

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Институт «Политехнический»
Факультет «Автотракторный»
Кафедра «Колесные и гусеничные машины»

ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН

Рецензент

«__» _____ 2017 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

к.т.н., профессор

_____ В.Н. Бондарь

«__» _____ 2017 г.

Улучшение тягово-скоростных свойств автомобиля 6×6 путем применения
гидромеханической трансмиссии

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Руководитель проекта:

доцент

_____ А.Г. Уланов

«__» _____ 2017 г.

Автор проекта

студент группы П–503

_____ К.С. Смольянинов

«__» _____ 2017 г.

Нормоконтролер

д.т.н., доцент

_____ В. И. Дуюн

«__» _____ 2017 г.

Челябинск 2017

АННОТАЦИЯ

Смолянинов К.С. Улучшение тягово-скоростных свойств автомобиля 6×6 путем применения гидромеханической трансмиссии. – Челябинск: ЮУрГУ, КГМ; 2017, 129 с. 36 ил., библиогр. список 38 наим., 11 листов чертежей ф.А1.

В работе произведено сравнительный анализ броневедомобиля Урал-63095 семейства MRAP (Mine Resistant Ambush Protected, т.е. «защищенный от мин и нападений из засад») с аналогичными броневедомобилями зарубежного и отечественного производства принятых на вооружение в армиях различных стран.

Произведен проверочный тягово-динамический расчет полноприводного автомобиля с колесной формулой 6×6, на основании расчетов сделан вывод о необходимости улучшения тягово-скоростных свойств автомобиля.

Предложен вариант модернизации трансмиссии броневедомобиля путем замены гидротрансформатора и раздаточной коробки на улучшенные.

Составлен технологический процесс производства детали, являющийся упорным диском ведущего колеса гидротрансформатора, рассчитаны режимы резания и время на обработку одной детали на производстве.

Составлена смета на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы необходимые для производства и испытаний опытных образцов, улучшенных броневедомобилей в условиях завода-изготовителя.

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Смолянинов			Улучшение тягово-скоростных свойств автомобиля 6×6 путем применения гидромеханической трансмиссии	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Уланов					3	129
Реценз.						ЮУрГУ кафедра КГМ		
Н. Контр.		Дуюн						
Утверд.		Бондарь						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНЫХ И ОТЕЧЕСТВЕННЫХ АНАЛОГОВ.....	13
1.1 Семейство автомобилей М939.....	13
1.2 Бронированные боевые машины IVECO.....	14
1.3 Бронированный тактический автомобиль Duro IIIР	16
1.4 Семейство броневедомостей «Тайфун»	18
1.4.1 КамАЗ-63968 «Тайфун-К»	18
1.4.2 Урал-63095 «Тайфун-У»	21
2 ПРОВЕРОЧНЫЙ ТЯГОВО-ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ АВТОМОБИЛЯ УРАЛ-63095.....	25
2.1 Исходные данные для расчета.....	25
2.2 Построение нагрузочной характеристики системы двигатель- гидротрансформатор.....	30
2.3 Тяговая и динамическая характеристика автомобиля	35
3 ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО УЛУЧШЕНИЮ ТЯГОВО-СКОРОСТНЫХ СВОЙСТВ АВТОМОБИЛЯ.....	59
3.1 Поиск оптимального решения	59
3.1.1 Замена штатного гидротрансформатора на гидротрансформатор МЗКТ с активным диаметром 430 мм.....	59
3.1.2 Замена штатного гидротрансформатора на гидротрансформатор МЗКТ с активным диаметром 430 мм и раздаточной коробки на МАЗ- 6317.....	65
3.1.3 Замена штатного гидротрансформатора и раздаточной коробки на гидротрансформатор МЗКТ с активным диаметром 430 мм и раздаточную коробку КамАЗ-4310	71
3.2 Обоснование выбора раздаточной коробки	74
3.3 Обоснование выбора варианта модернизации.....	76

									Лист
									4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР				

3.4 Проверочный расчет раздаточной коробки.....	78
4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	79
4.1 Значение отрасли машиностроения	79
4.2 Назначение детали и ее поверхностей	79
4.3 Характеристика материала детали	81
4.4 Обоснование выбора заготовки	81
4.5 Разработка технологического процесса.....	81
4.6 Расчет режимов резания	84
4.7 Расчет норм времени	90
5 ОРГАНИЗАЦИОННО – ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	93
5.1 Построение план-графика Ганнта	95
5.2 Расчет затрат на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы.....	98
5.3 Расчет времени окупаемости	107
5.4 Точка безубыточности проекта	110
6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	113
6.1 Область применения	113
6.2 Идентификация опасностей и оценка риска	116
6.2.1 Идентификация механических опасностей.....	117
6.2.2 Идентификация термических опасностей	117
6.2.3 Опасности от материалов и веществ.....	118
6.2.4 Опасности от шума и вибрации.....	118
6.2.5 Опасность возгорания	120
6.2.6 Опасности, обусловленные выбросом жидкости	120
6.3 Устранение опасностей и защитные меры по снижению риска	120
6.3.1 Комплекс мер по устранению механических опасностей	121
6.3.2 Комплекс мер по устранению термических опасностей	122
6.3.3 Комплекс мер по устранению опасностей от материалов и веществ.....	122

6.3.4	Комплекс мер по устранению опасностей от шума и вибрации.	122
6.3.5	Комплекс мер по устранению опасности возгорания	124
6.3.6	Комплекс мер по устранению опасности, обусловленной выбросом жидкости	124
6.4	Информация для потребителя	125
6.5	Комплекс дополнительных мер	126
ЗАКЛЮЧЕНИЕ		127
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК		127

ПРИЛОЖЕНИЕ.

ПРИЛОЖЕНИЕ А: Спецификация на 2 листах ф. А4.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б: Графическая часть на листах ф. А4.

					23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		6

ВВЕДЕНИЕ

В начале XXI в., когда армиям ведущих зарубежных стран была навязана тактика партизанской войны в Афганистане и в Ираке, появилась программа MRAP (Mine Resistant Ambush Protected, т.е. «защищенный от мин и нападений из засад»), предусматривающая создание семейства бронированных автомобилей с защитой от подрыва на минах и взрывных устройствах и высокими показателями баллистической защиты.

Сегодня на различных международных выставках можно увидеть десятки образцов машин, выполненных по технологии MRAP. На рынок вооружений буквально хлынули варианты бронев автомобилей.

Практически все зарубежные автомобили семейства MRAP разрабатывались на базе коммерческих грузовиков или включают большую часть узлов и агрегатов от них, что позволяет снизить стоимость и удешевить сервисное обслуживание и ремонт. Конструкции этих бронев автомобилей допускают быстрое переоборудование в любую версию в зависимости от назначения: транспортную, патрульную, разведывательную, машину управления или технической помощи, медицинскую машину или платформу для установки различного вооружения [1].

Одним из важных преимуществ этих бронев автомобилей перед специализированными колесными и гусеничными бронетранспортерами являются их массогабаритные характеристики, которые соответствуют гражданским грузовым автомобилям, что позволяет им передвигаться по дорогам общего пользования без специального сопровождения.

Однако в последнее время при проектировании таких машин просматривается устойчивая тенденция увеличения минной стойкости в соответствии с требованиями программы MRAP II (от 6 до 8 кг тротила), в силу чего узлы ходовой части и ряд агрегатов коммерческих автомобилей уже не могут использоваться так же широко, как раньше. В противном случае декларируемая разработчиками минная защищенность не будет обеспечиваться.

						Лист
					23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР	7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Большинство зарубежных машин типа MRAP гарантируют баллистическую защиту экипажа и десанта в соответствии со 2-м уровнем по стандарту НАТО STANAG 4569. Дополнительная защищенность реализуется за счет установки модульной многослойной брони с керамическими элементами.

Как правило, основная комплектация броневедомостей MRAP включает: централизованную систему подкачки шин, систему ABS, систему безопасности сидений водителя и десанта, систему внешней связи (в том числе переговорные устройства внутренней связи и связи экипажа с десантом, находящимся вне машины), интегрированную систему управления с GPS-приемником и систему аварийного спутникового маяка, систему кондиционирования воздуха, боестойкие шины в комплектации со вставками, позволяющими продолжать движение на спущенных шинах, а также одно или два запасных колеса. Исходя из того, что практически все зарубежные аналоги броневедомостей семейства MRAP были созданы на базе существующих коммерческих грузовиков, практически все они имеют автоматическую трансмиссию. Как уже было сказано ранее, наличие автоматической трансмиссии упрощает управление автомобилем, улучшает его проходимость, а так же сокращает время на обучение управлению транспортным средством. В качестве дополнительных опций предлагается модульная броня и система обнаружения снайперов.

Повышение динамических и эксплуатационных качеств современных колесных машин повышенной проходимости в значительной степени связано с созданием трансмиссий новых типов.

Распространенные в настоящее время ступенчатые механические трансмиссии с неавтоматическим переключением передач даже при наличии синхронизаторов не обеспечивают простоты управления машиной и полного использования мощности двигателя для получения высоких тяговых качеств.

Обеспечение необходимого диапазона скоростей и тяговых усилий в случае использования современных механических трансмиссий возможно лишь при наличии большого числа передач. Для правильного использования большего чис-

						Лист
					23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР	8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ла передач трансмиссии, в условиях высокой интенсивности движения при частых троганиях с места и остановках машин, крутых подъемах и спусках, а так же в условиях бездорожья, водитель должен прилагать много усилий и иметь высокую квалификацию. При существующих конструкциях ступенчатых трансмиссий трудно осуществить автоматизацию приводов колесных машин. Эта задача может быть решена значительно проще при использовании гидромеханических передач.

В состав гидромеханической передачи входит гидротрансформатор и планетарная ступенчатая коробка передач.

Основные преимущества планетарных трансмиссий по сравнению с непланетарными следующие:

- отсутствие фрикционного сцепления, что повышает надежность работы машины в целом, снижает расходы на ремонт, упрощает процесс переключения передач, вследствие чего сокращается время, затрачиваемое на переключение передач, и повышается средняя скорость движения машин;
- более высокий к.п.д. (при правильно выбранной принципиальной схеме);
- небольшие размеры при больших передаточных числах; разгруженность центральных подшипников от радиальных усилий.

В планетарных коробках передач, так же как и в непланетарных, производится ступенчатое изменение силы тяги на ведущих колесах машины и таким образом не устраняется один из наиболее важных недостатков современных механических трансмиссий.

Плавное и непрерывное изменение силы тяги на ведущих колесах вместо ступенчатого может быть достигнуто двумя способами:

- применением специального двигателя, крутящий момент которого изменяется в значительных пределах при соответствующих изменениях числа оборотов (к таким двигателям относятся, например, газотурбинные двигатели);
- введением в трансмиссию агрегата, обеспечивающего плавное и непрерывное изменение числа оборотов и величины крутящего момента на ведомом валу

						Лист
					23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР	9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

при примерно постоянной величине числа оборотов и крутящего момента на ведущем валу (вариаторы).

Одними из таких агрегатов являются гидродинамические передачи (турбопередачи). Они имеют малую массу и небольшие размеры, менее сложны в производстве, поэтому их используют в трансмиссиях колесных и гусеничных машин.

Гидродинамические передачи обычно используют в трансмиссиях совместно с механической коробкой передач планетарного или непланетарного типа. Трансмиссия такого типа называется гидромеханической. Гидромеханическая трансмиссия обеспечивает:

- автоматическое плавное изменение силы тяги в зависимости от сопротивления движению;
- легкое и простое управление машиной;
- плавное трогание с места и разгон машины;
- работу двигателя при любых нагрузках на ведущих колесах и крюке;
- хорошую проходимость при движении по слабым и непрочным грунтам;
- продолжительный срок службы двигателя, агрегатов трансмиссии и ходовой части в результате снижения динамических нагрузок и крутильных колебаний.

Гидротрансформатор служит для передачи крутящего момента непосредственно от двигателя к элементам трансмиссии. Он не только передает крутящий момент, но и является гасителем крутильных колебаний.

Принципиальным отличием гидротрансформатора от гидромуфты является его способность автоматически изменять (трансформировать) в определенных пределах подводимый крутящий момент в зависимости от приложенного сопротивления [2].

Преимуществами гидротрансформатора перед обычным фрикционным сцеплением являются:

- автоматическое и бесступенчатое изменение (в определённом диапазоне) передаваемого крутящего момента и угловой скорости ведомого вала в зависимости от приложенного к нему момента сопротивления, что обеспечивает

плавное изменение силы тяги на ведущих колесах и скорости движения машины под нагрузкой при почти постоянной нагрузке на двигатель. При этом повышается использование мощности двигателя; время разгона машины в диапазоне средних скоростей меньше, чем время разгона с механической трансмиссией;

- плавное трогание машины с места и возможность движения с минимальными скоростями, что повышает проходимость машины при движении по слабым грунтам. При установке гидротрансформатора на тягачах улучшаются их эксплуатационные свойства при движении с прицепами. Потери мощности двигателя на буксование уменьшаются;
- уменьшение динамических нагрузок и гашение крутильных колебаний двигателя, трансмиссии и ходовой части, что значительно повышает долговечность и срок службы этих узлов;
- почти полное устранение возможности остановки двигателя при его перегрузках (вплоть до прекращения вращения ведомого вала гидропередачи);
- уменьшение количества необходимых переключений передач, что значительно улучшает условия работы водителя.

Плавность изменения сил тяги в определенном диапазоне позволяет широко использовать гидротрансформатор в автоматических трансмиссиях.

Недостатками гидротрансформаторов следующие:

- сравнительно низкий к.п.д., вследствие чего в некоторых условиях эксплуатации увеличивается расход топлива;
- недостаточный диапазон трансформации крутящего момента в диапазоне удовлетворительного к.п.д., что вызывает необходимость установки совместно с гидротрансформатором механической ступенчатой коробки передач;
- необходимость дополнительного охлаждения рабочей жидкости гидротрансформатора для увеличения к.п.д.;
- недостаточная обратная связь гидротрансформатора, вследствие чего требуются некоторые конструктивные изменения для того, чтобы можно было про-

изводить торможение машины двигателем и запускать двигатель буксировкой машины [3];

Как правило, гидротрансформатор установлен в промежуточном кожухе, между двигателем и коробкой передач.

									Лист
									12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР				

1 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНЫХ И ОТЕЧЕСТВЕННЫХ АНАЛОГОВ

Так как целью дипломной работы является улучшение тягово-динамических характеристик броневедомоура Урал-63095 с колесной формулой 6×6 и оснащенным гидромеханической автоматической коробкой передач, то ниже будут рассмотрены броневедомоуры семейства MRAP, используемые в различных армиях мира. Основными критериями отбора для сравнения будут являться следующие параметры: колесная формула 6×6, наличие гидромеханической автоматической коробки передач, броневедомоур принят на вооружение хотя бы в одной стране. Целью сравнения будет выявление преимуществ и недостатков по сравнению с аналогами.

1.1 Семейство автомобилей M939

M939 (Truck, Cargo, 5 ton, 6×6 M939) – семейство пятитонных, полноприводных грузовых автомобилей колесной формулы 6×6, широко используемое в Вооружённых силах США. Семейство является развитием серии пятитонных грузовиков M809.

!!!Производители: AM General г. Саут-Бенд, штат Индиана, США и Bowen-McLaughlin York, Мерисвилл, Огайо, США.

Первые образцы автомашины были поставлены в войска в 1983 г., по состоянию на 1998 г. в эксплуатации находилось около 32000 машин.

Машины серий M939 и M939A1 оснащены дизельным двигателем Cummins NHC-250 рабочим объёмом 14 л мощностью 250 л.с. На автомобили серии M939A2 устанавливается дизель Cummins 6СТА8.3, с турбонаддувом, объёмом 8,3 л, мощностью также 250 л.с. Все машины оснащаются автоматической КПП МТ654 [4].

									Лист
									13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР				



Рисунок 1.1 – Бронеавтомобиль М939А2 [5]

Таблица 1.1 – Семейство М939. Технические характеристики [6]

	М923	М925	М927	М928
Длина	7803	8345	9733	10280
Ширина	3073	3073	3073	3073
Высота	3005	3005	3005	3005
Снаряженная масса	9860	10320	11020	11520
Колесная база	4547 мм	4547 мм	5454 мм	5454 мм
Грузоподъемность	4540 кг	4540 кг	4540 кг	4540 кг
Полная масса буксируемого прицепа	6800 кг	6800 кг	6800 кг	6800 кг
Максимальная скорость	85 км/ч (серия А0) 100 км/ч (серии А1 и А2)	85 км/ч (серия А0) 100 км/ч (серии А1 и А2)	85 км/ч (серия А0) 100 км/ч (серии А1 и А2)	85 км/ч (серия А0) 100 км/ч (серии А1 и А2)
Запас хода	560 км	560 км	560 км	560 км

1.2 Бронированные боевые машины IVECO

Производством армейских автомобилей и бронированных боевых машин в рамках концерна IVECO занимается отделение военной техники Defence Vehicles Division. Оно выпускает легкие, средние и тяжелые машины полной массой от 3,2

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

14

до 42 т. Вся гамма подразделяется на две большие группы: серийные гражданские автомобили, приспособленные для использования в армии, и грузовики тактического и специального назначения.

Гамма так называемых милитаризованных грузовых автомобилей и седельных тягачей включает 17 серийных моделей, доработанных в соответствии с армейскими требованиями и нормами. Такие автомобили предназначены для выполнения общевойсковых транспортных операций и выпускаются на различных заводах компании IVECO. В программу входят семейства Daily, EuroCargo, EutoTech, EuroStar и EuroTrakker с колесными формулами 4×2, 6×2, 6×4 и 8×4. С 1994 года ее дополняют полноприводные исполнения 4×4 и 6×6 с односкатной ошиновкой колес. Тяжелый седельный тягач IVECO-320.45WTM (6×6) с 17-литровым двигателем V8 с турбонаддувом мощностью 450 л. с. также является развитием прежних разработок компании FIAT. На нем используются механическая 4-ступенчатая коробка передач и 2-ступенчатая раздаточная. Автомобиль служит для перевозки тяжелой боевой техники на специальном 4-осном полуприцепе со скоростью – 65 км/ч. На тягаче монтируется удлиненная 4-местная полубронированная кабина, сзади которой располагаются две лебедки. Запас хода груженого автопоезда массой 90 т достигает 600 км [7].

						Лист
					23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР	15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Рисунок 1.2 – Средний тактический грузовик IVECO M-250.37WM

1.3 Бронированный тактический автомобиль Duro III

Швейцарский бронированный тактический автомобиль «Duro III» создан специалистами компании «Mowag».

Бронеавтомобиль «Duro III» является последней модификацией автомобиля Duro II. Стоит отметить, что эта версия доступна только в виде 6×6. Первый прототип «Duro III» был разработан в 1999 году, а в 2007 году поступил на вооружения армии Швеции в качестве автомобилей АВС-разведки.

Корпус машины сделан из броневой стали, что обеспечивает защиту экипажа от 7,62-мм патронов и артиллерийских осколков снарядов, что соответствует требованиям второго уровня стандарта НАТО STANAG 4569.

Машина может вмещать двух членов экипажа и до двенадцати пехотинцев, которые осуществляют посадку/высадку через дверь в задней части.

Бронемашина оснащена дизельным двигателем Cummins ISBE с турбонаддувом, мощностью 245 л. с. и автоматической трансмиссией с пятиступенчатой коробкой передач, позволяющими развивать максимальную скорость движения по

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

16

шоссе 100 км/ч. Стоит отметить, что двигатель соответствует требованиям экологического стандарта Евро-III.

«Duro III» имеет постоянный привод на все колеса системы. Бронемашина оснащена запатентованной системой стабилизатора, которая позволяет скручивание моста на пересеченной местности.

На крыше машины установлен дистанционно управляемый модуль вооружения, включающий 7,62-мм пулемет и ПУ дымовых гранат, а также может быть установлен 40-мм автоматический гранатомет

Существует также ряд вариантов «Duro III»: командно-штабная машина, медико-эвакуационная машина, тылового обеспечения, а также лаборатория РХБ-разведки.

Боевая масса машин этого семейства может составлять от 7 до 25 т, а полезная нагрузка – 3-5 т. В настоящее время они находятся на вооружении сухопутных войск Швейцарии, Германии и Дании.

В зависимости от предназначения и комплектации автомобили имеют колесную формулу 4×4 или 6×6.

В Косово броневладельцы «Duro III» использовались в качестве мобильных бронетранспортеров [8]

						Лист
					23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР	17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Рисунок 1.3 – Бронированный тактический автомобиль Duro III

1.4 Семейство броневедомобилей «Тайфун»

«Тайфун» – семейство броневедомобилей повышенной защищённости, разработанное в кооперации более чем 120 предприятий, среди которых Уральский автомобильный завод, КамАЗ, Ярославский моторный завод, НИИ стали (броня машины), Федеральный ядерный центр в г. Саров (расчёт защищённости бронекорпуса), ООО «Магистраль ЛТД» (бронестёкла), МГТУ им. Баумана (гидропневматическая подвеска) [10].

1.4.1 КАМАЗ-63968 «Тайфун-К»

Универсальный броневедомобиль повышенной защищённости на оригинальном шасси. Изображен на рисунке 1.4. Разработан ОАО «КамАЗ». Соответствует машинам типа MRAP. Является частью семейства броневедомобилей «Тайфун».

Конструкция автомобиля модульная, выполнена по бескапотной компоновке с колесной формулой 6×6, средняя ось смещена вперед и сделана управляемой, двигатель и трансмиссия находится за кабиной. На броневедомобиль, благодаря

модульной конструкции может быть установлено различное оборудование. Модель 63968 оборудована десантным модулем вместимостью 16 человек. Связь с кабиной осуществляется через систему внутренней связи с видеомонитором, также на монитор может выводиться изображение с видеокамер, установленных по периметру автомобиля.

Бронекорпус машины КамАЗ-63968 выполнен из металлических и керамических элементов и изначально соответствовал 4 уровню защиты по стандарту STANAG 4569. Обеспечивалась защита от пуль калибра 14,5 мм. Машина оснащается бронестеклами толщиной 128 мм, способными выдержать два выстрела такими пулями при расстояниях между точками попадания не менее 300 мм. Позднее было решено отказаться от столь мощной защиты с целью облегчения машины. Поздний вариант проекта подразумевает использование брони 3 уровня по натовскому стандарту, защищающую от бронебойно-зажигательных винтовочных пуль калибра 7,62 мм.

Бронеавтомобиль КамАЗ-63968 оснащается специальным V-образным «противоминным» шасси, предназначенным для отведения взрывной волны в стороны от обитаемого объема. Во время испытаний броневик «Тайфун-К» проверяли подрывом 6 кг тротила под передними и задними колесами, а также под днищем корпуса. Во всех случаях машина получила повреждения, однако не позволила взрывному устройству нанести ущерб «экипажу» в виде манекенов. Важной особенностью использованной противоминной защиты является тот факт, что члены экипажа, находящиеся в передней кабине, несмотря на бескапотную компоновку, остаются целы [11].

					23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		19



Рисунок 1.4 – Бронеавтомобиль КАМАЗ-63968 «Тайфун-К»



Рисунок 1.5 – Место механика-водителя «Тайфун-К»

Состоит на вооружении вооруженных сил Российской Федерации.

1.4.2 Урал-63095 «Тайфун-У»

Универсальный бронированный бронеавтомобиль повышенной защищённости на оригинальном шасси. Разработан АО «АЗ «Урал». Соответствует машинам типа MRAP. Является частью семейства бронеавтомобилей «Тайфун». Изображен на рисунке 1.6.



Рисунок 1.6 – Бронеавтомобиль Урал-63095 «Тайфун-У»

По результатам всестороннего анализа компоновочных схем и решений зарубежных аналогов, а также с целью обеспечения всех требований технического задания на разработку нового класса бронированных автомобилей, за основу машины приняли капотную компоновку с расположением кабины за двигателем, как оптимально обеспечивающую выполнение требований по защищенности, распределению масс и проходимости. Кроме того, она оказалась более перспективной в плане расширения семейства за счет создания модификаций автомобилей с дополнительными отсеками, сдвоенной кабиной и т.д.

В конструкцию новой машины заложили перспективные решения, обусловленные высокими исходными требованиями к подвижности и защищенности. Многие из них подходят под определение «впервые в отечественной практике военной автомобильной техники». Так, при создании бронеавтомобилей семейства

						Лист
					23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР	21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

«Тайфун-У» впервые на отечественную защищенную машину был установлен рядный шестицилиндровый дизельный двигатель российского производства с показателем литровой мощности более 68 л.с./л. Согласно техническому заданию от Министерства обороны РФ установлена гидромеханическая автоматическая коробка передач с достаточным ресурсом, достигнут уровень противопульной и противоминной защиты на уровне боевых машин с сохранением подвижности, установлена блочно-модульная бортовая информационно-управляющая система (БИУС) с открытой архитектурой и обеспечено выполнение функциональных задач членами экипажа машины с использованием специализированных автоматизированных рабочих мест. В конструкции отечественной защищенной машины впервые применена независимая регулируемая гидропневматическая подвеска.

Поскольку назначение «Тайфуна-У», прежде всего, военное, то подавляющее большинство его комплектующих отечественного производства. В свете последних событий, когда руководители некоторых государств пытаются оказывать политическое давление на Россию путем введения «экономических санкций», включая прекращение поставок по линии военотехнического сотрудничества, использование в конструкции машины отечественных комплектующих имеет, бесспорно, первостепенное значение. Урал-63095 «Тайфун-У» оснащается трехместной бронированной кабиной и отдельным пассажирским бронированным модулем на 16 человек рисунки 1.7 – 1.9.



Рисунок 1.7 – Место механика-водителя «Тайфун-У»



Рисунок 1.8 – Кресло командира, противотравматическое.



Рисунок 1.9 – Пассажирское отделение

Унифицированные решения по противоположной и противоснарядной защите обеспечивают автомобилям семейства «Тайфун-У» уровень защищенности современных боевых машин: модульных в базовом исполнении — по 3 уровню

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

23

STANAG, автомобилей с боевым модулем по 4 уровню STANAG. Большое внимание при проектировании «Тайфуна-У» уделили противоминной защите, характеристики которой возросли в 10 раз по сравнению с серийными автомобилями многоцелевого назначения и соответствуют 3-му уровню STANAG (8 кг тротила под колесом). Для этого были реализованы такие конструктивные мероприятия, как применение рациональных углов наклона броневых панелей и V-образного днища, вынос колес за периметр кабины и функционального модуля, многослойный пол, специальные антитравматические сиденья с фиксирующими подголовниками и 5-точечными ремнями безопасности, закрепленные на стенках корпуса, а также противоминные поддоны. При сложенных вдоль бортов корпуса сиденьях машину можно использовать для перевозки грузов. Для огневой поддержки десанта или защиты сопровождаемых колонн техники, на крыше «Тайфуна» может быть установлен дистанционно управляемый боевой модуль с 12,7-миллиметровым пулеметом «Корд» [1].

Состоит на вооружении вооруженных сил Российской Федерации.

Выводы по разделу один: Бронеавтомобиль Урал-63095 по своим основным техническим характеристикам практически не отличается от отечественных и зарубежных аналогов военных бронеавтомобилей, а по некоторым параметрам превосходит их. Урал обладает большим запасом хода, который составляет 1400 км, что делает его самым автономным из рассмотренных в главе бронеавтомобилей. Регулируемая по высоте подвеска, с диапазоном регулировки равным 400 мм, позволяет в широких пределах изменять дорожный просвет. Повышенная защищенность от мин, до 8 кг тротила под любым колесом, по сравнению с «Тайфун-К», который выдерживает подрыв заряда эквивалентный 6 кг тротила, что делает его технически совершенным.

					23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

2 ПРОВЕРОЧНЫЙ ТЯГОВО-ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ АВТОМОБИЛЯ УРАЛ-63095

2.1 Исходные данные для расчета

Габаритные характеристики [12].

Длина, мм.....	8740;
Ширина, мм.....	2550;
Высота, мм.....	3090 – 3450;
Дорожный просвет, мм.....	223...592;
Фактор обтекаемости k_F , Hc^2/m^2	3,220.

Весовые характеристики.

Масса снаряженного автомобиля, кг.....	18500;
Полная масса с грузом, экипажем, кг.....	22500;
Полная масса автомобиля при её распределении, кг, не более:	
на передний мост.....	8200;
на средний мост.....	7500;
на задний мост.....	7500;
Полная масса буксируемого прицепа, кг.....	12000.

Основные узлы и агрегаты автомобилей, их параметры.

Двигатель ЯМЗ-5367, дизельный, четырехтактный, с воспламенением от сжатия, с двойным турбонаддувом, жидкостным охлаждением, промежуточным охлаждением наддувочного воздуха в теплообменнике типа «воздух-воздух», установленном на изделии, задним шестеренчатым приводом агрегатов, шестицилиндровый, рядный.

Рабочий объем, л.....	7,0;
Номинальная мощность брутто $N_{ст}$, кВт (л.с.), не менее.....	331 (450);
Частота вращения коленчатого вала при номинальной мощности n_N , $мин^{-1}$	2300±25;
Максимальный крутящий момент брутто $M_{ст}$, Нм (кгс·м), не менее.....	1650 (168);

									Лист
									25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР				

Частота вращения коленчатого вала, соответствующая
 максимальному крутящему моменту n_M , мин^{-1} 1400 – 1600;

Частота вращения на холостом ходу, мин^{-1} :
 минимальная.....700±50;
 максимальная, не более.....2700;

Удельный расход топлива по скоростной характеристике g_e , $\text{г/кВт}\cdot\text{ч}$ ($\text{г/л.с.}\cdot\text{ч}$):
 минимальный.....197 (145);
 при номинальной мощности..... 221 (162,5).

Скоростная характеристика двигателя представлена на рисунке 2.1 [13].

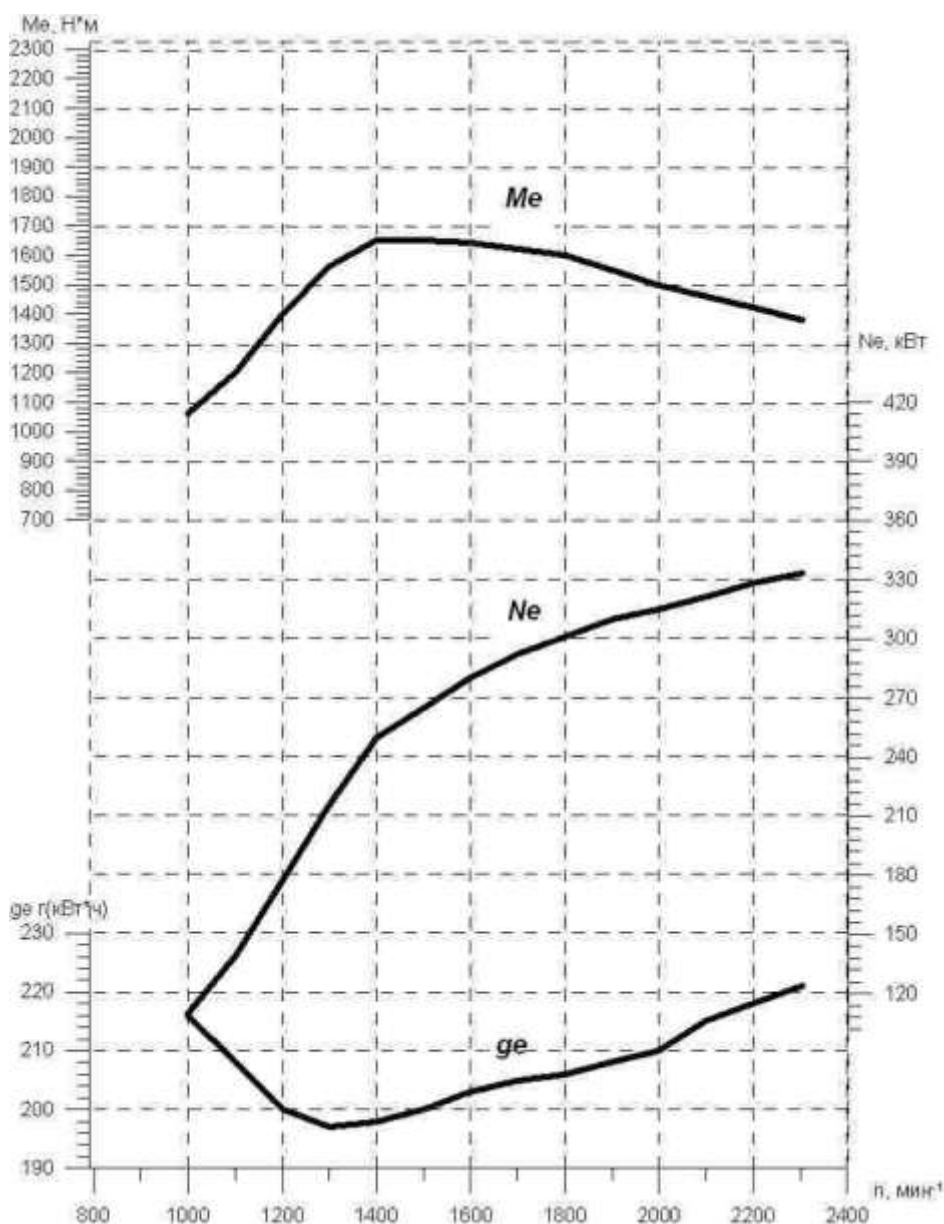


Рисунок 2.1 – Скоростная характеристика двигателя ЯМЗ-5367

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

26

Трансмиссия.

Гидромеханическая передача МЗКТ-4361-1700030-40 производства ОАО «МЗКТ» с механической, планетарной, шестиступенчатой коробкой передач модели МЗКТ-4361-40 и трехколесным, одноступенчатым, комплексным, блокируемым гидродинамическим трансформатором [14].

Передаточные числа планетарной коробки передач:

первая передача.....	4,15;
вторая передача.....	2,16;
третья передача.....	1,52;
четвертая передача.....	1,0;
пятая передача.....	0,73;
шестая передача.....	0,63;
задний ход.....	4,79.

Порядок переключения передач: 1С-2С-2L-3С-3L-4С-4L-5L-6L,

где С – гидротрансформатор разблокирован,

L – гидротрансформатор заблокирован.

Активный диаметр гидротрансформатора D_a , мм.....450;

Плотность трансмиссионной жидкости ρ , Н/м³.....8494.

Характеристики гидротрансформатора (ГДТ) приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Характеристика гидротрансформатор

Кинематическое передаточное отношение, i	Коэфф. трансформации, K	Коэфф. момента входного вала, $\lambda \times 10^6$ (мин ² /м)	КПД, η
0	1,76	3,6	0
0,2	1,65	3,48	0,33
0,3	1,62	3,40	0,486
0,4	1,54	3,35	0,615
0,5	1,43	3,29	0,714
0,6	1,32	3,14	0,79
0,7	1,22	2,87	0,8565
0,75	1,17	2,75	0,879

Окончание таблицы 2.1

0,8	1,12	2,56	0,8965
0,83	1,086	2,45	0,9011
0,85	1,057	2,30	0,8982
0,885	0,993	2,21	0,879
0,9	0,991	2,02	0,892
0,95	0,967	1,61	0,938

КПД трансмиссии η_{TP} не менее.....0,83;

Момент инерции насосного колеса ГДТ J_H , Нмс².....3;

Момент инерции турбинного колеса ГДТ J_T , Нмс².....3.

Раздаточная коробка.

Раздаточная коробка VG 2000 производства фирмы ZF Steyr – механическая, двухступенчатая, с цилиндрическим блокируемым межосевым дифференциалом и постоянно включенным приводом на передний мост, с механизмом переключения передач, встроенным в картер.

Передаточные числа:

Высшая передача.....0,89;

Низшая передача.....1,536;

Максимальный крутящий момент (входной), Нм.....25000;

Максимальное число оборотов (входное), мин⁻¹.....2800.

Мосты и колеса.

Ведущие мосты разрезные, с барабанными тормозами.

Передний мост управляемый, с разнесенной главной передачей, состоящей из центрального конического редуктора и планетарных колесных передач, угол поворота внутреннего колеса 38°;

Средний и задний мосты неуправляемые, с разнесенной главной передачей, состоящей из центрального редуктора планетарных колесных передач, размещенных в ступице колес.

Общее передаточное число моста.....6,59;

Колеса разъемные, с болтовым соединением бортового кольца.....10.00-20;

					23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

Шины.....16.00R20;
 Радиус качения колеса r_k , м.....0,550;
 Момент инерции всех колес ΣJ_k , Нмс².....165.

Эксплуатационные параметры.

Максимальная скорость движения, км/ч, не менее:

при полной массе автомобиля.....100;
 при полной массе автопоезда.....80;

Максимальный подъем, преодолеваемый автомобилем, % (градус), не менее:

при полной массе автомобиля.....60 (31);
 при полной массе автопоезда.....43 (19);

Контрольный расход топлива, л/100 км, не более:

— при скорости

40 км/ч по ГОСТ 20306:

автомобиля.....27;
 автопоезда.....41.

— при скорости

60 км/ч по ГОСТ 20306:

автомобиля.....31;
 автопоезда.....45.

