10

$$C_g = 7$$

$$m = 0.2$$

T – стойкость сверла, мин; T=25

S – подача, мм/об; S=0,28

y_g, q_g - показатели степени; $y_g = 0.7; q_g = 0.4$

K_g - поправочный коэффициент, учитывающий влияние механических свойств обрабатываемого материала.

$$K_g = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv}$$

$$K_{mv} = C_M \left(\frac{750}{G_g}\right)^{n_v} = 1 \cdot 1 = 1$$

$$K_{uv} = 0,8$$

$$C_M = 1$$

$$K_{lv} = 1$$

$$K_g = 1 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,8$$

$$g_p = \frac{7 \cdot 10^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,28^{0,7}} \cdot 0,8 = 19 \text{ м / мин}$$

7. Определяем частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot g_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 19}{3,14 \cdot 10} = 605 \text{ об / мин, где}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспортным данным станка и найдем n_o , $n_o = 500$ об/мин.

После этого определяем действительную скорость резания:

$$g_q = \frac{\pi \cdot D \cdot n_o}{1000} = 15,7 \text{ м / мин.}$$

8. Определяем крутящий момент и мощность, затрачиваемую на сверление:

$$M = 0,981 \cdot 10^{-2} C_m \cdot D^q \cdot S^y, H \cdot м;$$

$$C_m = 34$$

$$q_m = 1.9$$

$$y_m = 0.8$$

$$M = 0,981 \cdot 10^{-2} \cdot 34 \cdot 10^{1.9} \cdot 0,28^{0.8} = 9,53 H \cdot м$$

$$N_{рез} = \frac{M \cdot n_o}{9554} = \frac{9,53 \cdot 500}{9554} = 0,5 \text{ кВт.},$$

Обработка возможна, если $N_{рез} \leq N_{ин}$.

Мощность на шпинделе $N_{ин} = N_{дв} \cdot \eta = 4 \cdot 0,8 = 3,2 \text{ кВт.}$

η - КПД станка

$N_{дв}$ - мощность двигателя станка (паспортные данные).

V. 1. 015. Фрезерная

2. Переход 1. Фрезеровать поверхность 2 и 3 .

3. Определяем припуск h .

$$h = \frac{D_1 - D_2}{2}$$

$$h = \frac{35 - 28}{2} = 3,5 \text{ мм.}$$

4. Находим глубину резания t и число проходов i .

$$t = 2 \text{ мм;}$$

$$i = \frac{h}{t} = \frac{3,5}{2} = 1,75 \text{ мм.}$$

5. Выбираем подачу s .

Из таблицы 3, Приложения 2 для черновой обработки для стали выбираем $s=0,25$ мм/зуб.

6. Устанавливаем период стойкости режущего инструмента T .

Из Приложения 2, стр. 32, выбираем $T=120$ мин.

7. Определение скорости резания.

$$V = \frac{36 \cdot D^{0,45}}{T^{0,33} \cdot t^{0,3} \cdot S_z^{0,4} \cdot B^{0,1} \cdot z^{0,1}} \cdot K_v, \text{ м/мин};$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}.$$

$$K_{mv} = \left(\frac{750}{G_s} \right) = \left(\frac{750}{750} \right) = 1.$$

$$K_{nv} = 0,8; K_{uv} = 1.$$

$$K_v = 1 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,8.$$

$$V = \frac{36 \cdot 50^{0,7}}{120^{0,33} \cdot 2^{0,3} \cdot 0,25^{0,4} \cdot 15^{0,1} \cdot 12^{0,1}} \cdot 0,8 = 73 \text{ м/мин.}$$

8. Определение частоты вращения фрезы.

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 73}{3,14 \cdot 50} = 465 \text{ об/мин.}$$

По паспорту станка находим $n_\phi = 500$ об/мин.

9. Определяем действительную скорость резания.

