

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра

Проектирование и эксплуатация
автомобилей

(наименование)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

на тему Оптимизация передаточных чисел коробки передач
автомобиля Lada Granta

Студент

В.М. Бигеев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент И.В. Турбин

(И.О. Фамилия)

Консультанты

канд. техн. наук, доцент И.В. Дерябин

(И.О. Фамилия)

канд. техн. наук, доцент О.М. Сярова

(И.О. Фамилия)

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

(И.О. Фамилия)

Тольятти 2022

Аннотация

Темой диплома выбрана «Оптимизация передаточных чисел коробки передач автомобиля Lada Granta». Во всё усложняющемся и ускоряющемся мире автомобиль просто обязан обеспечивать тот ритм жизни человека, который есть сейчас, и поэтому требования к автомобилю также выросли, то есть он должен иметь надежную систему зажигания, надежные системы рулевого управления и тормозную систему, комфортную тихую коробку передач, плавное сцепление, хорошее динамичное ускорение, максимальную устойчивость и управляемость при любых дорожных и погодных условиях.

Устойчивость на дороге, удобство обслуживания и не дороговизна, безопасное вождение, значительный срок ресурса автомобиля, лучшая эффективность всех систем автомобиля таковым должен быть сегодня автомобиль.

Пояснительная записка включает в себя введение, части конструкторской, экономической, безопасности и технологической, а также приложение в виде графиков и спецификаций, состоит из 137 страниц формата А4. Графическая часть дипломного проекта состоит из 10 страниц чертежей формата А1.

«Первая часть посвящена проектированию разрабатываемого узла, его текущим тенденциям развития, а также классификации существующих типов конструкций.

Вторая часть проекта посвящена расчетам конструкции транспортного средства. Эта часть касается динамического расчета транспортного средства, расчета характеристик транспортного средства и расчета конструкции.

Третья часть дипломного проекта это безопасность проекта.»[11]

Четвертая часть дипломного проекта есть технологический раздел.

Пятая часть экономика. Посвящена экономическим расчетам.

Annotation

The topic of the diploma was chosen "Optimization of gear ratios of the Lada Granta transmission". In an increasingly complex and accelerating world, a car is simply obliged to provide the rhythm of human life that exists now, and therefore the requirements for a car have also increased, that is, it must have a reliable ignition system, reliable steering and braking systems, a comfortable quiet gearbox, smooth clutch, good dynamic acceleration, maximum stability and handling under any road and weather conditions.

Stability on the road, ease of maintenance and not high cost, safe driving, a significant service life of the car, the best efficiency of all car systems, such a car should be today.

The explanatory note includes an introduction, parts of design, economic, safety and technological, as well as an appendix in the form of graphs and specifications, consists of 137 A4 pages. The graphic part of the graduation project consists of 10 pages of A1 drawings.

«The first part is devoted to the design of the node being developed, its current development trends, as well as the classification of existing types of structures.

The second part of the project is devoted to calculations of the vehicle design. This part concerns the dynamic calculation of the vehicle, the calculation of the characteristics of the vehicle and the calculation of the structure.

The third part of the graduation project is project security.»[11]

The fourth part of the graduation project is a technological section.

The fifth part is the economy. It is devoted to economic calculations.

Содержание

	Стр.
«Введение	5
1 Состояние вопроса.....	6
1.1. Назначение и требования предъявляемые коробкам передач.....	6
1.2. Классификация конструкций коробок передач.	10
1.3. Выбор и обоснование внесенных изменений в коробке передач.....	19
1.4. Состав и описание внесенных изменений в коробке передач.....	19
2 Конструкторская часть	20
2.1. Тягово-динамический расчет автомобиля	20
2.2. Расчет деталей коробки передач.....	49
2 Безопасность и экологичность объекта	64
3 Технологическая часть.....	91
4 Экономическая эффективность проекта	103
Заключение	118
Список используемых источников.....	119
Приложения А Графики тягового расчета.....	122
»[11]	

Введение

Для существования и жизни всего мира промышленности огромное значение имеет автотранспорт, а именно его очень эффективная работа. Из всех направлений развития мировой экономики автомобилестроение, как отрасль является ведущей. Вся мировая промышленность развивается очень быстро и для этого очень большое значение имеет появление новых технологий и разработок и инноваций, технических решений. Для ускорения развития промышленности автомобилей необходимо уменьшение трудоемкости техобслуживания, а также уменьшение расхода масла и топлива, все это необходимо для дальнейшего развития технического состояния автомобилей и является основным направлением. А также улучшение и повышение безопасности автомобилей и их надежности, уменьшение токсичности газов выхлопных, уменьшение шумности автомобиля, и уменьшение стоимости материалов на производство автомашин. Необходимо также улучшать аэродинамику кузова автомобиля, и его массу это влечет за собой уменьшение расхода топлива. Еще также возможно повсеместно переводить автомобили на газ метан или дизельное топливо, а также устанавливать более современные двигатели. Чтобы автомобили могли работать в более оптимальных режимах, необходимы электронные технологии, их широкое применение в конструкциях автомобиля это позволит достичь этой цели.[1]

Также во всех узлах и в конструктиве трансмиссии необходимы также более совершенные технологии и технические решения. Если использовать современные высокопрочные стали, легированные стали, углепластик, алюминий, и многие другие новые технологичные конструкционные материалы можно уменьшить массу автомобиля, что также улучшит топливную экономичность.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение и требования предъявляемые к коробкам передач

«Механизм изменения передач предназначен для изменения крутящей и скоростной передачи, развиваемой двигателем, чтобы получить различные тяговые усилия и скорость вращения ведущих колес, которые необходимы при старте с места, разгоне, движении в разных условиях дорожного движения и маневрировании автомобилей с возможной небольшой мощностью.»[5] Кроме этого, передача должна обеспечить возможность двигаться вперед и отсоединять двигатель от силового тормоза автомобиля. Необходимость изменения вращательного момента зависит от характера изменения вращающего момента двигателя. Для этой цели устанавливается коробка передач с изменением передаточного числа, в котором можно изменить крутящий момент в нужный диапазон. «К механизмам перемены передач автомобилей предъявляются требования следующих категорий: обеспечить необходимые динамические и экономические качества; Наличие нейтральной позиции для возможностей длительного отключения двигателя от передачи, простота в управлении; Бесшумная работа; Высокий КПД; Надежность работы и простая обслуживание; Простота и экономичность конструкции и минимальные габариты и вес. [2]-[4]

Кроме этого, передача должна обеспечить возможность пуска двигателя буксировкой автомобиля, а также должна быть возможность торможения двигателем.»[5] В некоторых случаях необходимо обеспечить возможность выбора мощностей. Подробнее рассмотрим требования. В зависимости от требований обеспечить необходимые динамические и экономические качества, определяется количеством передач. Следует учитывать применение так называемых ускорительных передач, имеющих передаточный коэффициент меньше 0.65-0.8 и применяемых при движении на дорогах с

хорошими покрытиями и минимальными нагрузками. Ускоряющая передача снижает обороты коленчатого вала , что позволяет уменьшить износ двигателя, а также снизить расход топлива в двигателе. [5]

«Отметим, что динамическое и экономическое качество автомобиля определяется общим передаточным числом от двигателя до колес. Поэтому такой же эффект, как и при использовании ускоряющих передач, можно получать, сохраняя как высшую прямую, но снижая передаточное число главной. При этом должно быть сохранено совокупное число передаточных чисел коробки.»[5] Выбор высокой передачи для прямой определяется долговечностью его использования, желательно, чтобы наиболее долго используемая передача была сделана прямой, чтобы уменьшить потери и увеличить долговечность передачи, например, конструкцией заднего мостового редуктора, с возможностью перехода на одну ступень редукции, размерами передачи и карданных валов. Применение высоких передач, используемых при движении на хороших дорогах с уменьшением значения знаменателя прогрессии является целесообразным для любого автомобиля, хотя уменьшение количества передач сопровождается уменьшением габаритов и массы коробки. Передаточное количество заднего движения должно обеспечить, помимо максимальной скорости движения, возможность развития достаточного тягового усилия на колесе, чтобы преодолеть препятствия. «Возможность долгое отсоединение двигателя от передачи без отключения сцепления на ступенчатой коробке передач достаточно легко обеспечивается. Если есть гидротрансформатор, если турбины всегда связаны с колесами автомобиля, то это делать сложнее. В таком случае для того, чтобы нестрагивать машину с места, момент, переданный на колесах при холостом обороте двигателя, должно быть явно недостаточным для того, чтобы привести машину в движение. Система управления, которая имеет один рычаг, размещенный сбоку водителя, хоть и простая, но не достаточно удобная.»[5] Чтобы удобно управлять коробкой, целесообразно перенести

рычажок управления на руль. Но в то же время система управления усложняется и появляется ряд проблем из-за необходимости прилагать значительные усилия к рычагу при переключении передачи, снижение общей жёсткости привода и увеличения общего зазора. Это препятствие можно устранить внедрением сервоустройства. Особенно важна бесшумная работа передач в автомобилях, используемых для транспортировки человека. Для коробок передач с постоянным зацеплением можно обеспечить более высокую степень бесшумности, чем для коробок передач с прямым зацеплением. Синхронизация устраняет скрежет шестерен из-за неумелых переключений. В большинстве случаев бесшумность рабочих шестерен определяется точностью изготовления их, жесткостью и материалом картера, точностью монтажа и жесткостью вала. Шестеренчатый привод обеспечивает на сегодняшний день самый высокий КПД, при полной передаче 0.90-0.98. Поскольку автомобиль большинство времени движется в одной из самых высоких передач, к примеру, в четвертой или пятой, для снижения потерь, трения и износа шестерен, подшипников, это передача обычно осуществляется с помощью соединения ведущих первичных и ведущих вторичных валов. При движении в прямом режиме потеря мощности коробки передач происходит практически лишь из-за взбалтывания масла. Таким образом, широко распространилась схема, в которой ведущие и ведомые валы установлены соответственно, хотя известно, что схемы, где нет прямой передачи и ведущие и ведомые валы расположены не соответственно. Для выбора схемы планетарной коробки передач необходимо учитывать возможности возникновения паразитных циркуляций, которые способны снизить КПД и уменьшить износ цилиндров. Планетарная коробка передач, исходя из схемы, может иметь КПД выше или ниже, чем обычная коробка с неподвижным валом. Обычно гидротрансформатор имеет 0.85-0.90. Такая гидротрансформация КПД имеет лишь небольшой диапазон передач, и при изменении коэффициента трансформации резко снижается КПД. Таким