Запас хода по контрольному расходу топлива, км:

— при скорости

40 км/ч, не менее:

автомобиля.....1400;
 автопоезда.....975.

— при скорости

60 км/ч:

автомобиля.....1300;
 автопоезда.....880.

2.2 Построение нагрузочной характеристики системы двигатель-гидротрансформатор

В соответствии с ГОСТ 14846-81 [17] при проведении испытаний, для определения мощности брутто, на стенде на двигатель не устанавливают вентилятор, глушитель, компрессор, насос гидроусилителя руля и др. Полученные максимальные значения $N_{ст}$ и $M_{ст}$, и соответствующие им угловые скорости коленчатого вала ω_N и ω_M указываются в технических характеристиках, инструкциях, каталогах, проспектах и т.п.

Мощность N_m и M_m двигателя на автомобиле за счет установки вышеперечисленного оборудования и закопченности на 10...20% меньше, чем стендовые.

В соответствии с выше изложенным произведем перерасчет внешней скоростной характеристики двигателя с учетом того, что реальная мощность двигателя, установленного на броневомобиль будет меньше на 20%, данные приведены в таблице 2.2 и рисунке 2.2 [16].

Таблица 2.2 – Реальная внешняя скоростная характеристика двигателя

Обороты n_m , мин ⁻¹	Мощность N_m , кВт	Момент M_m , Нм
1000	86,4	848
1100	110,4	960
1200	139,2	1120
1300	172,8	1248
1400	201,6	1320
1500	211,2	1320
1600	225,6	1312
1700	232	1296
1800	240	1280
1900	248	1240
2000	252	1200
2100	256	1168
2200	264	1136
2300	268,8	1104

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

30

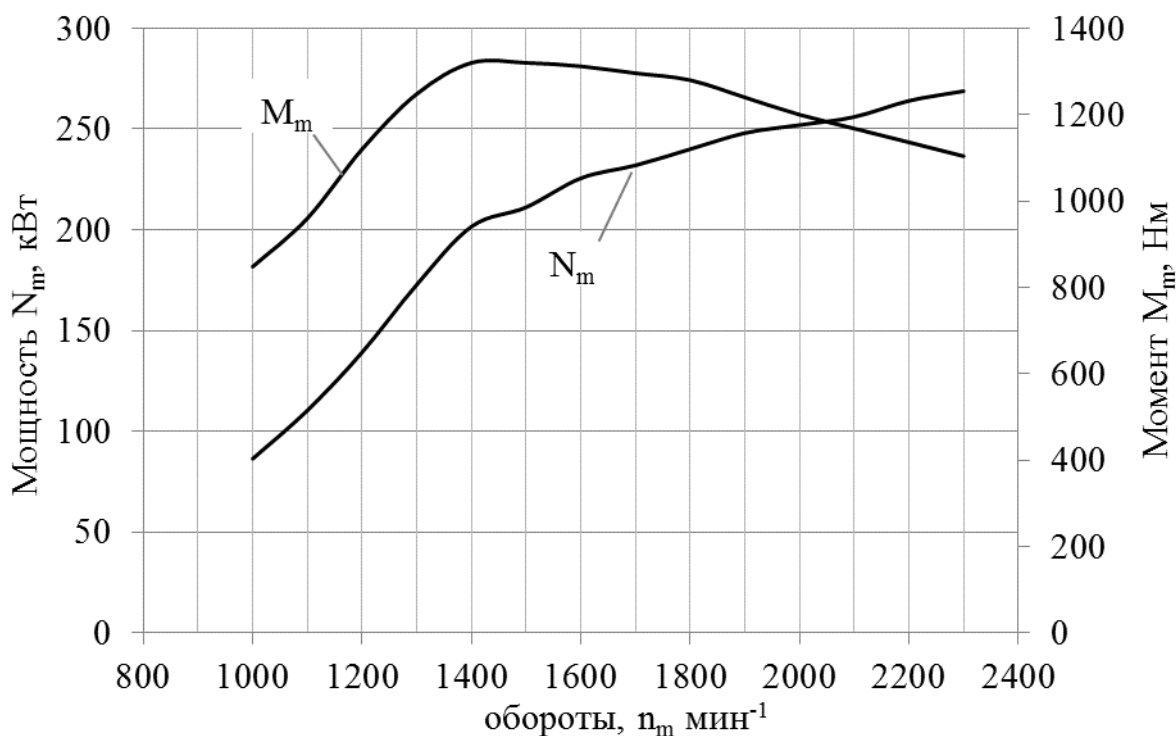


Рисунок 2.2 – Реальная внешняя скоростная характеристика

Нагрузочная характеристика системы двигатель-гидротрансформатор строится для проверки согласования характеристик гидротрансформатора и двигателя. Для этого необходимо построить нагрузочную характеристику ГТ, представляющую собой зависимость $M_H = f(n_H)$, и наложить ее на скоростную характеристику двигателя $M_m = f(n)$ [16].

$$M_H = \lambda_H \rho n_H^2 D_a^5 \quad (2.1)$$

Точка пересечения кривой момента двигателя и параболы нагружения (точка «входа») определяет режим совместной работы двигателя и ГТР. При построении входной характеристики наносятся несколько параметров нагружения для характерных режимов работы ГТР. Как правило, это режим полного торможения выходного вала ГТР или «стоповый» режим ($i=0$), режим для максимального значения λ_H ($i=0,2$), режим максимального КПД при работе на режиме гидротрансформатора ($i=0,83$), переход на режим гидромукты ($i=0,885$), режим минимального допустимого значения КПД ГТР для длительной работы ($i=0,5$), режим максимального значения передаточного отношения при длительной работе ($i=0,95$).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Результаты расчетов заносим в таблицу 2.3, на основании данных табл. 2.3 строим график согласования гидротрансформатора и двигателя рисунок 2.3.

Таблица 2.3 – Нагрузочная характеристика гидротрансформатора

$n_H, \text{мин}^{-1}$	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2300
$\lambda_H = 3,6 \cdot 10^6, \text{мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	564,26	812,53	1105,95	1444,5	1828,19	2257,03	2731,01	2984,92
$\lambda_H = 3,48 \cdot 10^6, \text{мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	545,56	785,57	1069,25	1396,57	1767,54	2182,14	2640,39	2885,89
$\lambda_H = 3,4 \cdot 10^6, \text{мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	533,35	768,02	1045,36	1365,36	1728,04	2133,38	2581,39	2821,40
$\lambda_H = 3,35 \cdot 10^6, \text{мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	525,51	756,73	1030,00	1345,30	1702,65	2102,03	2543,46	2779,94
$\lambda_H = 3,29 \cdot 10^6, \text{мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	515,49	742,31	1010,37	1319,67	1670,20	2061,98	2495,0	2726,97
$\lambda_H = 3,14 \cdot 10^6, \text{мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	491,98	708,46	964,29	1259,48	1594,03	1967,94	2381,20	2602,60
$\lambda_H = 2,87 \cdot 10^6, \text{мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	449,75	647,64	881,51	1151,36	1457,20	1799,01	2176,80	2379,19
$\lambda_H = 2,75 \cdot 10^6, \text{мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	431,47	621,31	845,67	1104,55	1397,95	1725,86	2088,29	2282,45
$\lambda_H = 2,56 \cdot 10^6, \text{мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	400,55	576,80	785,08	1025,42	1297,80	1602,21	1938,68	2118,93
$\lambda_H = 2,45 \cdot 10^6, \text{мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	384,01	552,97	752,66	983,06	1244,19	1536,03	1858,60	2031,40
$\lambda_H = 2,3 \cdot 10^6, \text{мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	360,50	519,12	706,58	922,87	1168,01	1442,0	1744,81	1907,03
$\lambda_H = 2,21 \cdot 10^6, \text{мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	347,00	499,68	680,12	888,32	1124,28	1388,0	1679,49	1835,63
$\lambda_H = 2,02 \cdot 10^6, \text{мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	316,09	455,17	619,53	809,19	1024,12	1264,35	1529,87	1672,11
$\lambda_H = 1,61 \cdot 10^6, \text{мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	252,52	363,63	494,94	646,46	818,17	1010,09	1222,21	1335,85

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

32

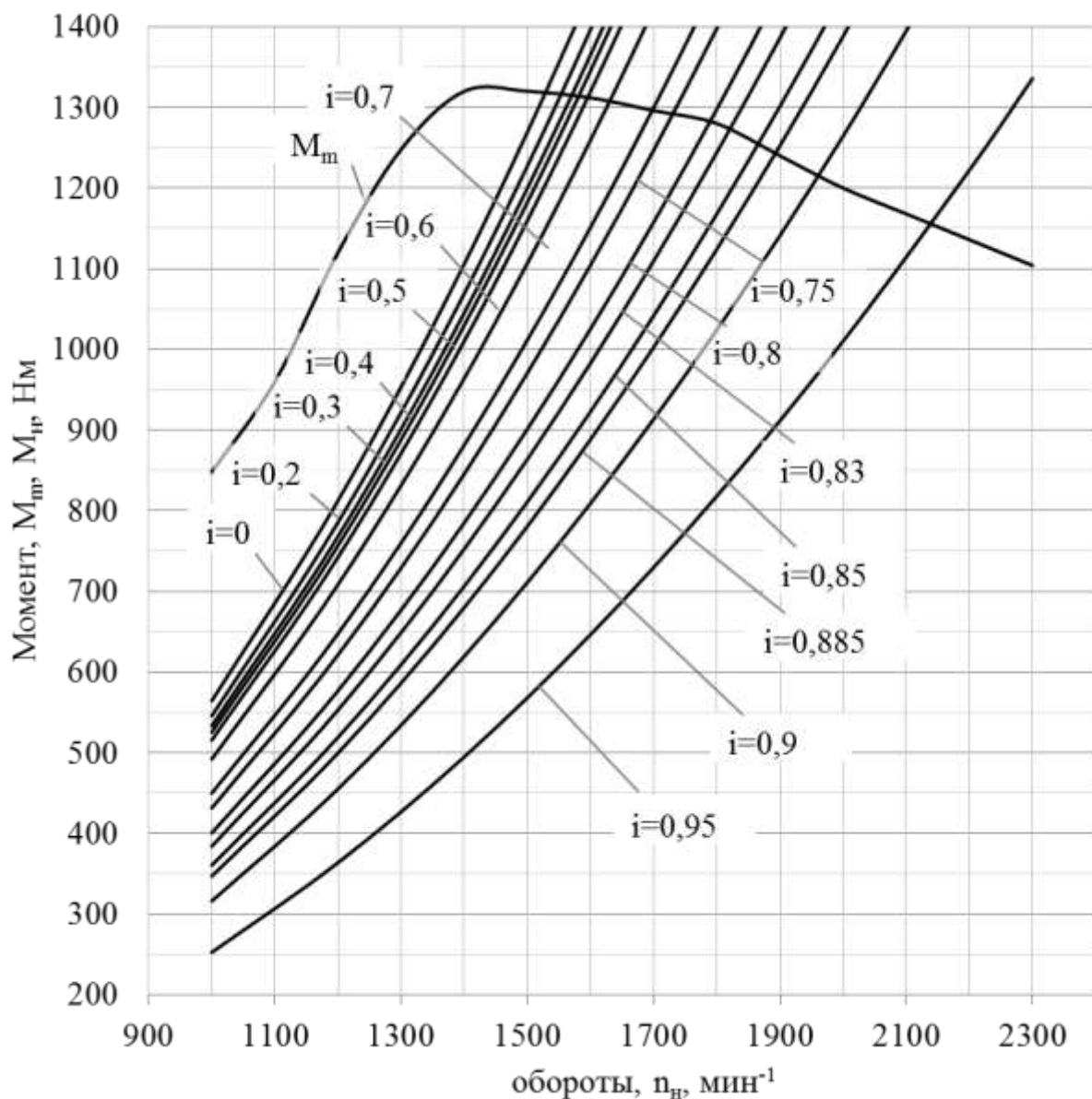


Рисунок 2.3 – Согласование характеристик гидротрансформатора и двигателя

В автомобиле с гидромеханической передачей двигатель в сочетании с гидротрансформатором представляет собой силовую установку, имеющую внешнюю выходную характеристику, отличную от исходных характеристик двигателя и гидротрансформатора. Выходные характеристики системы двигатель гидротрансформатор представляют собой графики зависимостей мощности N_T и момента M_T на турбинном колесе от числа оборотов турбинного колеса n_T .

По результатам согласования заполняем таблицу 2.4 и строим график выходной характеристики системы двигатель-гидротрасфоматор рисунок 2.4.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Обороты турбинного колеса гидротрансформатора

$$n_T = n_H i \quad (2.2)$$

Крутящий момент на турбинном колесе гидротрансформатора

$$M_T = M_H K \quad (2.3)$$

Мощность на турбинном колесе гидротрансформатора

$$N_T = \frac{n_T M_T}{9550} \quad (2.4)$$

Таблица 2.4 – Выходная характеристика системы двигатель-гидротансформатор

i	$n_H, \text{мин}^{-1}$	$n_T, \text{мин}^{-1}$	$M_H, \text{Нм}$	$M_T, \text{Нм}$	$N_T, \text{кВт}$
0	1700	0	1625	2860	0
0,2	1725	345	1620	2673	96,56
0,3	1740	522	1615	2616,3	143,01
0,4	1760	704	1614	2485,56	183,23
0,5	1770	885	1610	2302,3	213,35
0,6	1805	1083	1600	2112	239,51
0,7	1870	1309	1570	1915,4	262,54
0,75	1900	1425	1560	1825,2	272,35
0,8	1950	1560	1525	1708	279,00
0,83	1980	1643,4	1510	1639,86	282,19
0,85	2030	1725,5	1490	1574,93	284,56
0,885	2060	1823,1	1475	1464,675	279,61
0,9	2130	1917	1450	1436,95	288,44
0,95	2325	2208,75	1350	1305,45	301,93

Гидротрансформатор ГМП МЗКТ- МЗКТ-4361-1700030-40 оборудован системой блокировки, которая включается на определенных режимах работы ГМП на низших передачах и полностью блокируется на высших. Выходная характеристика системы двигатель-гидротрансформатор необходима для расчетов режимов движения при которых гидротрансформатор не блокируется [16].

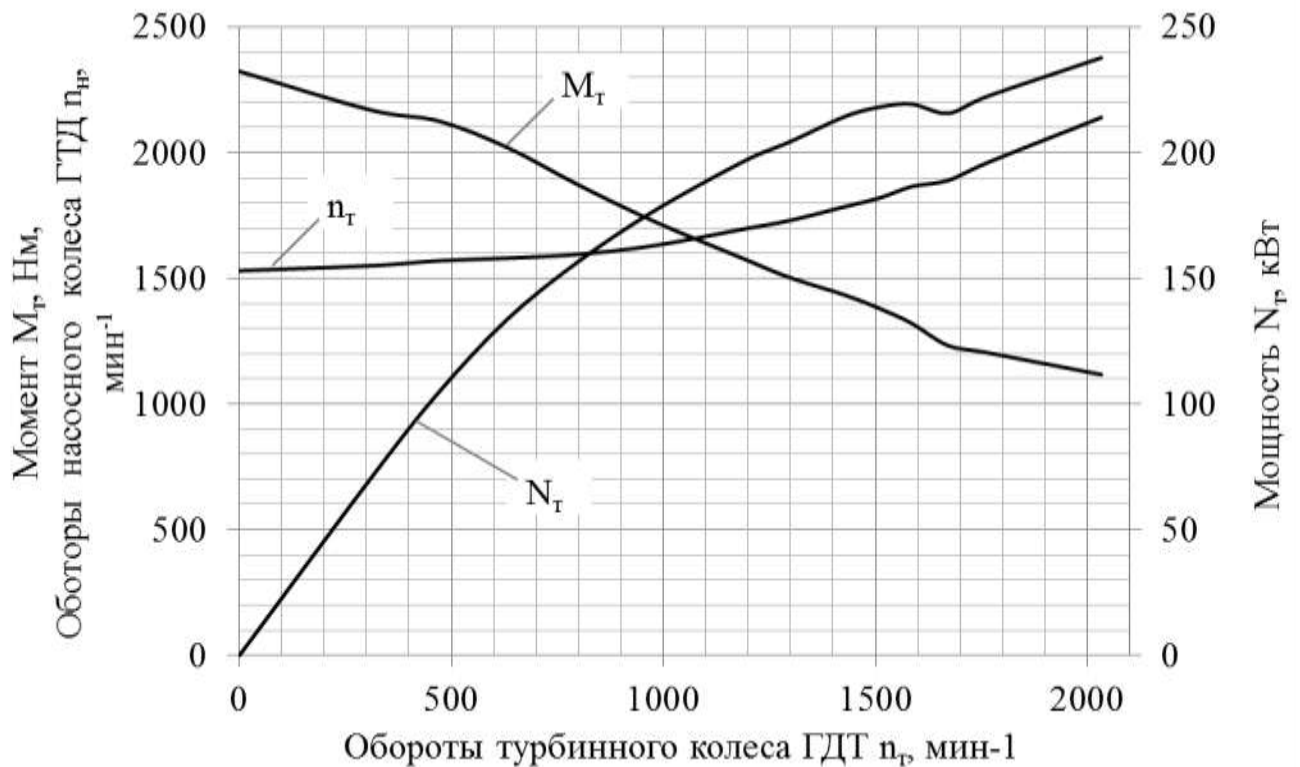


Рисунок 2.4 – Внешняя характеристика системы двигатель-гидротрансформатор

2.3 Тяговая и динамическая характеристика автомобиля

Тяговая и динамическая характеристика представляют собой графики зависимостей $P_k = f(V)$ и $D = f(V)$ на всех передачах, а также $P_w = f(V)$, $P_\Psi = f(V)$, $\Psi = f(V)$ на горизонтальной дороге, которые рассчитываются:

а) сила тяги на колесе:

$$P_k = \frac{M_T i_{TP} \eta_{TP}}{r_D}, \quad (2.5)$$

где P_k – сила тяги на колесе, Н;

i_{TP} – передаточное число трансмиссии при наличии коробки передач, дополнительной коробки и главной передачи, $i_{TP} = i_k i_d i_0$;

η_{TP} – КПД трансмиссии, при разблокированном ГДТ $\eta_{TP} = 0,83$ при заблокированном ГДТ $\eta_{TP} = 0,88$.

M_T – текущее значение крутящего момента на турбинном колесе гидротрансформатора, при заблокированном гидротрансформаторе равно крутящему моменту двигателя M_m , Нм;

r_D – радиус качения колеса ($r_D \approx r_K$ при движении без пробуксовывания), м.

б) скорость движения:

$$V = 0,376 \frac{r_K n_T}{i_{TP}}, \quad (2.6)$$

где V – скорость движения, км/ч;

n_T – текущее значение числа оборотов турбинного колеса гидротрансформатора, при заблокированном гидротрансформаторе равно оборотам двигателя, мин⁻¹.

в) сила сопротивления дороги:

$$P_\Psi = \Psi G_a, \quad (2.7)$$

где P_Ψ – сила сопротивления дороги, Н;

G_a – полный вес автомобиля, Н;

Ψ – коэффициент сопротивления дороги.

$$\Psi = f = f_0(1 + k_1 V^2) \text{ при } \alpha = 0, \quad (2.8)$$

где f_0 – табличное значение коэффициента сопротивления дороги;

$f_0 = 0,007 - 0,015$;

V – текущая скорость движения, км/ч;

$k_1 = (4...5)10^{-5}$.

г) сила сопротивления воздуха

$$P_w = \frac{kFV^2}{13} (1 + k_3 \Pi), \quad (2.9)$$

где P_w – сила сопротивления воздуха, Н;

V – текущая скорость движения, км/ч;

Π – количество прицепов или полуприцепов, $\Pi = 0$;

k_3 – коэффициент, учитывающий влияние прицепа на сопротивление воздуха

$k_3 = 0,2 \dots 0,3$;

kF – фактор обтекаемости.

д) Динамический фактор:

$$D = \frac{P_k - P_w}{G_a}, \quad (2.10)$$

где D – динамический фактор;

P_k – сила тяги на колесе, Н;

P_w – сила сопротивления воздуха, Н;

G_a – полный вес автомобиля, Н.

Угол подъема, который преодолевает броневедомитель на каждой передаче при разных значениях равномерной скорости и заданном коэффициенте сопротивления качению определяется по уравнению [16]:

$$\alpha = \arcsin \left(\frac{D - f\sqrt{1 - D^2 + f^2}}{1 + f^2} \right). \quad (2.11)$$

Вычисленные значения внесем в таблицы 2.5...2.8.

Таблица 2.5 – Тяговая и динамическая характеристика автомобиля с включенной повышающей передачей в раздаточной коробке

$n_T, \text{мин}^{-1}$	$P_k, \text{Н}$	$V, \text{км/ч}$	Ψ	$P_\Psi, \text{Н}$	$P_w, \text{Н}$	D	$\alpha, \text{град}$
1	2	3	4	5	6	7	8
1 передача, ГДТ разблокирован							
0	85294,06	0,00	0,01400	3090,15	0,00	0,3864	21,9393
310	79660,29	2,64	0,01400	3091,12	1,72	0,3609	20,3612
471	78033,49	4,00	0,01401	3092,38	3,97	0,3535	19,9079
632	74179,99	5,37	0,01402	3094,17	7,15	0,3360	18,8405
798	68776,41	6,78	0,01403	3096,54	11,39	0,3115	17,3555
978	63389,00	8,32	0,01404	3099,77	17,13	0,2871	15,8867
1187	58004,51	10,09	0,01406	3104,30	25,21	0,2627	14,4290

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

37

1298	55197,73	11,03	0,01408	3107,08	30,15	0,2499	13,6729
1428	52633,25	12,14	0,01409	3110,65	36,52	0,2383	12,9835
1511	50636,74	12,84	0,01410	3113,09	40,86	0,2292	12,4485
1585	48508,43	13,48	0,01411	3115,42	45,00	0,2196	11,8796
1673	45206,73	14,22	0,01413	3118,28	50,10	0,2046	11,0001
1764	44206,09	15,00	0,01414	3121,43	55,72	0,2000	10,7325

Продолжение таблицы 2.5

2033	41005,36	17,29	0,01419	3131,70	74,02	0,1854	9,8779
2 передача, ГДТ разблокирован							
0	44394,02	0,00	0,01400	3090,15	0,00	0,2011	10,8052
310	41461,74	5,06	0,01402	3093,72	6,35	0,1878	10,0263
471	40615,02	7,69	0,01404	3098,38	14,66	0,1839	9,7991
632	38609,34	10,32	0,01407	3104,97	26,40	0,1748	9,2648
798	35796,88	13,03	0,01411	3113,75	42,04	0,1620	8,5175
978	32992,83	15,98	0,01416	3125,65	63,23	0,1492	7,7717
1187	30190,30	19,38	0,01424	3142,40	93,06	0,1364	7,0242
1298	28729,42	21,20	0,01428	3152,63	111,29	0,1297	6,6340
1428	27394,66	23,33	0,01434	3165,83	134,80	0,1235	6,2749
1511	26355,51	24,68	0,01438	3174,84	150,85	0,1187	5,9966
1585	25247,76	25,90	0,01442	3183,41	166,12	0,1136	5,7007
1673	23529,29	27,33	0,01447	3193,98	184,95	0,1058	5,2441
1764	23008,47	28,82	0,01452	3205,63	205,70	0,1033	5,0996
2033	21342,55	33,21	0,01469	3243,54	273,22	0,0955	4,6374
2 передача, ГДТ заблокирован							
1000	17293,95	16,34	0,01417	3127,26	66,11	0,0781	3,6662
1100	19578,05	17,97	0,01420	3135,06	79,99	0,0883	4,2558
1200	22841,06	19,60	0,01424	3143,59	95,19	0,1031	5,1009
1300	25451,47	21,24	0,01428	3152,87	111,72	0,1148	5,7761
1400	26919,82	22,87	0,01433	3162,89	129,57	0,1214	6,1528
1500	26919,82	24,50	0,01438	3173,65	148,74	0,1213	6,1450
1600	26756,67	26,14	0,01443	3185,16	169,23	0,1205	6,0940
1700	26430,37	27,77	0,01449	3197,40	191,04	0,1189	5,9998
1800	26104,07	29,41	0,01454	3210,39	214,18	0,1173	5,9050
1900	25288,32	31,04	0,01461	3224,13	238,64	0,1135	5,6818
2000	24472,57	32,67	0,01467	3238,60	264,42	0,1097	5,4581
2100	23819,96	34,31	0,01474	3253,81	291,53	0,1066	5,2766
2200	23167,36	35,94	0,01481	3269,77	319,95	0,1035	5,0946
2300	22514,76	37,57	0,01489	3286,47	349,70	0,1004	4,9121
3 передача, ГДТ разблокирован							
0	31240,23	0,00	0,01400	3090,15	0,00	0,1415	7,3375
310	29176,78	7,20	0,01403	3097,35	12,83	0,1321	6,7913

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

38

471	28580,94	10,93	0,01408	3106,78	29,61	0,1294	6,6284
632	27169,54	14,67	0,01414	3120,08	53,32	0,1229	6,2493
798	25190,40	18,51	0,01422	3137,81	84,90	0,1137	5,7188
978	23217,17	22,70	0,01432	3161,83	127,68	0,1046	5,1859
1187	21245,03	27,54	0,01448	3195,65	187,93	0,0954	4,6466
1298	20217,00	30,12	0,01457	3216,32	224,74	0,0906	4,3635
1428	19277,72	33,15	0,01469	3242,97	272,22	0,0861	4,0994

Продолжение таблицы 2.5

1511	18546,47	35,07	0,01477	3261,17	304,62	0,0826	3,8956
1585	17766,94	36,80	0,01485	3278,49	335,47	0,0790	3,6800
1673	16557,65	38,83	0,01495	3299,83	373,48	0,0733	3,3496
1764	16191,15	40,95	0,01506	3323,35	415,39	0,0715	3,2371
2033	15018,83	47,20	0,01540	3399,90	551,74	0,0655	2,8766
3 передача, ГДТ заблокирован							
1000	12169,81	23,22	0,01434	3165,09	133,49	0,0545	2,3052
1100	13777,15	25,54	0,01441	3180,83	161,53	0,0617	2,7120
1200	16073,34	27,86	0,01449	3198,07	192,23	0,0719	3,2971
1300	17910,29	30,18	0,01457	3216,81	225,60	0,0801	3,7620
1400	18943,58	32,50	0,01467	3237,04	261,65	0,0846	4,0166
1500	18943,58	34,82	0,01476	3258,77	300,36	0,0845	4,0008
1600	18828,77	37,14	0,01487	3282,01	341,74	0,0838	3,9541
1700	18599,15	39,47	0,01498	3306,74	385,79	0,0825	3,8763
1800	18369,53	41,79	0,01510	3332,97	432,52	0,0813	3,7975
1900	17795,48	44,11	0,01523	3360,70	481,91	0,0784	3,6279
2000	17221,44	46,43	0,01536	3389,93	533,97	0,0756	3,4572
2100	16762,20	48,75	0,01550	3420,65	588,70	0,0733	3,3154
2200	16302,96	51,07	0,01564	3452,88	646,11	0,0709	3,1725
2300	15843,72	53,39	0,01580	3486,60	706,18	0,0686	3,0286
4 передача, ГДТ разблокирован							
0	20552,79	0,00	0,01400	3090,15	0,00	0,0931	4,5425
310	19195,25	10,94	0,01408	3106,79	29,64	0,0868	4,1765
471	18803,25	16,62	0,01417	3128,56	68,42	0,0958	4,0586
632	17874,70	22,30	0,01431	3159,31	123,19	0,0910	3,7943
798	16572,63	28,14	0,01450	3200,28	196,16	0,0843	3,4255
978	15274,46	34,51	0,01475	3255,77	295,00	0,0776	3,0474
1187	13976,99	41,87	0,01510	3333,91	434,19	0,0708	2,6532
1298	13300,66	45,79	0,01532	3381,65	519,23	0,0673	2,4428
1428	12682,71	50,39	0,01560	3443,24	628,93	0,0640	2,2375
1511	12201,62	53,30	0,01579	3485,27	703,79	0,0615	2,0820
1585	11688,78	55,94	0,01597	3525,28	775,07	0,0588	1,9197

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

39

1673	10893,19	59,02	0,01619	3574,58	862,89	0,0547	1,6773
1764	10652,07	62,25	0,01644	3628,94	959,71	0,0534	1,5753
2033	9880,81	71,74	0,01724	3805,80	1274,73	0,0491	1,2470
4 передача, ГДТ заблокирован							
1000	8006,46	35,29	0,01478	3263,30	308,42	0,0349	1,1520
1100	9063,91	38,82	0,01495	3299,66	373,19	0,0394	1,4005
1200	10574,57	42,34	0,01513	3339,49	444,13	0,0459	1,7644
1300	11783,09	45,87	0,01533	3382,77	521,23	0,0510	2,0473

Окончание таблицы 2.5

1400	12462,88	49,40	0,01554	3429,53	604,51	0,0537	2,1903
1500	12462,88	52,93	0,01577	3479,74	693,95	0,0533	2,1539
1600	12387,35	56,46	0,01601	3533,42	789,56	0,0525	2,0955
1700	12236,28	59,99	0,01627	3590,56	891,34	0,0514	2,0149
1800	12085,22	63,52	0,01654	3651,16	999,29	0,0502	1,9318
1900	11707,55	67,05	0,01683	3715,22	1113,40	0,0480	1,7873
2000	11329,89	70,57	0,01714	3782,75	1233,69	0,0457	1,6403
2100	11027,76	74,10	0,01746	3853,75	1360,14	0,0438	1,5105
2200	10725,63	77,63	0,01780	3928,20	1492,76	0,0418	1,3781
2300	10423,50	81,16	0,01815	4006,12	1631,55	0,0398	1,2433
5 передача, ГДТ заблокирован							
1000	5844,71	48,34	0,01547	3415,07	578,76	0,0239	0,4807
1100	6616,66	53,17	0,01578	3483,31	700,30	0,0268	0,6320
1200	7719,43	58,01	0,01612	3558,04	833,42	0,0312	0,8645
1300	8601,65	62,84	0,01649	3639,27	978,11	0,0345	1,0350
1400	9097,90	67,67	0,01689	3727,00	1134,37	0,0361	1,1005
1500	9097,90	72,51	0,01731	3821,22	1302,21	0,0353	1,0324
1600	9042,76	77,34	0,01777	3921,95	1481,63	0,0343	0,9453
1700	8932,49	82,18	0,01825	4029,17	1672,62	0,0329	0,8392
1800	8822,21	87,01	0,01877	4142,90	1875,19	0,0315	0,7284
1900	8546,51	91,84	0,01931	4263,12	2089,33	0,0293	0,5699
2000	8270,82	96,68	0,01989	4389,84	2315,04	0,0270	0,4067
2100	8050,27	101,51	0,02049	4523,06	2552,34	0,0249	0,2532
2200	7829,71	106,34	0,02112	4662,77	2801,20	0,0228	0,0950
2300	7609,16	111,18	0,02179	4808,99	3061,65	0,0206	-0,0679
6 передача, ГДТ заблокирован							
1000	5044,07	56,01	0,01598	3526,41	777,08	0,0193	0,1923
1100	5710,27	61,61	0,01639	3618,02	940,26	0,0216	0,2992
1200	6661,98	67,21	0,01685	3718,36	1118,99	0,0251	0,4739
1300	7423,34	72,81	0,01734	3827,43	1313,26	0,0277	0,5929
1400	7851,61	78,42	0,01787	3945,22	1523,07	0,0287	0,6190
1500	7851,61	84,02	0,01845	4071,73	1748,42	0,0277	0,5276
1600	7804,03	89,62	0,01906	4206,97	1989,32	0,0263	0,4176

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

40

1700	7708,86	95,22	0,01971	4350,94	2245,75	0,0248	0,2889
1800	7613,69	100,82	0,02040	4503,63	2517,73	0,0231	0,1538
1900	7375,76	106,42	0,02114	4665,04	2805,25	0,0207	-0,0246
2000	7137,83	112,02	0,02191	4835,18	3108,31	0,0183	-0,2092
2100	6947,49	117,62	0,02272	5014,05	3426,91	0,0160	-0,3878
2200	6757,15	123,22	0,02357	5201,64	3761,05	0,0136	-0,5727
2300	6566,81	128,83	0,02446	5397,96	4110,74	0,0111	-0,7639

Таблица 2.6 – Тяговая и динамическая характеристика автомобиля с включенной понижающей передачей в раздаточной коробке

$n_T, \text{мин}^{-1}$	$P_K, \text{Н}$	$V, \text{км/ч}$	Ψ	$P_\Psi, \text{Н}$	$P_B, \text{Н}$	D	$\alpha, \text{град}$
1	2	3	4	5	6	7	8
1 передача, ГДТ разблокирован							
0	147204,13	0,00	0,01400	3090,15	0,00	0,6669	41,0221
310	137481,13	1,53	0,01400	3090,47	0,58	0,6229	37,7186
471	134673,53	2,32	0,01400	3090,90	1,33	0,6101	36,7927
632	128022,99	3,11	0,01401	3091,50	2,40	0,5800	34,6441
798	118697,27	3,93	0,01401	3092,30	3,82	0,5377	31,7239
978	109399,43	4,82	0,01401	3093,38	5,75	0,4956	28,9039
1187	100106,67	5,85	0,01402	3094,90	8,46	0,4535	26,1621
1298	95262,59	6,39	0,01403	3095,83	10,12	0,4315	24,7593
1428	90836,71	7,04	0,01403	3097,03	12,26	0,4115	23,4916
1511	87391,05	7,44	0,01403	3097,85	13,72	0,3959	22,5134
1585	83717,91	7,81	0,01404	3098,63	15,11	0,3792	21,4786
1673	78019,71	8,24	0,01404	3099,59	16,82	0,3534	19,8884
1764	76292,76	8,69	0,01405	3100,65	18,71	0,3456	19,4092
2033	70768,80	10,02	0,01406	3104,10	24,85	0,3205	17,8860
2 передача, ГДТ разблокирован							
0	76617,09	0,00	0,01400	3090,15	0,00	0,3471	19,5068
310	71556,44	2,93	0,01401	3091,35	2,13	0,3242	18,1115
471	70095,14	4,46	0,01401	3092,91	4,92	0,3175	17,7099
632	66633,65	5,98	0,01402	3095,13	8,86	0,3018	16,7633
798	61779,78	7,55	0,01404	3098,07	14,12	0,2798	15,4443
978	56940,43	9,26	0,01405	3102,07	21,23	0,2579	14,1372
1187	52103,71	11,23	0,01408	3107,69	31,24	0,2359	12,8376
1298	49582,46	12,28	0,01410	3111,13	37,36	0,2245	12,1626
1428	47278,87	13,52	0,01412	3115,56	45,26	0,2140	11,5465
1511	45485,46	14,30	0,01413	3118,58	50,64	0,2058	11,0682
1585	43573,66	15,01	0,01414	3121,46	55,77	0,1972	10,5595
1673	40607,85	15,83	0,01416	3125,01	62,09	0,1837	9,7728

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

41

1764	39709,00	16,70	0,01418	3128,92	69,06	0,1796	9,5327
2033	36833,88	19,24	0,01423	3141,65	91,73	0,1665	8,7657
2 передача, ГДТ заблокирован							
1000	29846,63	9,47	0,01406	3102,61	22,19	0,1351	6,9595
1100	33788,64	10,41	0,01407	3105,23	26,85	0,1530	7,9915
1200	39420,08	11,36	0,01408	3108,09	31,96	0,1784	9,4716
1300	43925,23	12,31	0,01410	3111,21	37,51	0,1988	10,6601
1400	46459,38	13,25	0,01411	3114,57	43,50	0,2103	11,3296

Продолжение таблицы 2.6

1500	46459,38	14,20	0,01413	3118,18	49,94	0,2103	11,3269
1600	46177,81	15,15	0,01414	3122,05	56,82	0,2090	11,2494
1700	45614,66	16,09	0,01416	3126,16	64,14	0,2064	11,0969
1800	45051,52	17,04	0,01418	3130,52	71,91	0,2038	10,9444
1900	43643,66	17,99	0,01420	3135,13	80,12	0,1974	10,5680
2000	42235,80	18,93	0,01423	3139,99	88,78	0,1909	10,1920
2100	41109,51	19,88	0,01425	3145,10	97,88	0,1858	9,8906
2200	39983,22	20,82	0,01427	3150,46	107,42	0,1807	9,5893
2300	38856,93	21,77	0,01430	3156,06	117,41	0,1755	9,2881
3 передача, ГДТ разблокирован							
0	53915,73	0,00	0,01400	3090,15	0,00	0,2443	13,3350
310	50354,53	4,17	0,01401	3092,57	4,31	0,2281	12,3820
471	49326,21	6,34	0,01403	3095,73	9,94	0,2234	12,1057
632	46890,35	8,50	0,01405	3100,20	17,90	0,2124	11,4546
798	43474,66	10,73	0,01407	3106,15	28,50	0,1968	10,5445
978	40069,19	13,16	0,01411	3114,22	42,87	0,1813	9,6384
1187	36665,57	15,96	0,01416	3125,57	63,09	0,1658	8,7331
1298	34891,36	17,45	0,01419	3132,51	75,45	0,1577	8,2614
1428	33270,31	19,21	0,01423	3141,46	91,39	0,1503	7,8291
1511	32008,29	20,32	0,01426	3147,57	102,27	0,1446	7,4934
1585	30662,95	21,32	0,01429	3153,38	112,63	0,1384	7,1365
1673	28575,89	22,50	0,01432	3160,55	125,39	0,1289	6,5847
1764	27943,37	23,73	0,01435	3168,44	139,46	0,1260	6,4134
2033	25920,14	27,35	0,01447	3194,14	185,24	0,1166	5,8657
3 передача, ГДТ заблокирован							
1000	21003,18	13,45	0,01411	3115,31	44,82	0,0950	4,6394
1100	23777,19	14,80	0,01414	3120,60	54,23	0,1075	5,3593
1200	27740,06	16,14	0,01416	3126,38	64,54	0,1254	6,3907
1300	30910,35	17,49	0,01419	3132,67	75,74	0,1397	7,2164
1400	32693,64	18,83	0,01422	3139,47	87,84	0,1477	7,6791
1500	32693,64	20,18	0,01426	3146,76	100,84	0,1477	7,6738