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D}{1000} \cdot n_\phi = \frac{3,14 \cdot 50}{1000} = 0,157 \text{ м/мин.}$$

9. Определяем минутную подачу при фрезеровании и скорректируем по

10. паспортным данным.

$$S_M = S_z \cdot z \cdot n_\phi = 0,25 \cdot 12 \cdot 500 = 1500 \text{ мм/мин.}$$

Находим действительную подачу за оборот на зуб.

$$S_{\phi z} = \frac{S_{Mg}}{n_g} = \frac{1500}{500} = 3 \text{ мм/об.}$$

$$S_{zg} = \frac{S_{\phi z}}{z} = \frac{3}{12} = 0,25 \text{ мм/зуб.}$$

11. Определяем окружную силу P_z .

$$P_z = 68 \cdot t^{0,8} \cdot S_z^{0,72} \cdot z \cdot B \cdot D^{-0,83} = 68 \cdot 2^{0,8} \cdot 0,25^{0,72} \cdot 12 \cdot 15 \cdot 50^{-0,83} = 291 \text{ кгс.}$$

12. Определяем крутящий момент М и мощность N при фрезеровании.

$$M = \frac{P_z \cdot D}{2},$$

$$M = \frac{291 \cdot 35}{2} = 5091 \text{ кгс мм.}$$

$$N = \frac{M \cdot n}{974000} = \frac{5091 \cdot 500}{974000} = 2,6 \text{ кВт.}$$

13. Мощность резания должна быть меньше или равна мощности на шпинделе станка:

$$N \leq N_{\text{шт}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta, \text{ где}$$

$N_{\text{дв}}$ - мощность двигателя станка,

η - КПД станка.

$$2,6 \leq N_{\text{шт}} = 7 \cdot 0,75 = 5,25 \text{ кВт}$$

Что удовлетворяет условию.

14. Определение основного технологического времени:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + y + \Delta)}{n \cdot s};$$

$$y = t \cdot ctg \varphi$$

где φ – главный угол в плане резца;

$$y = 2 \cdot ctg 90^\circ = 0.$$

$$T_o = \frac{20 \cdot 1,75}{500 \cdot 0,25} = 0,28 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время $T=0,28$ мин.

4.4 Разработка метода контроля детали и проектирования измерительного инструмента.

Калибрами называются бесшкальные инструменты, предназначенные для контроля размеров, формы и расположения поверхностей деталей.

Наиболее часто используют для проверки гладких цилиндрических деталей предельные гладкие калибры. Они позволяют установить, находится ли проверяемой размер детали в пределах допуска, а также проверить отклонения формы детали. Такой контроль, как правило, гарантирует качественное соединение деталей с образованием стандартных посадок.

При конструировании предельных гладких калибров необходимо соблюдать принцип подобия (принцип Тейлора), суть которого можно сформулировать следующим образом:

- 1) проходной калибр (ПР) контролирует отклонение размера и формы проверяемой детали, поэтому он должен иметь форму этой детали;
- 2) непроходной калибр (НЕ) контролирует отклонение размера, поэтому он должен иметь точечный контакт с проверяемой деталью.

Изделие считается годным, если погрешности размера, формы и расположения поверхностей находятся в поле допуска.

При проверке размеров изделия рабочими калибрами проходная сторона калибров должна свободно проходить под действием собственного веса или установленной нагрузки, а непроходная не должна проходить.

Построим схему расположения полей допусков всех калибров и контркалибров для посадки $\phi 40$ по СТ СЭВ 157-75 и подсчитать их исполнительные размеры.