образом, гидротрансформаторы должны обеспечивать по возможности более короткий срок его использования для разгона и движения на наиболее низких и малоиспользуемых переходах, и затем с переходом на чистую механическую или гидромурфту. Для обеспечения надежной работы передачи должны быть работоспособны коробки передач в интервале от -60 до +40 градусов. Большинство передач обеспечивают работу до ремонта, которая соответствует пробегу автомобиля от 100 до 200 тысяч км и больше. Основной недостаток, влияющий на срок эксплуатации обычной коробки передач, — разрушение торцов зубьев зубчатых колес. Это часто проявляется в эксплуатации при отключении передачи самостоятельно, последнее часто происходит в новых передачах, при недостаточной точности конструкции или из-за недостатков конструкции. Таким образом, синхронизация должна применяться не только в целях повышения комфорта управления, а также в целях повышения надежности передачи. «Обычно коробки передач просты в эксплуатации и никаких регулировок не требуют. Ремонт коробки передач включает периодическую смену масла и следить за креплением кпп. Наиболее простая по конструкции, дешевая в производстве – это обычный ступенчатый привод, что объясняется его большим распространением на автомобиле. Размеры коробок передач должны быть определены расчетом, скорректированы при стендовом и дорожном испытании, чтобы получить минимальные габариты и вес. Пуск мотора буксировочной коробкой передач и тормоз двигателя легко осуществляется при обычном ступенчатом двигателе, а при использовании, к примеру, гидромеханической передачи это представляет собой трудность.»[5]

1.2 Классификация конструкций коробок передач

Наличие ступеней в механизме перемены передач может быть разделено на три вида: бесступенчатое, ступенчатое и частичное бесступенчатое. [6]

Бесступенчатая коробка передач может быть разделена на статический и динамический. В зависимости от характера регулирования числа передач бесступенчатая коробка передач может быть разделена на саморегулируемая и нерегулируемая. «Гидротрансформатор саморегулируемый, а гидростатический гидрообъемный - нерегулируемый, его можно разделить на следующие типы: механический, шестеренчатый, фрикционный, импульсный; Гидростатический гидрообъемный; Гидродинамическая - гидромеханическая комбинация двух первых видов; Электрическая.»[5]

«На машинах устанавливаются ступенчатая механическая шестеренная коробка передач, бесступенчатая или частично бесступенчатая гидромеханическая коробка передач,»[5] редко устанавливаются гидродинамические и электродвигатели. Все остальные виды передач производились только на опытных моделях. Основной элемент гидродинамической и гидромеханикой коробки передач, которая обеспечивает бесступенчатое изменение числа передаточных передач, - гидротрансформер. Гидродинамическая передача получила малое применение из-за ограниченности максимальной трансформационной способности, обычно, около 4, а эксплуатационные качества недостаточно удовлетворены. У гидромеханических коробок передач значительно больше распространения. Гидротрансформатор, поскольку хороший механизм разгона, он пользуется применением в автобусах, которые характеризуются частой остановкой. На легковых машинах применение гидромеханических коробок передач относительно дорогостояще. Преимущества таких передач: легкое управление, возможность перемещения с очень низкой скоростью, плавное и быстрое ускорение. Недостатки - сложность в конструкции,

обслуживании и низкие КПД гидротрансформаторов. Динамика мощности грузовых двигателей значительно ниже, чем легковых, так что гидротрансформер должен действовать не только в разгоне и при установлении движения по тяжелым дорогам. Облегчить управление и снизить ударные нагрузки при установке механических коробок передач в некоторых случаях может быть решающим, к примеру, для высокоскоростных автомобилей и грузовых машин большого грузоподъема.

Ниже рассмотрены механические передачи, которые наиболее распространены. [8]-[12]

В зависимости от числа ступеней, коробка передач делится на четыре, пять и множество ступеней, задний ход не учитывается при этом.

Для того, чтобы получить шесть и больше передач, обычно устанавливают дополнительный привод с мультипликатором, что позволяет в сочетании с основной иметь двойное число передач или добавить еще одно передаточное число, увеличивая таким образом общий передаточный диапазон чисел. В автомобилях, имеющих несколько ведущих осей, подобный дополнительный привод часто объединяется с раздаточными коробками. В грузовых машинах с одним ведущим мостом, которые часто эксплуатируются с прицепом, дополнительная передача получается при помощи двухдиапазонной главной передачи, позволяющего использовать стандартную передачу.[13]-[16]

«По положению оси механическая шестеренная коробка передач может быть разделена на три основных типа: планетарную, с неподвижной осью и комбинированную. Существует конструкция четырехступенчатого планетарного механизма коробки передач типа Вилсон,»[5] установленного вместе с гидромуфтами. Четыре и пяти ступенчатые коробки передач Вильсона применяются в английской и французской машиностроительной промышленности как для автомобилей легковых и автобусных типов. При использовании планетарной коробки передач уменьшается сложность и,

следовательно, стоимость изготовления. «Отметим, что планетарные коробки передач, как правило, занимают большинство места не шестернями, а мощными фрикционами, посредством которых включаются те или иные передачи, поэтому многоступенчатая планетарическая передача не получила большой популярности.»[5] Наличие фрикционного элемента в коробках планетарных передач, обеспечивающего плавный и бесшумный переключение, упрощает управление, поэтому в коробках гидромеханики для механических частей, обычно имеющих 2-3 передач, используются планетарные схемы. На сегодняшний день планетарные передачи с гидротрансформатором, в основном, устанавливаются на автобусы. Кроме Вильсона, также используются планетарные передачи типа Хоббс, Коталя и т.д. Иногда планетарные передачи используются как дополнение к обычному механизму коробки передач с подвижными осями. Схемы конструкции английского бренда Moss Gir, предназначенного для монтажа перед передачей и имеющего передаточный коэффициент 0.75. Включение ускорения осуществляется при помощи тормоза, управляемого вакуумным датчиком. При переходе к прямой передаче блокирование планетной передачи происходит через механизм свободного движения.[17] В данном случае при накате мотор автоматически выключается от передачи. Чтобы заблокировать свободный ход, нужно включить ускорение передачи. Планетарная передача может быть и внешней, и внутренней, обычно с внешней. Последние имеют большую КПД. Переключение передач в коробках с неподвижной осью может производиться при помощи подвижных шестерен или при непрерывном зацеплении шестерен - при помощи подвижной зубчатой муфты. Первый способ передачи используется чаще всего для передач первой и задней передачи, а другие передачи используются вторым вариантом. На сегодняшний день передачи, где все переключения переключаются через подвижные шестерни, применяются редко, поскольку при этом установка обычного синхронизации невозможна. Некоторые конструкции коробок переключения

передач осуществляются только зубчатыми муфтами.[18]-[21]

Наличие постоянно зацепленных шестерен позволяет установке синхронизации и использованию косых зубов вместо прямой, что снижает шум. Шестерни шевронных зубьев не стали распространяться в передачах, хотя во многих случаях они применяются даже в передачах малого и среднего оборота. Возможно, совершенствование технологии позволит таким зубьям более широко применяться. Блоки передач с подвижными осями изготавливаются как с подшипниками для безотлагательного включения синхронизации, так ещё и без. Сейчас все больше распространяется синхронизация коробки передач грузового автомобиля.[22]-[25]

В Германии для автотранспорта, работающего в горах, используется шесть ступенчатая коробка передач «ZF-Media». Это многоуровневая коробка. Для включения передач используются многодисковые муфты. Такая передача позволяет переключать передачу без перерыва передачи, то есть так же, как и планетарные передачи.

Впрочем, габариты ее и вес не смотря на использование алюминиевых картеров очень большие. Такой тип коробки передач с крутящим моментом 50 кгм имеет 250 кг и передача Дэвида Брауна 557, которая предназначена для передачи того же момента, имеет 186 кг и весит коробка передач David Braun 557 кг. Для автомобилей разработаны три- и двух ступенчатых коробок передач «Гидро-Медиа» того же типа. [26]

«Принцип управления коробкой передач может быть автоматическим, полуавтоматическим, преселекторным, командным и прямым. Автоматическая передача применяется при бесступенчатой гидродинамической передаче. В гидротрансформаторе автоматически изменяется оборот ведомого блока турбины при изменении нагрузки и положении педали контроля муфты коробки передач.»[5] Гидромеханические коробки передач осуществляют саморегулирование только в диапазоне действия гидротрансформаторов, а другие передачи можно включать

автоматически, или в ручную, с помощью спецавтомата, или водителя. В этом случае передача полуавтоматическая. В случае наличия преселекторной передачи водитель самостоятельно выбирает нужный вариант передачи, однако само включение происходит только при дополнительном нажатии специальной педали или после отпуска педали управление дроссельным заслоном.

По такому принципу осуществляется управление коробкой передач типа Vison. Командная передача осуществляется в коробке ZF-Media следующим образом, водитель передвигает рычаг на руле, включая соответствующие контакты. Переключение осуществляется электродвигателем. Рычаг передач с непосредственным управлением устанавливается либо на передаче, либо на другом участке дистанционного управления.[27]

В зависимости от числа управляющих элементов, поводка или рычага или, как обычно называется, число ходов, коробка передач делится на две, три и так далее ходовых.

Четыре и пять ступенчатых коробок передач обычно выполняются трехходовыми. Обычно в автомобилях используются четыре и пять ступенчатых коробок передач, реже - шесть ступенчатых. Коробки с меньшими передачами устанавливаются только для автомобилей с высоким коэффициентом адаптации. «Передача, на которой автомобиль движется в большинстве случаев, стремятся сделать прямой, то есть передать мощность прямо от ведущего к ведомому валу без шестерни. При этом снижается потеря мощности, износ подшипников и шестерен.»[5] Таким образом, наибольшую популярность получили передачи с совмещенным расположением ввода и вывода ведомого вала. «До недавних пор наибольшим распространением была схема 4-х ступенчатой передачи с шестерками постоянных зацеплений. Такая конструкция коробки позволяет установку синхронизации на двух-четырех передачах.»[5] Поскольку все шестерни передач постоянно зацепляются,

кроме задних шестерен, можно применять косые шестерни, которые уменьшают шум и динамическую нагрузку.[28]

В схеме 4-х ступенчатой передачи можно устанавливать одно двустороннее и одно одностороннюю синхронизацию. «Чем больше пар шестерен постоянно зацепляется, тем больше инерции требуется преодолеть при переключениях шестерен, то есть больше нагрузки, действующей на зубы или трущихся элементов синхронизации, поскольку при изменении скорости вращения любой шестеренки постоянно зацепляется, то есть при изменении скорости вращения любой шестеренки,»[5] постоянно зацепляются все остальные шестерни.

Также на ведомом валу установлены шестерни низких передач с большим диаметром, и при использовании постоянных шестерен их число возрастает. Таким образом, шестерни, входящие в неподвижную машину и очень мало используемые, часто становятся скользящими, хотя при этом быстро разрушаются из-за скольжения и скола торцов зубьев. «Поскольку большая часть времени автомобиля около 70 процентов идет на прямую передачу, расходуя часть мощности для взбалтывания масла в коробке передач, предлагается ряд схем отключения промежуточных валов при включении прямой передачи.