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

42

1600	32495,49	21,52	0,01429	3154,56	114,73	0,1467	7,6162
1700	32099,21	22,87	0,01433	3162,87	129,52	0,1448	7,5062
1800	31702,92	24,21	0,01437	3171,67	145,21	0,1430	7,3958
1900	30712,20	25,56	0,01441	3180,98	161,79	0,1384	7,1293
2000	29721,49	26,90	0,01446	3190,80	179,27	0,1338	6,8626
2100	28928,91	28,25	0,01450	3201,11	197,65	0,1302	6,6476
2200	28136,34	29,59	0,01455	3211,93	216,92	0,1265	6,4323
2300	27343,77	30,94	0,01460	3223,25	237,09	0,1228	6,2168

Продолжение таблицы 2.6

4 передача, ГДТ разблокирован							
0	35470,88	0,00	0,01400	3090,15	0,00	0,1607	8,4446
310	33127,98	6,34	0,01403	3095,74	9,95	0,1500	7,8250
471	32451,45	9,63	0,01406	3103,05	22,97	0,1469	7,6421
632	30848,91	12,92	0,01411	3113,37	41,36	0,1396	7,2143
798	28601,75	16,31	0,01417	3127,12	65,86	0,1293	6,6157
978	26361,31	20,00	0,01425	3145,75	99,04	0,1190	6,0161
1187	24122,09	24,26	0,01437	3171,99	145,77	0,1086	5,4121
1298	22954,84	26,53	0,01444	3188,02	174,32	0,1032	5,0958
1428	21888,36	29,20	0,01454	3208,69	211,15	0,0982	4,8026
1511	21058,08	30,89	0,01460	3222,80	236,29	0,0943	4,5759
1585	20172,99	32,41	0,01466	3236,24	260,22	0,0902	4,3354
1673	18799,93	34,20	0,01474	3252,79	289,70	0,0839	3,9657
1764	18383,80	36,07	0,01482	3271,04	322,21	0,0818	3,8441
2033	17052,72	41,57	0,01509	3330,42	427,97	0,0753	3,4546
4 передача, ГДТ заблокирован							
1000	13817,88	20,45	0,01426	3148,28	103,55	0,0621	2,7447
1100	15642,89	22,49	0,01432	3160,49	125,29	0,0703	3,2106
1200	18250,04	24,54	0,01438	3173,86	149,11	0,0820	3,8796
1300	20335,75	26,58	0,01445	3188,39	175,00	0,0913	4,4125
1400	21508,97	28,62	0,01452	3204,09	202,95	0,0965	4,7070
1500	21508,97	30,67	0,01459	3220,95	232,98	0,0964	4,6948
1600	21378,61	32,71	0,01467	3238,97	265,08	0,0957	4,6477
1700	21117,90	34,76	0,01476	3258,15	299,25	0,0943	4,5659
1800	20857,18	36,80	0,01485	3278,50	335,50	0,0930	4,4832
1900	20205,40	38,85	0,01495	3300,01	373,81	0,0898	4,2977
2000	19553,61	40,89	0,01505	3322,68	414,19	0,0867	4,1115
2100	19032,18	42,94	0,01516	3346,52	456,65	0,0842	3,9584
2200	18510,75	44,98	0,01527	3371,51	501,17	0,0816	3,8045
2300	17989,32	47,03	0,01539	3397,67	547,77	0,0790	3,6498

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

43

5 передача, ГДТ заблокирован							
1000	10087,06	28,01	0,01449	3199,24	194,31	0,0448	1,7381
1100	11419,31	30,81	0,01460	3222,15	235,12	0,0507	2,0678
1200	13322,53	33,61	0,01471	3247,24	279,81	0,0591	2,5444
1300	14845,10	36,41	0,01484	3274,51	328,39	0,0658	2,9206
1400	15701,55	39,21	0,01497	3303,96	380,85	0,0694	3,1221
1500	15701,55	42,01	0,01511	3335,60	437,20	0,0692	3,0992
1600	15606,39	44,81	0,01527	3369,41	497,44	0,0685	3,0500
1700	15416,07	47,61	0,01543	3405,41	561,56	0,0673	2,9745
1800	15225,74	50,42	0,01560	3443,59	629,57	0,0661	2,8974

Окончание таблицы 2.6

1900	14749,94	53,22	0,01578	3483,96	701,46	0,0636	2,7444
2000	14274,14	56,02	0,01598	3526,50	777,24	0,0611	2,5899
2100	13893,49	58,82	0,01618	3571,23	856,91	0,0591	2,4586
2200	13512,85	61,62	0,01639	3618,14	940,46	0,0570	2,3258
6 передача, ГДТ заблокирован							
1000	8705,27	32,45	0,01466	3236,62	260,89	0,0383	1,3522
1100	9855,02	35,70	0,01480	3267,38	315,68	0,0432	1,6286
1200	11497,52	38,95	0,01496	3301,06	375,69	0,0504	2,0311
1300	12811,53	42,19	0,01512	3337,68	440,91	0,0560	2,3462
1400	13550,65	45,44	0,01530	3377,23	511,35	0,0591	2,5097
1500	13550,65	48,68	0,01549	3419,70	587,01	0,0587	2,4790
1600	13468,53	51,93	0,01570	3465,11	667,88	0,0580	2,4248
1700	13304,28	55,17	0,01592	3513,44	753,98	0,0569	2,3472
1800	13140,03	58,42	0,01615	3564,70	845,29	0,0557	2,2675
1900	12729,40	61,66	0,01640	3618,90	941,82	0,0534	2,1216
2000	12318,77	64,91	0,01665	3676,02	1043,57	0,0511	1,9736
2100	11990,27	68,15	0,01693	3736,07	1150,54	0,0491	1,8448
2200	11661,77	71,40	0,01721	3799,05	1262,72	0,0471	1,7139
2300	11333,27	74,65	0,01751	3864,96	1380,12	0,0451	1,5810

Таблица 2.7 – Тяговая и динамическая характеристика автопоезда с включенной повышающей передачей в раздаточной коробке

$n_T, \text{мин}^{-1}$	$P_K, \text{Н}$	$V, \text{км/ч}$	Ψ	$P_\Psi, \text{Н}$	$P_B, \text{Н}$	D	$\alpha, \text{град}$
1	2	3	4	5	6	7	8
1 передача, ГДТ разблокирован							
0	85294,06	0,00	0,01400	4738,23	0,00	0,2520	13,7934
310	79660,29	2,64	0,01400	4739,71	2,15	0,2354	12,8095
471	78033,49	4,00	0,01401	4741,65	4,97	0,2306	12,5256

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

44

632	74179,99	5,37	0,01402	4744,39	8,94	0,2192	11,8552
798	68776,41	6,78	0,01403	4748,03	14,24	0,2032	10,9180
978	63389,00	8,32	0,01404	4752,97	21,41	0,1872	9,9863
1187	58004,51	10,09	0,01406	4759,93	31,51	0,1713	9,0573
1298	55197,73	11,03	0,01408	4764,18	37,69	0,1630	8,5738
1428	52633,25	12,14	0,01409	4769,67	45,65	0,1554	8,1321
1511	50636,74	12,84	0,01410	4773,41	51,08	0,1495	7,7888
1585	48508,43	13,48	0,01411	4776,97	56,25	0,1432	7,4233
1673	45206,73	14,22	0,01413	4781,36	62,63	0,1334	6,8573
1764	44206,09	15,00	0,01414	4786,20	69,66	0,1305	6,6847
2033	41005,36	17,29	0,01419	4801,94	92,52	0,1209	6,1327
2 передача, ГДТ разблокирован							
0	44394,02	0,00	0,01400	4738,23	0,00	0,1312	6,7344

Продолжение таблицы 2.7

310	41461,74	5,06	0,01402	4743,70	7,94	0,1225	6,2320
471	40615,02	7,69	0,01404	4750,85	18,33	0,1200	6,0850
632	38609,34	10,32	0,01407	4760,96	33,01	0,1140	5,7394
798	35796,88	13,03	0,01411	4774,42	52,55	0,1056	5,2555
978	32992,83	15,98	0,01416	4792,66	79,04	0,0973	4,7717
1187	30190,30	19,38	0,01424	4818,34	116,33	0,0889	4,2858
1298	28729,42	21,20	0,01428	4834,03	139,11	0,0846	4,0318
1428	27394,66	23,33	0,01434	4854,27	168,50	0,0805	3,7977
1511	26355,51	24,68	0,01438	4868,08	188,56	0,0774	3,6161
1585	25247,76	25,90	0,01442	4881,23	207,66	0,0741	3,4233
1673	23529,29	27,33	0,01447	4897,44	231,18	0,0690	3,1257
1764	23008,47	28,82	0,01452	4915,30	257,13	0,0674	3,0308
2033	21342,55	33,21	0,01469	4973,43	341,52	0,0623	2,7269
2 передача, ГДТ заблокирован							
1000	17293,95	16,34	0,01417	4795,14	82,63	0,0509	2,1058
1100	19578,05	17,97	0,01420	4807,09	99,98	0,0576	2,4886
1200	22841,06	19,60	0,01424	4820,17	118,99	0,0672	3,0372
1300	25451,47	21,24	0,01428	4834,40	139,65	0,0749	3,4750
1400	26919,82	22,87	0,01433	4849,76	161,96	0,0792	3,7187
1500	26919,82	24,50	0,01438	4866,27	185,92	0,0791	3,7126
1600	26756,67	26,14	0,01443	4883,91	211,54	0,0786	3,6784
1700	26430,37	27,77	0,01449	4902,69	238,81	0,0775	3,6162
1800	26104,07	29,41	0,01454	4922,60	267,73	0,0765	3,5535
1900	25288,32	31,04	0,01461	4943,66	298,30	0,0740	3,4073
2000	24472,57	32,67	0,01467	4965,85	330,53	0,0715	3,2607
2100	23819,96	34,31	0,01474	4989,18	364,41	0,0695	3,1414
2200	23167,36	35,94	0,01481	5013,65	399,94	0,0675	3,0217
2300	22514,76	37,57	0,01489	5039,26	437,12	0,0655	2,9016
3 передача, ГДТ разблокирован							

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

45

0	31240,23	0,00	0,01400	4738,23	0,00	0,0923	4,4936
310	29176,78	7,20	0,01403	4749,27	16,04	0,0862	4,1389
471	28580,94	10,93	0,01408	4763,72	37,02	0,0844	4,0324
632	27169,54	14,67	0,01414	4784,13	66,65	0,0801	3,7851
798	25190,40	18,51	0,01422	4811,32	106,13	0,0742	3,4392
978	23217,17	22,70	0,01432	4848,14	159,60	0,0682	3,0908
1187	21245,03	27,54	0,01448	4900,00	234,91	0,0622	2,7372
1298	20217,00	30,12	0,01457	4931,69	280,92	0,0591	2,5513
1428	19277,72	33,15	0,01469	4972,56	340,27	0,0562	2,3771
1511	18546,47	35,07	0,01477	5000,45	380,77	0,0539	2,2429

Продолжение таблицы 2.7

1585	17766,94	36,80	0,01485	5027,01	419,34	0,0515	2,1010
1673	16557,65	38,83	0,01495	5059,73	466,85	0,0478	1,8841
1764	16191,15	40,95	0,01506	5095,81	519,24	0,0466	1,8088
2033	15018,83	47,20	0,01540	5213,18	689,67	0,0427	1,5671
3 передача, ГДТ заблокирован							
1000	12169,81	23,22	0,01434	4853,14	166,87	0,0356	1,2163
1100	13777,15	25,54	0,01441	4877,28	201,91	0,0402	1,4798
1200	16073,34	27,86	0,01449	4903,71	240,29	0,0469	1,8591
1	2	3	4	5	6	7	8
1300	17910,29	30,18	0,01457	4932,44	282,00	0,0523	2,1600
1400	18943,58	32,50	0,01467	4963,46	327,06	0,0552	2,3237
1500	18943,58	34,82	0,01476	4996,79	375,45	0,0551	2,3115
1600	18828,77	37,14	0,01487	5032,41	427,18	0,0546	2,2790
1700	18599,15	39,47	0,01498	5070,33	482,24	0,0538	2,2262
1800	18369,53	41,79	0,01510	5110,55	540,65	0,0530	2,1726
1900	17795,48	44,11	0,01523	5153,07	602,39	0,0512	2,0597
2000	17221,44	46,43	0,01536	5197,89	667,46	0,0493	1,9460
2100	16762,20	48,75	0,01550	5245,00	735,88	0,0478	1,8509
2200	16302,96	51,07	0,01564	5294,42	807,63	0,0463	1,7550
2300	15843,72	53,39	0,01580	5346,13	882,72	0,0447	1,6582
4 передача, ГДТ разблокирован							
0	20552,79	0,00	0,01400	4738,23	0,00	0,0607	2,6791
310	19195,25	10,94	0,01408	4763,74	37,05	0,0566	2,4396
471	18803,25	16,62	0,01417	4797,13	85,53	0,0554	2,3609
632	17874,70	22,30	0,01431	4844,28	153,99	0,0525	2,1862
798	16572,63	28,14	0,01450	4907,09	245,20	0,0484	1,9425
978	15274,46	34,51	0,01475	4992,17	368,75	0,0443	1,6914
1187	13976,99	41,87	0,01510	5111,99	542,74	0,0400	1,4277

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

46

1298	13300,66	45,79	0,01532	5185,20	649,04	0,0378	1,2863
1428	12682,71	50,39	0,01560	5279,63	786,16	0,0356	1,1471
1511	12201,62	53,30	0,01579	5344,07	879,74	0,0340	1,0420
1585	11688,78	55,94	0,01597	5405,43	968,84	0,0322	0,9327
1673	10893,19	59,02	0,01619	5481,03	1078,61	0,0296	0,7703
1764	10652,07	62,25	0,01644	5564,38	1199,64	0,0286	0,6989
2033	9880,81	71,74	0,01724	5835,56	1593,42	0,0254	0,4691
4 передача, ГДТ заблокирован							
1000	8006,46	35,29	0,01478	5003,73	385,53	0,0227	0,4562
1100	9063,91	38,82	0,01495	5059,48	466,49	0,0257	0,6148
1200	10574,57	42,34	0,01513	5120,55	555,16	0,0299	0,8483
1300	11783,09	45,87	0,01533	5186,92	651,54	0,0333	1,0286

Окончание таблицы 2.7

1400	12462,88	49,40	0,01554	5258,61	755,63	0,0350	1,1175
1500	12462,88	52,93	0,01577	5335,60	867,44	0,0348	1,0893
1600	12387,35	56,46	0,01601	5417,90	986,95	0,0343	1,0464
1700	12236,28	59,99	0,01627	5505,52	1114,17	0,0335	0,9888
1800	12085,22	63,52	0,01654	5598,44	1249,11	0,0328	0,9291
1900	11707,55	67,05	0,01683	5696,68	1391,75	0,0313	0,8292
2000	11329,89	70,57	0,01714	5800,22	1542,11	0,0298	0,7274
2100	11027,76	74,10	0,01746	5909,08	1700,18	0,0286	0,6364
2200	10725,63	77,63	0,01780	6023,24	1865,95	0,0273	0,5434
1	2	3	4	5	6	7	8
2300	10423,50	81,16	0,01815	6142,71	2039,44	0,0260	0,4485
5 передача, ГДТ заблокирован							
1000	5844,71	48,34	0,01547	5236,44	723,45	0,0156	0,0050
1100	6616,66	53,17	0,01578	5341,07	875,38	0,0175	0,0974
1200	7719,43	58,01	0,01612	5455,66	1041,77	0,0203	0,2422
1300	8601,65	62,84	0,01649	5580,21	1222,63	0,0225	0,3459
1400	9097,90	67,67	0,01689	5714,73	1417,96	0,0235	0,3807
1500	9097,90	72,51	0,01731	5859,21	1627,77	0,0230	0,3278
1600	9042,76	77,34	0,01777	6013,66	1852,04	0,0223	0,2620
1700	8932,49	82,18	0,01825	6178,07	2090,77	0,0215	0,1831
1800	8822,21	87,01	0,01877	6352,44	2343,98	0,0205	0,1007
1900	8546,51	91,84	0,01931	6536,78	2611,66	0,0191	-0,0135
2000	8270,82	96,68	0,01989	6731,08	2893,81	0,0176	-0,1312
2100	8050,27	101,51	0,02049	6935,35	3190,42	0,0162	-0,2433
2200	7829,71	106,34	0,02112	7149,58	3501,50	0,0149	-0,3591
2300	7609,16	111,18	0,02179	7373,78	3827,06	0,0134	-0,4784
6 передача, ГДТ заблокирован							
1000	5044,07	56,01	0,01598	5407,16	971,35	0,0126	-0,1930
1100	5710,27	61,61	0,01639	5547,63	1175,33	0,0141	-0,1316

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

47

1200	6661,98	67,21	0,01685	5701,49	1398,74	0,0164	-0,0268
1300	7423,34	72,81	0,01734	5868,72	1641,57	0,0181	0,0409
1400	7851,61	78,42	0,01787	6049,33	1903,84	0,0187	0,0473
1500	7851,61	84,02	0,01845	6243,32	2185,53	0,0180	-0,0237
1600	7804,03	89,62	0,01906	6450,69	2486,65	0,0172	-0,1077
1700	7708,86	95,22	0,01971	6671,44	2807,19	0,0161	-0,2046
1800	7613,69	100,82	0,02040	6905,56	3147,16	0,0151	-0,3063
1900	7375,76	106,42	0,02114	7153,06	3506,56	0,0135	-0,4372
2000	7137,83	112,02	0,02191	7413,95	3885,38	0,0119	-0,5729
2100	6947,49	117,62	0,02272	7688,21	4283,64	0,0104	-0,7055
2200	6757,15	123,22	0,02357	7975,85	4701,31	0,0089	-0,8429
2300	6566,81	128,83	0,02446	8276,87	5138,42	0,0073	-0,9853

Таблица 2.8 – Тяговая и динамическая характеристика автопоезда с включенной понижающей передачей в раздаточной коробке

$n_T, \text{мин}^{-1}$	$P_K, \text{Н}$	$V, \text{км/ч}$	Ψ	$P_{\Psi}, \text{Н}$	$P_B, \text{Н}$	D	$\alpha, \text{град}$
1	2	3	4	5	6	7	8
1 передача, ГДТ разблокирован							
0	147204,13	0,00	0,01400	4738,23	0,00	0,4349	24,9768
310	137481,13	1,53	0,01400	4738,73	0,72	0,4062	23,1625
471	134673,53	2,32	0,01400	4739,38	1,67	0,3979	22,6432
1	2	3	4	5	6	7	8
632	128022,99	3,11	0,01401	4740,30	3,00	0,3783	21,4213
798	118697,27	3,93	0,01401	4741,52	4,78	0,3507	19,7255
978	109399,43	4,82	0,01401	4743,18	7,19	0,3232	18,0532
1187	100106,67	5,85	0,01402	4745,52	10,58	0,2958	16,3980
1298	95262,59	6,39	0,01403	4746,94	12,65	0,2814	15,5410
1428	90836,71	7,04	0,01403	4748,78	15,33	0,2684	14,7611
1511	87391,05	7,44	0,01403	4750,04	17,15	0,2582	14,1561
1585	83717,91	7,81	0,01404	4751,24	18,89	0,2473	13,5130
1673	78019,71	8,24	0,01404	4752,71	21,03	0,2305	12,5191
1764	76292,76	8,69	0,01405	4754,33	23,39	0,2254	12,2183
2033	70768,80	10,02	0,01406	4759,62	31,06	0,2090	11,2584
2 передача, ГДТ разблокирован							
0	76617,09	0,00	0,01400	4738,23	0,00	0,2264	12,2806
310	71556,44	2,93	0,01401	4740,07	2,67	0,2114	11,4020
471	70095,14	4,46	0,01401	4742,47	6,15	0,2071	11,1482
632	66633,65	5,98	0,01402	4745,86	11,08	0,1969	10,5486
798	61779,78	7,55	0,01404	4750,38	17,64	0,1825	9,7101
978	56940,43	9,26	0,01405	4756,50	26,54	0,1682	8,8758
1187	52103,71	11,23	0,01408	4765,13	39,06	0,1539	8,0430

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

48

1298	49582,46	12,28	0,01410	4770,39	46,70	0,1464	7,6094
1428	47278,87	13,52	0,01412	4777,19	56,57	0,1396	7,2129
1511	45485,46	14,30	0,01413	4781,83	63,31	0,1342	6,9048
1585	43573,66	15,01	0,01414	4786,24	69,72	0,1286	6,5767
1673	40607,85	15,83	0,01416	4791,68	77,62	0,1198	6,0687
1764	39709,00	16,70	0,01418	4797,68	86,33	0,1171	5,9133
2033	36833,88	19,24	0,01423	4817,19	114,66	0,1086	5,4163
2 передача, ГДТ заблокирован							
1000	29846,63	9,47	0,01406	4757,34	27,74	0,0881	4,2498
1100	33788,64	10,41	0,01407	4761,35	33,57	0,0998	4,9185
1200	39420,08	11,36	0,01408	4765,74	39,95	0,1164	5,8758
1300	43925,23	12,31	0,01410	4770,52	46,88	0,1297	6,6425
1400	46459,38	13,25	0,01411	4775,68	54,38	0,1371	7,0734

Продолжение таблицы 2.8

1500	46459,38	14,20	0,01413	4781,22	62,42	0,1371	7,0714
1600	46177,81	15,15	0,01414	4787,14	71,02	0,1363	7,0211
1700	45614,66	16,09	0,01416	4793,44	80,18	0,1346	6,9226
1800	45051,52	17,04	0,01418	4800,13	89,89	0,1329	6,8239
1900	43643,66	17,99	0,01420	4807,20	100,15	0,1287	6,5809
2000	42235,80	18,93	0,01423	4814,65	110,97	0,1245	6,3379
2100	41109,51	19,88	0,01425	4822,48	122,34	0,1212	6,1430
2200	39983,22	20,82	0,01427	4830,70	134,27	0,1178	5,9479
1	2	3	4	5	6	7	8
2300	38856,93	21,77	0,01430	4839,30	146,76	0,1145	5,7528
3 передача, ГДТ разблокирован							
0	53915,73	0,00	0,01400	4738,23	0,00	0,1593	8,3635
310	50354,53	4,17	0,01401	4741,94	5,38	0,1488	7,7521
471	49326,21	6,34	0,01403	4746,79	12,43	0,1457	7,5743
632	46890,35	8,50	0,01405	4753,64	22,38	0,1385	7,1552
798	43474,66	10,73	0,01407	4762,77	35,63	0,1284	6,5684
978	40069,19	13,16	0,01411	4775,13	53,58	0,1183	5,9830
1187	36665,57	15,96	0,01416	4792,54	78,87	0,1081	5,3967
1298	34891,36	17,45	0,01419	4803,18	94,31	0,1029	5,0908
1428	33270,31	19,21	0,01423	4816,90	114,24	0,0980	4,8100
1511	32008,29	20,32	0,01426	4826,27	127,84	0,0943	4,5919
1585	30662,95	21,32	0,01429	4835,18	140,79	0,0903	4,3599
1673	28575,89	22,50	0,01432	4846,17	156,74	0,0841	4,0013
1764	27943,37	23,73	0,01435	4858,28	174,33	0,0822	3,8894
2033	25920,14	27,35	0,01447	4897,69	231,55	0,0760	3,5314
3 передача, ГДТ заблокирован							

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

49

1000	21003,18	13,45	0,01411	4776,81	56,02	0,0619	2,7414
1100	23777,19	14,80	0,01414	4784,91	67,79	0,0701	3,2090
1200	27740,06	16,14	0,01416	4793,79	80,67	0,0818	3,8785
1300	30910,35	17,49	0,01419	4803,43	94,68	0,0911	4,4136
1400	32693,64	18,83	0,01422	4813,85	109,80	0,0963	4,7130
1500	32693,64	20,18	0,01426	4825,04	126,05	0,0963	4,7089
1600	32495,49	21,52	0,01429	4837,00	143,42	0,0957	4,6708
1700	32099,21	22,87	0,01433	4849,73	161,91	0,0945	4,5988
1800	31702,92	24,21	0,01437	4863,23	181,51	0,0932	4,5264
1900	30712,20	25,56	0,01441	4877,51	202,24	0,0903	4,3528
2000	29721,49	26,90	0,01446	4892,55	224,09	0,0873	4,1789
2100	28928,91	28,25	0,01450	4908,37	247,06	0,0849	4,0384
2200	28136,34	29,59	0,01455	4924,96	271,15	0,0825	3,8977

Продолжение таблицы 2.8

2300	27343,77	30,94	0,01460	4942,32	296,36	0,0801	3,7567
4 передача, ГДТ разблокирован							
0	35470,88	0,00	0,01400	4738,23	0,00	0,1048	5,2133
310	33127,98	6,34	0,01403	4746,80	12,44	0,0979	4,8115
471	32451,45	9,63	0,01406	4758,00	28,71	0,0958	4,6923
632	30848,91	12,92	0,01411	4773,83	51,70	0,0910	4,4140
798	28601,75	16,31	0,01417	4794,92	82,32	0,0843	4,0244
978	26361,31	20,00	0,01425	4823,49	123,80	0,0776	3,6335
1187	24122,09	24,26	0,01437	4863,72	182,22	0,0708	3,2386
1298	22954,84	26,53	0,01444	4888,29	217,91	0,0673	3,0316
1	2	3	4	5	6	7	8
1428	21888,36	29,20	0,01454	4920,00	263,94	0,0640	2,8390
1511	21058,08	30,89	0,01460	4941,63	295,36	0,0615	2,6903
1585	20172,99	32,41	0,01466	4962,23	325,27	0,0588	2,5326
1673	18799,93	34,20	0,01474	4987,61	362,13	0,0547	2,2905
1764	18383,80	36,07	0,01482	5015,60	402,76	0,0534	2,2098
2033	17052,72	41,57	0,01509	5106,64	534,97	0,0491	1,9508
4 передача, ГДТ заблокирован							
1000	13817,88	20,45	0,01426	4827,37	129,44	0,0405	1,5049
1100	15642,89	22,49	0,01432	4846,09	156,62	0,0458	1,8073
1200	18250,04	24,54	0,01438	4866,59	186,39	0,0535	2,2417
1300	20335,75	26,58	0,01445	4888,87	218,75	0,0596	2,5871
1400	21508,97	28,62	0,01452	4912,94	253,69	0,0630	2,7773
1500	21508,97	30,67	0,01459	4938,79	291,23	0,0629	2,7678
1600	21378,61	32,71	0,01467	4966,42	331,35	0,0624	2,7356

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

50

1700	21117,90	34,76	0,01476	4995,84	374,07	0,0615	2,6806
1800	20857,18	36,80	0,01485	5027,03	419,37	0,0606	2,6249
1900	20205,40	38,85	0,01495	5060,02	467,26	0,0586	2,5023
2000	19553,61	40,89	0,01505	5094,78	517,74	0,0566	2,3791
2100	19032,18	42,94	0,01516	5131,32	570,81	0,0549	2,2773
2200	18510,75	44,98	0,01527	5169,65	626,47	0,0532	2,1748
2300	17989,32	47,03	0,01539	5209,77	684,71	0,0515	2,0718
5 передача, ГДТ заблокирован							
1000	10087,06	28,01	0,01449	4905,50	242,89	0,0292	0,8444
1100	11419,31	30,81	0,01460	4940,62	293,90	0,0330	1,0572
1200	13322,53	33,61	0,01471	4979,10	349,76	0,0385	1,3655
1300	14845,10	36,41	0,01484	5020,91	410,48	0,0429	1,6081
1400	15701,55	39,21	0,01497	5066,08	476,06	0,0453	1,7367
1500	15701,55	42,01	0,01511	5114,58	546,50	0,0451	1,7189
1600	15606,39	44,81	0,01527	5166,44	621,79	0,0446	1,6838

Окончание таблицы 2.8

1700	15416,07	47,61	0,01543	5221,63	701,95	0,0439	1,6313
1800	15225,74	50,42	0,01560	5280,18	786,96	0,0431	1,5777
1900	14749,94	53,22	0,01578	5342,07	876,83	0,0415	1,4744
2000	14274,14	56,02	0,01598	5407,30	971,55	0,0399	1,3699
2100	13893,49	58,82	0,01618	5475,88	1071,14	0,0385	1,2803
2200	13512,85	61,62	0,01639	5547,81	1175,58	0,0371	1,1895
2300	13132,20	64,42	0,01661	5623,08	1284,88	0,0358	1,0975
6 передача, ГДТ заблокирован							
1000	8705,27	32,45	0,01466	4962,81	326,12	0,0250	0,5895
1100	9855,02	35,70	0,01480	5009,98	394,60	0,0282	0,7669
1200	11497,52	38,95	0,01496	5061,63	469,61	0,0329	1,0261
1300	12811,53	42,19	0,01512	5117,78	551,14	0,0366	1,2281
1	2	3	4	5	6	7	8
1400	13550,65	45,44	0,01530	5178,41	639,19	0,0385	1,3311
1500	13550,65	48,68	0,01549	5243,54	733,76	0,0383	1,3073
1600	13468,53	51,93	0,01570	5313,16	834,86	0,0378	1,2679
1700	13304,28	55,17	0,01592	5387,28	942,47	0,0371	1,2129
1800	13140,03	58,42	0,01615	5465,88	1056,61	0,0363	1,1563
1900	12729,40	61,66	0,01640	5548,98	1177,28	0,0348	1,0564
2000	12318,77	64,91	0,01665	5636,56	1304,46	0,0333	0,9547
2100	11990,27	68,15	0,01693	5728,64	1438,17	0,0320	0,8654
2200	11661,77	71,40	0,01721	5825,21	1578,40	0,0307	0,7744
2300	11333,27	74,65	0,01751	5926,28	1725,15	0,0294	0,6818

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

51

На основании таблиц строим графики зависимостей $P_k = f(V)$ и $D = f(V)$, а также $P_w = f(V)$, $P_\psi = f(V)$ рисунки 2.5 – 2.10.

					23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

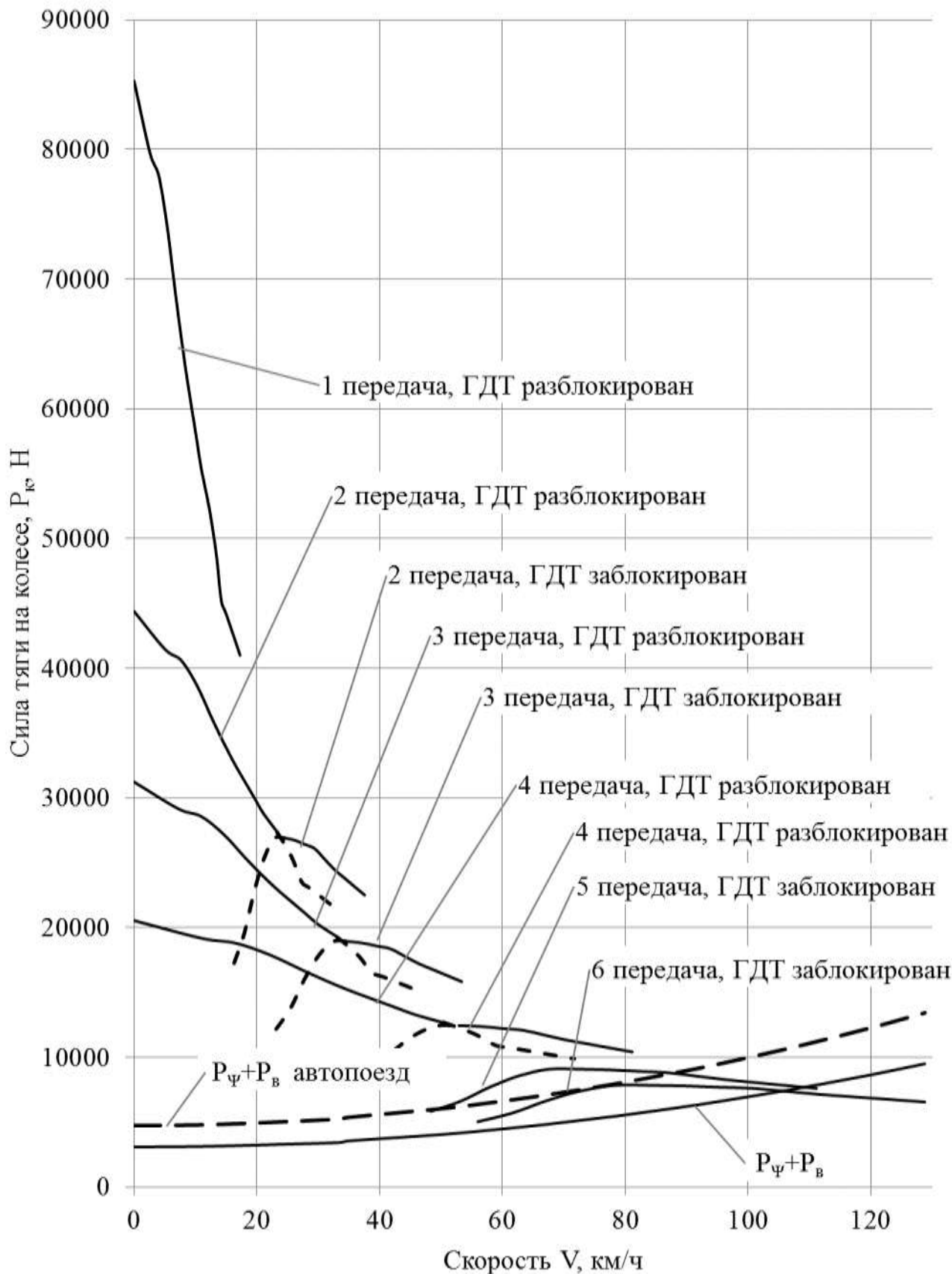


Рисунок 2.5– Тяговый баланс автомобиля и автопоезда с включенной повышающей передачей в раздаточной коробке

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

53

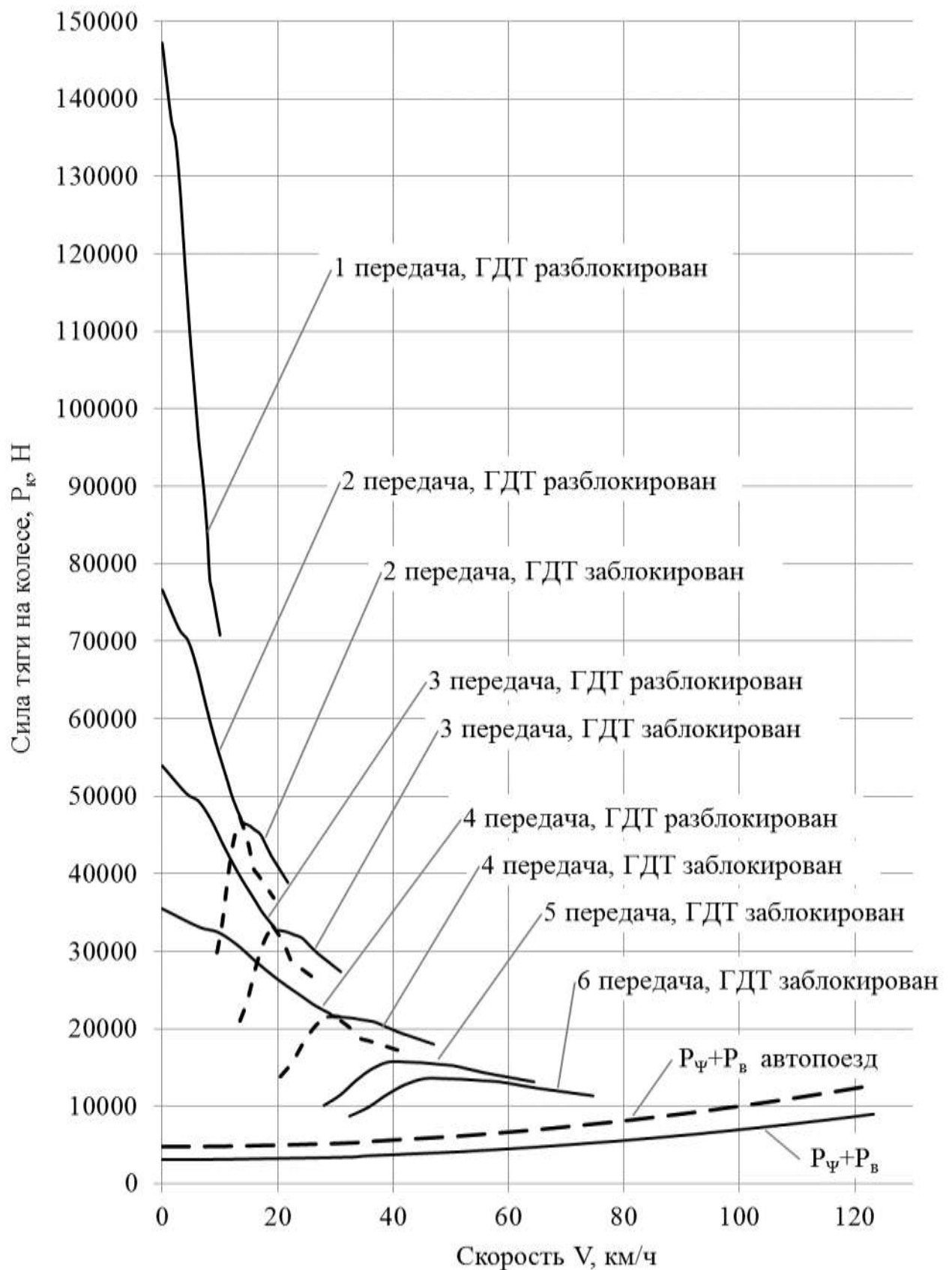


Рисунок 2.6 – Тяговый баланс автомобиля и автопоезда с включенной понижающей передачей в раздаточной коробке