По СТ СЭВ 144-75 находим предельные отклонения вала:

$$EI = -80 \text{ мкм}; ES = -142 \text{ мкм}.$$

$$\text{Тогда для вала } D_{\max} = 39.92, D_{\min} = 39.858.$$

Для заданных интервалов размеров по таблице 1 [13] находим (мкм):

$$H = 5; H_1 = 8; Z_1, Z = 13; H_p = 3; y, y_1 = 0.$$

С помощью схем расположения полей допусков калибров-скоб (таблица 2 [13]) вычисляем следующие величины:

1. Минимальный размер проходного калибра-скобы:

$$Pr_{\min} = D_{\max} - Z_1 - \frac{H_1}{2} = 39.92 - 0.013 - \frac{0.008}{2} = 39.903 \text{ ,мм}$$

2. Минимальный размер непроходного калибра-скобы:

$$HE_{\min} = D_{\min} - \frac{H_1}{2} = 39.858 - \frac{0.008}{2} = 39.854, \text{ мм}$$

Используя таблицу 2 [13], можно вычислить предельные размеры контркалибров к скобам.

$$1. K - PP_{\max} = D_{\max} - Z_1 + \frac{H_p}{2} = 39.92 - 0.013 + 0.0015 = 39.9085, \text{ м}$$

$$2. K - II_{\max} = D_{\max} + y_1 + \frac{H_p}{2} = 39.92 + 0 + 0.0015 = 39.9215, \text{ м}$$

$$3. K - HE_{\max} = D_{\min} + \frac{H_p}{2} = 39.858 + 0.0015 = 39.85, \text{ мм.}$$

5 АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА ВОПРОСОВ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Требования безопасности перед началом работы

Перед началом работы водитель обязан:

- а) предъявить руководителю работ удостоверение о проверке знаний безопасных методов работ, получить задание, заполнить вахтенный журнал и пройти инструктаж на рабочем месте по специфике выполняемых работ;
- б) надеть спецодежду и спецобувь установленного образца.

После получения задания водитель обязан:

- а) уточнить последовательность выполнения работы и меры по обеспечению безопасности;
- б) произвести ежесменное техническое обслуживание согласно инструкции по эксплуатации автомобиля ВАЗ-2114;
- в) осмотреть двигатель и узлы машины, проверить их исправность и состояние смазки трущихся частей. Проверить наличие и достаточность горючего в топливном баке, воды - в системе охлаждения, масла - в картере двигателя. Проверить исправность гидросистемы, систем сигнализации и электроосвещения, наличие и исправность инструментов и средств пожаротушения;
- г) произвести запуск двигателя, проверить на холостом ходу работу всех механизмов и на малом ходу - работу тормозов [17].

8. Водитель не должен приступать к работе при следующих нарушениях требований безопасности:

- а) неисправностях или дефектах, указанных в инструкции завода - изготовителя ВАЗ-2114, при которых не допускается его эксплуатация;
- б) уклоне местности, превышающем указанный в паспорте завода-изготовителя;

Обнаруженные нарушения требований безопасности следует устранить

собственными силами, а при невозможности сделать это водитель обязан сообщить непосредственно руководителю или ответственному лицу.

5.2 Требования безопасности при эксплуатации коробки передач

Чтобы обеспечить долгую надежную эксплуатацию машины с вариатором, необходимо следовать инструкциям, приведенным ниже:

1. Следить за уровнем и состоянием жидкости, залитой в вариатор.
2. Не допускать резких нагрузок на старте (не гоняться), особенно зимой, пока автомобиль не прогреет (холодное масло в вариаторе).
3. Стараться не буксовать на бездорожье. При желании вытащить автомобиль из грязи в раскочку (быстро переключая рычаг из положения D в положение R и обратно), происходит повышенный износ шлицевых соединений (ломаются шестерни). Не буксировать тяжелые авто или тяжелые прицепы.
4. Следить за работой датчиков. Выход одного из них из строя приводит к неправильной работе всей трансмиссии, переводу в аварийный режим движения.
5. Ремонтировать и диагностировать вариатор только в дилерских центрах.