Включение промежуточных валов при включении прямой передачи происходит путем передвижения шестерен ведущих валов, выходящих одновременно с зацеплением с шестеренкой промежуточных валов.»[5] В данном случае крепить передний конец ведомой оси представляет собой существенные трудности из-за увеличения консольности ведущей оси. «К тому же, помимо сложности переключения при переходе от прямой к более низкой передаче увеличивается ударная нагрузка на зубы,»[5] а при использовании синхронизирующего элемента увеличивается ударная нагрузка на элемент фрикционного синхронизирующего элемента, поскольку в короткие моменты необходимо привести промежуточное зацепление валов,

которые до этого были неподвижными.

Описанные недостатки не позволяют применять схемы, которые отключают промежуточный вал. В прошлые годы на германских машинах применялись передачи, где каждая шестерка устанавливалась на подшипники в картере и валы полностью разгружались от изгибаемой нагрузки валов. Внутри шестеренных ступиц помещаются дисковые синхронные устройства. Коробки такой передачи сложнее, а также дороже, чем обычные. Пятиступенчатое управление. Высшая, пятая передача выполняется ускоряющей, либо только с прямой передачей. Обе модификации могут быть получены при сохранении конструкции передачи и изменении только передаточных отношений. Коробка переключения, изготовленная по любой схеме, может выполняться как с синхронными преобразователями и без синхронизации.[29]

Передача определяется количеством пар постоянных шестерен. Для автомобилей MAZ-200 и ЯАЗ-210 установлены синхронические передачи на четырех верхних колесах. Это улучшает надежность цилиндров, но увеличивает момент синхронизации деталей, связанных с переключением, и потребует установки дополнительной цилиндрической шестерни для заднего движения весьма большого размера. Лучшим вариантом считается, когда коробка пятиступенчатого типа получается из четырехступенчатой передачи без нарушений конструкции основного короба.

Установка промежуточного вала на указанном валу увеличивает жесткость передачи. Недостаток заключается в консольной конфигурации шестерни пятого вала промежуточной передачи. Практика мирового автопрома предполагает более широкое использование синхронизации, поскольку при этом меньше разрушается торцы зубов при переключении. Разрушение трещины шестерен - основной дефект коробки передач, не имеющих синхронизацию. Хотя внедрение синхронизации несколько уменьшает общую ширину коробки - желательно, чтобы все передачи были

синхронизированы, начиная со второй.

Шестерни промежуточного зацепления часто называют шестернями постоянного зацепления. Передаточное число пары выбирают из условий получения необходимого передаточного коэффициента первой передачи. Величина передачи пары зубчатых шестерен первой передачи ограничивается минимальным количеством зубьев шестерен первой передачи промежуточных валов, чтобы обеспечить достаточную жесткость промежуточных валов.[30]

В этом случае габариты передачи определяются размером шестерен первого вала и задних ходов ведомой оси. Увеличение количества шестерен промежуточного привода позволяет снизить эти размеры передачи.

В пятиступенчатых передачах с ускоренной передачей ведомая шестеренка ускоряющая передача должна быть больше ведомой шестерни ускоренной передачи - это ограничивает возможности увеличения отношения передачи пары шестерен промежуточных валов. Сделать это легче в четырехступенчатой коробке с подвижной шестерней, поэтому там относительно небольшое передаточное количество шестерней первой передачи, а увеличено передаточное количество шестерней промежуточного привода. Для увеличения прочности зубов уменьшение числа передаточных приводов промежуточных валов благоприятно, поскольку при этом уменьшается диаметр зубчатой шестерни, и уменьшается окружающая сила, прилагаемая к зубам.

Есть схема, где сзади расположена пара шестерен, постоянно зацепляющих привод ведомой оси. Преимущества данной схемы - меньшие габариты шестерен и то, что когда передача переключается, необходимо преодолеть только момент инерционности ведомых сцепляющих частей. Таким образом, синхронизация снижается в 3-4 раза. Впрочем, при этом нагрузка увеличивается, на зубы шестерен ведомого привода. Для обеспечения надежного центрирования ведомой оси, необходимо в данном

случае увеличивать длину передачи. Основные недостатки этой схемы - очень большое повышение скорости вращения промежуточных валов и шестерни постоянного сцепления низших вращений ведущих валов при движении - на высоких передачах, а также повышение скорости вращения переключаемого элемента. Обычно валы коробки передач располагаются в вертикальной плоскости положения, поскольку это увеличивает жесткость коробки при вертикальной нагрузке.

В конструкции автомобилей, чтобы увеличить дорожный просвет, предусматривают возможность устанавливать коробку передач с горизонтальным расположением вала. В данном случае необходимо обеспечить необходимое количество масла на картере передачи. Надежность и бесшумность передач в значительной степени определяется жесткостью вала и расположением опор. Подвижная шестерня и муфта имеют ведомый вал, что позволяет упростить управление, которое обычно устанавливается в крышке передачи.

В ряде случаев для того, чтобы повысить компактность, они отходят от этого правила и немного усложняют конструкцию. Некоторые конструкции коробки передач увеличивают жесткость вала, используя дополнительные опоры.

Многоступенчатая коробка перемены передач. При использовании прицепов, использующих мощность двигателя, необходимо расширить диапазон передаточных частот, особенно для двигателей с очень пологой кривой вращения. При этом нужно увеличить количество передач.

1.3 Выбор и обоснование внесенных изменений в коробке передач

Анализируя вопрос расчета ряда трансмиссионных чисел, выяснилось, что геометрия, арифметика и гармония построения ряда трансмиссионных чисел получила наибольшее распространение в теории автомобилей. «При этом задача по улучшению показателей динамизма автомобиля наиболее соответствует гармоническому закону построения рядов передаточных коэффициентов трансмиссии при котором передаточные отношения строятся по синусоиде.»[5]

1.4 Состав и описание внесенных изменений в коробке передач

Поэтому примем гармонический принцип для формирования ряда передач трансмиссии автомобилей LADA ГРАНТА. При этом мы будем приспосабливаться на желание сберечь неизменную общую компоновку коробки, обеспечить минимальное продуктивное преобразование отлично прослуженной в эксплуатации коробки.

2 Конструкторская часть

2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

2.1.1 Исходные данные

«Количество колес ведущих.....	$n_k = 2$
Вес автомобиля, кг.....	$m_o = 1088$
Мест в автомобиле.....	5
Высшая скорость а/м, м/с.....	$V_{max} = 48,61$
Наивысшая частота вращения ДВС, рад/с.....	$\omega_{max} = 650$
Низшая частота вращения ДВС, рад/с.....	$\omega_{min} = 105$
Аэродинамическое сопротивление.....	$C_x = 0,56$
Преодолеваемый подъем автомобилем.....	$\alpha_{max} = 0,30$
КПД трасмиссии.....	$\eta_{TP} = 0,91$
Площадь миделя, м ²	$H = 2,00$
Сопротивление качению.....	$f_{ko} = 0,012$
Количество скоростей в КП.....	5
Нагрузка на оси автомобиля, % :	
ось передняя.....	49
ось задняя.....	51
Параметр плотности воздуха, кг/м ³	$\rho = 1,293$
Параметр плотности топлива, кг/л.....	$\rho_t = 0,72$ »[2]

2.1.2 Подготовка исходных данных для тягового расчёта

«а) Определение полного веса и его распределение по осям

$$G_A = G_o + G_{II} + G_B, \quad (1)$$

где G_o - собственный вес автомобиля;

G_n - вес пассажиров;

G_0 - вес багажа;

$$G_0 = m_0 \cdot g = 1088 \cdot 9,807 = 10670 \text{ Н} \quad (2)$$

$$G_{II} = G_{m1} \cdot 5 = m_{m1} \cdot g \cdot 5 = 75 \cdot 9,807 \cdot 5 = 3678 \text{ Н} \quad (3)$$

$$G_B = G_{b1} \cdot 5 = m_{b1} \cdot g \cdot 5 = 10 \cdot 9,807 \cdot 5 = 490 \text{ Н} \quad (4)$$

$$G_A = 10670 + 3678 + 490 = 14838 \text{ Н}$$

$$G_1 = G_A \cdot 49 = 14838 \cdot 49 = 7271 \text{ Н} \quad (5)$$

$$G_2 = G_A \cdot 51 = 14838 \cdot 51 = 7567 \text{ Н} \quad (6)$$

б) Подбор шин 175/65 R14»[2]

$$r_k = r_{CT} = (0.5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \quad (7)$$

«где r_k – радиус качения колеса;

r_{CT} – статический радиус колеса;

$B = 175$ – ширина профиля, мм ;

$k = 0,65$ – отношение высоты профиля к ширине профиля;

$d = 355,6$ – посадочный диаметр, мм;

$\lambda = 0,85$ – коэффициент типа шины.

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot 355,6 + 0,65 \cdot 0,85 \cdot 175) \cdot 10^{-3} = 0,274 \text{ м}$$

2.1.3 Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_k}{U_k} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}}, \quad (8)$$

где U_k - Передаточное число высшей передачи в коробке передач, на которой обеспечивается максимальная скорость.

Примем значение передаточного числа высшей передачи КП равным 0,800.»[2]

$$U_0 = (0,274 \cdot 650) / (0,800 \cdot 48,61) = 4,588$$

2.1.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя

$$N_v = \frac{1}{\eta_{TP}} \cdot \left(G_A \cdot \psi_v \cdot V_{MAX} + \frac{C_x \cdot \rho}{2} \cdot H \cdot V_{MAX}^3 \right), \quad (9)$$

«где ψ_v - Коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля.

$$\psi_v = f_0 \cdot \left(1 + \frac{V_{MAX}^2}{2000} \right) \quad (10)$$

$$\psi_v = 0,012 \cdot (1 + 48,61^2 / 2000) = 0,026$$

$$N_v = (14838 \cdot 0,026 \cdot 48,61 + 0,30 \cdot 1,293 \cdot 2,00 \cdot 48,61^3 / 2) / 0,91 = 69715$$

Вт

$$N_{MAX} = \frac{N_v}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3}, \quad (11)$$

где a, b, c – эмпирические коэффициенты (для легковых автомобилей с карбюраторным двигателем $a, b, c = 1$), $\lambda = \omega_{MAX} / \omega_N$ (примем $\lambda = 1,05$).»[2]

$$N_{MAX} = 69715 / (1 \cdot 1,05 + 1 \cdot 1,05^2 - 1 \cdot 1,05^3) = 70074 \text{ Вт}$$

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (12)$$

«где $C_1 = C_2 = 1$ – коэффициенты характеризующие тип двигателя»[2]

Расчетные данные в таблице 1.