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

54

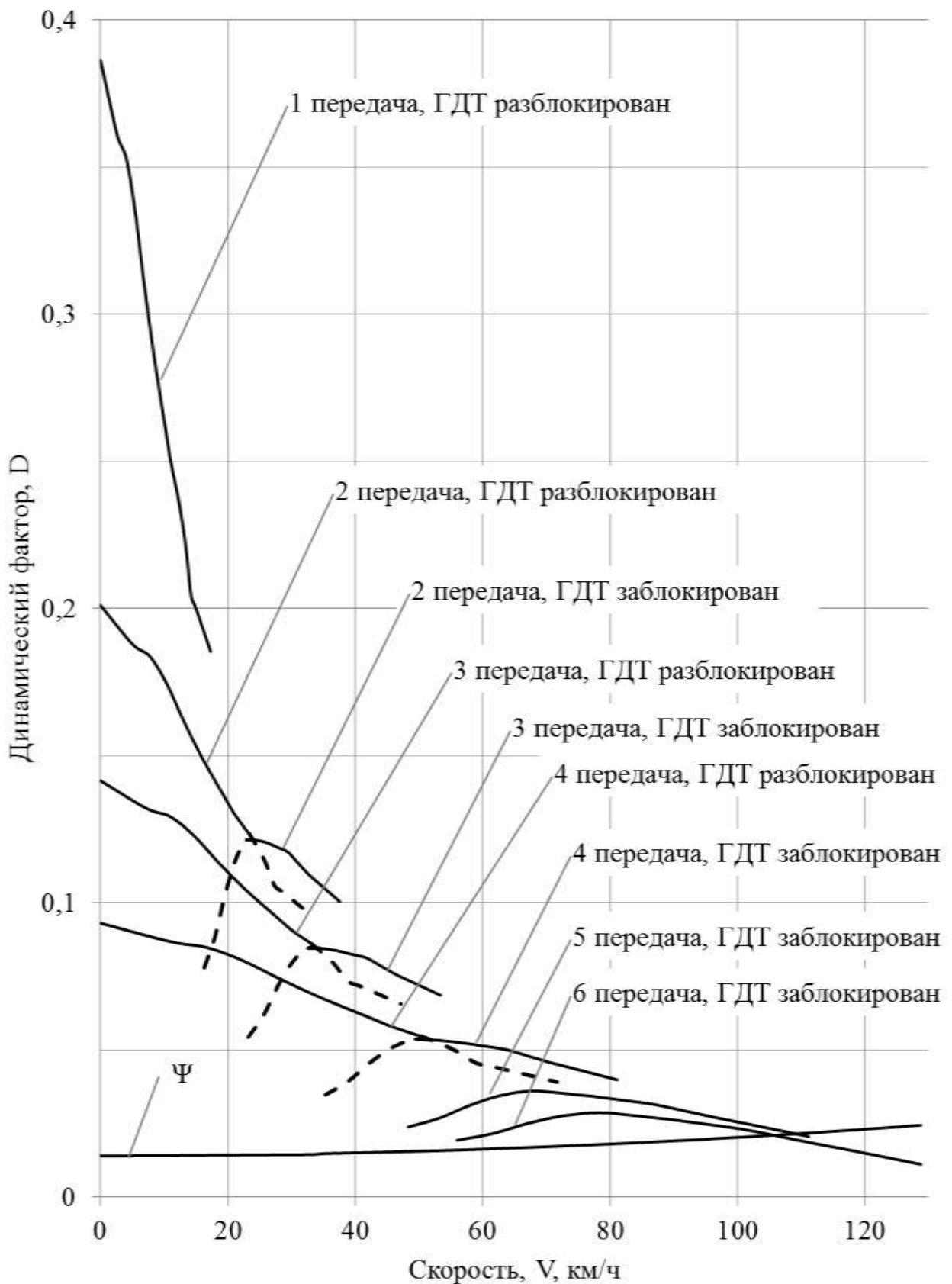


Рисунок 2.7 – Динамический баланс автомобиля с включенной повышающей передачей в раздаточной коробке

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

55

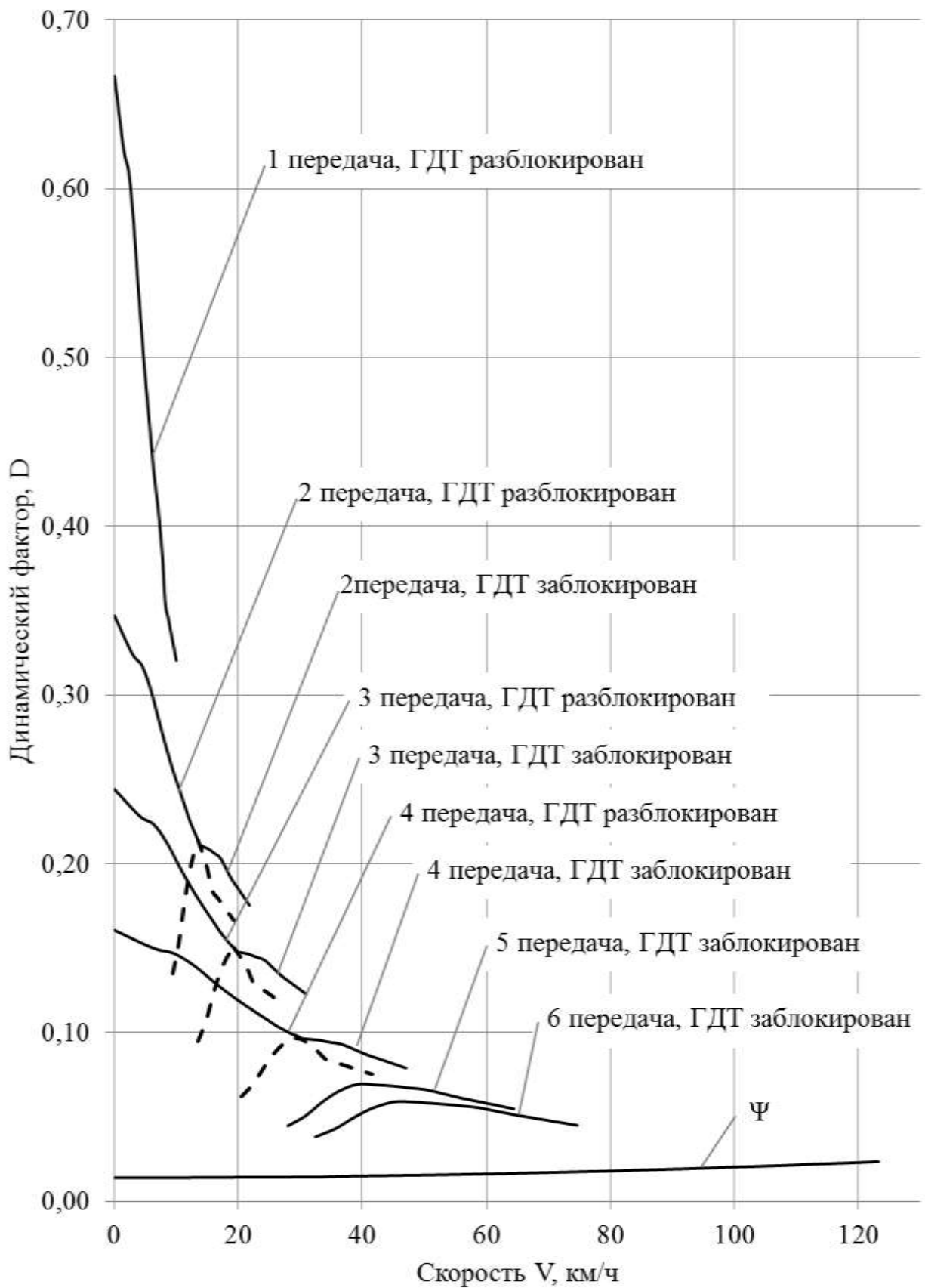


Рисунок 2.8 – Динамический баланс автомобиля с включенной понижающей передачей в раздаточной коробке

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

56

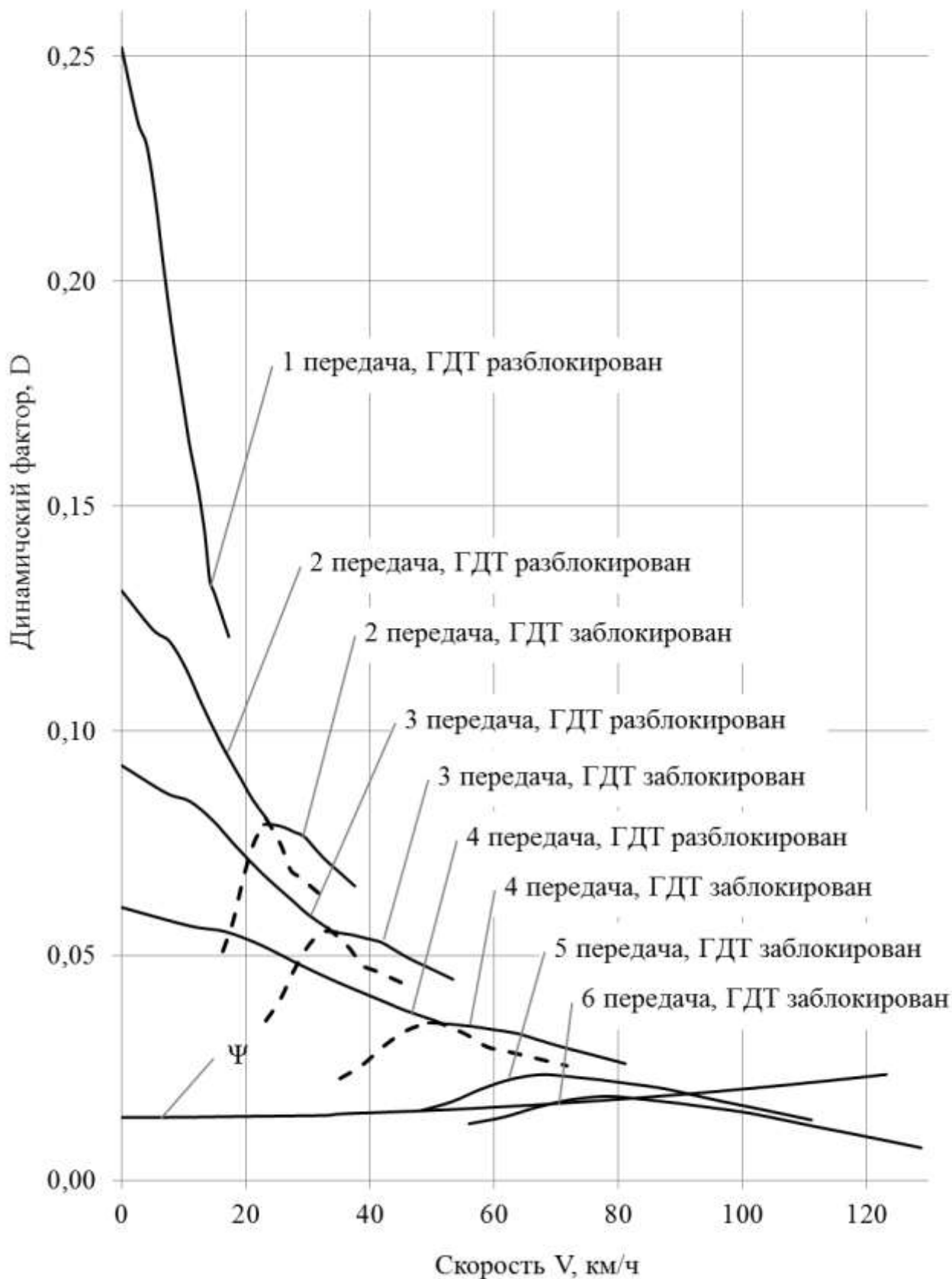


Рисунок 2.9 – Динамический баланс автопоезда с включенной повышающей передачей в раздаточной коробке

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

57

Вывод по второму разделу: исходя из теоретических расчетов и графиков видно, что броневедомитель не способен преодолеть подъем в 31° заявленный в технической характеристике, с включенной повышающей передачей в раздаточной коробке, указанная максимальная скорость автомобиля и автопоезда может быть достигнута.

									Лист
									58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР				

3 ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО УЛУЧШЕНИЮ ТЯГОВО-СКОРОСТНЫХ СВОЙСТВ АВТОМОБИЛЯ

Бронеавтомобиль Урал-63095 является автомобилем повышенной проходимости, следовательно, для него актуальна возможность преодоления больших уклонов дороги, порядка 60%, причем как с места, так и с ходу. Преодоление уклона с места целиком зависит от тяговых характеристик автомобиля, тогда как на преодоление того же уклона с ходу требуется меньший запас силы тяги на колесе, пользуясь запасом кинетической энергии, накопленной во время разгона автомобиля по ровному участку дороги. Обеспечение технической возможности для движения автомобиля с максимальной скоростью по шоссе не менее 100 км/ч объясняется необходимостью движения автомобиля в составе автоколонны, причем автоколонна может состоять из транспортных средств различных категорий.

3.1 Поиск оптимального решения

3.1.1 Замена штатного гидротрансформатора на гидротрансформатор МЗКТ с активным диаметром 430 мм

Замена штатного гидротрансформатора на гидротрансформатор с параметрами $D_a = 430$ мм, $K = 2,11$ характеристика представлена на рисунке 3.1.

Раздаточная коробка базовая модели ZF Stayer VG2000, высшая передача 0,89

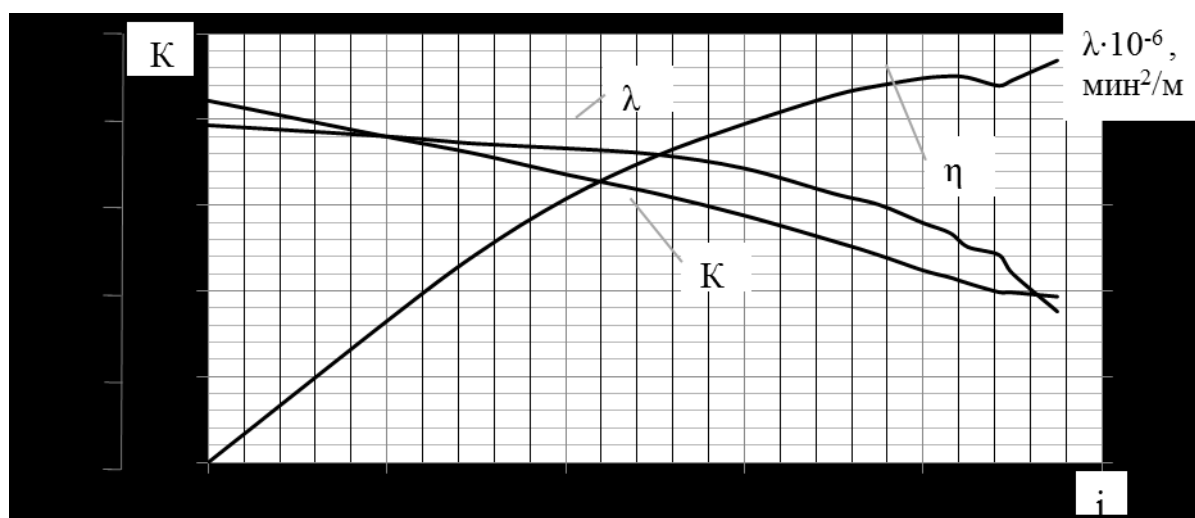


Рисунок 3.1 – Безразмерная характеристика ГДТ $D_a = 430$ мм

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

59

Таблица 3.1 – Нагрузочная характеристика гидротрансформатора

$n_H, \text{мин}^{-1}$	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2300
$\lambda_H = 3,93 \cdot 10^6, \text{мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	491,25	707,40	962,85	1257,60	1591,65	1965,00	2377,65	2598,72
$\lambda_H = 3,8 \cdot 10^6, \text{мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	474,95	683,93	930,91	1215,88	1538,84	1899,81	2298,77	2512,49
$\lambda_H = 3,72 \cdot 10^6, \text{мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	464,34	668,65	910,10	1188,71	1504,46	1857,35	2247,40	2456,35
$\lambda_H = 3,66 \cdot 10^6, \text{мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	457,52	658,82	896,73	1171,24	1482,35	1830,06	2214,37	2420,26
$\lambda_H = 3,59 \cdot 10^6, \text{мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	448,80	646,27	879,64	1148,92	1454,10	1795,19	2172,18	2374,14
$\lambda_H = 3,43 \cdot 10^6, \text{мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	428,33	616,79	839,52	1096,52	1387,78	1713,31	2073,11	2265,86
$\lambda_H = 3,14 \cdot 10^6, \text{мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	391,56	563,85	767,46	1002,39	1268,66	1566,24	1895,15	2071,35
$\lambda_H = 3,01 \cdot 10^6, \text{мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	375,64	540,92	736,26	961,64	1217,07	1502,56	1818,10	1987,14
$\lambda_H = 2,79 \cdot 10^6, \text{мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	348,73	502,17	683,51	892,74	1129,88	1394,91	1687,84	1844,77
$\lambda_H = 2,67 \cdot 10^6, \text{мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	334,32	481,43	655,27	855,87	1083,21	1337,29	1618,13	1768,57
$\lambda_H = 2,51 \cdot 10^6, \text{мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	313,86	451,95	615,16	803,47	1016,89	1255,42	1519,06	1660,29
$\lambda_H = 2,42 \cdot 10^6, \text{мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	302,10	435,03	592,12	773,39	978,82	1208,42	1462,18	1598,13
$\lambda_H = 2,20 \cdot 10^6, \text{мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	275,19	396,28	539,38	704,49	891,62	1100,77	1331,93	1455,76
$\lambda_H = 1,76 \cdot 10^6, \text{мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	219,85	316,58	430,91	562,82	712,31	879,40	1064,07	1163,01

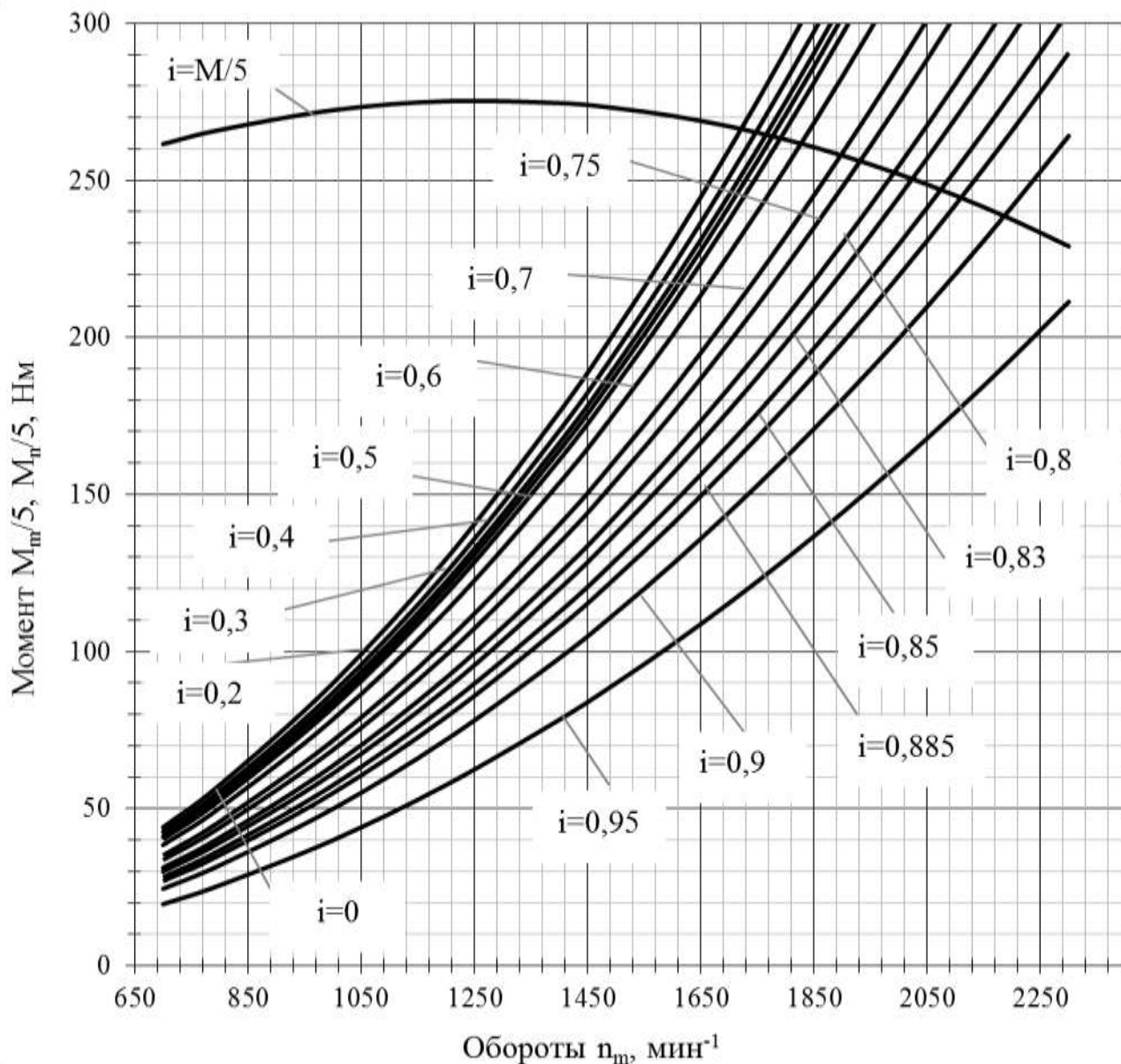


Рисунок 3.2 – Согласование характеристик гидротрансформатора и двигателя

Таблица 3.2 – Выходная характеристика системы двигатель-гидротансформатор

i	n_H	n_T	M_H	M_T	N_T
0,00	1721,45	0,00	1332,13	3223,74	0,00
0,20	1747,41	349,48	1326,85	2812,92	102,94
0,30	1765,31	529,59	1323,04	2606,39	144,54
0,40	1776,75	710,70	1320,53	2403,37	178,86
0,50	1790,74	895,37	1317,39	2200,04	206,27
0,60	1827,05	1096,23	1308,84	1989,43	228,36
0,70	1897,68	1328,37	1290,57	1768,08	245,93
0,75	1931,48	1448,61	1281,06	1665,38	252,62

0,80	1991,56	1593,25	1262,94	1540,79	257,05
------	---------	---------	---------	---------	--------

Окончание таблицы 3.2

0,83	2023,52	1679,52	1252,67	1478,15	259,96
0,85	2074,10	1762,99	1235,50	1420,82	262,29
0,89	2109,74	1867,12	1222,74	1332,79	260,57
0,90	2186,13	1967,51	1193,53	1277,08	263,11
1,00	2363,44	2363,44	1116,00	1116,00	276,19

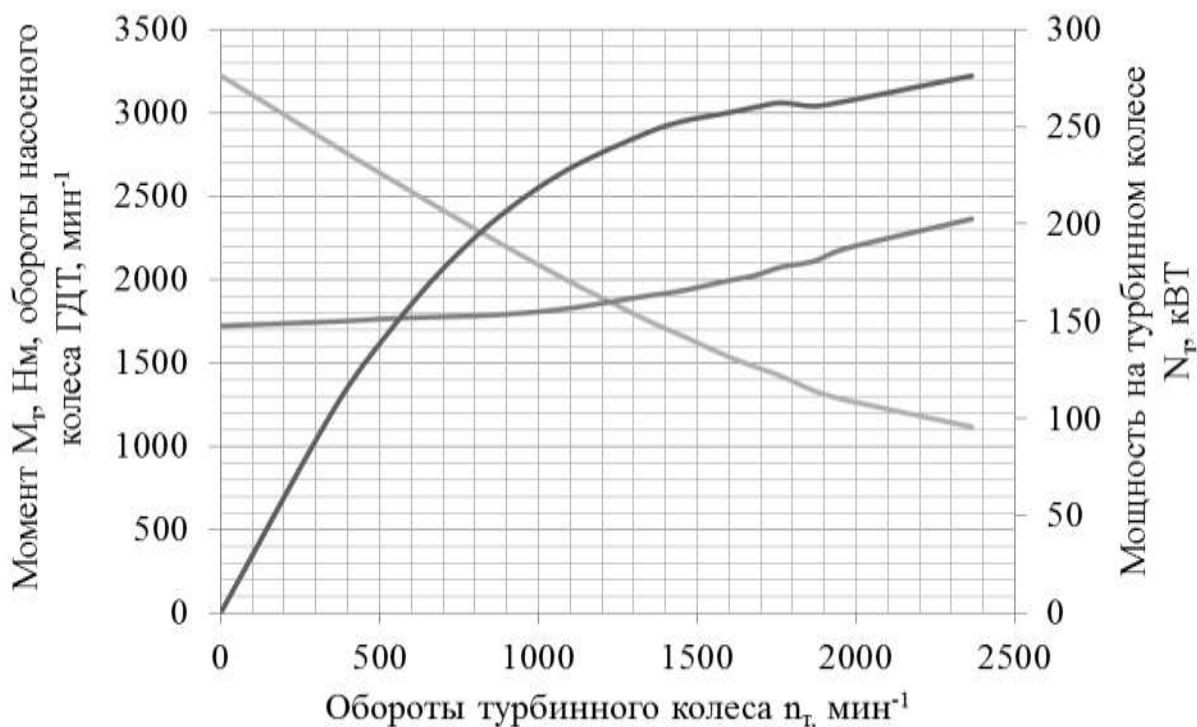


Рисунок 3.3 – Выходная характеристика системы двигатель - гидротрансформатор

Таблица 3.3– Тяговая и динамическая характеристика автомобиля с включенной повышающей передачей в раздаточной коробке на 1 и 6 передаче планетарной коробки передач

n_t , мин ⁻¹	$P_{к2}$, Н	V , км/ч	Ψ	P_{Ψ} , Н	$P_{в2}$, Н	D	α , град
1	2	3	4	5	6	7	8
1 передача, ГДТ разблокирован							
0,00	134106,27	0,00	0,0140	3090,15	0,00	0,6076	36,6348
349,48	117016,20	2,62	0,0140	3091,11	1,70	0,5301	31,2317
529,59	108424,66	3,97	0,0140	3092,34	3,91	0,4912	28,6347
710,70	99979,20	5,33	0,0141	3094,10	7,04	0,4529	26,1445

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

62

895,37	91520,80	6,72	0,0141	3096,42	11,18	0,4146	23,7041
1096,23	82759,59	8,22	0,0142	3099,55	16,75	0,3749	21,2247

Окончание таблицы 3.3

1329,37	73551,38	9,97	0,0143	3103,96	24,60	0,3331	18,6637
1448,61	69279,05	10,87	0,0143	3106,57	29,25	0,3137	17,4890
1593,25	64096,11	11,95	0,0144	3110,02	35,39	0,2902	16,0743
1679,52	61490,24	12,60	0,0145	3112,23	39,32	0,2784	15,3666
1762,99	59105,65	13,23	0,0145	3114,47	43,33	0,2676	14,7211
1867,12	55443,31	14,01	0,0146	3117,43	48,60	0,2510	13,7340
1967,51	53126,04	14,76	0,0146	3120,45	53,96	0,2404	13,1109
2363,44	46425,23	17,73	0,0149	3133,87	77,87	0,2100	11,3146

6 передача, ГДТ заблокирован

1	2	3	4	5	6	7	8
0,00	19117,28	0,00	0,0140	3090,15	0,00	0,0866	4,1692
349,48	16681,03	18,39	0,0142	3137,19	83,78	0,0752	3,5003
529,59	15456,28	27,87	0,0145	3198,16	192,40	0,0692	3,1372
710,70	14252,35	37,40	0,0149	3284,67	346,48	0,0630	2,7613
895,37	13046,58	47,12	0,0154	3398,89	549,94	0,0566	2,3650
1096,23	11797,64	57,69	0,0161	3552,95	824,36	0,0497	1,9288
1328,37	10484,98	69,91	0,0171	3769,72	1210,47	0,0420	1,4308
1448,61	9875,95	76,23	0,0177	3898,31	1439,52	0,0382	1,1796
1593,25	9137,11	83,85	0,0184	4067,75	1741,33	0,0335	0,8651
1679,52	8765,63	88,39	0,0189	4176,48	1935,01	0,0309	0,6900
1762,99	8425,70	92,78	0,0194	4287,14	2132,12	0,0285	0,5218
1867,12	7903,62	98,26	0,0201	4432,72	2391,42	0,0250	0,2809
1967,51	7573,29	103,54	0,0208	4580,98	2655,51	0,0223	0,0880
2363,44	6618,06	124,38	0,0237	5241,36	3831,81	0,0126	-

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

63

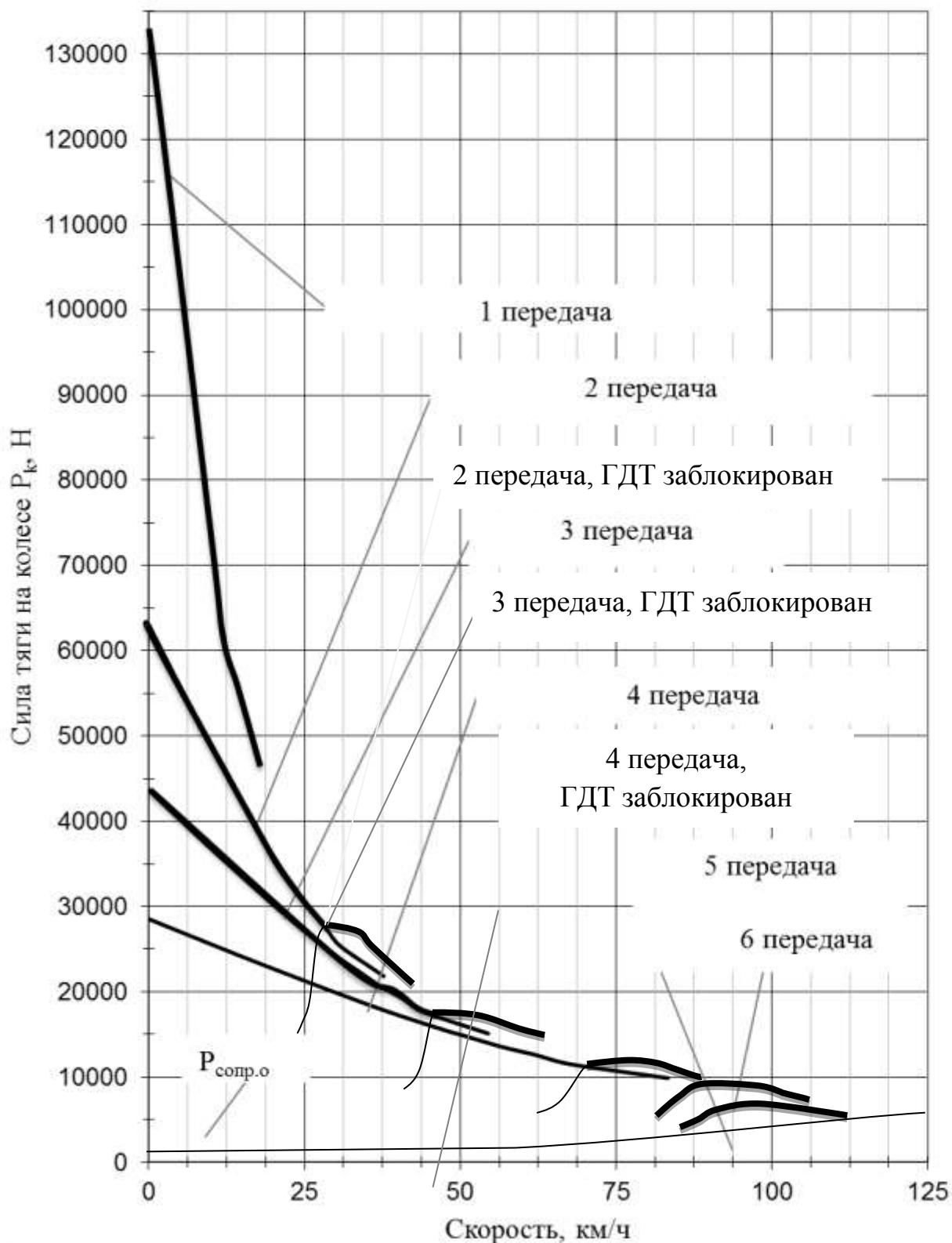


Рисунок 3.4– Тяговый баланс автомобиля с включенной повышающей передачей в раздаточной коробке

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

64

3.1.2 Замена штатного гидротрансформатора на гидротрансформатор МЗКТ с активным диаметром 430 мм и раздаточной коробки на МА3-6317

Замена штатной раздаточной коробки на раздаточную коробку МА3-6317 с передаточным числом 1,107. Замена штатного гидротрансформатора на гидротрансформатор с параметрами $D_a = 430$ мм, $K = 2,11$ характеристика ГДТ представлена на рисунке 3.5.