5.3 Требования безопасности по окончании работы

По окончании работы водитель обязан:

- а) поставить ВАЗ-2114 на место, отведенное для его стоянки;
- б) выключить двигатель и перекрыть подачу топлива. Осмотреть автомобиль на возможные подтеки топлива и технических жидкостей;
- в) затормозить ВАЗ-2114 и поставить рычаги управления в нейтральное положение;

г) снять спецодежду и убрать ее для хранения в отведенное для этого место;

д) сообщить руководителю работ и лицу, осуществляющему надзор за техническим состоянием ВАЗ-2114, о всех неполадках, возникших во время работы, и сделать запись в вахтенном журнале.

5.4 Физическая культура на производстве

Связь физической культуры с трудовой деятельностью прослеживаются во многих аспектах. 1. Любой трудовой процесс имеет фазу вработывания, а при его большой продолжительности и напряженности и фазу снижения работоспособности. Средства физического воспитания ускоряют вработывание, замедляют падение работоспособности и производительное труда, способствуют более быстрому восстановлению утраченной в процесс труда нервно-психической и мышечной энергии.

2. Некоторые современные виды труда характеризуются малой мышечной активностью или локальной нагрузкой на отдельные части тела на отдельные функции организма. Средства физического воспитания позволяют предупредить отклонения в физическом состоянии и развитии, возникающие в силу специфики данного труда.

3. В современном производстве пока еще не исключены факторы и условия, создающие возможность профессиональных заболеваний. Средства физического воспитания выполняют профилактическую функцию и снижают вероятность появления типичных заболеваний и травм.

Ряд видов труда требует специальной физической подготовленности, которая может быть обеспечена только специфическими средствами и методами физической подготовки.

Внедрение физической культуры, таким образом, в научную организацию труда (НОТ) является существенной необходимостью. НОТ предусматривает оптимальное взаимодействие людей и техники в едином

производственном процессе с целью повышения производительности труда, на базе укрепления здоровья и всестороннего гармонического физического развития трудящихся.

6. АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Высокие уровни загрязнения атмосферного воздуха в крупных промышленных городах приводят к ряду экологических проблем. К числу которых относится рост заболеваемости населения. В настоящее время особое внимание привлекает автотранспорт, количество которого ежегодно растёт. Именно автомобильные выхлопы считаются основной причиной фотохимического смога, который вызывает поражение дыхательных путей и слизистых оболочек глаз, в ряде случаев в фотохимическом смоге могут присутствовать соединения азота, которые повышают вероятность возникновения раковых заболеваний.

Скорость движения имеет непосредственное влияние на эмиссию.

Эмиссия углеводородов уменьшается с повышением скорости, эмиссия окислов азота - увеличивается.

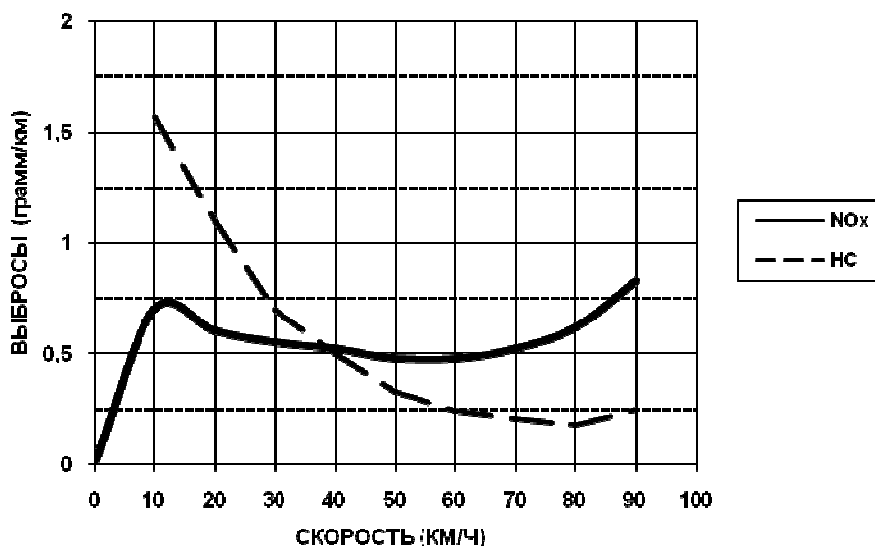


Рисунок 6.1 - Зависимость эмиссии от скорости движения транспортного средства.