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \quad (13)$$

« Таблица 1 - Внешняя скоростная характеристика

Обор. двс, об/мин	Угл. скорость, рад/с	Мощн. двс, кВт	М двс, Н*м
1003	105	13,6	129,1
1400	147	19,6	133,7
1800	188	25,9	137,2
2200	230	32,2	139,6
2600	272	38,4	141,1
3000	314	44,4	141,5
3400	356	50,2	140,9
3800	398	55,4	139,2
4200	440	60,0	136,5
4600	482	63,9	132,7
5000	524	67,0	128,0
5400	565	69,1	122,1
5800	607	70,0	115,3
6200	649	69,7	107,4
6207	650	69,7	107,3

n_e - обороты двигателя, об/мин;»[2]

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi} \quad (14)$$

2.1.5 Определение передаточных чисел коробки передач в соответствии с методическими указаниями

$$1) U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0} \quad (15)$$

«где ψ_{MAX} - Коэффициент сопротивления дороги при максимальной

скорости автомобиля с учётом вылечены преодолеваемого подъёма»[2]

$$\psi_{MAX} = f_{V \max} + \alpha_{MAX} = \psi_V + \alpha_{MAX}).$$

$$\psi_{MAX} = 0,026 + 0,30 = 0,326 \quad (16)$$

$$U_1 \geq 14838 \cdot 0,326 \cdot 0,274 / (141,5 \cdot 0,91 \cdot 4,588) = 2,249$$

$$2) U_1 \leq \frac{G_{сц} \cdot \varphi \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0}, \quad (17)$$

«где $G_{сц}$ - сцепной вес автомобиля»[2]

$$G_{сц} = G_1 \cdot m_1 = 7271 \cdot 0,9 = 6544 \text{ Н},$$

«где - m_1 - Коэффициент перераспределения нагрузки на передние колёса),

φ - Коэффициент сцепления ($\varphi = 0,8$).»[2]

$$U_1 \leq 6544 \cdot 0,8 \cdot 0,274 / (141,5 \cdot 0,91 \cdot 4,588) = 2,433$$

«Примем значение первой передачи равным:»[2] $U_1 = 2,400$.

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (2,400 / 0,800)^{1/4} = 1,316 \quad (18)$$

$$U_2 = U_1 / q = 2,400 / 1,316 = 1,824; \quad (19)$$

$$U_3 = U_2 / q = 1,824 / 1,316 = 1,386; \quad (20)$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,386 / 1,316 = 1,053; \quad (21)$$

$$U_5 = 0,800. \quad (22)$$

2.1.6 Определение передаточных чисел модернизируемой коробки

«При выборе значений передаточных чисел трансмиссии для автомобиля LADA GRANTA в качестве приоритетной рассмотрим задачу улучшения динамичности разгона автомобиля.

При этом будем руководствоваться стремлением сохранить неизменной общую компоновочную схему коробки передач, а также обеспечить минимальные конструктивные изменения хорошо зарекомендовавшей себя в эксплуатации серийной коробки передач.

Серийный ряд передаточных чисел коробки передач автомобиля LADA GRANTA имеет следующие значения передаточных чисел трансмиссии:»[2]

Расчетные данные в таблице 2.

Таблица 2 -Значения передаточных чисел серийной коробки передач

U1	U2	U3	U4	U5	U0
3,63	1,95	1,36	0,94	0,78	3,90

«Учитывая желательность сохранения неизменными компоновочных

параметров проектируемой коробки передач, значение передаточного числа первой и пятой передач оставляем неизменными и принимаем равным 3,63 и 0,78 соответственно. Значения же второй, третьей и четвертой передачи определим исходя из гармонического закона, в соответствии с соотношениями:»[2]

$$U_2 = U_1 - \frac{(U_1 - U_5) \cdot (1 - \sin(3 \cdot \pi / 4))}{2} \quad (23)$$

$$U_2 = 3,63 - \frac{(3,63 - 0,78) \cdot (1 - \sin(3 \cdot \pi / 4))}{2} = 3,212$$

$$U_3 = U_1 - \frac{(U_1 - U_5) \cdot (1 - \sin(\pi))}{2} \quad (24)$$

$$U_3 = 3,63 - \frac{(3,63 - 0,78) \cdot (1 - \sin(\pi))}{2} = 2,205$$

$$U_4 = U_1 - \frac{(U_1 - U_5) \cdot (1 - \sin(5 \cdot \pi / 4))}{2} \quad (25)$$

$$U_4 = 3,63 - \frac{(3,63 - 0,78) \cdot (1 - \sin(5 \cdot \pi / 4))}{2} = 1,197$$

«Таким образом, на основании гармонического закона получен следующий ряд передаточных чисел коробки передач: 3,63; 3,212; 2,205; 1,197; 0,78. Но как можно заметить значение передаточного числа второй передачи рассчитанного ряда очень приближено к первой передачи, что делает первую

передачу слишком короткой, а ряд передаточных чисел разбалансированным. Чтобы устранить этот недостаток несколько отодвинем вторую передачу от первой изменив значение передаточного числа первой передачи на 2,8. В итоге получим следующий ряд передаточных чисел: 3,63; 2,8; 2,205; 1,197; 0,78.

Однако полученные в результате проведённых расчётов значения передаточных чисел второй третьей и четвёртой ступеней коробки передач являются теоретическими и требуют уточнения.

Для этого подберём наиболее приближенные к теоретическим, практически реализуемые значения передаточных чисел, рассчитанные исходя из возможных значений числа зубьев ведущих и ведомых шестерен коробки передач.

Таким образом примем значение передаточного числа второй передачи равным 2,8 (число зубьев ведущей шест. – 15, ведомой – 42); третьей передачи – 2,188 (число зубьев ведущей шест. – 16, ведомой – 354); четвёртой передачи – 1,2 (число зубьев ведущей шест. – 20, ведомой – 24).

Таким образом, ряд передаточных чисел модернизированной коробки передач будет иметь следующие значения передаточных чисел:»[2]

Расчетные данные в таблице 3.

Таблица 3 - Значения передаточных чисел модернизированной коробки передач

U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_0
3,63	2,8	2,188	1,2	0,78	3,90

«Ниже приведены для сравнения расчёт тягово-скоростных свойств и

топливной экономичности как для серийного ряда передаточных чисел , так и для модернизированного.

Расчёт показателей тяговоскоростных свойств и топливной экономичности для серийного ряда передаточных чисел»[2]

2.1.7 Скорость движения автомобиля на различных передачах

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_K}{U_{кп} \cdot U_0} \quad (26)$$

Расчетные данные в таблице 4.

«Таблица 4 - Скорость автомобиля на различных передачах

Обор. двс, об/мин	Скор. на 1 пер, м/с	Скор. на 2 пер, м/с	Скор. на 3 пер, м/с	Скор. на 4 пер, м/с	Скор. на 5 пер, м/с
1003	2,0	3,8	5,4	7,9	9,5
1400	2,8	5,3	7,6	11,0	13,2
1800	3,7	6,8	9,8	14,1	17,0
2200	4,5	8,3	11,9	17,3	20,8
2600	5,3	9,8	14,1	20,4	24,6
3000	6,1	11,3	16,3	23,5	28,3
3400	6,9	12,9	18,4	26,7	32,1
3800	7,7	14,4	20,6	29,8	35,9
4200	8,5	15,9	22,8	32,9	39,7
4600	9,3	17,4	24,9	36,1	43,5
5000	10,2	18,9	27,1	39,2	47,2
5400	11,0	20,4	29,3	42,3	51,0
5800	11,8	21,9	31,4	45,5	54,8
6200	12,6	23,4	33,6	48,6	58,6
6207	12,6	23,5	33,6	48,7	58,7

2.1.8 Сила тяги на ведущих колёсах

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{к.п.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_K} \quad (27)»[2]$$

Расчетные данные в таблице 5.

«Таблица 5 - Тяговый баланс

Обор. двс, об/мин	F тяги на 1 пер, Н	F тяги на 2 пер, Н	F тяги на 3 пер, Н	F тяги на 4 пер, Н	F тяги на 5 пер, Н
1003	6061	3256	2271	1570	1302
1400	6273	3370	2350	1624	1348
1800	6438	3458	2412	1667	1383
2200	6554	3521	2456	1697	1408
2600	6622	3557	2481	1715	1423
3000	6641	3567	2488	1720	1427
3400	6611	3551	2477	1712	1421
3800	6533	3509	2447	1692	1404
4200	6406	3441	2400	1659	1376
4600	6230	3347	2334	1613	1339
5000	6006	3226	2250	1555	1290
5400	5733	3080	2148	1484	1232
5800	5411	2907	2027	1401	1163
6200	5041	2708	1889	1305	1083
6207	5034	2704	1886	1304	1082

2.1.9 Силы сопротивления движению

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_X \cdot \frac{V_A^2}{2}. \quad (28)$$

$$F_f = G_A \cdot f_K; \quad (29)$$

$$f_k = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (30)»[2]$$

Расчетные данные в таблице 6.

«Таблица 6 - Силы сопротивления движению

Скор-ть, м/с	F сопр. возд, Н	F сопр. кач-ю, Н	Σ F сопр. движ-ю, Н
0	0	178	178
5	10	180	190
10	39	187	226
15	87	198	285
20	155	214	369
25	242	234	476
30	349	258	607
35	475	287	762
40	621	321	941
45	785	358	1144
50	970	401	1370
55	1173	447	1621
60	1396	499	1895
65	1639	554	2193

2.1.10 Динамический фактор

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A}, \quad (31)$$

$$D_\varphi = \frac{G_{СИ} \cdot \varphi}{G_A}, \quad (32)»[2]$$

Расчетные данные в таблице 7.

Таблица 7 - Динамический фактор на передачах

Обор. двс, об/мин	Дин-й фактор на 1пер	Дин-й фактор на 2пер	Дин-й фактор на 3пер	Дин-й фактор на 4пер	Дин-й фактор на 5пер
1003	0,408	0,219	0,152	0,104	0,085
1400	0,423	0,226	0,157	0,106	0,086
1800	0,434	0,232	0,160	0,107	0,086
2200	0,441	0,235	0,162	0,107	0,084
2600	0,446	0,237	0,162	0,105	0,080
3000	0,447	0,237	0,161	0,101	0,075
3400	0,444	0,235	0,158	0,097	0,069
3800	0,439	0,231	0,154	0,091	0,061
4200	0,430	0,225	0,148	0,083	0,052
4600	0,418	0,218	0,141	0,075	0,041
5000	0,402	0,208	0,132	0,065	0,029
5400	0,383	0,197	0,122	0,053	0,015
5800	0,361	0,183	0,111	0,040	0,000
6200	0,336	0,168	0,098	0,026	-0,017
6207	0,335	0,168	0,098	0,026	-0,017

2.1.11 Ускорения автомобиля

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (33)$$

«где δ_{BP} - Коэффициент учета вращающихся масс,

Ψ - Коэффициент суммарного сопротивления дороги.»[2]

$$\Psi = f + i$$

« i – величина преодолеваемого подъёма ($i = 0$).»[2]

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{KII}^2), \quad (34)$$

«где δ_1 - Коэффициент учёта вращающихся масс колёс; δ_2 -

Коэффициент учёта вращающихся масс двигателя: $\delta_1 = \delta_2 = 0,03$.»[2]

Расчетные данные в таблице 8, таблице 9 и таблице 10.