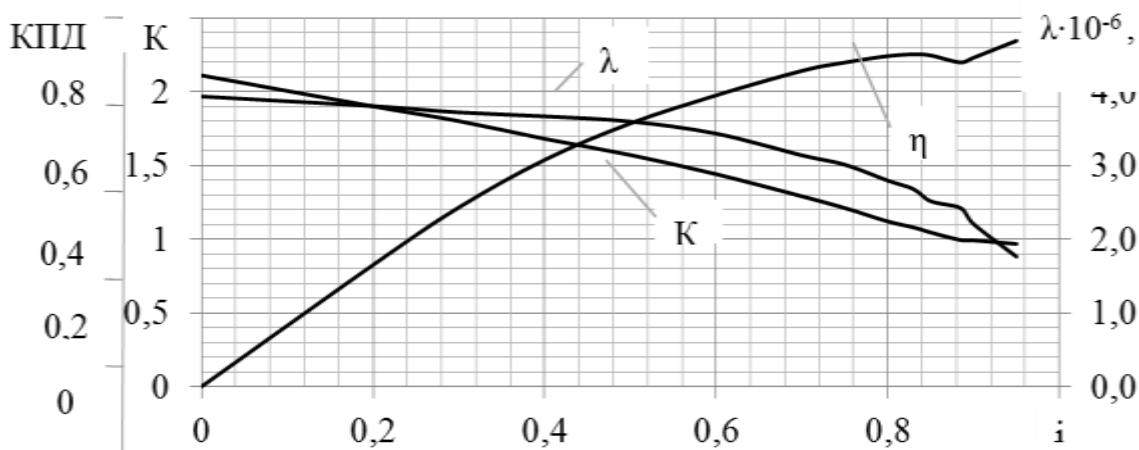


Рисунок 3.5 – Безразмерная характеристика ГДТ $D_a = 430$ мм

Таблица 3.4 – Нагрузочная характеристика гидротрансформатора

$n_H, \text{мин}^{-1}$	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2300
$\lambda_H = 3,93 \cdot 10^6, \text{мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	491,25	707,40	962,85	1257,60	1591,65	1965,00	2377,65	2598,72
$\lambda_H = 3,8 \cdot 10^6, \text{мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	474,95	683,93	930,91	1215,88	1538,84	1899,81	2298,77	2512,49
$\lambda_H = 3,72 \cdot 10^6, \text{мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	464,34	668,65	910,10	1188,71	1504,46	1857,35	2247,40	2456,35
$\lambda_H = 3,66 \cdot 10^6, \text{мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	457,52	658,82	896,73	1171,24	1482,35	1830,06	2214,37	2420,26
$\lambda_H = 3,59 \cdot 10^6, \text{мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	448,80	646,27	879,64	1148,92	1454,10	1795,19	2172,18	2374,14
$\lambda_H = 3,43 \cdot 10^6, \text{мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	428,33	616,79	839,52	1096,52	1387,78	1713,31	2073,11	2265,86
$\lambda_H = 3,14 \cdot 10^6, \text{мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	391,56	563,85	767,46	1002,39	1268,66	1566,24	1895,15	2071,35
$\lambda_H = 3,01 \cdot 10^6, \text{мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	375,64	540,92	736,26	961,64	1217,07	1502,56	1818,10	1987,14
$\lambda_H = 2,79 \cdot 10^6, \text{мин}^2/\text{м}$								

Окончание таблицы 3.4

$M_H, \text{Нм}$	348,73	502,17	683,51	892,74	1129,88	1394,91	1687,84	1844,77
$\lambda_H = 2,67 \cdot 10^6, \text{ мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	334,32	481,43	655,27	855,87	1083,21	1337,29	1618,13	1768,57
$\lambda_H = 2,51 \cdot 10^6, \text{ мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	313,86	451,95	615,16	803,47	1016,89	1255,42	1519,06	1660,29
$\lambda_H = 2,42 \cdot 10^6, \text{ мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	302,10	435,03	592,12	773,39	978,82	1208,42	1462,18	1598,13
$\lambda_H = 2,20 \cdot 10^6, \text{ мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	275,19	396,28	539,38	704,49	891,62	1100,77	1331,93	1455,76
$\lambda_H = 1,76 \cdot 10^6, \text{ мин}^2/\text{м}$								
$M_H, \text{Нм}$	219,85	316,58	430,91	562,82	712,31	879,40	1064,07	1163,01

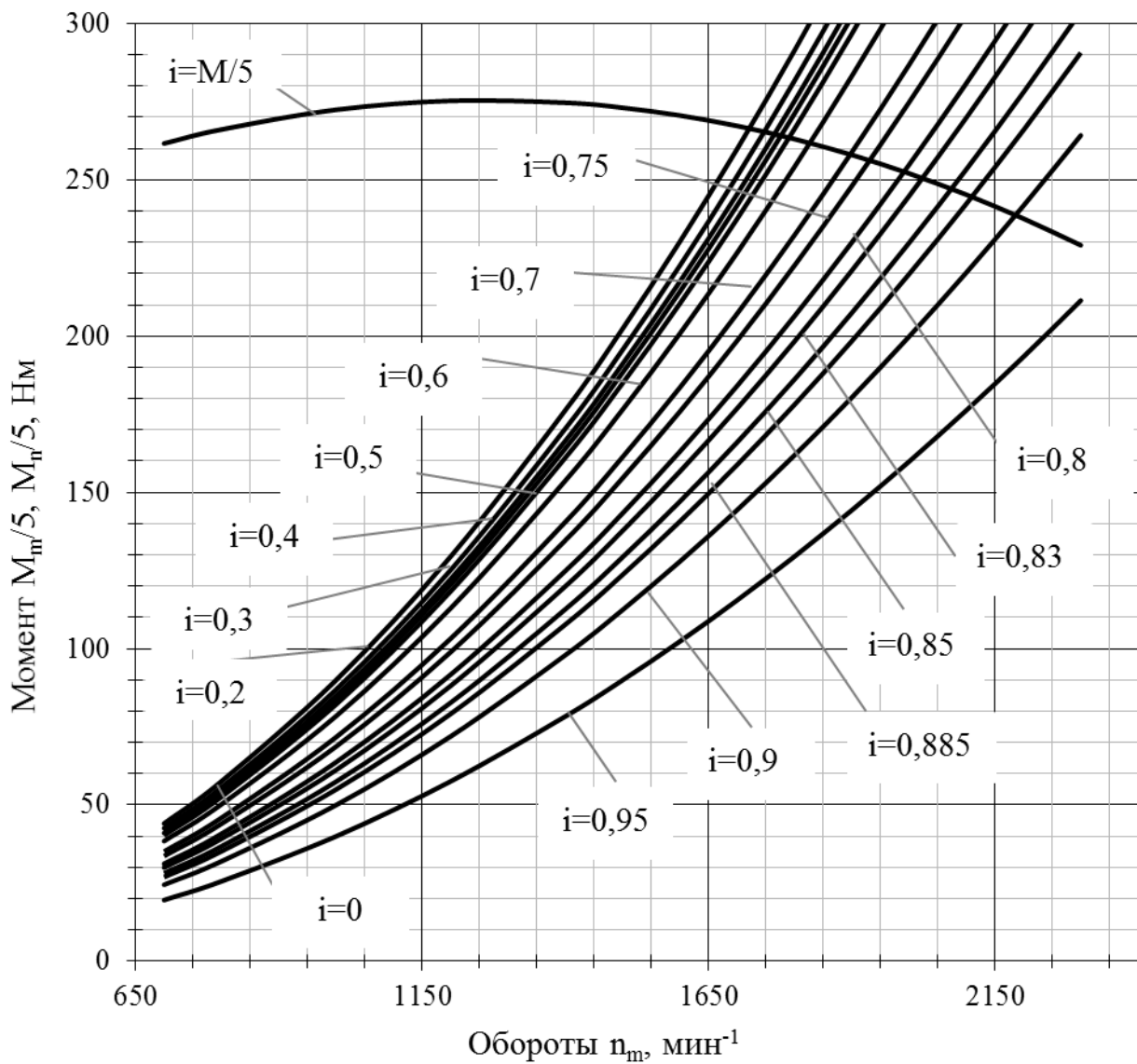


Рисунок 3.6 – Согласование характеристик гидротрансформатора и двигателя

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

66

Таблица 3.5 – Выходная характеристика системы двигатель-гидротрансформатор

i	n_H	n_T	M_H	M_T	N_T
0	1721,448	0,00	1332,13	3223,74	0,00
0,2	1747,406	349,48	1326,85	2812,92	102,94
0,3	1765,305	529,59	1323,04	2606,39	144,54
0,4	1776,745	710,70	1320,53	2403,37	178,86
0,5	1790,738	895,37	1317,39	2200,04	206,27
0,6	1827,052	1096,23	1308,84	1989,43	228,36
0,7	1897,678	1328,37	1290,57	1768,08	245,93
0,75	1931,485	1448,61	1281,06	1665,38	252,62
0,8	1991,564	1593,25	1262,94	1540,79	257,05
0,83	2023,52	1679,52	1252,67	1478,15	259,96
0,85	2074,102	1762,99	1235,50	1420,82	262,29
0,885	2109,737	1867,12	1222,74	1332,79	260,57
0,9	2186,126	1967,51	1193,53	1277,08	263,11
1	2363,445	2363,44	1116,00	1116,00	276,19
0	1721,448	0,00	1332,13	3223,74	0,00
0,2	1747,406	349,48	1326,85	2812,92	102,94

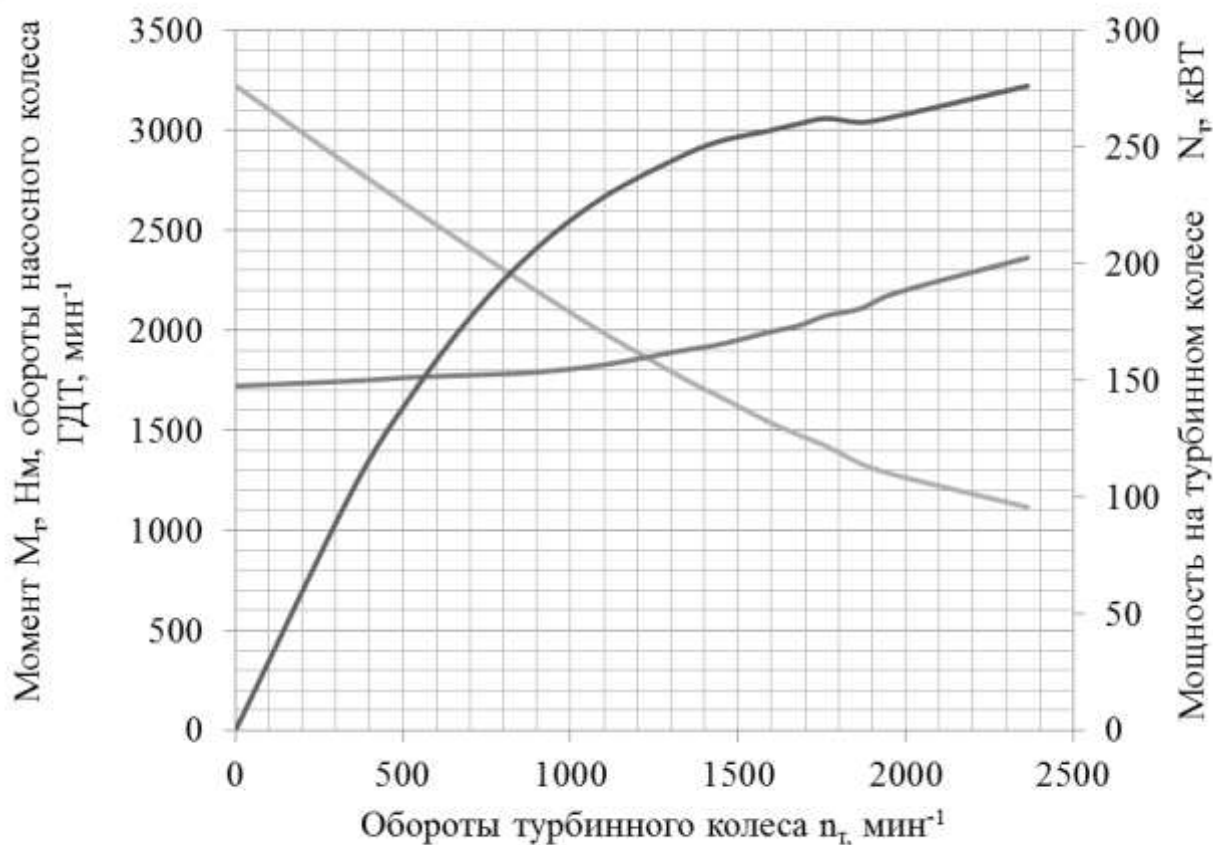


Рисунок 3.5 – Выходная характеристика системы двигатель - гидротрансформатор

Таблица 3.6 – Тяговая и динамическая характеристика автомобиля с включенной повышающей передачей в раздаточной коробке на 1 и 6 передаче планетарной коробки передач

$n_t, \text{мин}^{-1}$	$P_k, \text{Н}$	$V, \text{км/ч}$	Ψ	$P_\Psi, \text{Н}$	$P_{B2}, \text{Н}$	D	$\alpha, \text{град}$
1	2	3	4	5	6	7	8

1 передача, ГДТ разблокирован

0,00	150681,21	0,00	0,0140	3090,15	0,00	0,6827	42,2767
349,48	131478,88	2,33	0,0140	3090,91	1,35	0,5957	35,7798
529,59	121825,46	3,54	0,0140	3091,89	3,10	0,5519	32,7165
710,70	112336,18	4,75	0,0140	3093,28	5,58	0,5089	29,8072
895,37	102832,36	5,98	0,0140	3095,12	8,85	0,4658	26,9781
1096,23	92988,31	7,32	0,0140	3097,60	13,27	0,4212	24,1228
1328,37	82642,00	8,87	0,0140	3101,09	19,48	0,3743	21,1906
1448,61	77841,62	9,67	0,0141	3103,16	23,17	0,3526	19,8506

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

68

Окончание таблицы 3.6

1593,25	72018,10	10,64	0,0141	3105,89	28,03	0,3262	18,2404
1679,52	69090,16	11,21	0,0141	3107,64	31,15	0,3129	17,4366
1762,99	66410,84	11,77	0,0141	3109,42	34,32	0,3007	16,7040
1867,12	62295,85	12,47	0,0141	3111,76	38,49	0,2821	15,5850
1967,51	59692,18	13,14	0,0141	3114,15	42,74	0,2702	14,8796
2363,44	52163,17	15,78	0,0142	3124,78	61,68	0,2360	12,8502

6 передача, ГДТ заблокирован

0,00	21480,09	0,00	0,0140	3090,15	0,00	0,0973	4,7855
349,48	18742,73	16,37	0,0142	3127,41	66,37	0,0846	4,0446
529,59	17366,61	24,80	0,0144	3175,71	152,40	0,0780	3,6510
710,70	16013,88	33,29	0,0147	3244,23	274,45	0,0713	3,2491
895,37	14659,08	41,94	0,0151	3334,71	435,61	0,0644	2,8310
1096,23	13255,78	51,34	0,0157	3456,74	652,98	0,0571	2,3776
1328,37	11780,88	62,22	0,0164	3628,44	958,81	0,0490	1,8699
1448,61	11096,57	67,85	0,0169	3730,29	1140,25	0,0451	1,6183
1593,25	10266,41	74,62	0,0175	3864,51	1379,31	0,0403	1,3055
1679,52	9849,02	78,66	0,0179	3950,64	1532,72	0,0377	1,1348
1762,99	9467,08	82,57	0,0183	4038,29	1688,85	0,0352	0,9722
1867,12	8880,47	87,45	0,0188	4153,60	1894,25	0,0317	0,7364
1967,51	8509,31	92,15	0,0194	4271,04	2103,43	0,0290	0,5551
2363,44	7436,03	110,70	0,0217	4794,13	3035,18	0,0199	–

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

69

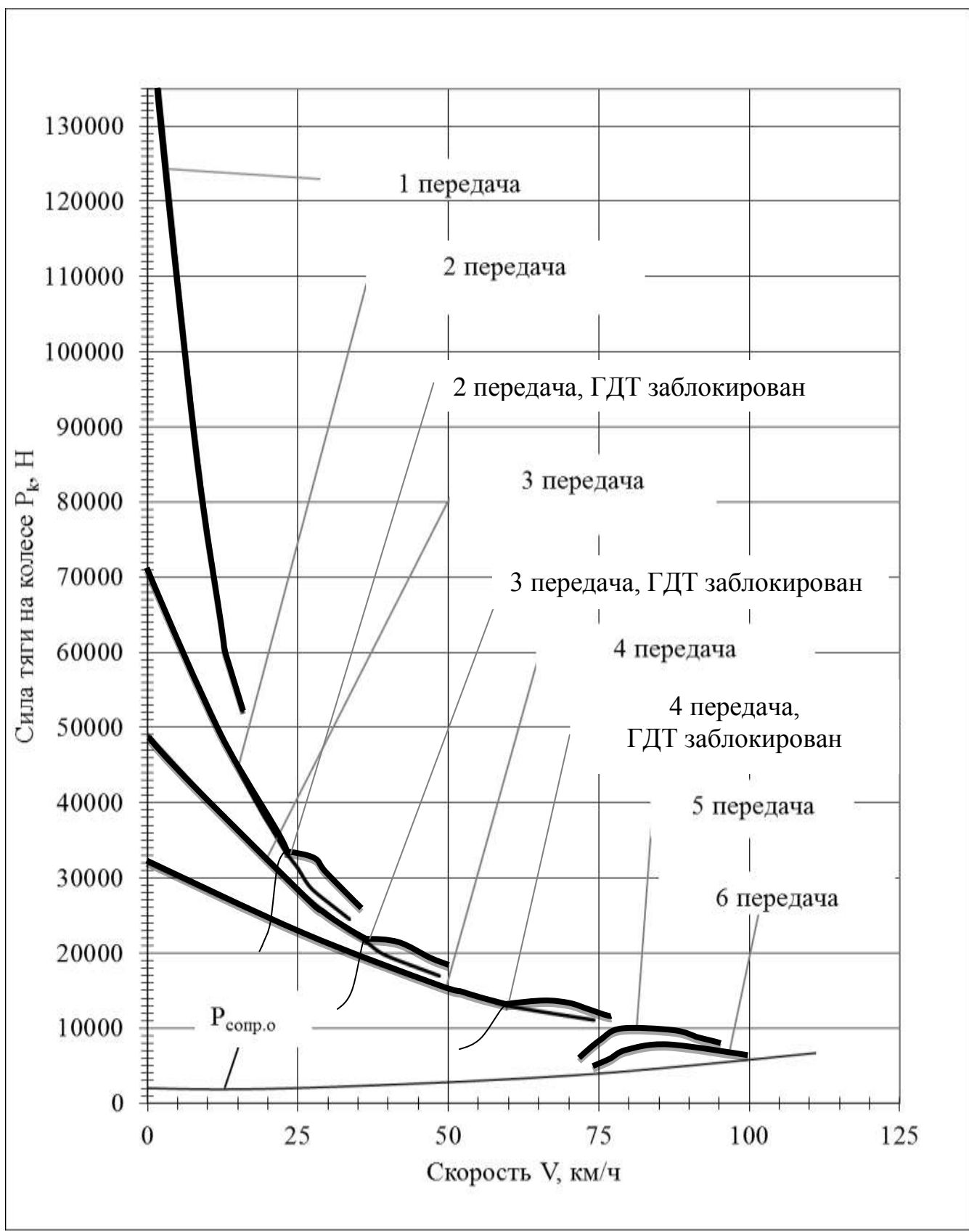


Рисунок 3.6 – Тяговый баланс автомобиля с включенной повышающей передачей в раздаточной коробке

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

3.1.3 Замена штатного гидротрансформатора и раздаточной коробки на гидротрансформатор МЗКТ с активным диаметром 430 мм и раздаточную коробку КамАЗ-4310

Замена штатной раздаточной коробки на раздаточную коробку КамАЗ -4310 с передаточными числами высшей передачи – 0,917, низшей передачи – 1,697.

Замена штатного гидротрансформатора на гидротрансформатор с параметрами $D_a = 430$ мм, $K = 2,11$.

Таблица 3.7 – Тяговая и динамическая характеристика автомобиля с включенной повышающей передачей в раздаточной коробке на 1 и 6 передаче планетарной коробки передач

$n_T, \text{мин}^{-1}$	$P_K, \text{Н}$	$V, \text{км/ч}$	Ψ	$P_\Psi, \text{Н}$	$P_B, \text{Н}$	D	$\alpha, \text{град}$
1	2	3	4	5	6	7	8

1 передача, ГДТ разблокирован

0,00	138174,67	0,00	0,0140	3090,15	0,00	0,6260	37,9775
349,48	120566,13	2,54	0,0140	3091,05	1,60	0,5462	32,3258
529,59	111713,95	3,86	0,0140	3092,22	3,68	0,5061	29,6204
710,70	103012,28	5,17	0,0140	3093,87	6,63	0,4667	27,0319
895,37	94297,27	6,52	0,0140	3096,06	10,53	0,4272	24,4994
1096,23	85270,28	7,98	0,0140	3099,01	15,78	0,3862	21,9303
1328,37	75782,72	9,67	0,0141	3103,16	23,17	0,3432	19,2802
1448,61	71380,77	10,55	0,0141	3105,62	27,56	0,3233	18,0656
1593,25	66040,60	11,60	0,0141	3108,86	33,33	0,2990	16,6036
1679,52	63355,67	12,23	0,0141	3110,95	37,04	0,2869	15,8727
1762,99	60898,74	12,84	0,0141	3113,06	40,81	0,2757	15,2061
1867,12	57125,29	13,59	0,0141	3115,85	45,78	0,2586	14,1870
1967,51	54737,73	14,33	0,0141	3118,69	50,83	0,2478	13,5438
2363,44	47833,63	17,21	0,0142	3131,33	73,35	0,2164	11,6909

6 передача, ГДТ заблокирован

0,00	19697,24	0,00	0,0140	3090,15	0,00	0,0892	4,3204
349,48	17187,09	17,85	0,0142	3134,46	78,92	0,0775	3,6341
529,59	15925,18	27,05	0,0145	3191,90	181,23	0,0713	3,2639
710,70	14684,73	36,30	0,0148	3273,38	326,38	0,0651	2,8820
895,37	13442,38	45,73	0,0153	3380,98	518,03	0,0586	2,4809
1096,23	12155,55	55,99	0,0160	3526,10	776,53	0,0516	2,0413
1328,37	10803,07	67,85	0,0169	3730,29	1140,24	0,0438	1,5420
1448,61	10175,56	73,99	0,0174	3851,42	1356,00	0,0400	1,2913

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

71

Окончание таблицы 3.7

1593,25	9414,30	81,38	0,0182	4011,03	1640,30	0,0352	0,9782
1679,52	9031,55	85,78	0,0186	4113,46	1822,74	0,0327	0,8047
1762,99	8681,31	90,05	0,0191	4217,69	2008,41	0,0302	0,6384
1867,12	8143,39	95,37	0,0197	4354,82	2252,67	0,0267	0,3995
1967,51	7803,04	100,49	0,0204	4494,48	2501,44	0,0240	0,2102
2363,44	6818,84	120,72	0,0232	5116,55	3609,49	0,0145	–

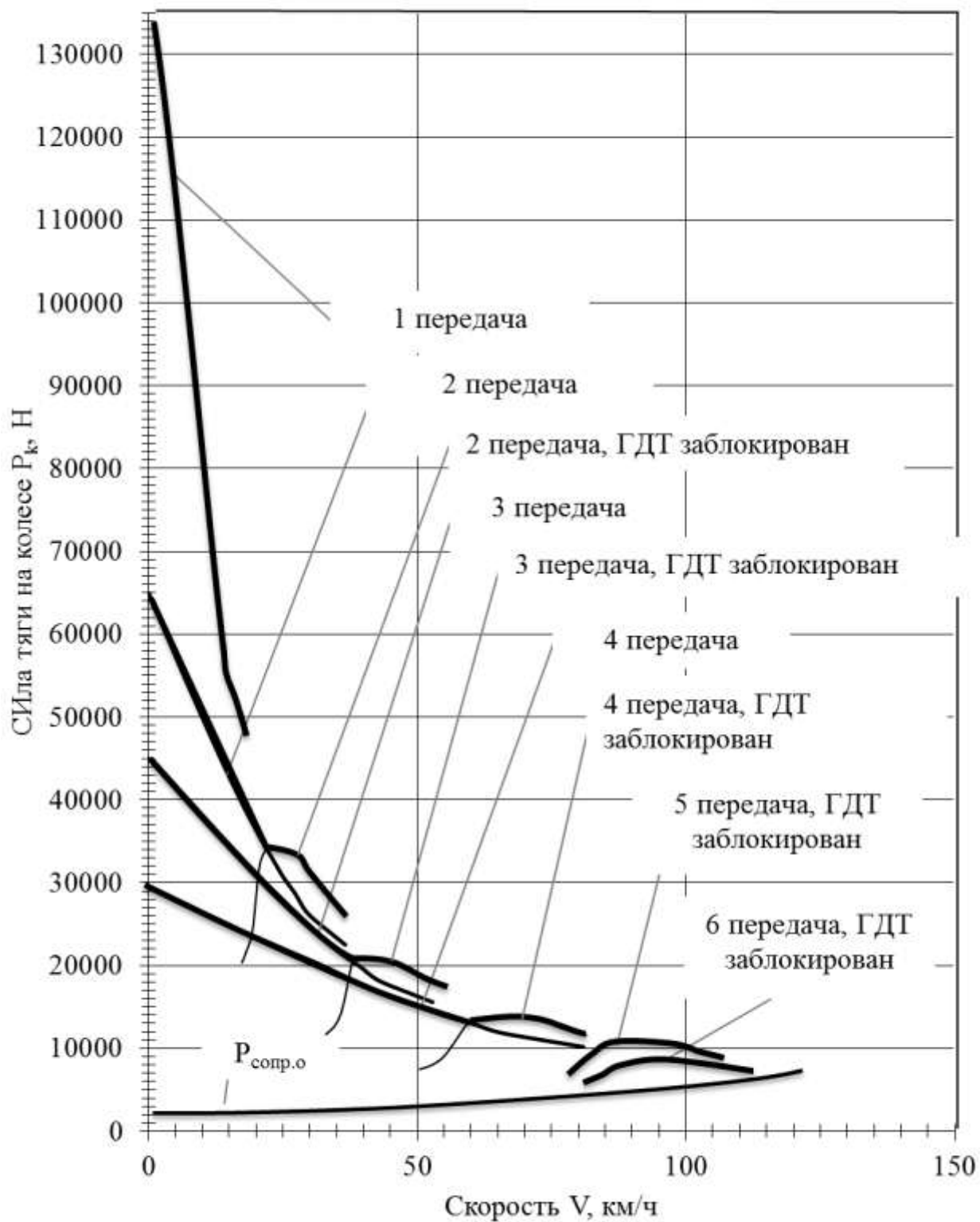


Рисунок 3.7 – Тяговый баланс автомобиля с включенной повышающей передачей в раздаточной коробке

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

73

3.2 Обоснование выбора раздаточной коробки

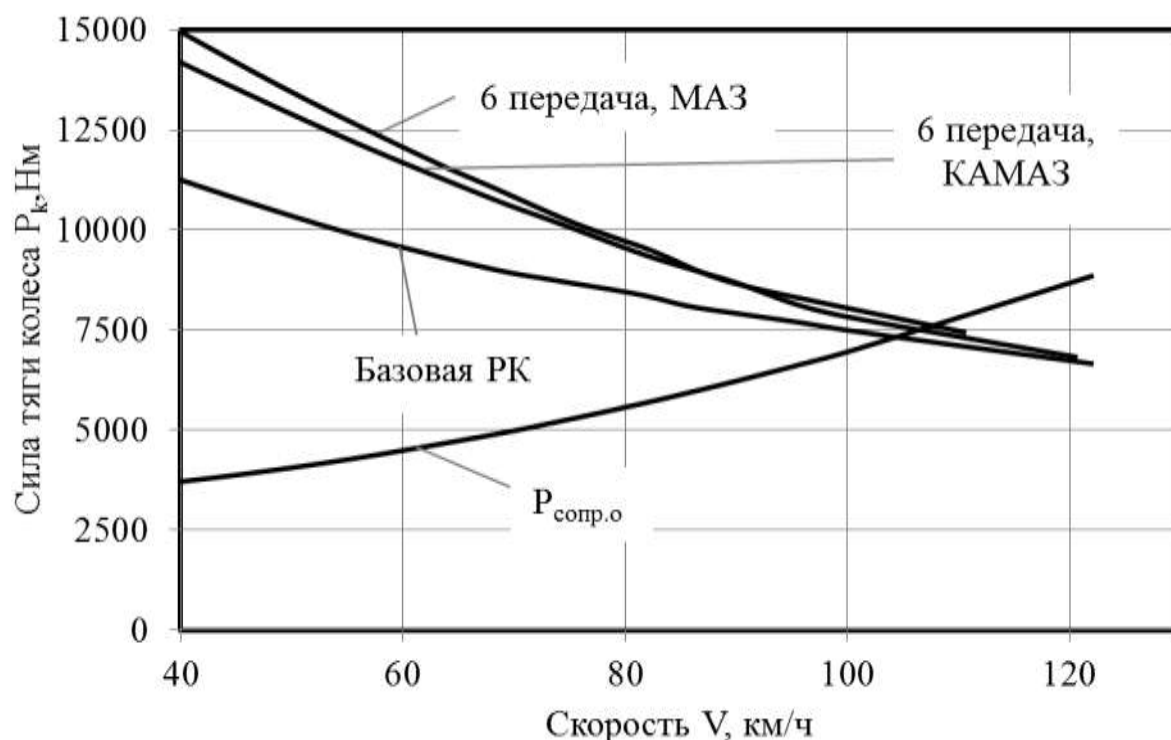


Рисунок 3.8 – Сравнение тяговых характеристик на 6 передаче базовой и альтернативной раздаточной коробки

На рисунке 3.11 представлено сравнение тяговой характеристики автомобиля с базовой и альтернативной раздаточной коробкой. Согласно алгоритму работы гидромеханической передачи, при движении на 6 передаче гидротрансформатор заблокирован, поэтому на тяговые характеристики влияет исключительно замена раздаточной коробки, без изменения остальных узлов автомобиля.

Запас силы тяги на колесе:

$$P_{к.зап} = P_k - P_{\Psi} - P_B \quad (3.1)$$

Запас силы тяги с базовой РК на скорости 100 км/ч:

$$P_{к.зап.рк1} = 7457,03 - 7031,72 = 425,31 \text{ Н.}$$

Запас силы тяги с РК МАЗ на скорости 100 км/ч:

$$P_{\text{к.зап.рк2}} = 8035,14 - 7074,45 = 960,69 \text{ Н.}$$

Запас силы тяги с РК КАМАЗ на скорости 100 км/ч:

$$P_{\text{к.зап.рк2}} : 7803,04 - 6993,92 = 809,12 \text{ Н.}$$

Как видно из рисунка 3.11 при замене раздаточной коробки на альтернативную модель КамАЗ-4310 повышается сила тяги на колесе во всем диапазоне скоростей, увеличивается расчетная максимальная скорость, которая составляет 107 км/ч. Запас силы тяги на скорости 100 км/ч увеличится на 47%.

При замене базовой раздаточной коробки на альтернативную модель МАЗ-6317 запас силы тяги на скорости 100 км/ч увеличится на 55%.

Увеличение запаса силы тяги благотворно сказывается на тяговых и динамических характеристиках автомобиля.

Из рисунков 3.9 и 3.10 видно, что данные РК соответствуют размерам базовой модели [9,10].



Артикулы	43114-1800020 43114-1800020-6050
Каталожная группа:Коробка раздаточная Трансмиссия
Ширина, м:	0.54
Высота, м:	0.57
Длина, м:	0.7
Вес, кг:	260

Рисунок 3.9 – Коробка раздаточная КамАЗ-4310



Код для заказа	625076
Артикулы	4320-1800012-20
Каталожная группа:Коробка раздаточная Трансмиссия
Торговая марка:	УРАЛ
Ширина, м:	0.7
Высота, м:	0.53
Длина, м:	0.7

Рисунок 3.10 – Коробка раздаточная Урал

3.3 Обоснование выбора варианта модернизации

При движении по ровной дороге на броневомобиль действуют силы сопротивления дороги и силы сопротивления воздуха. При движении автомобиля на подъем дополнительно возникает еще и сила сопротивления подъему P_{α} .

Составляющая силы тяжести, параллельная поверхности дороги, представляет собой силу сопротивления подъему [16]:

$$P_{\alpha} = G_a \sin \alpha. \quad (3.2)$$

Согласно технической характеристике угол преодолеваемого подъема должен быть не менее 31° , вычислим для этого угла силу сопротивления подъему:

$$P_{\alpha} = 220725 \cdot 0,515 = 113681,78 \text{ Н.}$$

Произведем расчет сил сопротивления движению автомобиля при заданном угле подъема 31° при различной скорости движения автомобиля и занесем эти данные в таблицу 3.10, расчеты преодолеваемого уклона сведены в таблицу 3.7, графическое сравнение изображено на рисунке 3.11.

Таблица 3.4 – Силы сопротивления движению при угле подъема в 31°

Скорость, км/ч	$P_{\psi}+P_{\nu}+P_{\alpha}$, Н
0,00	116771,9
9,07	116803,7
17,43	116889,4
29,80	117044,9
31,53	117156,3
44,41	117534,8
50,35	117752,5
60,42	118184
70,50	118693,9
80,57	119282,3
85,60	119605,9
95,67	120311,9
105,74	121096,4
110,78	121518
115,81	121959,3

Таблица 3.5 – Сравнение вариантов модернизации

Вариант модернизации	Преодолеваемый уклон, град
1	36,63
2	42,27
3	27,97

3.4 Проверочный расчет раздаточной коробки

В связи с тем, что предлагаемый вариант модернизации трансмиссии подразумевает замену ГДТ на альтернативный с большим коэффициентом трансформации, то необходимо произвести проверочный расчет раздаточной коробки, основываясь на данные завода изготовителя по максимальному входному крутящему моменту, определим совместимость раздаточной коробки и модернизированной ГМП.

$$M_{\text{кр.тр}} = M_m K i_1 \eta_{\text{ГМП}}, \quad (3.3)$$

где $M_{\text{кр.тр}}$ – крутящий момент на выходе из коробки передач;

M_m – максимальный крутящий момент по реальной внешней скоростной характеристике двигателя (табл. 2.2);

K – коэффициент трансформации в ГДТ;

i_1 – передаточное отношение на первой передаче в КП;

$\eta_{\text{ГМП}}$ – кпд ГМП, по технической характеристике п. 2.1 $\eta_{\text{ГМП}} = 0,83$.

$$M_{\text{кр.тр}} = 1320 \cdot 2,6 \cdot 4,7 \cdot 0,83 = 13388 \text{ Нм}$$

Выбранная раздаточная коробка МАЗ-6317 подходит для предлагаемого варианта модернизации трансмиссии броневедомобиля.

Вывод по разделу три: из рисунка 3.14 следует, что вариант 2 является предпочтительным для решения задачи улучшения тягово-скоростных свойств автомобиля. При использовании варианта 2 расчетный максимальный угол преодолеваемого подъема становится равным 42° , расчетная максимальная скорость 110 км/ч. Предлагаемые к установке узлы обеспечивают необходимый запас прочности, что положительно отразится на надежности броневедомобиля.

4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

4.1 Значение отрасли машиностроения

В настоящее время значение отрасли машиностроения в экономике любого государства трудно переоценить – вывод машиностроительной отрасли на современный уровень является залогом эффективной динамики различных направлений в экономике. Именно основанный на внедрении инноваций подход к развитию все новых технологий обуславливает и расширяет перспективы машиностроения. В свою очередь, процесс постоянного совершенствования машиностроения активизирует развитие станкостроительного сегмента, так как, наряду с другими видами высокотехнологичного производственного оборудования, парк современных металлорежущих станков обеспечивает рост производственного потенциала при выпуске все новых видов конкурентоспособной продукции.

Развитие машиностроения может считаться перспективным лишь тогда, когда данный процесс базируется на обширных теоретических знаниях, накопленном опыте, создании и внедрении инновационных технологий. Конструкторы, инженеры и менеджеры развитых в промышленно-экономическом отношении стран всегда уделяли самое пристальное внимание развитию станкостроительной сферы. Что вполне закономерно, поскольку от уровня развития машиностроения (и станкостроения в частности) напрямую зависят перспективы машиностроения, а значит, обеспечения различными машинами и оборудованием всех без исключения сфер экономики любого государства, считающего себя прогрессивным в техническом отношении.

Значение отрасли машиностроения и ее конструктивную роль определяет, прежде всего, тот непреложный факт, что оно является базовой отраслью экономики, находящейся в тесной неразрывной взаимосвязи с приоритетными сферами производственной деятельности. Машиностроение – основа развития промышленно-технологического потенциала, поскольку напрямую способствует удовлетворению потребностей рынка.

						Лист
					23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР	79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4.2 Назначение детали и ее поверхностей

Разработаем технологический процесс, для создания детали, являющийся фланцем ведущего колеса гидротрансформатора. Диск предназначен для крепления ведущего колеса гидротрансформатора к автоматической коробке переменных передач.

Деталь – фланец, воспринимает боковую и осевую нагрузку. Диск имеет отверстие для крепления его болтами к коробке передач.

Упорный диск показан на рисунке 4.1

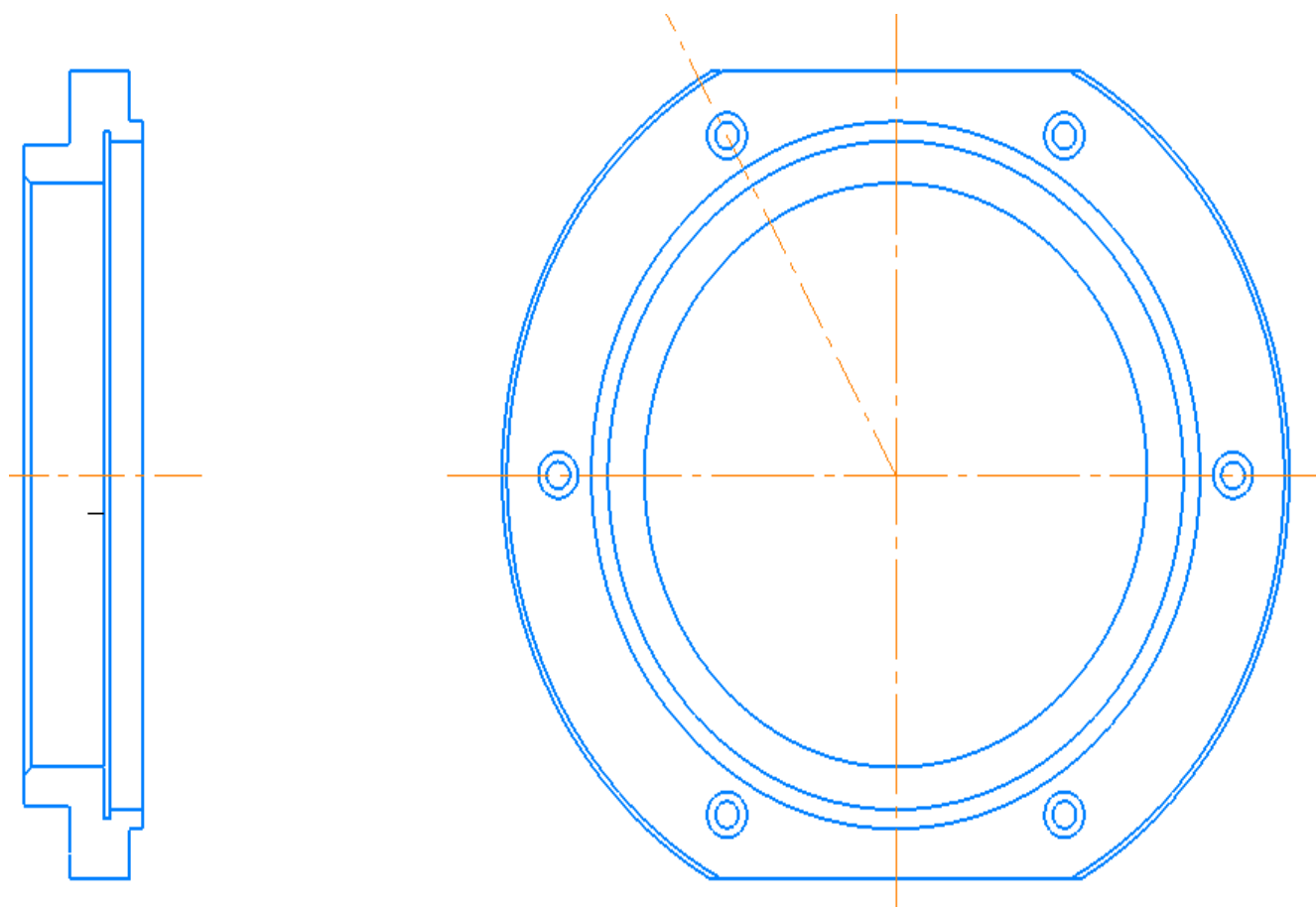


Рисунок 4.1 – Фланец

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

80

4.3 Характеристика материала детали

Сталь 09Г2С (ГОСТ 19281-89) [18] – конструкционная низколегированная сталь.