Механизм выброса должен рассматриваться комплексно, с учетом всех возможных составляющих. В противном случае возможна ситуация, когда применяемые односторонние меры не только не улучшат экологической ситуации, но могут усугубить ее.

При использовании механической коробки передач, в двигателе образуется дополнительный избыток топлива в заряде горючей смеси двигателя и добавления воздуха для того, чтобы они попали в выхлопные газы двигателя и обеспечили присутствие в смеси выхлопных газов и воздуха непосредственно после того, как в двигателе произошло первое зажигание, водорода и кислорода в концентрациях, достаточных для воспламенения и горения в виде стабильного пламени полученной смеси выхлопных газов и воздуха при температуре, близкой к температуре окружающей среды, и зажигания указанной смеси выхлопных газов и воздуха непосредственно после того, как в двигателе произошло первое зажигание. В предпочтительном варианте ввод избыточного топлива и/или дополнительного воздуха регулируют после того, как произошло зажигание смеси, до момента времени, пока часть основы каталитического нейтрализатора не достигнет его температуры разжигания.

У вариатора за счет плавного разгона происходит значительное уменьшение эмиссии за счет постоянного режима работы двигателя внутреннего сгорания в отличие от механической коробки передач, ранее установленной на автомобиль, что более экологично по выбросам в окружающую среду.

Так же за счет использования новых материалов, увеличивается срок службы деталей, что в последствии уменьшает загрязнение твердыми отходами окружающей среды. За счет компоновки и более продуманной конструкции продукты износа в охлаждающей жидкости на автомобилях с вариатором образуются меньше, чем в механической коробке, что при утилизации масла играет так же не маловажную роль.

Автотранспортных средств в Республике Татарстан становится все больше с каждым годом, растет и число предприятий по их ремонту и обслуживанию – автосервисов, автомоек, пунктов шиномонтажа. Требования санитарного законодательства распространяются на все организации, независимо от их размера, будь то крупный комплекс автосервиса –

юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, имеющий шиномонтажку на одно рабочее место. Решение об организации автосервиса – поступок, заслуживающий со стороны надзорных служб уважения и понимания. Но часто при проведении санитарно-эпидемиологических экспертиз таких организаций, эти чувства пропадают, так как обнаруживаются многочисленные нарушения санитарного и трудового законодательств, регламентирующие соблюдение требований к условиям труда работников, а также к охране окружающей среды, например, иметь герметичные сливные колодцы, договоры на вывоз жидких отходов.

Опыт проведения экспертиз показывает, что большинство автосервисов и автомоек организуются без выполнения требований по разработке и согласованию в установленном порядке: размещение проводится в приспособленных помещениях – гаражах, складских и т.п, не оборудованных системами отопления и вентиляции, не имеющих возможности качественного освещения и проветривания, не решены вопросы обеспечения санитарно-бытовыми помещениями. Кроме того, не всегда организуются обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры работающих. Все это свидетельствует о гигиенической безграмотности работодателей. Прежде чем оказывать подобные услуги населению, руководителям объектов, в зависимости от объема планируемых работ, необходимо проконсультироваться Роспотребнадзоре или его филиалах о возможности размещения объектов на выбранных территориях и площадях на соответствие имеющихся условий требованиям санитарных норм и правил.

Необходимость выполнения санитарно-гигиенических и противоэпидемических мероприятий на объектах закреплена ФЗ №52 от 30.03.1999г. «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», который обязывает граждан, индивидуальных предпринимателей и юридических лиц соблюдать санитарные правила, обеспечивать безопасные для здоровья человека условия труда при выполнении того или иного вида

деятельности. Подтверждение соблюдения требований санитарного законодательства – организация и проведение производственного контроля.