Таблица 8 - Коэффициент учета вращающихся масс

	$U1$	$U2$	$U3$	$U4$	$U5$
δ_{BP}	1,425	1,144	1,085	1,057	1,048

Таблица 9 - Ускорение автомобиля на передачах

Об двс, об/мин	Ускор. на 1 пер, м/с ²	Ускор. на 2 пер, м/с ²	Ускор. на 3 пер, м/с ²	Ускор. на 4 пер, м/с ²	Ускор. на 5 пер, м/с ²
1003	2,73	1,77	1,27	0,85	0,68
1400	2,83	1,84	1,31	0,87	0,69
1800	2,90	1,88	1,33	0,87	0,67
2200	2,95	1,91	1,35	0,86	0,65
2600	2,98	1,93	1,34	0,84	0,60
3000	2,99	1,92	1,33	0,80	0,55
3400	2,97	1,90	1,30	0,75	0,47
3800	2,93	1,87	1,26	0,68	0,39
4200	2,87	1,82	1,20	0,60	0,28
4600	2,79	1,75	1,13	0,51	0,16
5000	2,68	1,66	1,05	0,40	0,03
5400	2,55	1,56	0,95	0,28	-0,12
5800	2,40	1,44	0,84	0,15	-0,28
6200	2,22	1,31	0,71	0,00	-0,46
6207	2,22	1,31	0,71	0,00	-0,46

2.1.12 Величины обратные ускорениям автомобиля

Таблица 10 - Величины обратные ускорениям автомобиля

Об двс, об/мин	Обр.ускор. на 1пер,	Обр.ускор. на 2пер,	Обр.ускор. на 3пер,	Обр.ускор. на 4пер,	Обр.ускор. на 5пер,
1003	0,37	0,56	0,79	1,17	1,47
1400	0,35	0,54	0,77	1,15	1,46
1800	0,34	0,53	0,75	1,15	1,49
2200	0,34	0,52	0,74	1,16	1,55
2600	0,34	0,52	0,74	1,19	1,66
3000	0,33	0,52	0,75	1,25	1,83
3400	0,34	0,53	0,77	1,34	2,11
3800	0,34	0,54	0,79	1,47	2,60
4200	0,35	0,55	0,83	1,66	3,55
4600	0,36	0,57	0,88	1,96	6,11
5000	0,37	0,60	0,95	2,48	33,19
5400	0,39	0,64	1,05	3,54	-8,43
5800	0,42	0,69	1,19	6,75	-3,54
6200	0,45	0,76	1,40	-99,12	-2,17
6207	0,45	0,76	1,41	-378,91	-2,15

2.1.13 Время и путь разгона

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i). \quad (35)$$

$$\left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_k = \frac{(1/j)_{k-1} + (1/j)_k}{2}, \quad (36)$$

«где k – порядковый номер интервала.»[2]

$$\Delta t = \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_k \cdot (V_k - V_{k-1}) \quad (37)$$

$$t_1 = \Delta t_1, \quad t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, \quad t_n = \sum_{k=1}^n \Delta t_k. \quad (38)$$

«где t_1 – время разгона от скорости V_0 до скорости V_1 ,
 t_2 – время разгона до скорости V_3 .»[2]

Расчетные данные в таблице 11.

Таблица 11 - Время разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	Вр. t, с
0-5	206	1,0
0-10	619	3,1
0-15	1196	6,0
0-20	1924	9,6
0-25	2866	14,3
0-30	4121	20,6
0-35	5788	28,9
0-40	7968	39,8
0-45	10758	53,8

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \quad (39)$$

«где $k = 1 \dots m$ – порядковый номер интервала, m выбирается произвольно ($m = n$).

Путь разгона от скорости V_0

до скорости V_1 : $S_1 = \Delta S_1$,

до скорости V_2 : $S_2 = \Delta S_1 + \Delta S_2$,

до скорости V_n : $S_n = \sum_{k=1}^m \Delta S_k \gg [2]$

Расчетные данные в таблице 12.

Таблица 12 - Путь разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	ПутьS, м
0-5	52	3
0-10	361	18
0-15	1083	54
0-20	2356	118
0-25	4475	224
0-30	7926	396
0-35	13346	667
0-40	21519	1076
0-45	33378	1669

2.1.14 Мощностной баланс

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j \quad (40)$$

« N_f - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления качению;

N_B - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха;

N_{II} - мощность, затрачиваемая на преодоление подъема ($N_{II} = 0$);

N_j - мощность, затрачиваемая на ускорение автомобиля ($N_i = 0$).»[2]

Расчетные данные в таблице 13 и таблице 14.

Таблица 13 - Мощностной баланс

Обор. двс, об/мин	Мощн. на кол., кВт
1003	12,3
1400	17,8
1800	23,5
2200	29,3
2600	35,0
3000	40,4
3400	45,6
3800	50,4
4200	54,6
4600	58,2
5000	61,0
5400	62,9
5800	63,7
6200	63,5
6207	63,4

Таблица 14 - Мощность сопротивления движению

Скор., м/с	Мощн. сопр. возд.	Мощн. сопр. кач-я	Сумм. мощн. сопр.
0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,9	0,9
10	0,4	1,9	2,3
15	1,3	3,0	4,3
20	3,1	4,3	7,4
25	6,1	5,8	11,9
30	10,5	7,7	18,2
35	16,6	10,0	26,7
40	24,8	12,8	37,6
45	35,3	16,1	51,5
50	48,5	20,0	68,5
55	64,5	24,6	89,1
60	83,8	29,9	113,7
65	106,5	36,0	142,5

2.1.15 Топливоно-экономическая характеристика

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e\min} K_H \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (41)$$

«где $g_{e\min} = 290$ г/(кВт·ч) – минимальный удельный расход топлива.»[2]

$$K_H = 1,152 \cdot I^2 - 1,728 \cdot I + 1,523 \quad (42)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227 \quad (43)$$

$$I = \frac{N_f + N_B}{N_T}; \quad E = \frac{w_e}{w_{eN}} \quad (44)$$

Расчетные данные в таблице 15.

Таблица 15 - Путевой расход топлива на высшей передаче

Обор. двс, об/м	Скор., м/с	Значение И	Значение Е	Значение К _И	Значение К _Е	Значени е Q _s
1003	9,5	0,170	0,170	1,263	1,165	4,4
1400	13,2	0,194	0,237	1,231	1,128	4,9
1800	17,0	0,228	0,304	1,188	1,097	5,6
2200	20,8	0,273	0,372	1,137	1,070	6,3
2600	24,6	0,327	0,440	1,081	1,048	7,1
3000	28,3	0,393	0,507	1,022	1,031	8,0
3400	32,1	0,472	0,575	0,964	1,019	8,9
3800	35,9	0,565	0,643	0,914	1,012	9,9
4200	39,7	0,675	0,710	0,881	1,010	11,2
4600	43,5	0,806	0,778	0,879	1,012	13,0
5000	47,2	0,963	0,846	0,927	1,019	15,9
5400	51,0	1,153	0,913	1,062	1,031	21,0
5800	54,8	1,385	0,981	1,340	1,048	30,6

2.1.16 Скорость движения автомобиля на различных передачах

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_K}{U_{КП} \cdot U_0} \quad (45)$$

Расчетные данные в таблице 16 и таблице 17.

Таблица 16 - Скорость автомобиля на различных передачах

Обор. двс, об/мин	Скор. на 1 пер, м/с	Скор. на 2 пер, м/с	Скор. на 3 пер, м/с	Скор. на 4 пер, м/с	Скор. на 5 пер, м/с
1003	2,0	2,6	3,4	6,2	9,5
1400	2,8	3,7	4,7	8,6	13,2
1800	3,7	4,7	6,1	11,1	17,0
2200	4,5	5,8	7,4	13,5	20,8
2600	5,3	6,8	8,8	16,0	24,6
3000	6,1	7,9	10,1	18,4	28,3
3400	6,9	8,9	11,5	20,9	32,1
3800	7,7	10,0	12,8	23,3	35,9
4200	8,5	11,1	14,1	25,8	39,7
4600	9,3	12,1	15,5	28,3	43,5
5000	10,2	13,2	16,8	30,7	47,2
5400	11,0	14,2	18,2	33,2	51,0
5800	11,8	15,3	19,5	35,6	54,8
6200	12,6	16,3	20,9	38,1	58,6
6207	12,6	16,3	20,9	38,1	58,7

2.1.17 Сила тяги на ведущих колёсах

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{К.П.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_K} \quad (46)$$

Таблица 17 - Тяговый баланс

Обор. двс, об/мин с	F тяги на 1 пер, Н	F тяги на 2 пер, Н	F тяги на 3 пер, Н	F тяги на 4 пер, Н	F тяги на 5 пер, Н
1003	6061	4675	3653	2004	1302
1400	6273	4839	3781	2074	1348
1800	6438	4966	3880	2128	1383
2200	6554	5056	3951	2167	1408
2600	6622	5108	3991	2189	1423
3000	6641	5122	4003	2195	1427
3400	6611	5099	3985	2185	1421
3800	6533	5039	3938	2160	1404
4200	6406	4941	3861	2118	1376
4600	6230	4805	3755	2059	1339
5000	6006	4632	3620	1985	1290
5400	5733	4422	3455	1895	1232
5800	5411	4174	3262	1789	1163
6200	5041	3888	3038	1666	1083
6207	5034	3883	3034	1664	1082

2.1.18 Силы сопротивления движению

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_x \cdot \frac{V_A^2}{2}. \quad (47)$$

$$F_f = G_A \cdot f_K; \quad (48)$$

$$f_K = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (49)$$

Расчетные данные в таблице 18.

Таблица 18 - Силы сопротивления движению

Скор-ть, м/с	F сопр. возд, Н	F сопр. кач-ю, Н	ΣF сопр. движ-ю, Н
0	0	178	178
5	10	180	190
10	39	187	226
15	87	198	285
20	155	214	369
25	242	234	476
30	349	258	607
35	475	287	762
45	785	358	1144
50	970	401	1370
55	1173	447	1621
60	1396	499	1895
65	1639	554	2193

2.1.19 Динамический фактор

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A}, \quad (50)$$

$$D_\varphi = \frac{G_{сц} \cdot \varphi}{G_A}, \quad (51)$$

Расчетные данные в таблице 19.