Химический состав стали, и ее механические характеристики представлены в таблице 4.1 и таблице 4.2.

Таблица 4.1 – Химический состав в процентах

C	P	N	S	Cu	As	Si	Mn	Cr	Ni
≤ 0,12	≤ 0,035	≤ 0,008	≤ 0,04	≤ 0,3	≤ 0,08	0,5...0,8	1,3...1,7	≤ 0,3	≤ 0,3

Таблица 4.2 – Механические свойства

Название	Предел прочности, МПа	Предел текучести, МПа	Относительное удлинение при разрыве, %	Ударная вязкость, кДж/м ²	Термообработка
Лист	430...490	265...345	21	590...640	Нормализация 930°C, воздух

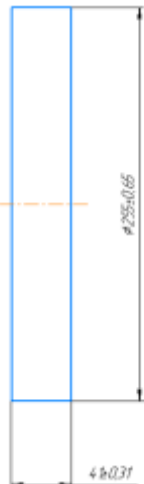
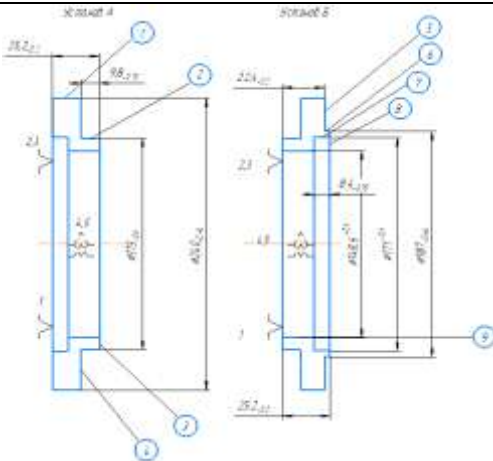
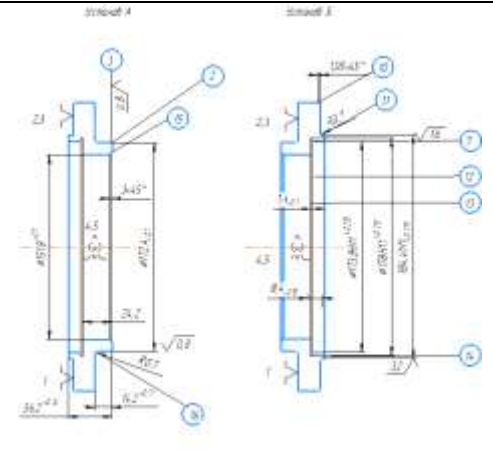
4.4 Обоснование выбора заготовки

Учитывая прогрессивные тенденции развития технологии машиностроения, при выборе технологических методов и процессов получения заготовок, целесообразно изготавливать данную деталь из листового проката стали 09Г2С толщиной 30 мм.

4.5 Разработка технологического процесса

Разработка технологического процесса представляет собой сложную комплексную схему, для которой можно составить множество возможных решений. Рассмотрим одну из наименее затратных схем [19]. Технологический маршрут обработки сведен в таблицу 4.3.

Таблица 4.3 – Схема технологического маршрута обработки заготовки

Номер операции	Наименование операции	Операционный эскиз	Оборудование
000	Штамповка		Токарно-винторезный станок 16Б16П [20]
005	Токарно-винторезная		Токарно-винторезный станок 16Б16П
010	Токарно-винторезная		Токарно-винторезный станок 16Б16П

Окончание таблицы 4.3

015	Вертикально-сверлильная		Вертикально-Фрезерный Станок 6Р10[21]
020	Вертикально-сверлильная		Вертикально сверлильный станок 2431
025	Вертикально сверлильная		Вертикально сверлильный станок 2431
033	Контрольная		Микрометр МК 0-04, радиусо-метр, штангенциркуль

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

83

4.6 Расчет режимов резания [23].

Припуск непрерывный, резец подрезной с пластиной из твердого сплава Т15К6. Геометрия резца: передний угол $\gamma = 12^\circ$, задний угол $\alpha = 8^\circ$, главный угол в плане $\varphi = 90^\circ$, форма передней поверхности – криволинейная с отрицательной фаской.

Обрабатываемый диаметр $D = 172$ мм.

Длина обработки $L_{рез} = 33$ мм.

Глубина резания $t = 2$ мм.

Число переходов $i = 4$

Расчет длины рабочего хода суппорта $L_{рх}$ в мм.

$$L_{рх} = L_{рез} + y + L_{доп} = 14 + 5 = 38 \text{ мм}$$

Подача станка $S_m = 0,4$ мм/об – табличное значение.

Поправочные коэффициенты:

– на подачу $K_0 = 0,75$, так как для стали 35 предел прочности при растяжении

$$\sigma_{в.р.} = 58 \text{ кг/мм}^2;$$

– на стойкость резца $K_1 = 1$ на обрабатываемый материал $K_2 = 0,9$ на обрабатываемую поверхность $K_3 = 1,05$ на материал резца Т15К6 $K_4 = 1$;

– на главный угол в плане $\varphi = 90^\circ$ $K_5 = 0,8$.

Умножаем табличную подачу на поправочный коэффициент:

$$S_0 = S_T \cdot K_0 \cdot K_2 \cdot K_5 = 0,4 \cdot 0,9 \cdot 1,05 \cdot 0,8 = 0,38 \text{ мм/об.}$$

Выбираем скорость резания по таблице $V = 95$ м/мин.

Умножаем табличную скорость на поправочный коэффициент:

$$V = V_{таб} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = 95 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,05 = 89,775 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = 1000V / \pi D_{max} = 1000 \cdot 89,775 / 3,14 \cdot 238 = 120,06 \text{ об/мин.}$$

Принимаем по паспорту станка $n = 120$ об/мин.

Фактическая скорость резания:

$$V = \pi D n / 1000 = 3,14 \cdot 238 \cdot 120 / 1000 = 89,67 \text{ м/мин.}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

84

Проверка мощности станка.

Мощность необходимая на резание:

$$N_{\text{рез}} = N_{\text{таб}} \cdot K \cdot t \cdot (V/100) = 0.4 \cdot 1.15 \cdot (89.67/100) = 0,41 \text{ кВт.}$$

где K – поправочный коэффициент

Усилие резания:

$$P_Z = 6120 \cdot (N_{\text{рез}} / V) = 11.11$$

Мощность на шпинделе станка 2,8 кВт. Следовательно, установленный режим осуществим.

Считаем машинное время:

$$T_m = L_{\text{рх}} / S_0 \cdot n = 38 / 0.4 \cdot 160 = 0.79 \text{ мин.}$$

Припуск непрерывный, резец проходной с пластиной из твердого сплава Т15К6. Геометрия резца: передний угол $\gamma = 12^\circ$, задний угол $\alpha = 10^\circ$, главный угол в плане $\varphi = 90^\circ$, форма передней поверхности – криволинейная с отрицательной фаской.

Обрабатываемый диаметр $D = 172 \text{ мм.}$

Длина обработки $L_{\text{рез}} = 14 \text{ мм.}$

Глубина резания $t = 2 \text{ мм.}$

Число переходов $i = 4$

Расчет длины рабочего хода суппорта $L_{\text{рх}}$ в мм.

$$L_{\text{рх}} = L_{\text{рез}} + y + L_{\text{доп}} = 14 + 5.5 = 17,5 \text{ мм}$$

Подача станка $S_m = 0,4 \text{ мм/об}$ – табличное значение.

Поправочные коэффициенты:

– на подачу $K_0 = 0,75$, так как для стали 35 предел прочности при растяжении

$$\sigma_{\text{в.р.}} = 58 \text{ кг/мм}^2;$$

– на стойкость резца $K_1 = 1$ на обрабатываемый материал $K_2 = 0,9$ на обрабатываемую поверхность $K_3 = 1,05$ на материал резца Т15К6 $K_4 = 1$;

– на главный угол в плане $\varphi = 90^\circ$ $K_5 = 0,8$.

Умножаем табличную подачу на поправочный коэффициент:

$$S_0 = S_T \cdot K_0 \cdot K_2 \cdot K_5 = 0,4 \cdot 0,9 \cdot 1,05 \cdot 0,8 = 0,38 \text{ мм/об.}$$

Выбираем скорость резания по таблице $V = 95 \text{ м/мин.}$

Умножаем табличную скорость на поправочный коэффициент:

$$V = V_{\text{таб}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = 95 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,05 = 89,775 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = 1000V / \pi D_{\text{max}} = 1000 \cdot 89,775 / 3,14 \cdot 172 = 166,14 \text{ об/мин.}$$

Принимаем по паспорту станка $n = 160 \text{ об/мин.}$

Фактическая скорость резания:

$$V = \pi Dn / 1000 = 3,14 \cdot 172 \cdot 120 / 1000 = 86,45 \text{ м/мин.}$$

Проверка мощности станка.

Мощность необходимая на резание:

$$N_{\text{рез}} = N_{\text{таб}} \cdot K \cdot t \cdot (V/100) = 0,4 \cdot 1,15 \cdot (89,775/100) = 0,41 \text{ кВт.}$$

где K – поправочный коэффициент

Усилие резания:

$$P_Z = 6120 \cdot (N_{\text{рез}} / V) = 29,05$$

Мощность на шпинделе станка 2,8 кВт. Следовательно, установленный режим осуществим.

Считаем машинное время:

$$T_M = L_{\text{рх}} / S_0 \cdot n = 17,5 / 0,4 \cdot 160 = 0,27 \text{ мин.}$$

Обрабатываемый диаметр $D = 172 \text{ мм.}$

Длина обработки $L_{\text{рез}} = 8 \text{ мм.}$

Глубина резания $t = 2 \text{ мм.}$

Число переходов $i = 4$

Расчет длины рабочего хода суппорта $L_{\text{рх}}$ в мм.

$$L_{\text{рх}} = L_{\text{рез}} + u + L_{\text{доп}} = 8 + 5 = 13 \text{ мм}$$

Подача станка $S_m = 0,4 \text{ мм/об}$ – табличное значение.

Поправочные коэффициенты:

					23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

– на подачу $K_0 = 0,75$, так как для стали 35 предел прочности при растяжении $\sigma_{в.р.} = 58 \text{ кг/мм}^2$;

– на стойкость резца $K_1 = 1$ на обрабатываемый материал $K_2 = 0,9$ на обрабатываемую поверхность $K_3 = 1,05$ на материал резца Т15К6 $K_4 = 1$;

– на главный угол в плане $\varphi = 90^\circ$ $K_5 = 0,8$.

– Умножаем табличную подачу на поправочный коэффициент:

$$S_0 = S_T \cdot K_0 \cdot K_2 \cdot K_5 = 0,4 \cdot 0,9 \cdot 1,05 \cdot 0,8 = 0,38 \text{ мм/об.}$$

Выбираем скорость резания по таблице $V = 95 \text{ м/мин.}$

Умножаем табличную скорость на поправочный коэффициент:

$$V = V_{\text{таб}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = 95 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,05 = 89,775 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = 1000V / \pi D_{\text{max}} = 1000 \cdot 89,775 / 3,14 \cdot 172 = 166,14 \text{ об/мин.}$$

Принимаем по паспорту станка $n = 160 \text{ об/мин.}$

Фактическая скорость резания:

$$V = \pi D n / 1000 = 3,14 \cdot 172 \cdot 160 / 1000 = 86,45 \text{ м/мин.}$$

Проверка мощности станка.

Мощность необходимая на резание:

$$N_{\text{рез}} = N_{\text{рез}} \cdot K \cdot t \cdot (V/100) = 0,4 \cdot 1,15 \cdot (86,45/100) = 0,39 \text{ кВт.}$$

где K – поправочный коэффициент

Усилие резания:

$$P_Z = 6120 \cdot (N_{\text{рез}} / V) = 28,152$$

Мощность на шпинделе станка 2,8 кВт. Следовательно, установленный режим осуществим.

Считаем машинное время:

$$T_M = L_{\text{рх}} / S_0 \cdot n = 17,5 / 0,4 \cdot 160 = 0,27 \text{ мин.}$$

Припуск непрерывный, резец роходной с пластиной из твердого сплава Т15К6. Геометрия резца: передний угол $\gamma = 12^\circ$, задний угол $\alpha = 8^\circ$, главный угол в плане $\varphi = 45^\circ$, форма передней поверхности – криволинейная с отрицательной фаской.

Обрабатываемый диаметр $D = 238$ мм.

Длина обработки $L_{рез} = 18$ мм.

Глубина резания $t = 2$ мм.

Число переходов $i = 4$

Расчет длины рабочего хода суппорта $L_{рх}$ в мм.

$$L_{рх} = L_{рез} + u + L_{доп} = 18 + 7 = 25 \text{ мм} \quad ([10] \text{ стр.13})$$

Подача станка $S_m = 0,4$ мм/об – табличное значение.

Поправочные коэффициенты:

– на подачу $K_0 = 0,75$, так как для стали 35 предел прочности при растяжении

$$\sigma_{в.р.} = 58 \text{ кг/мм}^2;$$

– на стойкость резца $K_1 = 1$ на обрабатываемый материал $K_2 = 0,9$ на обрабатываемую поверхность $K_3 = 1,05$ на материал резца Т15К6 $K_4 = 1$;

– на главный угол в плане $\varphi = 90^\circ$ $K_5 = 0,8$.

Умножаем табличную подачу на поправочный коэффициент:

$$S_0 = S_T \cdot K_0 \cdot K_2 \cdot K_5 = 0,4 \cdot 0,9 \cdot 1,05 \cdot 0,8 = 0,38 \text{ мм/об.}$$

Выбираем скорость резания по таблице $V = 95$ м/мин.

Умножаем табличную скорость на поправочный коэффициент:

$$V = V_{таб} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = 95 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,05 = 89,775 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = 1000V / \pi D_{max} = 1000 \cdot 89,775 / 3,14 \cdot 238 = 120,06 \text{ об/мин.}$$

Принимаем по паспорту станка $n = 120$ об/мин.

Фактическая скорость резания:

$$V = \pi D n / 1000 = 3,14 \cdot 238 \cdot 120 / 1000 = 89,67 \text{ м/мин.}$$

Проверка мощности станка.

Мощность необходимая на резание:

$$N_{рез} = N_{рез} \cdot K \cdot t \cdot (V/100) = 0,4 \cdot 1,15 \cdot (89,67/100) = 0,419 \text{ кВт.}$$

где K – поправочный коэффициент

Усилие резания:

					23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

$$P_z = 6120 \cdot (N_{\text{рез}} / V) = 29,05$$

Мощность на шпинделе станка 2,8 кВт. Следовательно, установленный режим осуществим.

Операция 015: Вертикально-фрезерная.

1 переход – сверлить поверхность 17.

Фреза \varnothing 32 мм.

Длина обработки $L_{\text{рез}} = 112$ мм.

Ширина обрабатываемой поверхности $b=18$ мм

Число переходов $i=2$

Расчет длины рабочего хода $L_{\text{рх}}$ в мм.

$$L_{\text{рх}} = L_{\text{рез}} + y + L_{\text{доп}} = 112 + 3 + 2,7 = 119$$

$$y = 0,5 \left(D - \sqrt{D^2 - B^2} \right) = 0,5 \cdot (32 - \sqrt{32^2 - 18^2}) = 2,7 \text{ мм}$$

Подача станка $S_z=0,15$ мм/об – табличное значение.

Стойкость инструмента $T_p=100$ мин

$$S_z = 0,15 \text{ мм/зуб}$$

Выбираем скорость резания по таблице $V=240$ м/мин.

Умножаем табличную скорость на поправочный коэффициент:

$$V = V_{\text{таб}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = 40 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 = 264 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = 1000V / \pi D_{\text{max}} = 1000 \cdot 264 / 3,14 \cdot 32 = 1468,75 \text{ об/мин.}$$

Принимаем по паспорту станка $n = 1500$ об/мин.

Фактическая скорость резания:

$$V = \pi D n / 1000 = 3,14 \cdot 32 \cdot 1500 / 1000 = 261,24 \text{ м/мин.}$$

$$S_{\text{мин}} = S_z \cdot Z_u \cdot n = 0,15 \cdot 10 \cdot 1500 = 2250 \text{ мм/мин}$$

$$S_z = S_m / S_u \cdot n = 2250 / 10 \cdot 1500 = 0,15$$

Проверка мощности станка.

Мощность необходимая на резание:

$$N_{\text{рез}} \leq 1,2 N_{\text{таб}} \cdot \eta = 1,2 \cdot 2,2 \cdot 0,80 = 2,12 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{рез}} = E(v \cdot t \cdot Z_u / 1000) k_1 \cdot k_2 = 1,9(36,17 \cdot 2 \cdot 10 / 1000) \cdot 1,25 \cdot 1 = 1,71$$

					23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

$$N_{\text{таб}} = 0.45$$

Мощность на шпинделе станка 3 кВт. Следовательно, установленный режим осуществим.

Следующий переход выполняется при таких же режимах обработки.

4.7 Расчет норм времени

$$T_{\text{шт}} = \sum_1^k t_0 + t_e + t_{\text{обс}} + t_n,$$

t_0 – основное время

t_B – вспомогательное время

$t_{\text{обс}}$ – время обслуживания $t_{\text{обс}} = 10\% (t_0 + t_B)$

$t_{\text{п}}$ – время перекура

$t_{\text{изм}}$ – время на измерение

$$T_e = t_{\text{уст}} + t_{\text{с.и}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{изм}}$$

$$T_0 = \frac{L}{S_{\text{мин}}},$$

где L – длина рабочего хода

Операция 010 Токарно-винторезная

Переход 1. $T_{0(1)} = \frac{L}{S_{\text{мин}}} = \frac{38}{48} = 0,79$ мин.

Переход 2 $T_{0(2)} = \frac{L}{S_{\text{мин}}} = \frac{17,5}{64} = 0,27$ мин.

Переход 3 $T_{0(3)} = \frac{L}{S_{\text{мин}}} = \frac{8}{64} = 0,59$ мин.

Переход 4. $T_{0(4)} = \frac{L}{S_{\text{мин}}} = \frac{25}{48} = 0,52$ мин.

$$t_B = 0,22 + 0,01 + 2,5 + 0,22 = 3,11 \text{ мин}$$

$$t_0 = t_{0(1)} + t_{0(2)} + t_{0(3)} + t_{0(4)} = 0,79 + 0,27 + 0,59 + 0,52 = 2,17 \text{ мин}$$

$$t_{\text{оп}} = t_0 + t_B = 2,17 + 2,89 = 5,06 \text{ мин}$$

$$t_{\text{обс}} = 10\% (t_{\text{оп}}) = 10\% (5,06) = 0,607 \text{ мин}$$

$$t_{\text{шт}} = 2,17 + 2,89 + 0,607 + 0,2 = 5,73 \text{ мин}$$

$$T_{\text{п}} = t_{\text{шт}} * n + T_{\text{пз}} = 5,73 * 30000 + 13 = 171913 \text{ мин}$$

						Лист
						90
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР	

$$t_{шт-к} = T_{п}/n = t_{шт-к} + T_{пз}/n = 171913/30000 = 5.7304 \text{ мин}$$

Операция 025 Вертикально-сверлильная

$$T_{шт} = \sum_1^k t_0 + t_e + t_{обс} + t_n, \text{ где}$$

t_0 – основное время

t_B - вспомогательное время

$t_{обс}$ - время обслуживания $t_{обс}=10\% (t_0 + t_B)$

t_n - время перекура

$t_{изм}$ - время на измерение

$$T_e = t_{уст} + t_{с.и} + t_{упр} + t_{изм}$$

$$T_0 = \frac{L}{S_{мин}},$$

где L-длина рабочего хода

$$\text{Переход 1. } T_{0(1)} = \frac{L}{S_{мин}} = \frac{24}{1500 * 0,14} = 0,114 \text{ мин.}$$

$$\text{Переход 2. } T_{0(1)} = \frac{L}{S_{мин}} = \frac{24}{1500 * 0,14} = 0,114 \text{ мин.}$$

$$\text{Переход 3. } T_{0(1)} = \frac{L}{S_{мин}} = \frac{24}{1500 * 0,14} = 0,114 \text{ мин.}$$

$$\text{Переход 4. } T_{0(1)} = \frac{L}{S_{мин}} = \frac{24}{1500 * 0,14} = 0,114 \text{ мин.}$$

$$\text{Переход 5. } T_{0(1)} = \frac{L}{S_{мин}} = \frac{24}{1500 * 0,14} = 0,114 \text{ мин.}$$

$$\text{Переход 6. } T_{0(1)} = \frac{L}{S_{мин}} = \frac{24}{1500 * 0,14} = 0,114 \text{ мин.}$$

$$t_B = 0,22 + 0,01 + 2,5 + 0,22 = 3,11 \text{ мин}$$

$$t_0 = t_{0(1)} + t_{0(2)} + t_{0(3)} + t_{0(4)} + t_{0(5)} + t_{0(6)} = 0,114 + 0,114 + 0,114 + 0,114 + 0,114 + 0,114 = 0,684 \text{ мин}$$

$$t_{оп} = t_0 + t_B = 0,684 + 3,11 = 3,794 \text{ мин}$$

$$t_{обс} = 10\% (t_{оп}) = 10\% (3,794) = 0,37 \text{ мин}$$

$$t_{шт} = 0,68 + 3,11 + 0,37 + 0,2 = 4,36 \text{ мин}$$

$$T_{п} = t_{шт} * n + T_{пз} = 4,36 * 30000 + 13 = 131095 \text{ мин}$$

Вывод по разделу четыре: в соответствии с предназначением детали был произведен обоснованный выбор заготовки, разработан технологический процесс изготовления, рассчитан режим резания для каждой операции, рассчитано норма времени изготовления одной детали.

									Лист
									92
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР				

5 ОРГАНИЗАЦИОННО – ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Темой дипломного проекта является улучшение тягово-скоростных свойств автомобиля, теоретические расчеты и предложенные решения по улучшению характеристик автомобиля напрямую связаны с затратами на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы. На предприятии конструктору приходится осуществлять выбор наиболее рациональных вариантов, а также выполнить оценку конструкции в целом и отдельных ее частей как объекта производства и эксплуатации.

Модернизированная техника должна по своим производственно-эксплуатационным параметрам в максимальной степени соответствовать возможностям изготовителей и требованиям потребителей. Несоблюдение этого важнейшего условия обеспечения высокой эффективности производства может привести и приводит к большим экономическим потерям.

Для решения вопроса о целесообразности модернизации машины с определенными технико-экономическими и технико-эксплуатационными параметрами необходимо знать, какие затраты понесет предприятие-изготовитель на исследование, проектирование и доводку машины и какой экономический эффект может получить.

Бронеавтомобиль Урал-63095 относится к технике военно-промышленного комплекса, поэтому при выборе вариантов модернизации, помимо экономического эффекта, также необходимо учитывать политические отношения Российской Федерации со странами, где производятся комплектующие, рекомендованные к установке на бронеавтомобиль. Целесообразным будет выбор производителей комплектующих находящихся на территории РФ либо находящихся на территории таможенного союза, таких как Армения, Белоруссия, Казахстан, Киргизия.

ОАО «Минский завод колесных тягачей» находящийся на территории Республики Беларусь, является поставщиком техники военного назначения для Вооруженных сил РФ уже долгое время, помимо готовой продукции ОАО «МЗКТ» также поставляет комплектующие для производства специальных машин на пред

						Лист
					23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР	93
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

					<i>23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>94</i>

приятия РФ. Бронеавтомобиль УРАЛ-63095 комплектуется ГМП и модулями подвески производства ОАО «МЗКТ», рациональным решением будет и размещение заказа на поставку раздаточных коробок и гидротрансформаторов у этого же предприятия.

Планирование проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ на предприятии, составление сметы затрат, а так же времени окупаемости произведены по методике [24].

5.1 Построение план-графика Гантта

План-график Гантта – это популярный тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации плана, графика работ по какому-либо проекту. Является одним из методов планирования проектов. Используется в приложениях по управлению проектами. В настоящее время диаграмма Гантта является стандартом де-факто в теории и практике управления проектами, по крайней мере, для отображения структуры перечня работ по проекту.

Диаграмма Ганта представляет собой отрезки, размещенные на горизонтальной шкале времени. Каждый отрезок соответствует отдельному проекту, задаче или подзадаче. Проекты, задачи и подзадачи, составляющие план, размещаются по вертикали. Начало, конец и длина отрезка на шкале времени соответствуют началу, концу и длительности задачи.

В дипломном проекте разработан график Гантта (таблица 5.1) в котором отображены этапы научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР) на предприятии при выполнении распоряжения главного конструктора по модернизации автомобиля Урал-63095.

Таблица 5.1 – План-график Гантта на НИОКР

№ п.п.	Этап работ	Исполнители от предприятия		Продолжительность, дней	Рабочие дни					
		категория	кол-во		с 1 по 10	с 11 по 20	с 21 по 30	с 31 по 40	с 41 по 50	с 51
1	Разработка технического задания на модернизацию	Гл. инженер	1	3						
2	Проверочный тяговый расчет автомобиля	Инженер	2	3						
3	Поиск решений, анализ технических решений	Инженер	2	3						
4	Согласование списка необходимых комплектующих и материалов	Гл. Инженер Инженер	1 2	2						
5	Поставка комплектующих и материалов	Специалист по снабжению	1	20						
6	Сборка опытных образцов	Инженер Рабочий	1 3	20						
7	Опытные испытания автомобилей	Гл. инженер Инженер Водитель-испытатель Вспом. персонал	1 2 2 3	10						
8	Анализ результатов опытных испытаний	Инженер	2	2						

Окончание таблицы 5.1

№ п.п.	Этап работ	Исполнители от предприятия		Продолжительность, дней	Рабочие дни					
		категория	кол-во		с 55 по 64	с 66 по 75	с 75 по 84	с 85 по 94	с 95 по 104	с 105
9	Доводка опытных образцов автомобилей	Инженер	1							
10	Доводочные испытания автомобилей	Рабочий	1							
		Гл. инженер	1							
		Инженер	2							
		Водитель испытатель	2							
11	Анализ доводочных испытаний	Вспом. персонал	3							
		Инженер	2							
		Гл. инженер	1							
12	Ресурсные и эксплуатационные испытания автомобилей	Инженер	2							
		Водитель испытатель	2							
		Вспом. персонал	3							
		Гл. инженер	1							
13	Квалификационные испытания автомобилей	Инженер	2							
		Водитель испытатель	2							
		Вспом. персонал	3							
		Гл. инженер	1							
14	Приемо-сдаточные испытания	Инженер	2							
		Водитель испытатель	2							
		Вспом. персонал	3							
		Гл. инженер	1							

5.2 Расчет затрат на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы

Укрупненно смету затрат на выполнение темы (сметную себестоимость) $C_{см}$ можно представить как сумму следующих типовых статей затрат:

$$C_{см} = C_M + C_{з.п.осн} + C_{з.п.доп} + C_{об} + C_{е.н} + C_{накл} + C_{ком} + C_{контр}, \quad (5.1)$$

где C_M – прямые материальные затраты;

$C_{з.п.осн}$ – затраты по основной заработной плате исполнителей всех тем;

$C_{з.п.доп}$ – затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы;

$C_{об}$ – затраты на использование оборудования;

$C_{е.н}$ – отчисления по единому социальному налогу;

$C_{накл}$ – накладные (общехозяйственные налоги);

$C_{ком}$ – затраты на командировки исполнителей;

$C_{контр}$ – контрагентские расходы.

В составе прямых материальных затрат C_M учитываются затраты на потребляемые ресурсы – расходные материалы, затраты на изготовление макетов, опытных образцов и др. В целом величину затрат C_M можно подсчитать по формуле

$$C_M = k_T \sum_i^m C_i N_{расх}, \text{ руб.}, \quad (5.2)$$

где k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Принимаем $k_T = 1,15 \dots 1,25$ от цены материала;

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых ресурсов (руб./ шт., руб./ кг, руб./ м и др.);

$N_{расх}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении темы (шт., кг, м, m^2 и т.д.).

Таблица 5.2 – Прямые затраты на НИОКР

№ п.п.	Наименование материалов и других ресурсов	ГОСТ, ТУ	Марка, размер	Единица измерения	Кол-во	Цена единицы, руб.	Сумма, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Дизельное топливо	ГОСТ 305-82		тонн	10	31300	313000
2	Масло моторное	ТУ 38.401-58-309-2002	М-5з/16-Д2	литр	100	290	29000
3	Масло трансмиссионное		Dextron III	литр	100	325	32500
4	Масло трансмиссионное	ГОСТ 6360-83	МТ-16П	литр	20	66	1320
5	Охлаждающая жидкость	ТУ 113-07-02-88	ОЖ-40 «Лена»	литр	100	60	6000
6	Труба медная	ГОСТ 617-90	ДКРНМ 8х2	метр	10	131	1310
7	Рукав высокого давления	ГОСТ 6286-73	1Л-6,0-10-ХЛ	метр	10	150	1500
Итого							384630

$$C_m = 1,15 \cdot 384630 = 442324,5 \text{ руб.}$$

Затраты по основной заработной плате исполнителей темы $C_{з.п.осн}$ планируются с учетом продолжительности выполнения темы и ее отдельных этапов, степени занятости исполнителей темы (для некоторых категорий – трудоемкости работ), с использованием данных о нормах оплаты их труда. Расчет основной заработной платы следует вести по отдельным работам (исполнителям).

К основной заработной плате относится оплата труда всего научно-производственного персонала, непосредственно принимавшего участие в разработке темы. Для определения затрат по основной заработной плате необходимо использовать данные по трудоемкости отдельных этапов НИОКР.

Для расчета основной заработной платы научных работников, ИТР и служащих предварительно определяется их среднедневной заработок:

$$L_{\text{ср.д}} = \frac{L_0}{F}, \quad (5.3)$$

где $L_{\text{ср.д}}$ – среднедневная заработная плата, руб.;

L_0 – оклад за месяц, руб.;

F – месячный фонд времени (рабочие дни), принять $F = 21,8$ дня.

Тогда заработная плата научных работников, ИТР и служащих за выполнение определенного этапа НИОКР определяется по формуле

$$L = L_{\text{ср.д}} t, \quad (5.4)$$

где L – заработная плата за выполнение определенного этапа НИОКР;

$L_{\text{ср.д}}$ – среднедневная заработная плата исполнителя;

t – трудоемкость работы, чел.-дни.

Минимальный месячный оклад с 01.01.2016 г. утвержден в размере 6204 руб. на основании ст. 1 Федерального закона от 14.12.2015 N 376-ФЗ.

Расчет заработной платы рабочих производится на основе тарифной системы. Вначале устанавливается общий объем работы по видам: механическая обработка, сборка, монтаж, наладка и т.д., нормо-час. Затем по каждому виду работ определяется средний разряд и на его основе – средняя стоимость одного нормо-часа. Суммарная заработная плата рабочих по видам работ определяется по формуле

$$L = \sum_{i=1}^n l_{\text{ср.}i} t_i, \quad (5.5)$$

где L – заработная плата рабочих по всем видам работ, руб.;

n – количество видов работы;

$l_{\text{ср.}i}$ – средняя стоимость одного нормо-часа, i -го вида работ, руб./нормо-час;

t_i – трудоемкость i -го вида работ, нормо-час.

Расчет основной заработной платы по всем категориям работников сводится в таблицу 5.3.