В программе производственного контроля отражаются организационные вопросы, вопросы содержания производственных и бытовых помещений, контроля производственного оборудования и используемых инструментов, инженерно-технических систем – вентиляции, освещения, отопления, водоснабжения, канализации, медицинское обслуживание работающих, обеспечение лабораторно-инструментальных исследований факторов трудового процесса, предусматриваются мероприятия по улучшению труда в зависимости от вида оказываемых услуг. Безусловно, работа в автосервисе не является безвредной и безопасной. Ремонт и техническое обслуживание автотранспорта включают в себя проведение таких видов работа как сварка, окраска, мойка деталей и узлов. Их выполнение, а также наличие выхлопных газов (при въезде и выезде машин) связаны с выделением в воздух рабочей зоны ряда вредных химических веществ – оксида углерода, окислов азота, формальдегида и т.п. В связи с этим, обслуживающий персонал автосервиса должен проходить предварительный и периодический медицинские осмотры, в соответствии с приказами Минздрава России №302н от 12.04.2011г. «О порядке проведения предварительных (при поступлении) и периодических медосмотров работников и медицинских регламентах допуска к профессии»

В соответствии с действующим законодательством, работодатель обязан обеспечить проведение медосмотров и имеет право не допускать к работе сотрудников, которые их не прошли. Документом, подтверждающим прохождение медосмотров, является заключительный акт по результатам осмотра – он хранится у работодателя. При этом личные медицинские книжки сотрудникам, занятым ремонтом и техническим обслуживанием автотранспорта, не требуются

7 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

Исходная информация для технико-экономической оценки проекта представлена в таблице 7.1.

Таблица 7.1 - Смета на приобретение базовых деталей

Наименование деталей	Потребность в количестве	Цена за единицу, руб.	Стоимость, руб.
1	2	3	4
Датчик момента	1	300	800
Дифференциал	1	2500	2500
Масляный насос	1	6000	800
Планетарный механизм	1	2000	2000
Подвижные полушкивы	2	300	600
Цепь	1	1500	1500
Электронный блок управления	1	2500	2500
Корпуса	2	800	1600
Крышки	3	100	300
Масляные трубки	2	300	600
Шестерня	2	250	500
Зубчатые колеса	2	250	500
Упорное кольцо	1	30	30
Болт М8	4	20	80
Болт М10	20	25	500
Кольцо В100.50	2	40	80
Подшипник 407	2	300	600
Подшипник 1027310А	2	320	640
Подшипник 308	1	300	300
Итого			16430

Оплата труда по видам работ определяется по формуле [17]

$$Z_{пл_i} = T_i \cdot t_i + Z_d + Z_{соц}, \quad (5.1)$$

где T_i – время работы рабочего, ч;

t_i – время работы рабочего, ч.;

Z_d – дополнительная заработная плата (3% от основной заработной платы), руб;

$Z_{соц}$ – страховые взносы (для сельскохозяйственных предприятий 20% от основной заработной платы), руб.

На токарных работах

$$З_{нл_T} = 40 \cdot 4,3 + (40 \cdot 4,3) \cdot 0,03 + (40 \cdot 4,3) \cdot 0,2 = 212 \text{ руб.},$$

На сварочных работах

$$З_{нл_C} = 40 \cdot 0,9 + (40 \cdot 0,9) \cdot 0,03 + (40 \cdot 0,9) \cdot 0,2 = 44 \text{ руб.},$$

На сверлильных работах

$$З_{нл_{CB}} = 45 \cdot 2,7 + (45 \cdot 2,7) \cdot 0,03 + (45 \cdot 2,7) \cdot 0,3 = 149 \text{ руб.}$$