Таблица 19 - Динамический фактор на передачах

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	ПутьS, м	Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	ПутьS, м
1003	0,408	0,315	0,246	0,134	0,085
1400	0,423	0,326	0,254	0,138	0,086
1800	0,434	0,334	0,261	0,140	0,086
2200	0,441	0,340	0,265	0,141	0,084
2600	0,446	0,343	0,267	0,141	0,080
3000	0,447	0,344	0,267	0,139	0,075
3400	0,444	0,342	0,265	0,136	0,069
3800	0,439	0,337	0,261	0,131	0,061
4200	0,430	0,330	0,255	0,125	0,052
4600	0,418	0,320	0,247	0,118	0,041
5000	0,402	0,308	0,237	0,109	0,029
5400	0,383	0,293	0,224	0,099	0,015
5800	0,361	0,275	0,210	0,087	0,000
6200	0,336	0,255	0,193	0,074	-0,017
6207	0,335	0,255	0,193	0,074	-0,017

2.1.20 Ускорения автомобиля

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (52)$$

«где δ_{BP} - Коэффициент учета вращающихся масс,

Ψ - Коэффициент суммарного сопротивления дороги.»[2]

$$\Psi = f + i$$

« i – величина преодолеваемого подъёма ($i = 0$).»[2]

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{КП}^2), \quad (53)$$

«где δ_1 - Коэффициент учёта вращающихся масс колёс; δ_2 - Коэффициент учёта вращающихся масс двигателя:»[2]

$$\delta_1 = \delta_2 = 0,03 .$$

Расчетные данные в таблице 20, таблице 21 и таблице 22.

Таблица 20 - Коэффициент учёта вращающихся масс

	<i>U1</i>	<i>U2</i>	<i>U3</i>	<i>U4</i>	<i>U5</i>
δ_{BP}	1,425	1,265	1,174	1,073	1,048

Таблица 21 - Ускорение автомобиля на передачах

Обор двс, об/мин	Ускор. на 1 пер, м/с ²	Ускор. на 2 пер, м/с ²	Ускор. на 3 пер, м/с ²	Ускор. на 4 пер, м/с ²	Ускор. на 5 пер, м/с ²
1003	2,73	2,35	1,95	1,11	0,68
1400	2,83	2,43	2,02	1,15	0,69
1800	2,90	2,50	2,08	1,17	0,67
2200	2,95	2,54	2,11	1,17	0,65
2600	2,98	2,56	2,13	1,16	0,60
3000	2,99	2,57	2,13	1,14	0,55
3400	2,97	2,55	2,11	1,11	0,47
3800	2,93	2,51	2,07	1,06	0,39
4200	2,87	2,46	2,02	1,00	0,28
4600	2,79	2,38	1,95	0,92	0,16
5000	2,68	2,28	1,86	0,84	0,03
5400	2,55	2,17	1,76	0,73	-0,12
5800	2,40	2,03	1,63	0,62	-0,28
6200	2,22	1,87	1,49	0,49	-0,46
6207	2,22	1,87	1,49	0,49	-0,46

2.1.21 Величины обратные ускорениям автомобиля

Таблица 22 - Величины обратные ускорениям автомобиля

Обор двс, об/мин	Обр.ускор. на 1пер, с2/м	Обр.ускор. на 2пер, с2/м	Обр.ускор. на 3пер, с2/м	Обр.ускор. на 4пер, с2/м	Обр.ускор. на 5пер, с2/м
1003	0,37	0,43	0,51	0,90	1,47
1400	0,35	0,41	0,49	0,87	1,46
1800	0,34	0,40	0,48	0,86	1,49
2200	0,34	0,39	0,47	0,85	1,55
2600	0,34	0,39	0,47	0,86	1,66
3000	0,33	0,39	0,47	0,88	1,83
3400	0,34	0,39	0,47	0,90	2,11
3800	0,34	0,40	0,48	0,94	2,60
4200	0,35	0,41	0,49	1,00	3,55
4600	0,36	0,42	0,51	1,08	6,11
5000	0,37	0,44	0,54	1,20	33,19
5400	0,39	0,46	0,57	1,36	-8,43
5800	0,42	0,49	0,61	1,61	-3,54
6200	0,45	0,53	0,67	2,04	-2,17
6207	0,45	0,53	0,67	2,05	-2,15

2.1.22 Время и путь разгона

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i). \quad (54)$$

$$\left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_k = \frac{(1/j)_{k-1} + (1/j)_k}{2}, \quad (55)$$

«где k – порядковый номер интервала.»[2]

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

$$t_1 = \Delta t_1, \quad t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, \quad t_n = \sum_{k=1}^n \Delta t_k. \quad (56)$$

«где t_1 – время разгона от скорости V_0 до скорости V_1 ,
 t_2 – время разгона до скорости V_2 .»[2]

Расчетные данные в таблице 23.

Таблица 23 - Время разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	Вр. t, с
0-5	177	0,9
0-10	531	2,7
0-15	973	4,9
0-20	1544	7,7
0-25	2274	11,4
0-30	3238	16,2
0-35	4511	22,6
0-40	6169	30,8
0-45	8286	41,4

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \quad (57)$$

«где $k = 1 \dots m$ – порядковый номер интервала, m выбирается произвольно ($m = n$).

Путь разгона от скорости V_0

до скорости V_1 : $S_1 = \Delta S_1$,

до скорости V_2 : $S_2 = \Delta S_1 + \Delta S_2$,

$$\text{до скорости } V_n: S_n = \sum_{k=1}^m \Delta S_k \gg [2] \quad (58)$$

Расчетные данные в таблице 24.

Таблица 24 - Путь разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	ПутьS, м
0-5	44	2
0-10	310	15
0-15	863	43
0-20	1862	93
0-25	3504	175
0-30	6155	308
0-35	10293	515
0-40	16509	825
0-45	25508	1275

2.1.23 Мощностной баланс

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j \quad (59)$$

« N_f - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления качению;

N_B - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха;

N_{II} - мощность, затрачиваемая на преодоление подъема ($N_{II} = 0$);

N_j - мощность, затрачиваемая на ускорение автомобиля ($N_i = 0$).»[2]

Расчетные данные в таблице 25 и таблице 26.

Таблица 25. Мощностной баланс

Обор. двс, об/мин	Мощн. на кол., кВт
1003	12,3
1400	17,8
1800	23,5
2200	29,3
2600	35,0
3000	40,4
3400	45,6
3800	50,4
4200	54,6
4600	58,2
5000	61,0
5400	62,9
5800	63,7
6200	63,5
6207	63,4

Таблица 26 - Мощность сопротивления движению

Скор., м/с	Мощн. сопр. возд.	Мощн. сопр. кач- я	Сумм. мощн. сопр.
0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,9	0,9
10	0,4	1,9	2,3
15	1,3	3,0	4,3
20	3,1	4,3	7,4
25	6,1	5,8	11,9
30	10,5	7,7	18,2
35	16,6	10,0	26,7
40	24,8	12,8	37,6
45	35,3	16,1	51,5
50	48,5	20,0	68,5
55	64,5	24,6	89,1
60	83,8	29,9	113,7
65	106,5	36,0	142,5

2.1.24 Топливоно-экономическая характеристика

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e\min} K_I \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (60)$$

«где $g_{e\min} = 290$ г/(кВт·ч) – минимальный удельный расход топлива»[2]

$$K_I = 1,152 \cdot I^2 - 1,728 \cdot I + 1,523 \quad (61)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227 \quad (62)$$

$$I = \frac{N_f + N_B}{N_T}; \quad E = \frac{w_e}{w_{eN}} \quad (63)$$

Расчетные данные в таблице 27.

Таблица 27 - Путевой расход топлива на высшей передаче

Обор. двс, об/мин	Скор., м/с	Значение И	Значение Е	Значение К _И	Значение К _Е	Значение Q _s
1003	9,5	0,170	0,170	1,263	1,165	4,4
1400	13,2	0,194	0,237	1,231	1,128	4,9
1800	17,0	0,228	0,304	1,188	1,097	5,6
2200	20,8	0,273	0,372	1,137	1,070	6,3
2600	24,6	0,327	0,440	1,081	1,048	7,1
3000	28,3	0,393	0,507	1,022	1,031	8,0
3400	32,1	0,472	0,575	0,964	1,019	8,9
3800	35,9	0,565	0,643	0,914	1,012	9,9
4200	39,7	0,675	0,710	0,881	1,010	11,2
4600	43,5	0,806	0,778	0,879	1,012	13,0
5000	47,2	0,963	0,846	0,927	1,019	15,9
5400	51,0	1,153	0,913	1,062	1,031	21,0
5800	54,8	1,385	0,981	1,340	1,048	30,6

По всем расчетным данным тягового расчета были построены графики и представлены в приложении А к данному дипломному проекту

2.2 Расчёт деталей коробки передач

В связи с тем, что темой данного проекта является модернизация серийной коробки передач LADA GRANTA, то общая компоновочная схема сохраняется прежней.

2.2.1 Выбор материала деталей коробки передач

«Для производства косозубых эвольвентных цилиндрических колес выбираем материал применяемый при производстве аналогичных зубчатых колес коробок передач выпускаемых ОАО АвтоВАЗ - 20ХГНМ.

20ХГНМ – сталь легированная, содержание углерода 0,2%, содержание каждого из легирующих элементов - хром, марганец, никель, молибден - свыше 1%.»[5] Расчеты представлены в таблице 28.

2.2.2 Расчёт зубчатой передачи второй ступени коробки передач

Таблица 28 - Расчёт параметров зубчатого зацепления второй передачи коробки передач

Стандартизированные значения параметров зацепления:			
Наименование	Формула	Обозначение	Вел
«Угол главного профиля, град»[4]	-----	α	20
«Коэффициент высоты головки зуба»[4]	-----	h_a^*	1
«Коэффициент высоты зуба»[4]	$h_i^* = 2 \cdot h_a^*$	h_i^*	2
«Коэффициент радиуса переходной кривой»[4]	-----	ρ_f^*	0,38
«Коэффициент радиального зазора»[4]	-----	c^*	0,25

Продолжение таблицы 28

Наименование	Формула	Обозначение	Вел
«Межосевое расстояние, мм»[4]	-----	α_w	68
«Число зубьев шест.»[4]	-----	Z_1	15
«Число зубьев колеса»[4]	-----	Z_2	42
«Передаточное число»[4]	-----	U	2,80
«Модуль, мм»[4]	-----	m	2
«Угол накл. линии зубьев, град»[4]	-----	β	29
«Шаг, мм»[4]	-----	p	5
«Осевой шаг, мм»[4]	$p_x = \frac{\pi \cdot m}{\sin \beta}$	p_x	13,0
«Ширина венца ведущей шест., мм»[4]	$b_1 = b_2 + (0,4..0,5) \cdot m$	b_1	15,2
«Абсолютные значения размеров зуба исходного контура:»[4]			
«Коэффициент высоты головки зуба»[4]	$h_\alpha = m \cdot h_\alpha^*$	h_α	2,00
«Коэффициент высоты ножки зуба»[4]	$h_f = m \cdot h_f^*$	h_f	2,50
«Коэффициент граничной высоты»[4]	$h_l = m \cdot h_l^*$	h_l	4,00
«Коэффициент радиуса кривизны переходной кривой»[4]	$\rho_f = m \cdot \rho_f^*$	ρ_f	0,76
«Расчёт параметров зацепления»[4]			
«Определение параметры реечного исходного производящего контура для нарезания косозубых колес:»[4]			