									Лист
									100
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР				

Таблица 5.3 – Расчет основной заработной платы сотрудников задействованных на различных этапах НИОКР

№ п.п.	Код этапа (работы)	Категория персонала	Численность исполнителей	Кол-во чел.-дней, подлежащих обработке	Средняя зарплата в день, руб.	Сумма основной заработной платы по этапу, руб.
1	2	3	4	5	6	7
1	1	Главный инженер	1	3	3440,37	10321,10
2	2	Инженер	2	3	2293,58	13761,47
3	3	Инженер	2	1	2293,58	4587,16
4	4	Главный инженер	1	2	3440,37	6880,73
5	4	Инженер	2	2	2293,58	9174,31
6	5	Специалист по снабжению	1	7	1605,50	11238,53
7	6	Инженер	1	20	2293,58	45871,56
8	6	Рабочий 6 разряд	3	20	1600,00	96000,00
9	7	Главный инженер	1	10	3440,37	34403,67
10	7	Инженер	2	10	2293,58	45871,56
11	7	Водитель-испытатель	2	10	1376,15	27522,94
12	7	Вспомогательный персонал	3	10	688,07	20642,20
13	8	Инженер	2	2	2293,58	9174,31
14	9	Инженер	1	10	2293,58	22935,78
15	9	Рабочий 6 разряд	1	10	1600,00	16000,00
16	10	Главный инженер	1	10	3440,37	34403,67
17	10	Инженер	2	10	2293,58	45871,56
18	10	Водитель-испытатель	2	10	1376,15	27522,94
19	10	Вспомогательный персонал	3	10	688,07	20642,20
20	11	Инженер	2	2	2293,58	9174,31
21	12	Главный инженер	1	20	3440,37	68807,34
22	12	Инженер	2	20	2293,58	91743,12
23	12	Водитель-испытатель	2	20	1376,15	55045,87

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

101

Окончание таблицы 5.3

1	2	3	4	5	6	7
24	12	Вспомогательный персонал	3	20	688,07	41284,40
25	13	Главный инженер	1	10	3440,37	34403,67
26	13	Инженер	2	10	2293,58	45871,56
27	13	Водитель-испытатель	2	10	1376,15	27522,94
28	13	Вспомогательный персонал	3	10	688,07	20642,20
29	14	Главный инженер	1	10	3440,37	34403,67
30	14	Инженер	2	10	2293,58	45871,56
31	14	Водитель-испытатель	2	10	1376,15	27522,94
32	14	Вспомогательный персонал	3	10	688,07	20642,20
Итого						1025768,47

Дополнительная заработная плата исполнителей темы $C_{з.п.доп}$ учитывает величину предусмотренных ТК РФ доплат за отклонения от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных или общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.п.). При обосновании сметы затрат на выполнение НИОКР дополнительную заработную плату можно учитывать исходя из фактически сложившегося в организации соотношения между суммарным значением доплат и выплат, с одной стороны, и фондом основной заработной платы персонала организации – с другой. Это соотношение характеризуется коэффициентом $\Gamma = 0,12...0,15$. Затраты по дополнительной заработной плате персонала, занятого по теме НИОКР:

$$C_{з.п.доп} = C_{з.п.осн} \cdot \Gamma, \text{ руб.} \quad (5.6)$$

$$C_{з.п.доп} = 1025768,47 \cdot 0,12 = 123092,22, \text{ руб.}$$

В состав затрат на использование оборудования $C_{об}$ учитывают планируемые расходы научной организации на приобретение и использование обрабатывающей, вычислительной, измерительной, копировальной, моделирующей или иной техники (машин, оборудования, приборов), необходимой для выполнения темы.

$$C_{об} = \sum_{i=1}^m C_{м-ч} \cdot t_{маш} \text{ руб.}, \quad (5.7)$$

где m – количество типов оборудования, используемых при выполнении темы;

$C_{м-ч}$ – себестоимость одного машино-часа работы i -го типа оборудования, руб./маш.-ч,

$t_{маш}$ – планируемая продолжительность использования оборудования i -го типа при выполнении темы, ч.

$$C_{об} = 4392,19 \cdot 200 = 878438 \text{ руб.}$$

Для многих видов оборудования величина $C_{м-ч}$ рассчитывается следующим образом:

$$C_{ж-ч} = \frac{\Phi_{з.п} + Э + А + М_{в} + Р}{F_{год,эф}} \text{ руб./маш.-ч.}, \quad (5.8)$$

где $\Phi_{з.п}$ – годовой фонд основной и дополнительной заработной платы с отчислениями по единому социальному налогу персонала, обслуживающего оборудование (если таковой персонал предусматривается), руб./год;

\mathcal{E} – годовые затраты на электроэнергию, потребляемую оборудованием, руб./год;

A – годовые амортизационные отчисления по оборудованию, руб./год;

$M_{в}$ – годовые затраты на вспомогательные материалы, связанные с работой оборудования (бумага, магнитная лента картриджи, и др.), руб./год;

P – годовые затраты на ремонтное обслуживание оборудования, руб./год;

$F_{год,эф}$ – годовой эффективный фонд времени работы оборудования, ч.

$$C_{ж-ч} = \frac{388688 + 675792 + 2375000 + 1500000 + 750000}{9888} = 4392,19 \text{ руб./маш.-ч.}$$

Расчет составляющих формулы (5.8):

а) величина $\Phi_{з.п}$ – определяется по формуле

$$\Phi_{з.п} = 12 \cdot \sum_{i=1}^m L_{мес.i} \cdot (1 + \alpha) \cdot (1 + k_c), \text{руб./год}, \quad (5.9)$$

где m – численность персонала, обслуживающего оборудование;

$L_{мес.i}$ – месячный оклад i -го работника, обслуживающего оборудование, руб./мес.;

α – коэффициент, учитывающий затраты по дополнительной заработной плате обслуживающего персонала;

k_c – коэффициент, учитывающий отчисления по единому социальному налогу, принять $k_c = 0,26$;

$$\Phi_{з.п} = 12 \cdot 20000 \cdot (1 + 0,12) \cdot (1 + 0,26) = 388688 \text{ руб.};$$

б) годовые затраты на электроэнергию, потребляемую оборудованием, \mathcal{E}

$$\mathcal{E} = N_y \cdot C_{э} \cdot C_{им} \cdot k_{им}, \text{руб./год}, \quad (5.10)$$

где N_y – установленная мощность оборудования, кВт;

$C_{э}$ – тариф на электроэнергию, руб./кВт · ч. $C_{э} = 5,7$ руб./кВт · ч;

$k_{им}$ – коэффициент использования оборудования по мощности, обычно для многих видов оборудования $k_{им} = 0,75 \dots 0,9$;

$$\mathcal{E} = 150 \cdot 988 \cdot 5,7 \cdot 0,8 = 675792 \text{ руб./год};$$

в) годовые амортизационные отчисления

$$A = \frac{a \cdot Ц}{100}, \text{руб./год}, \quad (5.11)$$

где a – норма амортизационных отчислений, установленная для конкретного вида оборудования, %, установим среднюю норму отчислений в размере 9,5%;

$Ц$ – цена (балансовая стоимость) оборудования, руб. Балансовую стоимость оборудования конструкторского бюро и опытного цеха, задействованного на выполнение темы НИОКР установим в размере 25 млн.руб.

$$A = \frac{9,5 \cdot 25000000}{100} = 2375000, \text{ руб./год};$$

г) годовые затраты на вспомогательные материалы M_B определяются из расчета 0,06 от цены оборудования.

$$M_B = 25000000 \cdot 0,06 = 1500000 \text{ руб};$$

д) годовые затраты на ремонтное обслуживание оборудования (P) рассчитываются как 0,03 от цены оборудования.

$$P = 25000000 \cdot 0,03 = 750000 \text{ руб};$$

е) годовой эффективный фонд времени

$$F_{\text{год.эфф}} = F_{\text{год.н}} \cdot k_n = D \cdot q \cdot k_{\text{ср}} \cdot s / 100 \quad (5.12)$$

где $F_{\text{год.н}}$ – годовой номинальный фонд времени, ч;

k_n – коэффициент использования, учитывающий полезное использование оборудования в организации в течение года;

D – количество рабочих дней в году;

q – продолжительность смены, ч;

s – планируемая сменность работы.

$$F_{\text{год.эфф}} = 247 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,5 = 988 \text{ ч/год}$$

Отчисления по единому социальному налогу $C_{e.n}$ учитывают взносы организации в государственные внебюджетные фонды (Пенсионный фонд РФ, Фонд социального страхования РФ, Фонд обязательного медицинского страхования РФ). Ставки взносов устанавливаются Налоговым кодексом РФ, их величина дифференцирована в зависимости от зарплаты персонала организации. Величина $C_{e.n}$ определяется по формуле:

$$C_{e.n} = (C_{z.p.осн} + C_{z.p.доп}) k_c, \text{ руб.}, \quad (5.13)$$

где k_c – коэффициент, соответствующий ставке единого социального налога, принимаем $k_c = 0,26$.

$$C_{e.n} = (1025768,47 + 123092,22) \cdot 0,26 = 298703,78 \text{ руб.}$$

Накладные (общехозяйственные) расходы $C_{\text{накл}}$ учитывают затраты организации на зарплату управленческого персонала и персонала функциональных служб, на содержание и ремонт зданий и сооружений организации, иные расходы. Величина $C_{\text{накл}}$ определяется:

$$C_{\text{расч}} = C_{\text{з.и.с.с.з.}} \cdot k_{\text{н}} \text{ руб.} \quad (5.14)$$

где $k_{\text{н}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы, принять $k_{\text{н}} = 0,5 \dots 1,2$.

$$C_{\text{расч}} = 1025768,47 \cdot 0,8 = 820614,78 \text{ руб.}$$

Затраты на командировки исполнителей $C_{\text{ком}}$ определяются в соответствии с планом выполнения темы и с учетом действующих норм командировочных расходов различного вида и транспортных тарифов. Они рассчитываются либо прямым счетом исходя из производственной необходимости, либо в процентах от суммы основной и дополнительной заработной платы (ориентировочно 6...10 %).

Контрагентские работы $C_{\text{контр}}$. Сюда относятся расходы по комплектующим изделиям и узлам, получаемым от других организаций, оплата работ опытного производства (макеты, образцы), аренда машинного времени ЭВТ и др. Учет этого вида затрат представлен в таблице.

Таблица 5.4 – Контрагентские расходы

№ п.п.	Код этапа (работы)	Наименование организации и предприятий-соискателей	Наименование выполняемых работ	Срок исполнения	Объем работ или услуг, руб.	Сумма затрат, руб.
1	2	3	4	5	6	7
1	5	ПАО «КамАЗ»	поставка раздаточных коробок КамАЗ-4310	---	---	1600000
2	5	ОАО «МЗКТ»	поставка гидротрансформаторов D-430	---	---	345000
3	12	ФГУП «НАМИ»	Аренда испытательного полигона, для проведения ускоренных ресурсных испытаний	---	10 дней	500000
Итого						2445000

Кроме типовых статей расходов сметной себестоимости прибавляем:

а) Прочие расходы. К прочим расходам относятся затраты на выполнение НИОКР, которые могут быть отнесены на нее по прямому признаку, но не входящие ни в одну из вышеназванных статей, например, по оплате консультаций, экспертиз, патентный поиск и т.п.;

б) Косвенные расходы связаны с работой организации в целом и их нельзя отнести прямо на затраты, связанные с отдельной НИОКР. В связи с этим косвенные расходы распределяются между всеми НИОКР, проводимыми в организации пропорционально какой-либо базе. К косвенным расходам относятся расходы по содержанию и эксплуатации оборудования, цеховые и общезаводские расходы.

Расчет полной себестоимости на проведение НИОКР сведем в таблицу 5.5.

Таблица 5.5 – Полная себестоимость НИОКР

№ п.п.	Наименование статьи затрат	Сумма, руб.
1	2	3
1	Прямые материальные затраты, C_M	442324,5
2	Заработная плата основная, $C_{з.п.осн}$	1025768,47
3	Заработная плата дополнительная, $C_{з.п.доп}$	123092,22
4	Отчисления по единому социальному налогу, $C_{е.н}$	298703,78
5	Командировочные расходы, $C_{ком}$	114886,1
6	Затраты на использование оборудования, $C_{об}$	878438
7	Контрагентские расходы, $C_{контр}$	2445000
8	Накладные расходы, $C_{накл}$	820614,78
9	Косвенные расходы	230000
10	Прочие расходы	180000
Итого		6558827,85

5.3 Расчет времени окупаемости

Себестоимость и отпускная цена производителя автомобиля УРАЛ-66093 является государственной тайной, поэтому, основываясь на отпускных ценах производителей основных узлов автомобиля необходимых для модернизации можно произвести примерный расчет времени окупаемости затрат на НИОКР при усло-

вии, что предлагаемые решения по модернизации автомобиля будут приняты и поставлены на серийное производство.

Максимальный объем выпуска A_T техники исходя из возможностей сборочного цеха устанавливаем в размере 50 единиц техники в год.

Исходные данные для расчета времени окупаемости приведены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Исходные данные для расчета

№ п.п.	Наименование оборудования	Цена за шт, руб.
1	2	3
Базовые узлы		
1	Раздаточная коробка ZF Steyr VG2000	590000
2	Гидротрансформатор МЗКТ D-450	120000
Альтернативные узлы		
3	Раздаточная коробка КамАЗ-4310	400000
4	Гидротрансформатор МЗКТ D-430	115000

Себестоимость базовых узлов $C_{б.у}$ на необходимый объем выпуска складывается из отпускной цены завода-изготовителя плюс транспортные затраты в размере 15% от отпускной цены.

$$C_{б.у} = (C_{б1} + C_{б2})k_T A_T, \text{ руб.}, \quad (5.15)$$

где $C_{б1}$ – цена раздаточной коробки базовой;

$C_{б2}$ – цена базового гидротрансформатора;

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы. Принимаем $k_T = 1,15 \dots 1,25$ от цены.

$$C_{б.у} = (590000 + 120000) \cdot 1,15 \cdot 50 = 40825000 \text{ руб.}$$

Себестоимость альтернативных узлов $C_{а.у}$ на необходимый объем выпуска складывается из отпускной цены завода-изготовителя плюс транспортные затраты в размере 15% от отпускной цены.

$$C_{а.у} = (C_{а1} + C_{а2})k_T, \text{ руб.}, \quad (5.16)$$

где C_{a1} – цена раздаточной коробки базовой;

C_{a2} – цена базового гидротрансформатора;

k_r – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы. Принимаем $k_r = 1,15 \dots 1,25$ от цены.

$$C_{a,y} = (400000 + 115000) \cdot 1,15 \cdot 50 = 29612500 \text{ руб.}$$

Затратами на переоснащение производства можно пренебречь, так как производство штучное, все этапы сборки осуществляются вручную, необходимая оснастка и оборудование уже имеется на предприятии.

Экономическая выгода \mathcal{E}_B от замены на альтернативные узлы при максимальной загрузке цеха

$$\mathcal{E}_B = C_{б,y} - C_{a,y}, \text{ руб./год,} \quad (5.17)$$

$$\mathcal{E}_B = 40825000 - 29612500 = 11212500 \text{ руб./год.}$$

Срок окупаемости $T_{ок}$ инвестиций в НИОКР при условии максимальной загрузки цеха

$$T_{ок} = \frac{C_{см}}{\mathcal{E}_B}, \text{ лет} \quad (5.18)$$

$$T_{ок} = \frac{6558827,85}{11212500} = 0,59 \text{ года.}$$

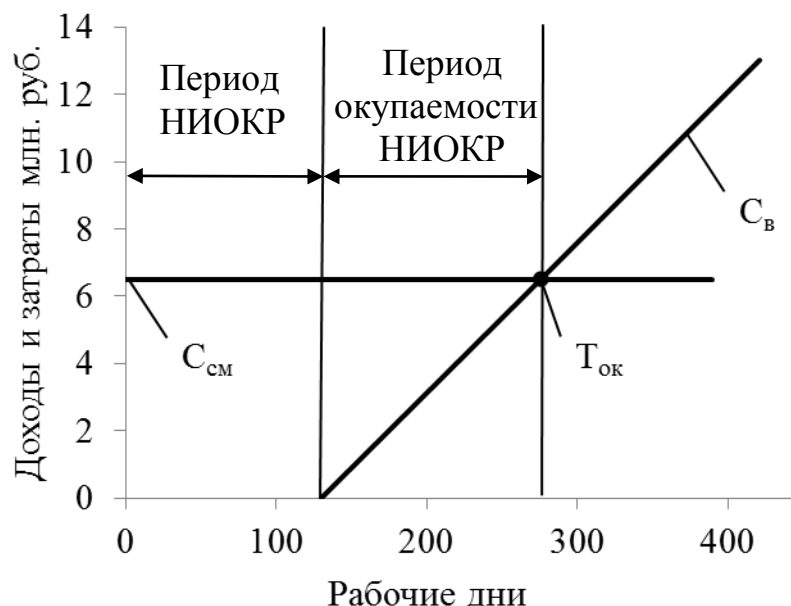


Рисунок 5.1 – Период окупаемости инвестиций в НИОКР

5.4 Точка безубыточности проекта

Точка безубыточности проекта показывает критический объем производства $A_{кр}$, при котором прибыль становится нулевой, так как выручка от реализации совпадает с издержками производства. Аналитически точку безубыточности проекта определяют по формуле:

$$A_{кр} = \frac{B}{C_{опт} - a}, \quad (5.19)$$

где B – условно – постоянные издержки на весь выпуск, $B = 200$ млн.руб./год;

$C_{опт}$ – отпускная цена предприятия, руб./шт. (цена 1 ед. из опытно-промышленной партии по данным [34] 35,8 млн. руб.);

a – условно–переменные издержки на единицу продукции, млн. руб./шт.;

$a = 28,4$ млн. руб./шт.

$$A_{кр} = 27 \text{ шт. /год.}$$

Графически «точка безубыточности» рассчитывается по данным таблицы 5.9 и формулам (5.20) и (5.21), учитывающим зависимость объемов реализации V_p и общих издержек от объемов выпуска и реализации C .

$$V_p = \Pi_{\text{опт}} A_r, \quad (5.20)$$

$$V_p = 35,8 \cdot 50 = 1790 \text{ млн. руб./год.}$$

$$C = aA_r + B, \quad (5.21)$$

$$C = 28,4 \cdot 50 + 200 = 1620 \text{ млн. руб./год.}$$

Построим график безубыточности производства (рисунок 5.2).

Для оценки рассчитываемого значения $A_{кр}$ и фактической программой выпуска деталей A_r следует определить «относительный запас прочности по формуле:

$$\delta = \frac{A_r - A_{кр}}{A_r} \cdot 100\%$$

$$\delta = 46\%.$$

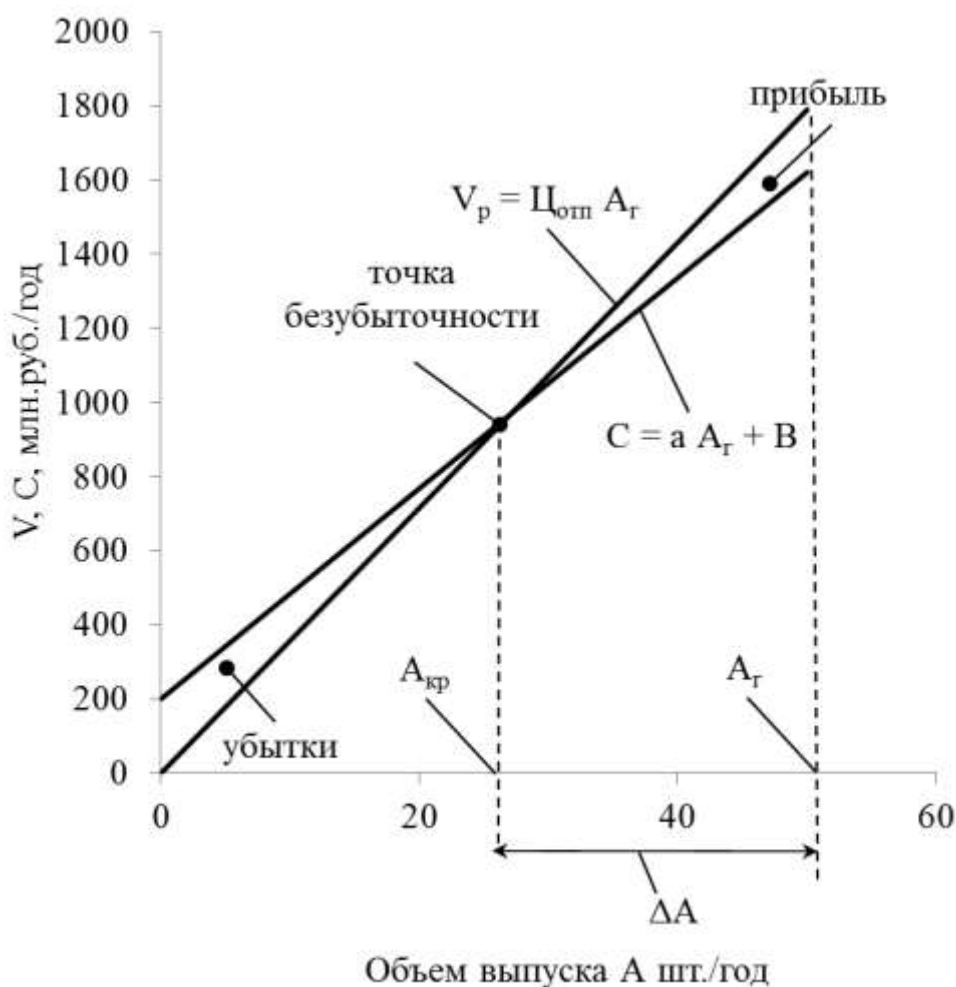


Рисунок 5.2 – Анализ безубыточности производства

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Вывод по разделу пять: в организационно-экономическом разделе был произведен расчет сметных затрат на НИОКР по теме улучшения тягово-скоростных характеристик автомобиля на предприятии-изготовителе, которые составили 6342857,85 руб. Рассчитан срок окупаемости инвестиций при условии максимальной загрузки сборочного цеха, который составил 0,59 года. По результатам расчетов можно сказать, что помимо улучшения технических характеристик модернизируемого автомобиля, которые несомненно отразятся на увеличении конкурентоспособности на рынке ВПК, переход на альтернативные комплектующие позволит снизить себестоимость производства техники и увеличить рентабельность производства.

									Лист
									112
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР				

6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В соответствие с темой ВКР «Повышение эффективности полноприводного автомобиля 6×6 путем его улучшения тягово-скоростных свойств» в данном разделе рассмотрены вопросы обеспечения безопасной эксплуатации модернизированных агрегатов – гидротрансформатора гидромеханической передачи (ГМП) и раздаточной коробки (РК).

6.1 Область применения

Гидромеханическая трансмиссия автомобиля представляет собой совокупность сборочных единиц и механизмов, передаваемых крутящий момент от двигателя к ведущим колесами автомобиля. Основные агрегаты, рассмотренные в данном проекте: двигатель, гидротрансформатор, автоматическая коробка переключения передач, раздаточная коробка, главная передача.

Модернизация ГМП произведена за счет замены штатного гидротрансформатора на гидротрансформатор с активным диаметром 430 мм. Заменена штатная раздаточная коробка ZF Steyr VG2000 на РК КамАЗ-4310.

Модернизация трансмиссии автомобиля Урал-63095 дает ряд преимуществ перед таким же автомобилем штатной комплектации и трансмиссией:

- сокращение времени разгона;
- увеличение угла преодолеваемого подъема;
- снижение расхода топлива при установившемся движении.

Внешний вид и основные геометрические размеры ГМП МЗКТ показаны на рисунке 6.1.

Основные характеристики ГМП МЗКТ представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Основные характеристики ГМП МЗКТ [14]

Наименование параметра	Значение параметра
Гидродинамический трансформатор (тип)	Трехколесный, одноступенчатый, комплексный, блокируемый
Блокировка ГДТ	Двухдисковой фрикционной муфтой

Окончание таблицы 6.1

Включение блокировки ГДТ	Блокируется на всех передачах, кроме первой и заднего хода
Коэффициент трансформации ГДТ	2,11
Планетарная коробка передач (ПКП)	Ступенчатая, планетарная
Количество передач	6 переднего хода, 1 заднего хода
Количество планетарных рядов в ПКП	3
Количество вращающихся фрикционов в ПКП	2
Количество тормозных устройств в ПКП	3
Передаточные числа трансмиссии (без учета коэффициента трансформации ГДТ)	1 передача 4,7 2 передача 2,21 3 передача 1,53 4 передача 1,0 5 передача 0,76 6 передача 0,67 Зданий ход 4,79
Гидравлическая система	Открытая, общая для питания гидротрансформатора, управления коробкой передач и смазки, с автоматическим регулированием давлений, системой фильтрации, портами подключения охладителя масла
Аварийная система управления (АСУ)	Гидравлическая, с ручным включением первой передачи и передачи заднего хода
Давление рабочей жидкости	- в бустерах тормозов и фрикционов на передачах переднего и заднего хода в пределах от 1,0 до 1,3 МПа; - на входе в гидротрансформатор в пределах от 0,15 МПа при частоте вращения входного вала 800 мин ⁻¹ и до 0,65 МПа при максимальной частоте вращения; - в системе смазки в пределах от 0,12 до 0,16 МПа.
Применяемое масло	Трансмиссионное масло Марка А, Dextron III
Емкость системы смазки	50 литров
Максимальная рабочая температура	120°C
Сухой вес ГМП	530 кг

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

114

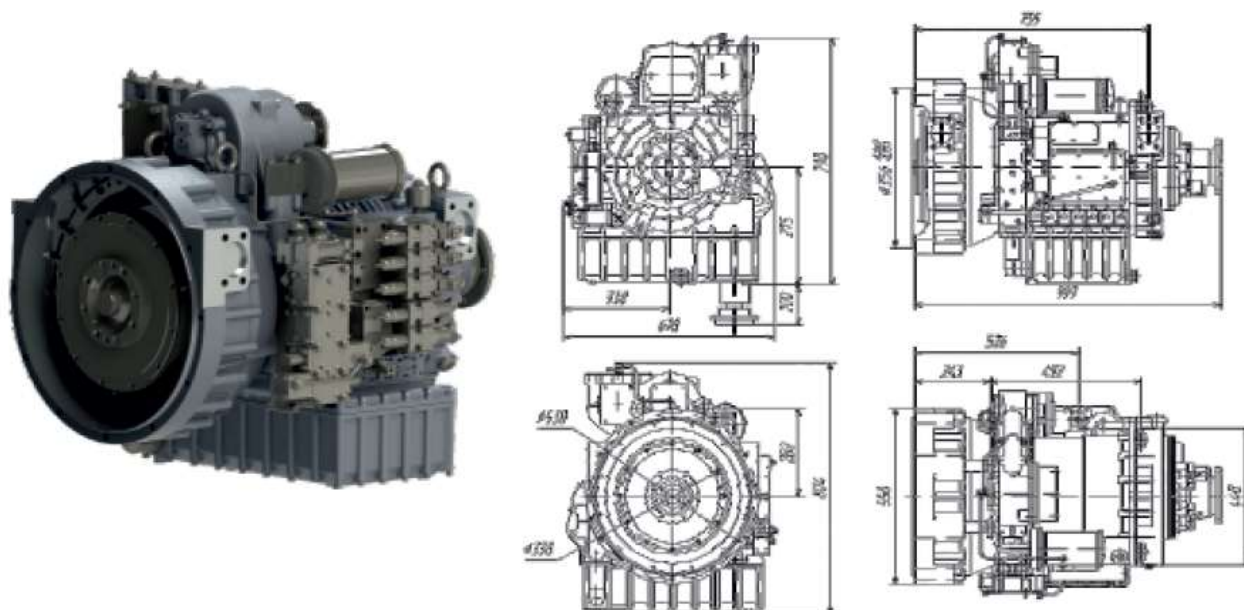


Рисунок 6. 1 – Внешний вид ГМП МЗКТ

Основные характеристики РК КамАЗ-4310 представлены в таблице 6.2

Таблица 6.2 – Основные характеристики раздаточной коробки КамАЗ-4310 [15]

Наименование параметра	Значение параметра
Тип раздаточной коробки	Механическая, двух ступенчатая с постоянным приводом на передний мост
Распределение крутящего момента между передним мостом и задней тележкой	1:2
Передаточные числа РК	Высшая передача 0,97 Низшая передача 1,697
Наличие блокировки межосевого дифференциала	Есть
Управление переключением передач	Пневматическое (давление воздуха 0,5 – 0,65 МПа), управляющий сигнал электрический
Система смазки	Внутренний масляный насос, имеется возможность использовать внешний контур системы охлаждения
Применяемое масло	МТ-16П (М-16-Б2(Т))
Емкость системы смазки	10 литров
Максимальная рабочая температура	120°С
Сухой вес	400 кг
Максимальные габариты (Ш×В×Д)	564×864×729 мм

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

115



Рисунок 6.2 – Раздаточная коробка КамАЗ-4310

Таблица 6.3 – Характеристики применяемых трансмиссионных масел [25,26]

Наименование показателя	Значение параметра	
	Марка А	МТ-16П
Кинематическая вязкость при 100°С, мм ² /с	не менее 6,5	15,5...16,5
Температура застывания, °С, не выше	-40	-25
Температура вспышки, определяемая в открытом тигле, °С	175	210
Температура самовоспламенения °С	н.д.	340

6.2 Идентификация опасностей и оценка риска

6.2.1 Идентификация механических опасностей

Узлы трансмиссии автомобиля имеют большие габариты и вес указанный в табл. 6.1 и табл. 6.2.

В узлах трансмиссии есть детали, которые могут явиться причиной порезов травм и ушибов.

Крутящий момент в трансмиссии автомобиля от двигателя к ведущим колесам передается через карданные передачи, максимальная скорость вращения карданного вала, соединяющего ГМП и РК составляет 3650 мин^{-1} , максимальные обороты карданных валов, соединяющие РК и мосты автомобиля равна 3690 мин^{-1} , максимальный крутящий момент на карданных валах 11822 Нм и 17000 Нм соответственно.

6.2.2 Идентификация термических опасностей

Во время работы ГМП, даже на остановленном автомобиле, трансмиссионное масло в гидротрансформаторе постоянно циркулирует, результате работы гидротрансформатора из-за возникающих сил трения масло нагревается и имеет рабочий диапазон температур от 60 до 120°C . Так как система смазки коробки передач и гидротрансформатора общая, нагретое масло, протекая по узлам коробки передач, нагревает и ПКП. Так как основные детали в ГМП изготовлены из различных сплавов металлов, обладающих хорошей теплопроводностью.

Трансмиссионное масло в РК, во время работы, нагревается из-за возникающих сил трения. Температура масла может достигать 120°C , нагретое масло, циркулируя по РК, также нагревает корпус РК выполненный из металла.

При обслуживании ГМП и РК необходимо учитывать, что при соприкосновении с узлами трансмиссии велика вероятность возникновения ожогов, особенно если автомобиль только что прекратил движение или была длительная работа двигателя в холостом ходу.

						Лист
					23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР	117
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

6.2.3 Опасности от материалов и веществ

По степени воздействия на организм человека трансмиссионные масла относятся к 4-му классу опасности по ГОСТ 12.1.007-76 [27] с предельно допустимой концентрацией паров углеводородов в воздухе рабочей зоны 300 мг/м^3 и к 3-му классу опасности с предельно допустимой концентрацией масляного тумана 5 мг/м^3 .

6.2.4 Опасности от шума и вибрации

Работа ГМП и РК сопровождается шумами и вибрациями. Шум ГМП в основном возникает при работе зубчатых передач и подшипников. Вибрации во время работы ГМП и РК возникают вследствие дисбаланса вращающихся зубчатых колес и ГДТ, а также появлению крутильных колебаний на карданных валах трансмиссии. На рабочем месте водителя, а также в пассажирском модуле должны обеспечиваться гигиенические нормативы на шум по СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [28] и вибрации по СН 2.2.4/2.1.8.566-96 [29]. Данные по уровням шума и вибрации приведены в таблицах 6.4 и 6.5.

Таблица 6.4 – Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука

№ п/п	Вид трудовой деятельности	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	Рабочие места водителей и обслуживающего персонала грузовых автомобилей	100	87	79	72	68	65	63	61	59	70
2	Рабочие места водителей и обслуживающего персонала	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР

Лист

118

Таблица 6.5 - Предельно допустимые значения вибрации рабочих мест

Предельно допустимые значения виброускорения								
Среднегеометрические частоты полос, Гц	м/с ²				дБ			
	в 1/3 октаве		в 1/1 октаве		в 1/3 октаве		в 1/1 октаве	
	Z ₀	X ₀ , Y ₀	Z ₀	X ₀ , Y ₀	Z ₀	X ₀ , Y ₀	Z ₀	X ₀ , Y ₀
0,8	0,70	0,22			117	107		
1,0	0,63	0,22	1,10	0,40	116	107	121	112
1,25	0,56	0,22			115	107		
1,6	0,50	0,22			114	107		
2,0	0,45	0,22	0,79	0,45	113	107	118	113
2,5	0,40	0,28			112	109		
3,15	0,35	0,35			111	111		
4,0	0,32	0,45	0,56	0,79	110	113	115	118
5,0	0,32	0,56			110	115		
6,3	0,32	0,70			110	117		
8,0	0,32	0,89	0,63	1,60	110	119	116	124
10,0	0,40	1,10			112	121		
12,5	0,50	1,40			114	123		
16,0	0,63	1,80	1,10	3,20	116	125	121	130
20,0	0,79	2,20			118	127		
25,0	1,00	2,80			120	129		
31,5	1,30	3,50	2,20	6,30	122	131	127	136
40,0	1,60	4,50			124	133		
50,0	2,00	5,60			126	135		
63,0	2,50	7,00	4,50	13,00	128	137	133	142
80,0	3,20	8,90			130	139		
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни			0,56	0,40			115	112
Предельно допустимые значения виброскорости								
Среднегеометрические частоты полос, Гц	м/с · 10 ⁻²				дБ			
	в 1/3 октаве		в 1/1 октаве		в 1/3 октаве		в 1/1 октаве	
	Z ₀	X ₀ , Y ₀	Z ₀	X ₀ , Y ₀	Z ₀	X ₀ , Y ₀	Z ₀	X ₀ , Y ₀
0,8	14,00	4,50			129	119		
1,0	10,00	3,50	20,00	6,30	126	117	132	122
1,25	7,10	2,80			123	115		
1,6	5,00	2,20			120	113		
2,0	3,50	1,78	7,10	3,50	117	111	123	117
2,5	2,50	1,78			114	111		
3,15	1,79	1,78			111	111		
4,0	1,30	1,78	2,50	3,20	108	111	114	116

Окончание таблицы 6.5

5,0	1,00	1,78			106	111		
6,3	0,79	1,78			104	111		
8,0	0,63	1,78	1,30	3,20	102	111	108	116
10,0	0,63	1,78			102	111		
12,5	0,63	1,78			102	111		
16,0	0,63	1,78	1,10	3,20	102	111	107	116
20,0	0,63	1,78			102	111		
25,0	0,63	1,78			102	111		
31,5	0,63	1,78	1,10	3,20	102	111	107	116
40,0	0,63	1,78			102	111		
50,0	0,63	1,78			102	111		
63,0	0,63	1,78	1,10	3,20	102	111	107	116
80,0	0,63	1,78			102	111		
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни			1,10	3,20			107	116

6.2.5 Опасность возгорания

По классификации ГОСТ 12.1.044 [33] трансмиссионные масла являются горючими жидкостями с температурами вспышки указанными в таблице 6.3.

6.2.6 Опасности, обусловленные выбросом жидкости

Во время работы трансмиссионное масло в ГМП находится под высоким давлением, значения давления указаны в табл. 6.1.

6.3 Устранение опасностей и защитные меры по снижению риска

Общие требования к живучести и стойкости к внешним воздействиям соответствуют ГОСТ РВ 20.39.304-98 [38].

Конструкция ГМП и ее системы обеспечивают:

- автоматическое, командное, аварийное управление переключением передач;
- плавное трогание с места (без рывков при включении низших передач переднего и заднего хода);

- автоматическое переключение передач и блокировку (разблокировку) ГДТ от электронной системы управления, дублирующее – от избирателя режимов на месте водителя;
- переход с автоматического управления на командное и обратно без остановки машины;
- сигнализацию о повышении температуры масла ГМП выше допустимой величины;
- исключение одновременного включения двух и более передач;
- исключение цикличности при переключении передач.

6.3.1 Комплекс мер по устранению механических опасностей

Все зубчатые передачи и узлы не требующие периодического обслуживания ГМП и РК помещены в герметичные защитные корпуса, которые защищают их от воздействий агрессивной окружающей среды, в корпусах находится необходимой запас масла, для смазывания узлов трансмиссии. В корпусе ГМП предусмотрена установка масляного щупа, для контроля уровня масла. Для контроля уровня масла в корпусе РК имеется контрольное отверстие, которое закрыто пробкой, для обеспечения герметичности. Для проведения технического обслуживания в корпусах ГМП и РК имеются сливные отверстия, которые закрыты пробками, для замены масляного фильтра в ГМП сделано технологическое окно, закрытое герметичной крышкой. Для быстрого и безопасного проведения технического обслуживания учтены физиологические возможности человека, физически возможный доступ к креплениям конструкции, контрольным точкам и местам расположения сливных отверстий и технологических крышек, частота повторяющихся движений, чтобы исключить заторможенность, нагрузку. Для проведения технического обслуживания не требуется демонтаж ГМП и РК, а также демонтаж вспомогательных узлов и агрегатов, расположенных на раме автомобиля. На корпусах ГМП и РК предусмотрены рым-болты, для обеспечения возможности подъема и транспортировки, а также для демонтажа ГМП и РК с рамы автомобиля.

					23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		121

6.3.2 Комплекс мер по устранению термических опасностей

При проектировании конструкции ГМП и РК применены решения, обеспечивающие заданный температурный режим работы. Корпус масляного поддона ГМП выполнен с ребрами, которые увеличивают общую площадь для отведения тепла. Система смазки ГМП и РК имеет теплообменники для подключения к системе охлаждения двигателя, такое решение позволяет ускорить процесс выхода на заданный температурный режим и поддерживать его во время движения автомобиля. Для автомобилей в исполнении для стран с жарким климатом дополнительно может устанавливаться масляный радиатор для ГМП.

В кабине автомобиля, на приборной панели находится индикатор температуры масла в коробке передач, который информирует водителя.

При обслуживании ГМП и РК необходимо учитывать то, что трансмиссионное масло может иметь высокую температуру до 120°C, особенно если автомобиль только что прекратил движение. Нужно дать остыть маслу в ГМП и РК, контроль осуществлять по показаниям индикатора температуры масла в ГПП, расположенном в кабине автомобиля на приборной панели.

6.3.3 Комплекс мер по устранению опасностей от материалов и веществ

Трансмиссионные масла, применяемые в ГМП и РК не токсичны, не оказывают вредного воздействия на организм человека, не способны к образованию токсичных соединений в воздушной среде и сточных водах в присутствии других веществ и факторов [25,26].

6.3.4 Комплекс мер по устранению опасностей от шума и вибрации

При проектировании ГМП и РК для снижения шумов при работе, описанных в п. 6.2.4 применены следующие решения:

- зубчатые колеса и шестерни выполнены косозубыми, в целях уменьшения ударов при входе и выходе зубьев из зацепления и уменьшения шума применяется контур с прямолинейным срезом;

- количество зубьев в передачах подобрано таким образом, чтобы обеспечить необходимый коэффициент перекрытия зубьев передачи, что позволяет повысить плавность зацепления зубьев, уменьшаются динамические нагрузки, а следовательно и шум;
- технологический процесс производства корпусов трансмиссии требует, чтобы сверлении сквозных отверстий, под установку подшипников валов, использовались специальные оправки на станинах станков для исключения нарушения соосности установки подшипников;
- в корпусных деталях предусмотрены центровочные отверстия и выступы в местах соединения деталей;
- применены специальные трансмиссионные масла (табл. 6.1-6.3), которые образуют необходимую масляную пленку, что снижает силы трения и соответственно шум от работы узлов ГМП и РК;
- конструкция кабины и пассажирского модуля автомобиля, согласно технического задания МО РФ, выполнена бронированной с применением высокопрочных сталей и композитных материалов, от силовой установки модуль и кабина также отделены броней, что снижает уровень шума в них. Шум от работы ГМП и РК соответствует СН 2.2.4/2.1.8.562-96 и не превышает 70 дБА на рабочем месте водителя, в пассажирском отделении уровень шума не превышает 60 дБА.

Для снижения вибраций во время работы ГМП и РК, при проектировании и производстве комплектующих технологическим процессом предусмотрены:

- уменьшение массы вращающихся деталей путем выбора металла из зон не подверженных нагрузкам;
- обязательная балансировка, проверка на осевое и торцевое биение гидротрансформатора;
- на валах, в местах установки подшипников и зубчатых колес обеспечена соосность у казанная в конструкторской документации;

					23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		123

- для карданных валов критическая частота вращения вала больше, чем максимальная рабочая частота вращения вала;
- обеспечивается соосность мест крепления крестовин на карданных валах;
- крепление ГМП и РК к раме автомобиля осуществляется через буферы выполненные из резины, что позволяет снизить вибрации передающиеся на раму.
- крепление кабины и пассажирского модуля к раме автомобиля осуществляется через буферы выполненные из резины, что позволяет снизить вибрации передающиеся с рамы.