Суммарная заработная плата с начислениями:

$$З_{нл} = З_{нл_T} + З_{нл_C} + З_{нл_{CB}} \quad (5.2)$$

$$З_{но} = 212 + 44 + 149 = 405 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию определяются

$$З_{эл} = P_{эл} \cdot C_{эл}, \quad (5.3)$$

где $P_{эл}$ – фактический расход энергии, кВт·ч;

$C_{эл}$ – стоимость одного киловатт-часа, руб.

$$З_{эл} = 33 \cdot 5,50 = 182 \text{ руб.}$$

Накладные расходы определяем по формуле

$$З_{нак} = З_{но} \frac{K_{нр}}{100}, \quad (5.4)$$

где $K_{нр}$ – отчисления на накладные расходы.

$$З_{нак} = 405 \frac{42}{100} = 170 \text{ руб.}$$

$$K_B = 16430 + 405 + 182 + 170 = 17187 \text{ руб.}$$

Среднегодовой пробег автомобиля ВАЗ - 2114 составляет 30000 километров. Расход топлива на 100 километров базовым автомобилем составляет 7,1 литров, проектным – 6,3 литра.

Проведем сравнительный расчет среднего годового расхода топлива автомобилем базовым и спроектированным по формуле

$$Q_{с.р.} = \frac{q_s S}{100} k, \quad (5.5)$$

где S - средний годовой пробег автомобиля, км;

q_s - расхода топлива в расчете на 100 км;

k – коэффициент потерь, принимаем $k=1,075$.

Средний годовой расход топлива базовым автомобилем составит

$$Q_{б.ср.} = \frac{7,1 \cdot 30000}{100} \cdot 1,075 = 2130 \text{ л.}$$

Средний годовой расход топлива проектируемого автомобиля составит

$$Q_{н.ср.} = \frac{6,3 \cdot 30000}{100} \cdot 1,075 = 1890 \text{ л.}$$

Определяем стоимость израсходованного топлива за год

$$C_{б.} = Q_{н.ср.} C_m, \quad (5.6)$$

где C_m - стоимость одного литра топлива, руб.

$$C_{б.} = 2130 \cdot 30,2 = 64326 \text{ руб.}$$

$$C_{н.} = 1890 \cdot 30,2 = 57078 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект составит [17]

$$\mathcal{E} = C_{б.} - C_{н.} \quad (5.7)$$

$$\mathcal{E} = 64326 - 57078 = 7248 \text{ руб.}$$

Рассчитываем срок окупаемости дополнительных капитальных вложений

$$T_{ок} = \frac{K}{\mathcal{E}}, \quad (5.8)$$

где K - дополнительные капитальные вложения.

$$T_{ок} = \frac{K}{\mathcal{E}} = \frac{17187}{7248} = 2,4 \text{ года.}$$

Полученные данные сводим в таблицу 5.2.

Таблица 7.2 - Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Вариант		Разница, +/-
	базовый	проектный	
Расход топлива на 100 км пути, л.	7,1	6,3	-0,8
Дополнительные капитальные вложения, руб.	-	17187	-
Стоимость годового расхода топлива, руб.	64326	57078	-7248
Экономический эффект, руб.	-	7248	-
Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, лет.	-	2,4	-

Результаты расчетов показали, что применение разработанной коробки передач приводит к годовой экономии топлива, которая составляет 7248 рублей при сроке окупаемости дополнительных капитальных вложений 2,4 года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведен анализ существующих трансмиссий автомобилей с механическими и автоматическими коробками переменных передач, рассмотрены роботизированные и вариаторные КПП.

Разработана конструкция вариаторной коробки передач, определены конструктивные параметры и выполнены прочностные расчеты элементов конструкции.