Продолжение таблицы 28

Наименование	Формула	Обозначение	Вел
«Угол профиля, град»[4]	$\alpha_t = \arctg\left(\frac{tg(\alpha)}{\cos(\beta)}\right)$	α_t	22,59
«Шаг, мм»[4]	$p_t = \frac{p}{\cos\beta}$	p_t	5,72
«Модуль зубьев»[4]	$m_t = \frac{m}{\cos\beta}$	m_t	2,29
«Коэффициент высоты головки зуба»[4]	$h_{at}^* = h_a^* \cdot \cos\beta$	h_{at}^*	1,75
«Геометрические расчеты эвольвентных зубчатых передач внешнего зацепления.»[4]			
«Угол зацепления проектируемой зубчатой передачи, град»[4]	$\alpha_{tw} = \arccos\left[\cos\alpha_t \cdot \frac{m_t \cdot (Z_1 + Z_2)}{2 \cdot a_w}\right]$	α_{tw}	27,77
«Коэффициент смещения шест.»[4]	-----	x_1	0,00
«Коэффициент смещения колеса»[4]	-----	x_2	0,00
«Суммарный Коэффициент смещения»[4]	$x_\Sigma = x_1 + x_2$	x_Σ	0,00
«Коэффициент воспринимаемого смещения»[4]	$y = \frac{Z_1 + Z_2}{2} \cdot \left(\frac{\cos\alpha_t}{\cos\alpha_{tw}} - 1\right)$	y	1,24
«Коэффициент уравнивающего смещения»[4]	$r_{1,2} = \frac{m_t \cdot Z_{1,2}}{2}$ $\Delta y = x_\Sigma - y$	Δy	-1,24
«Радиус делительной окружности шест., мм»[4]	$r_{b1,2} = \frac{m_t \cdot Z_{1,2}}{2} \cdot \cos\alpha_t$	r_1	17,15
«Радиус основной окружности шест., мм»[4]		r_{b1}	15,83

Продолжение таблицы 28

Наименование	Формула	Обозначение	Вел
«Радиус основной окружности колеса, мм»[4]		r_{b2}	44,34
«Радиус начальной окружности шест., мм»[4]	$r_{w1,2} = \frac{m \cdot Z_{1,2} \cdot \cos \alpha_t}{2 \cdot \cos \alpha_{tw}}$	r_{w1}	15,65
«Радиус начальной окружности колеса, мм»[4]		r_{w2}	43,82
«Радиус окружности вершин зубьев шест., мм»[4]	$r_{a1,2} = m_t \cdot \left(\frac{Z_{1,2}}{2} + h_{ta}^* + x_{1,2} + \Delta y \right)$	r_{a1}	18,32
«Радиус окружности вершин зубьев колеса, мм»[4]		r_{a2}	49,19
«Радиус окружности впадин зубьев шест., мм»[4]	$r_{f1,2} = m_t \cdot \left(\frac{Z_{1,2}}{2} + x_{1,2} - h_{ta}^* - c_t^* \right)$	r_{f1}	12,65
«Радиус окружности впадин зубьев колеса, мм»[4]		r_{f2}	43,52
«Высота зубьев колес, мм»[4]	$h = h_1 = h_2 = m_t \cdot (2 \cdot h_{ta}^* + c_t^* - \Delta y)$	h	11,33
«Толщина зуба по дуге делительной окружности шест., мм»[4]	$\alpha_{a1,2} = \arccos \left(\frac{r_{b1,2}}{r_{a1,2}} \right)$	s_1	3,59
«Толщина зуба по дуге делительной окружности колеса, мм»[4]		s_2	3,59
«Угол профиля на окружности вершин зубьев шест., град»[4]		α_{a1}	30,21

Продолжение таблицы 28

Наименование	Формула	Обозначение	Вел
«Степень точности зубчатых колес»[4]	-----	n	7
«Мах момент двигателя, Нм»[4]	<i>Из тягового расчёта</i>	$M_{E \max}$	141,5
«Частота вращения шест. при максимальном моменте, мин ⁻¹ »[4]	<i>Из тягового расчёта</i>	n_1	3000
«Частота вращения колеса при максимальном моменте, мин ⁻² »[4]	$n_2 = \frac{n_1}{U_{12}}$	n_2	964
«Крут-й момент на валу шест., Нм»[4]	-----	M_1	141,5
«Крутящий момент на валу колеса, Нм»[4]	$M_2 = M_1 \cdot U_{12}$	M_2	336
«Окружная скорость вращения зубчатых колёс, м/с»[4]	$v = \frac{\pi \cdot r_i \cdot n_i}{30 \cdot 1000}$	v	4,85
«Материал шест.»[4]	-----	20ХГНМ	
«Твёрдость поверхности зуба»[4]	<i>Справочная величина</i>	HRC	58
«Окружная сила в зацеплении, Н»[4]	$F_t = \frac{2 \cdot M_1}{d_{w1}}$	F_t	7667
«Коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по длине зуб»[4]	1,02 для твердости поверхности зубьев >350НВ	$K_{F\beta}$	1,02

Продолжение таблицы 28

Наименование	Формула	Обозначение	Вел
«Коэффициент, учитывающий форму зуба колеса»[4]	<i>Справочная величина</i>	Y_{F2}	3,61
«Коэффициент, учитывающий наклон зуба»[4]	$Y_{\beta} = 1 - \frac{\beta^{\circ}}{140}$	Y_{β}	0,79
«Коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки между зубьями»[4]	$K_{F\alpha} = \frac{4 + (\varepsilon_{\alpha} - 1) \cdot (n - 5)}{4 \cdot \varepsilon_{\alpha}}$	$K_{F\alpha}$	0,41
«Напряжение изгиба в зубе шест., МПа»[4]	$\sigma_{Fi} = \frac{F_t \cdot K_F \cdot Y_{Fi} \cdot Y_{\beta} \cdot K_{F\alpha}}{b_i \cdot m}$	σ_{F1}	318
«Напряжение изгиба в зубе колеса, МПа»[4]		σ_{F2}	325
«Предел выносливости, МПа»[4]	<i>Справочная величина</i>	$\sigma_{F\text{limb}}^0$	1180
«Коэффициент, учитывающий нестабильность свойств»[4]	<i>Справочная величина</i>	$[S_F]'$	1,25
«Коэффициент, учитывающий способ получения заготовки»[4]	<i>Справочная величина</i>	$[S_F]''$	1
«Коэффициент безопасности»[4]	$[S_F] = [S_F]' \cdot [S_F]''$	$[S_F]$	1,25
«Допускаемое напряжение изгиба в зубе, МПа»[4]	$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{F\text{limb}}^0}{[S_F] \cdot K_M}$	$[\sigma_F]$	1452

Продолжение таблицы 28

Наименование	Формула	Обозначение	Вел
«Коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки между зубьями»[4]	1 - для 7-й степени точности зубчатых колёс	$K_{H\alpha}$	1
«Коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по ширине зуба»[4]	1,15 - для несимметричного расположения зубчатых колес относительно опор и твердости поверхности зуба >350HB	$K_{H\beta}$	1,15
«Динамический Коэффициент»[4]	Справочная величина	K_{Hv}	1,05
«Коэффициент, учитывающий динамическую нагрузку»[4]	$K_H = K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{Hv}$	K_H	1,21
«Контактное напряжение на поверхности зуба, МПа»[4]	$\sigma_H = \frac{270}{a_w} \cdot \sqrt{\frac{M_1 \cdot K_H \cdot (U_{12} + 1)^3}{b_1 \cdot U_{12}^2}}$	σ_H	1027
«Предел контактной выносливости при базовом числе циклов, МПа»[4]	$\sigma_{H\lim b}^0 = 23 \cdot HRC$	$\sigma_{H\lim b}^0$	1334
«Коэффициент долговечности»[4]	Справочная величина	K_{HL}	1
«Коэффициент безопасности»[4]	Справочная величина	$[S_H]$	1,1
«Допускаемое контактное напряжение, МПа»[4]	$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{H\lim b}^0 \cdot K_{HL}}{[S_H] \cdot K_M}$	$[\sigma_H]$	1866
«Должно выполняться условие:»[4]	$\sigma_H \leq [\sigma_H]$	выполнено.	

2.2.3 Расчёт зубчатой передачи третьей ступени коробки передач

«Для передачи крутящего момента 3-ой передачи ($U_3 = 2,188$) выбирается косозубая зубчатая передача с постоянным передаточным числом, с внешним зацеплением и линейным касанием.»[4] Расчеты представлены в таблице 29.

Таблица 29 - Расчёт параметров зубчатого зацепления третьей передачи коробки передач

Стандартизированные значения параметров зацепления:			
Наименование	Формула	Обозначение	Вел
«Угол главного профиля, град»[4]	----	α	20
«Коэффициент высоты головки зуба»[4]	----	h_a^*	1
«Коэффициент высоты ножки зуба»[4]	----	h_f^*	1,25
«Коэффициент граничной высоты»[4]	$h_t^* = 2 \cdot h_a^*$	h_t^*	2
«Коэффициент радиуса кривизны переходной кривой»[4]	----	ρ_f^*	0,38
«Коэффициент радиального зазора»[4]	----	c^*	0,25
«Число зубьев шест.»[4]	----	Z_1	16
«Число зубьев колеса»[4]	----	Z_2	35
«Передаточное число»[4]	----	U	2,19
«Коэффициент высоты головки зуба»[4]	$h_a = m \cdot h_a^*$	h_a	2,25

Продолжение таблицы 29

Наименование	Формула	Обозначение	Вел
«Коэффициент высоты ножки зуба»[4]	$h_f = m \cdot h_f^*$	h_f	2,81
«Коэффициент граничной высоты»[4]	$h_l = m \cdot h_l^*$	h_l	4,50
«Коэффициент радиуса кривизны переходной кривой»[4]	$\rho_f = m \cdot \rho_f^*$	ρ_f	0,86
«Коэффициент радиального зазора»[4]	$c = m \cdot c^*$	c	0,56
Расчёт параметров зацепления			
«Определение параметры реечного исходного производящего контура для нарезания косозубых колес:»[4]			
«Угол профиля, град»[4]	$\alpha_t = \arctg\left(\frac{\operatorname{tg}(\alpha)}{\cos(\beta)}\right)$	α_t	22,59
«Шаг, мм»[4]	$p_t = \frac{p}{\cos \beta}$	p_t	5,72
«Модуль зубьев»[4]	$m_t = \frac{m}{\cos \beta}$	m_t	2,57
«Коэффициент высоты головки зуба»[4]	$h_{at}^* = h_a^* \cdot \cos \beta$	h_{at}^*	1,97
«Коэффициент радиального зазора»[4]	$c_t^* = c^* \cdot \cos \beta$	c_t^*	0,22
« Геометрические расчеты эвольвентных зубчатых передач внешнего зацепления:»[4]			
Угол зацепления проектируемой зубчатой передачи, град	$\alpha_{tW} = \arccos\left[\cos \alpha_t \cdot \frac{m_t \cdot (Z_1 + Z_2)}{2 \cdot a_w}\right]$	α_{tW}	27,04