6.3.5 Комплекс мер по устранению опасности возгорания

Температурный диапазон работы трансмиссионного масла исключает возможность его самовоспламенения. В зоне прохождения выхлопной магистрали на корпусах ГМП и РК установлены теплозащитные экраны. Электрические контакты в цепях управления ГМП и РК герметичные. Конструкция ГМП и РК соответствует требованиям по пожаро и взрывобезопасности по ГОСТ 12.1.004 [30] и ГОСТ 12.1.010 [31].

Электрооборудование соответствует ГОСТ 12.1.019-2009 [32].

6.3.6 Комплекс мер по устранению опасности, обусловленной выбросом жидкости

Для предотвращения вытекания трансмиссионного масла из ГМП и РК при проектировании применены следующие технические решения:

- все входные и выходные валы уплотнены манжетами ГОСТ 8752-79 [35];
- при сборке корпусов используются герметизирующие прокладки из ПМБ ГОСТ 481-80 [36];
- при установке блока клапанов на ГМП используются уплотнительные кольца из резины по ГОСТ 18829-73 [37];

					23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		124

- для исключения превышения давления в масляной системе ГМП используются редукционные клапана со сливом в масляный поддон ГМП.

6.4 Информация для потребителя

Гарантийный срок эксплуатации ГМП и РК для нужд Министерства Обороны ограничен заводом-изготовителем и составляет 10 лет с момента изготовления с учетом сроков хранения и проведения регламентных работ в соответствии руководством по эксплуатации.

В течение гарантийных срока эксплуатации и наработки изготовитель обязан производить безвозмездно замену всех составных частей ГМП, преждевременно вышедших из строя по вине предприятия-изготовителя, при соблюдении потребителем правил эксплуатации и обслуживания, оговоренных в руководстве по эксплуатации ГМП.

В течение всего указанного периода допускается необходимая замена агрегатов узлов и деталей, прошедших установленный пробег, и также пришедших в негодность изделий, ресурс которых, меньше ресурса автомобиля, установленный документацией завода-изготовителя и стандартами.

Обслуживание трансмиссии автомобиля должно производиться на станциях технического обслуживания (СТО), оборудованных специализированным инструментом и приспособлениями, а также квалифицированным персоналом.

Эксплуатация и техническое обслуживание ГМП т РК, а также требования техники безопасности при эксплуатации и техническом обслуживании должны выполняться в соответствии с "Руководством по эксплуатации" и требованиями, изложенными ниже.

Оптимальная температура масла на выходе из ГМП должна находиться в температурном диапазоне от плюс 85 °С до плюс 95 °С, допускается кратковременная (не более 10 минут) работа с температурой до плюс 120 °С. Для обеспечения этого параметра потребитель устанавливает внешнюю систему охлаждения.

Внешняя система охлаждения должна обеспечивать температуру масла на выходе из ГМП не выше плюс 120 °С при работе ГМП на нагрузочном режиме, со-

ответствующем 70 % КПД ГДТ при включенной первой передаче в планетарной коробке передач.

Гидравлическое сопротивление внешней системы охлаждения не должно превышать 0,2 МПа.

Допустимые предельные углы продольных и поперечных наклонов ГМП не должны превышать 35°.

Гарантийная наработка ГМП должна быть не менее 1200 моточасов пробега в составе изделия, средняя наработка на отказ – 600 моточасов пробега в составе изделия. Моточасы считаются по счетчику моточасов двигателя изделия.

6.5 Комплекс дополнительных мер

- элементы оборудования, трубопроводы и шланги были защищены от вредных внешних воздействий
- все узлы и агрегаты доступны для осмотра или ремонта только при использовании автоподъемника или ямы.
- все агрегаты и узлы выполнены в соответствии с техническими стандартами, и не требуют специфических инструментов и оборудования.

Вывод по разделу шесть: проанализированы возможные риски возникновения опасностей при эксплуатации, обслуживании и ремонте. Задача по разработке информации для пользователя, средств защиты и дополнительных защитных мер безопасной конструкции трансмиссии автомобиля выполнена. Для безопасности жизни и здоровья необходимо строго соблюдать все предусмотренные нормы, требования безопасности, правила эксплуатации, и оценивать риски вероятного возникновения непредвиденных опасных последствий.

									Лист
									126
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР				

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе написания выпускной квалификационной работы на тему «Улучшение тягово-скоростных свойств автомобиля 6×6 путем применения гидромеханической трансмиссии» был предложен вариант модернизации броневедомобиля Урал-63095, путем замены текущего гидротрансформатора и раздаточной коробки. В ходе теоретических расчетов выяснено, что угол преодолеваемого подъема увеличивается до 42°, при этом максимальная скорость броневедомобиля снижается незначительно. Но данный расчет выполняется для повышающей передачи. Если брать в расчет понижающую передачу РК КамАЗ-4310, угол подъема станет еще больше. Выполнен проверочный расчет на запас прочности альтернативной раздаточной коробки по максимальному входному моменту, который показал, что предлагаемая раздаточная коробка подходит для базовой трансмиссии броневедомобиля Урал-63095.

В случае принятия предложения по модернизации броневедомобиля и внедрении на производство, производимая модель будет иметь меньшую себестоимость и обладать лучшими тягово-динамическими характеристиками по сравнению с ближайшим конкурентом, производимым в РФ на ОАО «КамАЗ», а именно броневедомобиль КамАЗ-63968.

В целом можно заключить, что миннозащищенные броневедомобили семейства «Тайфун-У» в условиях контрпартизанской войны и контртеррористических операций могут частично заменить бронетранспортеры. Они способны лучше защитить экипаж и десант при подрывах на минах и самодельных взрывных устройствах, имеют большой ресурс, не требуют сопровождения при движении по дорогам общего пользования, обеспечивают экипажу и десанту лучшие условия при длительном нахождении внутри броневедомобиля. Немаловажное их достоинство – низкая стоимость по сравнению с БТР.

						Лист
					23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР	127
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. <http://rus-guns.com/tajfun-u-broneavtomobil.html>;
2. Петров, А.В.; Планетарные и гидромеханические передачи колесных и гусеничных машин. – М.: Машиностроение, 1966. – 388с.;
3. Осепчугов, В.В., Фрумкин, А.К.; Автомобиль: Анализ конструкций, элементы расчета: Учебник для студентов вузов по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство». – М.: Машиностроение, 1989. – 304с.;
4. <https://ru.wikipedia.org/wiki/M939>);
5. <https://www.tradebit.com/filedetail.php/261414665-m939-diesel-truck-service-manual-download-m939a2>;
6. http://avtomobili-vtoroy-mirovoy-voyn.kaketoustroeno.ru/a_avtomobili-vtoroy-mirovoy-voyni&m939&1.htm;
7. <http://war-arms.info/bronetechnika/bronemashini/armeyskie-gruzoviki/avtomobilizarubezhnogo-proizvodstva/armeyskie-i-bronirovannie-boevie-mashini-iveco-italiya.html>;
8. http://zonwar.ru/news4/news_619_Duro-III.html;
9. http://www.avtoall.ru/korobka_razdatochnaya_ural_s_ruchn_i_kom_v_sbore__oao_az_ural___-625076/;
10. http://www.avtoall.ru/korobka_razdatochnaya_kamaz_4310_43114_v_sbore__-102347/;
11. <http://topwar.ru/67951-broneavtomobil-kamaz-63968-tayfun.html>;
12. Автомобиль Урал-63095. Техническая характеристика. – Миасс: АО «АЗ «Урал». Электронное издание. 2011. – 7 с.;
13. Силовой агрегат ЯМЗ-5367-00. Руководство по эксплуатации 5367.3902150 РЭ – Ярославль: ОАО «Автодизель». Электронное издание. 2013. – 137 с.;
14. [http://военная-энциклопедия.рф/военная-техника/статьи-по-устройству-ват/Раздаточная-коробка-автомобиля-КамАЗ-4310.](http://военная-энциклопедия.рф/военная-техника/статьи-по-устройству-ват/Раздаточная-коробка-автомобиля-КамАЗ-4310.;);
15. <http://autodont.ru/transmission/transfer-case/razdatochnaya-korobka-kamaz-4310>

					23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		128

16. Галимзянов, Р.К. Теория автомобиля: учебное пособие – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. – 220 с.;
17. ГОСТ 14846-81 Издание официальное. Двигатели автомобильные. Методы испытаний. – ИПК Изд-во стандартов, 2003. – 42 с.
18. ГОСТ 19281-89 Издание официальное. Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия. – Стандартиформ, 2009. – 15 с.;
19. Григорьев, В.М. Обработка металлов резанием: Учебное пособие. – Хабаровск: Издательство ДВНУПС, 2006. – 156 с.;
20. <http://www.novator-grp.ru/rus/stanki-ussr/16B16/>
21. <http://www.stankov.ru/catalog/sverlilno-rastochnie/2431sf10/>
22. Марков, В.В. Расчёт режимов резания. Курсовое и дипломное проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / В.В. Марков, А.В. Сметанников, П.И. Кискеев, Л.И. Лебедева, Д.А. Ветчинников. – Орёл: Орел-ГТУ, 2010. – 112 с.;
23. Заслонов, В.Г. Организационно-экономическая часть дипломного проекта: учебное пособие – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009. – 97 с.;
24. ГОСТ 6360-89 Издание официальное. Масла МТ-16П и МТ-16ПЦ. Технические условия. – Стандартиформ, 2011. – 6 с.;
25. ТУ 38.1011282-89 Масла для гидромеханических и гидрообъемных передач. Технические условия. – Москва, 1989. – 16 с.;
26. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ Издание официальное. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.– ИПК. Стандартиформ, 2009. – 7 с.;
27. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. – Минздрав России, Москва, 1996. – 8 с.;
28. СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. – Минздрав России, Москва, 1996. – 31 с.;
29. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ Издание официальное. Пожарная безопасность. Общие требования. – Стандартиформ, 2006. – 68 с.;

30. ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ Издание официальное. Взрывобезопасность. Общие требования. – ИПК Издательство стандартов, 2003. – 7 с.;
31. ГОСТ 12.1.019-2009 ССБТ Издание официальное. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. – Стандартиформ, 2010. – 32 с.;
32. ГОСТ 12.1.044-89 ССБТ Издание официальное. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. – Стандартиформ, 2006. – 100 с.;
33. <http://sdelanounas.ru/blogs/28521/>;
34. ГОСТ 8752-79 Издание официальное. Манжеты резиновые армированные для валов. – ИПК Издательство стандартов, 1997. – 38 с.;
35. ГОСТ 481-80 Издание официальное. Паронит и прокладки из него. Технические условия. – ИПК Издательство стандартов, 2002 – 17 с.;
36. ГОСТ 18829-73 Издание официальное. Кольца резиновые уплотнительные круглого сечения для гидравлических и пневматических устройств. Технические условия. – Издательство стандартов, 1990. – 27 с.;
37. ГОСТ РВ 20.39.304-98 – Издание официальное. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Требования к стойкости к внешним воздействующим факторам. – Госстандарт России, 1998. – 67 с.

					23.05.01.2017.062.00.00 ПЗ ВКР	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		130



УЛУЧШЕНИЕ ТЯГОВО-
СКОРОСТНЫХ СВОЙСТВ
АВТОМОБИЛЯ 6×6 ПУТЕМ
ПРИМЕНЕНИЯ
ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОЙ
ТРАНСМИССИИ

ГРУППА П-503
СМОЛЪЯНИНОВ К.С

ВООРУЖЕННЫЕ СИЛЫ РФ



ТАЙФУН-У



БРОНЕАВТОМОБИЛЬ М939А2



- Бронированные боевые машины ИВЕСО



- Бронированный тактический автомобиль Duro IIIР



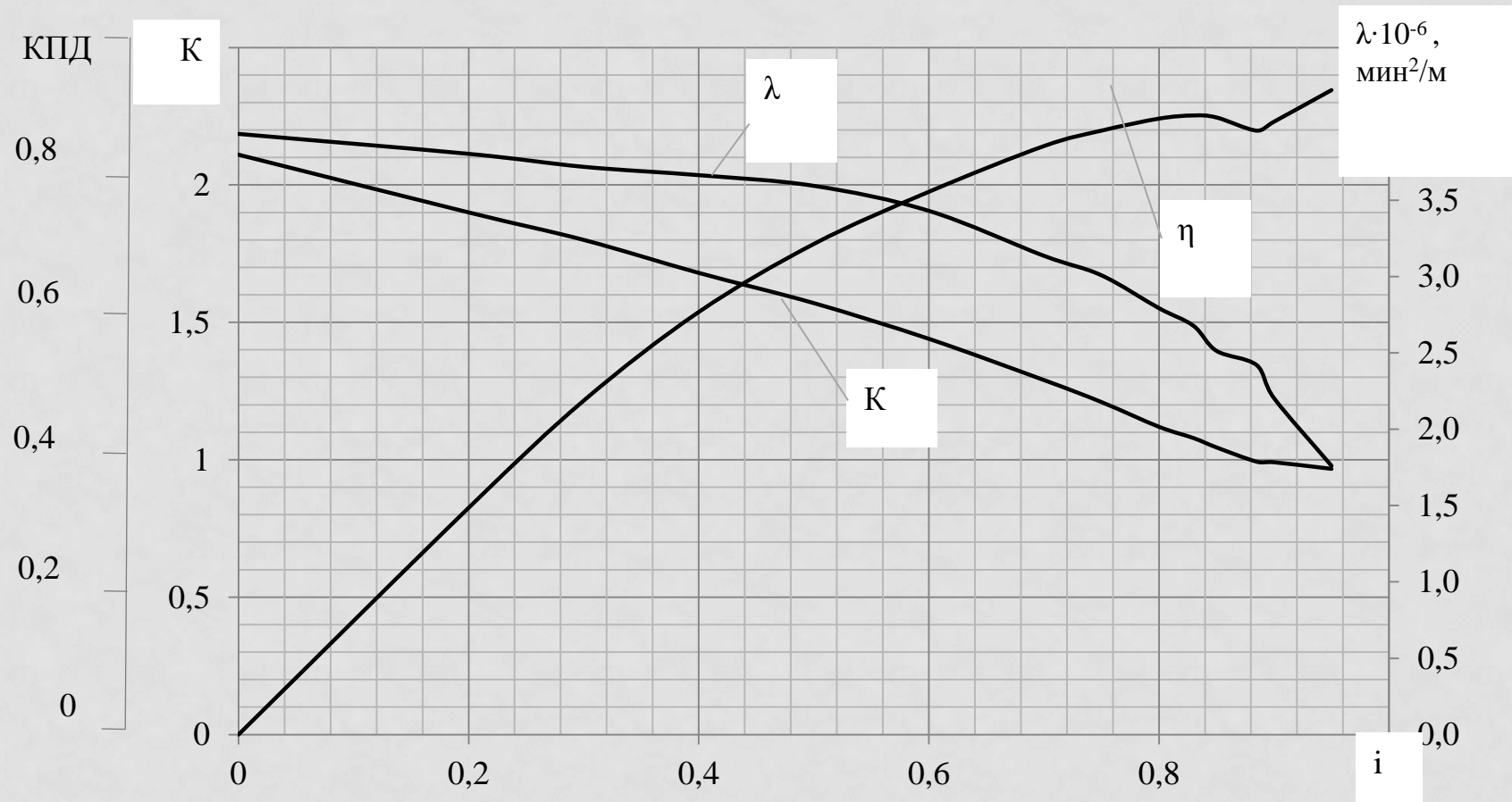
- КАМАЗ-63968 «Тайфун-К»



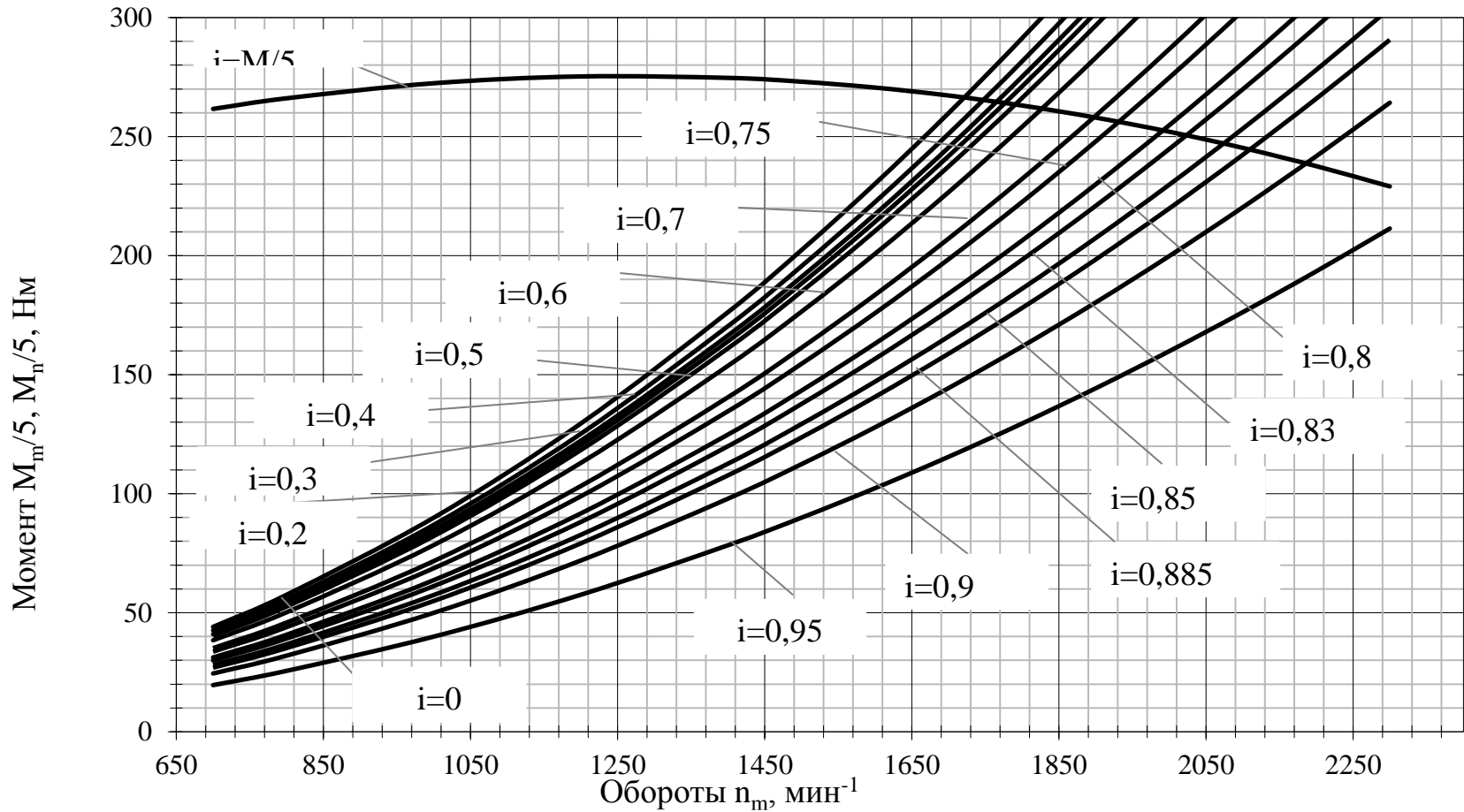
ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ

- Возможность преодоления больших уклонов дороги
- Обеспечение технической возможности для движения автомобиля с максимальной скоростью по шоссе не менее 100 км/ч

БЕЗРАЗМЕРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГДТ DА = 430 ММ

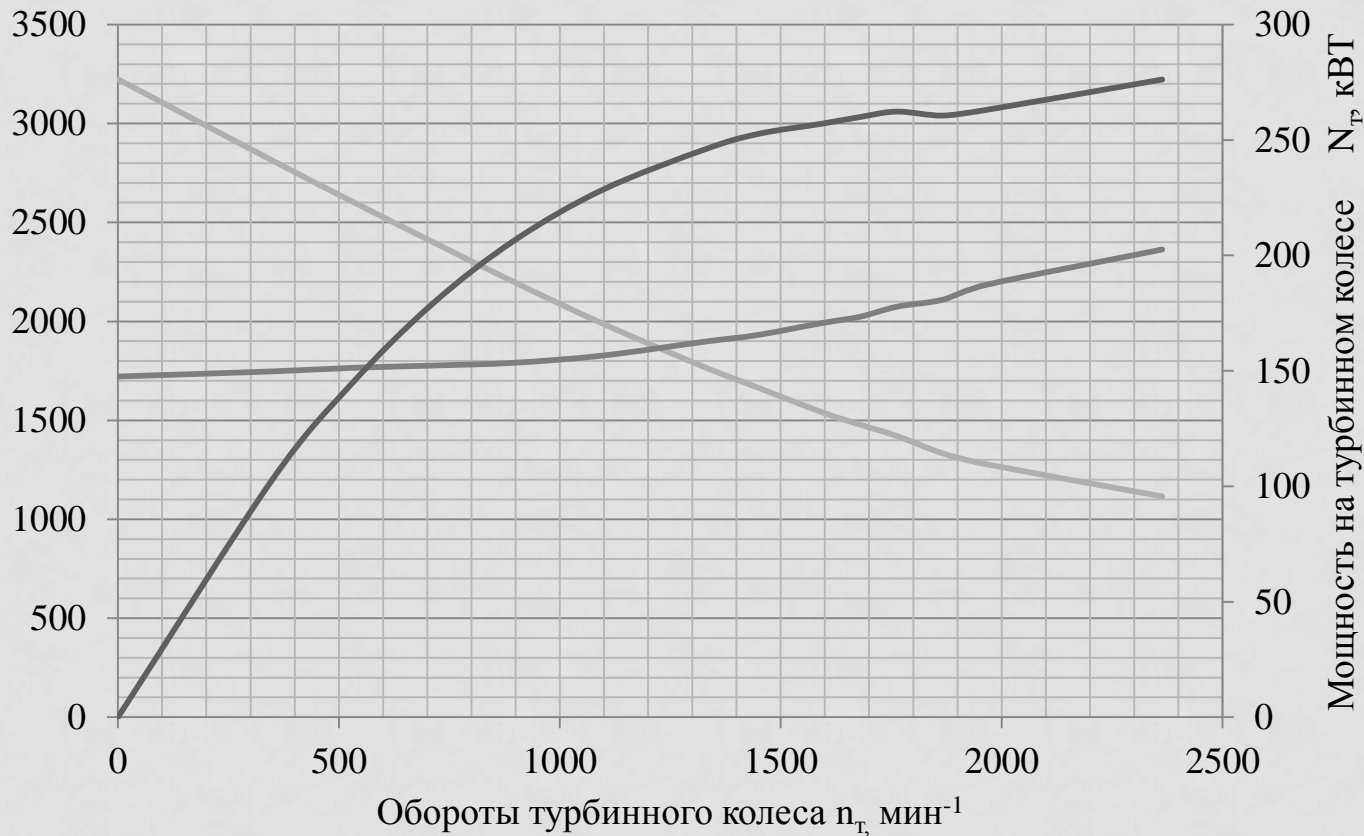


СОГЛАСОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ГИДРОТРАНСФОРМАТОРА И ДВИГАТЕЛЯ

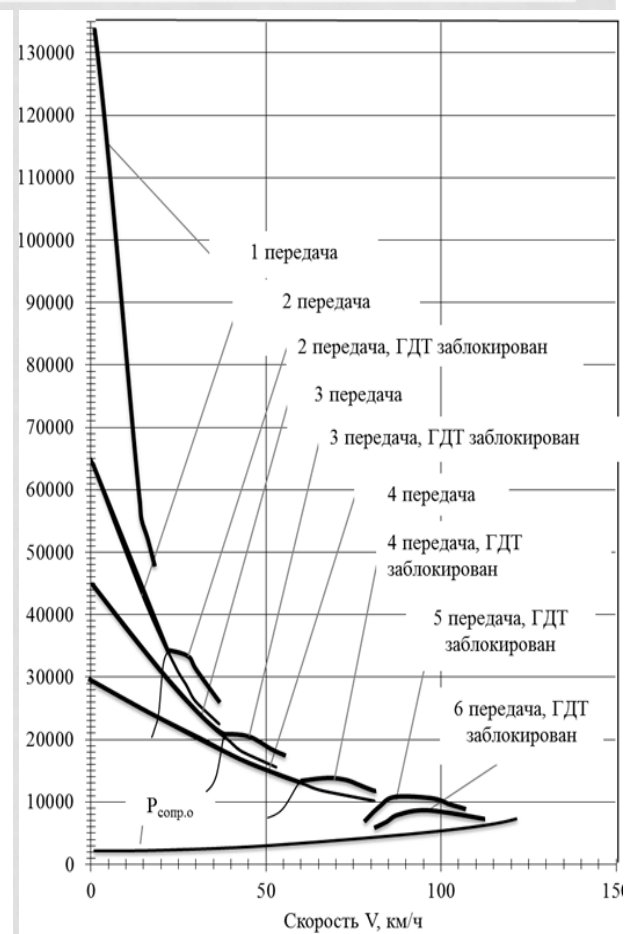
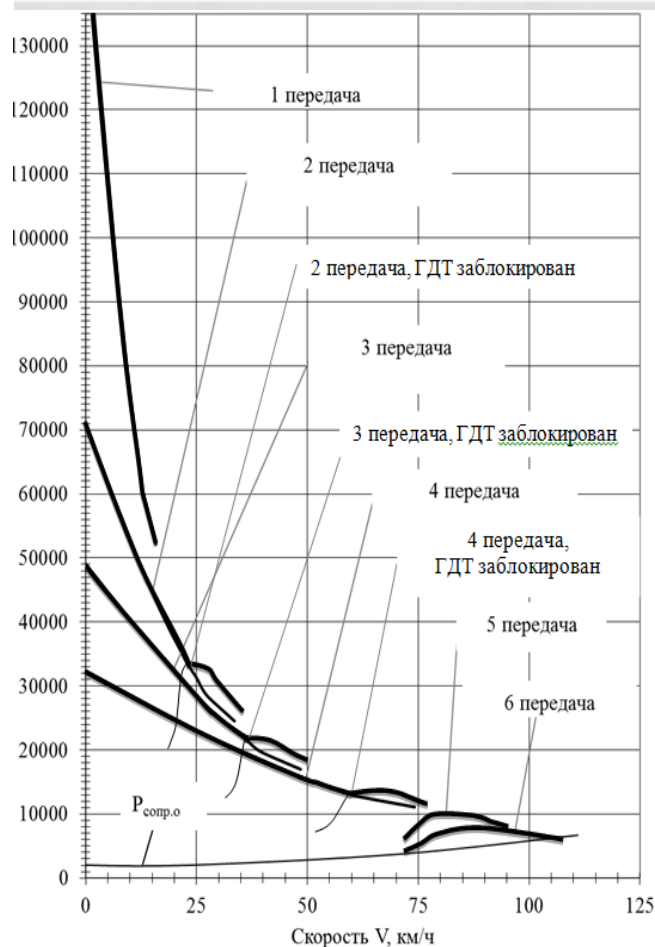
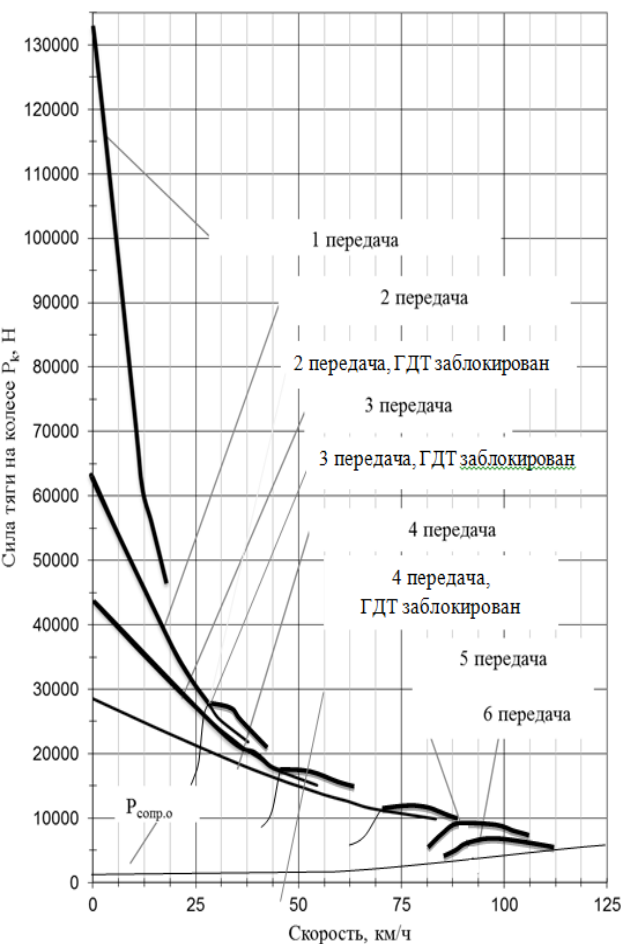


ВЫХОДНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМЫ ДВИГАТЕЛЬ - ГИДРОТРАНСФОРМАТОР

Момент M_T , Нм, обороты насосного колеса
ГДТ, мин^{-1}



ТЯГОВЫЙ БАЛАНС АВТОМОБИЛЯ С ВКЛЮЧЕННОЙ ПОВЫШАЮЩЕЙ ПЕРЕДАЧЕЙ В РАЗДАТОЧНОЙ КОРОБКЕ



1 вариант

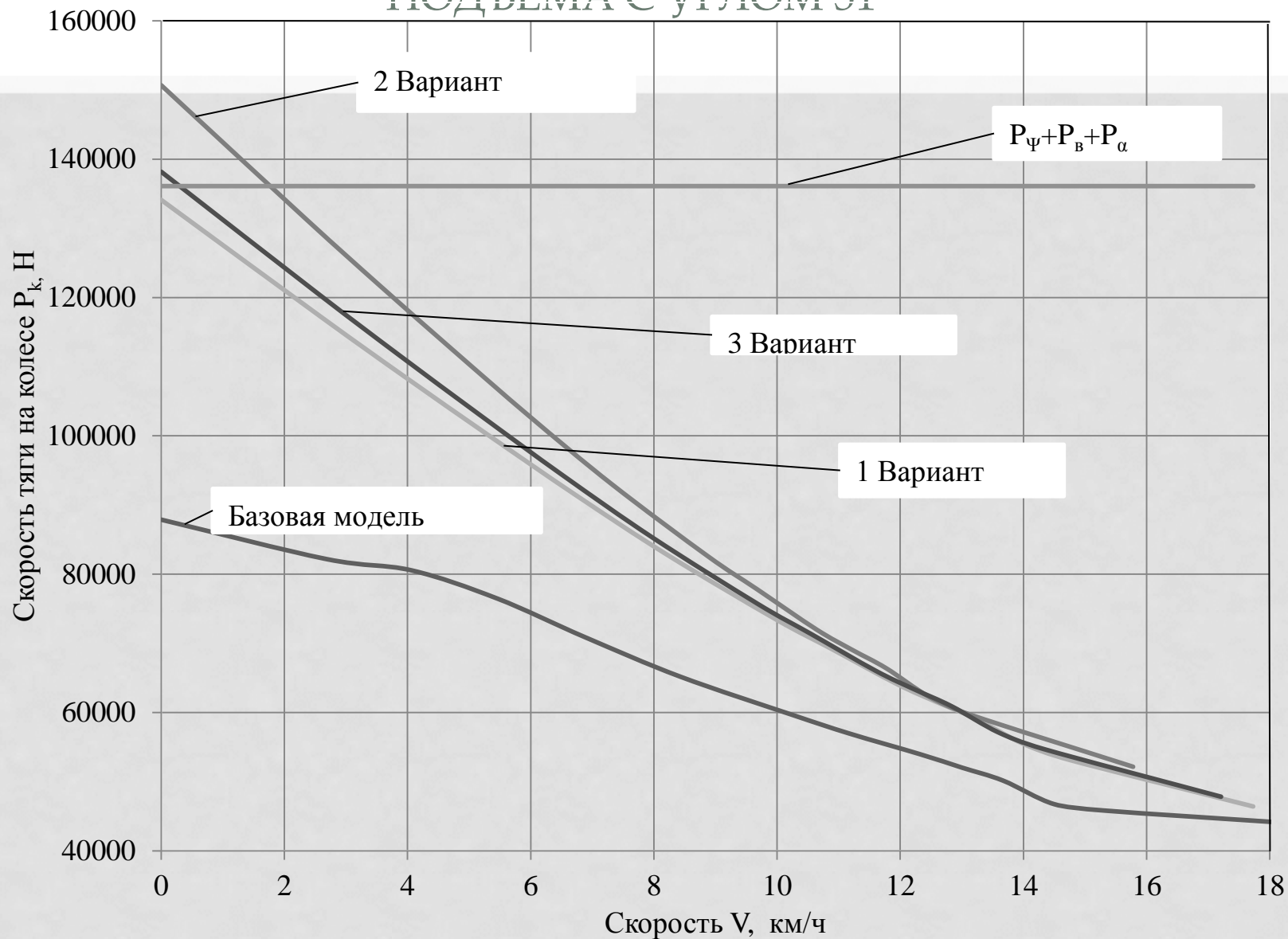
2 вариант

3 вариант

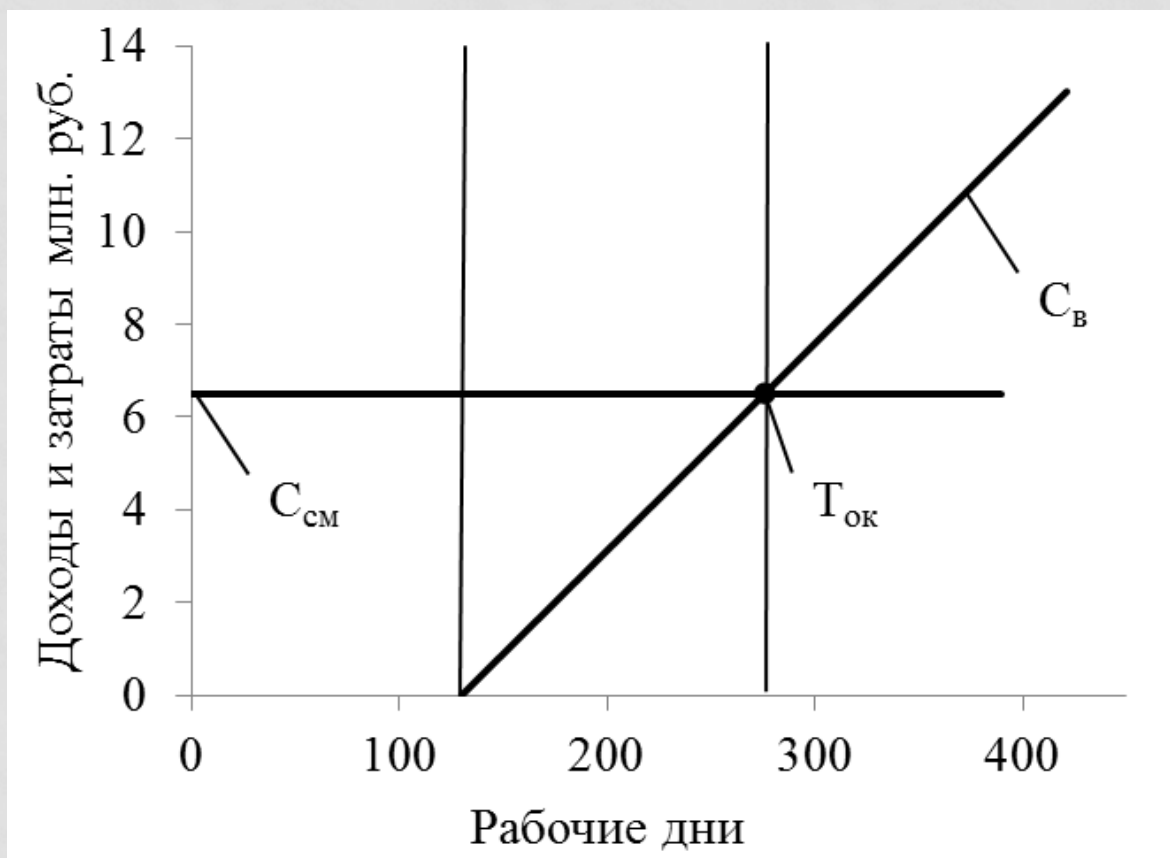
ВАРИАНТЫ УЛУЧШЕНИЯ ТЯГОВО-СКОРОСТНЫХ СВОЙСТВ АВТОМОБИЛЯ



ТЯГОВАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АВТОМОБИЛЯ С РАЗЛИЧНЫМИ ВАРИАНТАМИ ГДТ И РК И ВОЗМОЖНОСТЬ ПРЕОДОЛЕНИЯ ПОДЪЕМА С УГЛОМ 31°



ПЕРИОД ОКУПАЕМОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ В НИОКР



ВЫВОДЫ