Разработаны правила по охране труда при эксплуатации автомобиля и рассмотрена экологичность проекта;

Расчет экономической эффективности показал, что применение разработанной коробки передач приводит к годовой экономии топлива, которая составляет 7248 рублей при сроке окупаемости дополнительных капитальных вложений 2,4 года.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гулиа Н. В., Клоков В. Г., Юрков С. А. Детали машин.. — М.: Издательский центр "Академия", 2004. — С. 416.
2. Кленников, В. М., Ильин, Н. М., Буралев, Ю. В. Автомобиль категории «В»: Учебник для ПТУ. — 3-е, перераб. и доп.. — М.: Транспорт, 2001. — 320 с.
3. Пылаев Б. В. Основы динамики высокомоментных вариаторов. — №7. — Вестник машиностроения, 2004. — С. 16-22.
4. Матасов Е.Б. Механические бесступенчатые передачи нефрикционного типа. — Машиностроение, 2007. — С. 143.
5. Шестопалов, К. С. Легковой автомобиль: Учеб. пособие для подготовки водителей ТС категории "В". — 2-е, испр. и доп.. — М.: Издательство ДОСААФ, 2000. — 240 с.
6. Воронин В.А. Расчёт редукторных механизмов в трансмиссиях автомобилей. Методические указания по курсовому проектированию. Санкт-Петербург, 2010г.
7. Бесступенчатая автоматическая коробка передач Multitronic 01j. Устройство и принцип действия. Программа самообучения 228.
8. Проектирование полноприводных колесных машин: В 2 т. Т. 2. Учебник для вузов / Б.А. Афанасьев, Б.Н. Белоусов, Л.Ф. Жеглов, и др.; Под общ. ред. А.А. Полунгяна. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. - 640 с.
9. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. Т. 1. — 9-е изд., перераб. и доп./ под ред. И.Н. Жестковой. — М.: Машиностроение, 2006. — 928 с.
10. Тарасик В.П. Теория движения автомобиля: Учебник для вузов. — СПб.: БХВ - Петербург, 2006. — 478 с.: ил.
11. Безопасность жизнедеятельности . Безопасность технологических процессов и производств(Охрана труда). Учеб пособие для вузов/ П.П Кукин, В.Л. Лапин и др.- М.:Высш.шк., 1999.-318с.

12. Белов С.В., Ильницкая А.В., Козьянов А.Ф. и др. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов. – М.: Высш. школа, 1999.-240с.
13. Епифанов Л. И, Епифанова Е. А. «Техническое обслуживание и ремонт автомобилей». М.: Форум: Инфа – М, 2002.-480с.
14. Карагодин В. И., Митрохин Н. Н., « Ремонт автомобилей и двигателей», Москва, И. Ц. Мастерство, 2004.-350с.
15. Косарев С. Н, Волгин С. Н. и др. «Руководство по ремонту». Издательство «Третий Рим», 2008.-256 с.
16. Автомобильные двигатели и автомобили. Курсовое и дипломное проектирование: Учебное пособие / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, П.Н. Аюгин, Д.Е. Молочников, Р.К. Сафаров, Н.П. Аюгин; Под ред. А.П. Уханова – 2-е изд., перераб. и доп. – Ульяновск: УГСХА, 2012. – 351с.
17. Власов Н.С. Методика экономической оценки сельскохозяйственной техники. -М.: Колос, 2004.- 399 с.
18. Вахламов В.К. Автомобили (Конструкция и эксплуатационные свойства) М.: Академия, 2009. -408.
19. Вахламов В.К. Автомобили (Конструкция и элементы расчета) М.: Академия, 2008. -408.
20. Волгин В.В. Новейший справочник автомобилиста. М.:ЭКСМО, 2007. -640 с.
21. Булгариев, Г.Г. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ (для студентов ИМиТС) /Г.Г. Булгариев, Р.К. Абдрахманов, А.Р. Валиев. – Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2009. – 64 с.
22. Дипломное проектирование: Учебно- методическое пособие по специальности «Технология обслуживания и ремонта машин в агропромышленном комплексе». Под редакцией Хафизова К.А.- Казань.: КГСХА, 2004.-316с. Учебное пособие.