Продолжение таблицы 29

Наименование	Формула	Обозначение	Вел
«Коэффициент смещения колеса»[4]	-----	x_2	0,00
«Суммарный Коэффициент смещения»[4]	$x_\Sigma = x_1 + x_2$	x_Σ	0,00
«Коэффициент смещения»[4]	$y = \frac{Z_1 + Z_2}{2} \cdot \left(\frac{\cos\alpha_t}{\cos\alpha_{tW}} - 1 \right)$	y	0,93
«Коэффициент уравнивающего смещения»[4]	$\Delta y = x_\Sigma - y$	Δy	-0,93
«Радиус делительной окружности шестерни., мм»[4]	$r_{1,2} = \frac{m_t \cdot Z_{1,2}}{2}$	r_1	20,58
«Радиус делительной окружности»[4]		r_2	45,02
«Радиус основной окружности., мм»[4]	$r_{b1,2} = \frac{m_t \cdot Z_{1,2}}{2} \cdot \cos\alpha_t$	r_{b1}	19,00
«Радиус основной окружности»[4]		r_{b2}	41,56
«Радиус начальной окружности шестерни, мм»[4]	$r_{w1,2} = \frac{m \cdot Z_{1,2} \cdot \cos\alpha_t}{2 \cdot \cos\alpha_{tW}}$	r_{w1}	18,66
«Радиус начальной окружности колеса, мм»[4]		r_{w2}	40,82
«Радиус окружности вершин зубьев»[4]	$r_{a1,2} = m_t \cdot \left(\frac{Z_{1,2}}{2} + h_{ta}^* + x_{1,2} + \Delta y \right)$	$r_{\alpha 1}$	23,24
«Радиус окружности вершин зубьев колеса, мм»[4]		$r_{\alpha 2}$	47,68
Радиус окружности впадин зубьев колеса, мм		$r_{f 2}$	39,39

Продолжение таблицы 29

Наименование	Формула	Обозначение	Вел
«Толщина зуба по дуге делительной окружности колеса, мм»[4]		s_2	4,04
«Угол профиля на окружности вершин зубьев шестерни, град»[4]	$\alpha_{a1,2} = \arccos\left(\frac{r_{b1,2}}{r_{a1,2}}\right)$	α_{a1}	35,17
«Угол профиля на окружности вершин зубьев колеса, град»[4]		α_{a2}	29,34
«Коэффициент торцового перекрытия»[4]	$\varepsilon_\alpha = \frac{Z_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha_1 + Z_2 \cdot \operatorname{tg} \alpha_2}{2 \cdot \pi} - \frac{(Z_1 + Z_2) \cdot \operatorname{tg} \alpha_{tw}}{2 \cdot \pi}$	ε_α	9,43
«Допустимый Коэффициент торцового перекрытия»[4]	1 - для косозубой передачи	$[\varepsilon_\alpha]$	1,00
«Должно выполняться условие:»[4]	$\varepsilon_\alpha \geq [\varepsilon_\alpha]$	выполнено.	
Проверочный расчёт зубьев на изгиб			
«Степень точности зубчатых колес»[4]	-----	n	7
«Мах момент двигателя, Нм»[4]	Из тягового расчёта	$M_{E \max}$	120
«Частота вращения шестерни при максимальном моменте, мин ⁻¹ »[4]	Из тягового расчёта	n_1	2700
«Частота вращения колеса при максимальном моменте, мин ⁻² »[4]	$n_2 = \frac{n_1}{U_{12}}$	n_2	1234

Продолжение таблицы 29

Наименование	Формула	Обозначение	Вел
«Твёрдость поверхности зуба»[4]	<i>Справочная величина</i>	<i>HRC</i>	58
«Окружная сила в зацеплении, Н»[4]	$F_t = \frac{2 \cdot M_1}{d_{w1}}$	F_t	6431
«Коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по длине зуб»[4]	1,02 для твердости поверхности зубьев >350HB	$K_{F\beta}$	1,02
«Коэффициент динамичности»[4]	1 – для косозубой передачи 7-й степени точности, с окружной скоростью 3...8 м/с	K_{Fv}	1
«Коэффициент нагрузки»[4]	$K_F = K_{F\beta} \cdot K_{Fv}$	K_F	1,02
«Коэффициент, учитывающий форму зуба колеса»[4]	<i>Справочная величина</i>	Y_{F2}	3,65
«Коэффициент, учитывающий наклон зуба»[4]	$Y_\beta = 1 - \frac{\beta^0}{140}$	Y_β	0,79
«Коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки между зубьями»[4]	$K_{F\alpha} = \frac{4 + (\varepsilon_\alpha - 1) \cdot (n - 5)}{4 \cdot \varepsilon_\alpha}$	$K_{F\alpha}$	0,55
«Напряжение изгиба в зубе шестерни, МПа»[4]		σ_{F1}	281
«Напряжение изгиба в зубе колеса, МПа»[4]	$\sigma_{Fi} = \frac{F_t \cdot K_F \cdot Y_{Fi} \cdot Y_\beta \cdot K_{F\alpha}}{b_i \cdot m}$	σ_{F2}	291

Продолжение таблицы 29

Наименование	Формула	Обозначение	Вел
«Коэффициент безопасности»[4]	$[S_F] = [S_F]' \cdot [S_F]''$	$[S_F]$	1,25
«Коэффициент реализации крутящего момента на передаче»[4]	<i>Справочная величина</i>	K_M	0,65
«Допускаемое напряжение изгиба в зубе, МПа»[4]	$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{F \text{ limb}}^0}{[S_F] \cdot K_M}$	$[\sigma_F]$	1452
«Должны выполняться условия :»[4]	$\sigma_{F1} \leq [\sigma_F]$	выполнено.	
	$\sigma_{F2} \leq [\sigma_F]$	выполнено.	
«Проверочный расчёт на контактную выносливость»[4]			
«Коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки между зубьями»[4]	1 - для 7-й степени точности зубчатых колёс	$K_{H\alpha}$	1
«Коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по ширине зуба»[4]	1,15 - для несимметричного расположения зубчатых колёс относительно опор и твердости поверхности зуба >350НВ	$K_{H\beta}$	1,15
«Динамический Коэффициент»[4]	<i>Справочная величина</i>	K_{Hv}	1,05
«Контактное напряжение на поверхности зуба, МПа»[4]	$\sigma_H = \frac{270}{a_w} \cdot \sqrt{\frac{M_1 \cdot K_H \cdot (U_{12} + 1)^3}{b_1 \cdot U_{12}^2}}$	σ_H	952
«Допускаемое контактное напряжение, МПа»[4]	$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{H \text{ limb}}^0 \cdot K_{HL}}{[S_H] \cdot K_M}$	$[\sigma_H]$	1866
«Должно выполняться условие:»[4]	$\sigma_H \leq [\sigma_H]$	выполнено.	

2.2.6 Расчёт шлицевого соединения на вторичном валу

«Исходные данные для расчёта

Мах крутящий момент двигателя $T_E = 120 \text{ Нм} = 120000 \text{ Нмм}$;

Передаточное число низшей передачи $u = 3,63$;

Длина шлиц на валу: $b_1 = 13 \text{ мм}$;

Длина шлиц на ступице синхронизатора : $b_2 = 16 \text{ мм}$;

Рабочая ширина шлиц: $l = 13 \text{ мм}$;

Модуль: $m = 1,0583 \text{ м}$;

Число зубьев: $z = 33$.»[4]

«Материал вторичного вала – Сталь 20ХГНМ, термообработка – нитроцементация, закалка и низкий отпуск.

Твердость поверхности $\geq 58 \text{ HRC}$.

Материал ступицы синхронизатора – металлокерамика.

Твердость поверхности $\geq 300 \text{ HV } 0,5$

Расчет шлиц на смятие»[4]

$$\sigma_{CM} = \frac{T_E \cdot u}{y \cdot F \cdot l \cdot r_{CP}} \leq [\sigma_{CM}], \quad (64)$$

«где y – Коэффициент, учитывающий неравномерность распределения усилий по рабочим поверхностям зубьев, $y = 0,8$;

F – площадь всех боковых поверхностей зубьев с одной стороны на 1 мм длины шлицевого соединения, мм²;

Для эвольвентных шлиц:»[4]

$$F = 0,8 \cdot m \cdot z, \quad (65)$$

$$F = 0,8 \cdot 1,0583 \cdot 33 = 27,9 \text{ мм}^2.$$

« r_{CP} – радиус закругления, мм;»[4]

$$r_{CP} = 0,5 \cdot d = 0,5 \cdot m \cdot z, \quad (66)$$

$$r_{CP} = 0,5 \cdot d = 0,5 \cdot 1,0583 \cdot 33 = 17,463 \text{ мм.}$$

« $[\sigma_{CM}]$ – допустимое напряжение смятия, Н/мм²,»[4]

$$[\sigma_{CM}] = 137 \text{ Н/мм}^2.$$

$$\sigma_{CM} = \frac{120000 \cdot 3,63}{0,8 \cdot 27,9 \cdot 13 \cdot 17,463} = 86,2 \text{ Н/мм}^2.$$

$$\sigma_{CM} \leq [\sigma_{CM}]$$

Условие прочности шлицевого соединения смятию выполнено.

3 Безопасность и экологичность объекта

Большую часть жизни человека происходит в антропогенных системах. Активные хозяйственные мероприятия - осваивать новые территории, «преобразовать природу», создавать искусственные экосистемы, такие как город, неизбежно приводили к усугублению состояния экологической среды и соответственно, качества жизни человека.

Автотракторные сельхозпредприятия по конфигурации, месторасположению, функционированию промышленного периода подразумеваются техногенными истоками для любых заселённых пунктов.

Особенность автотранспортных предприятий по охране труда - на ограниченном участке имеется большое число циклов производства, в которых выполняются ремонт, помывка, окраска, монтаж, тестирование и иные работы.

Эти виды работ связаны с опасным и вредным производственным фактором, воздействующим на человека во время работы, и с определённым давлением окружающей среды - сточные, ливневоды, воздуха, выбрасываемого из вентиляционных систем, стоянок автобусов, автомобилей и горячих цехов и так далее.

Поэтому необходимо четкое инженерное решение задач, направленных на обеспечение безопасности людей в производстве и снижение антропогенного воздействия автотранспортных предприятий к окружающей среде. В процессе работы человек обращается к объектам труда, к орудиям труда, к остальным людям. К тому же на него воздействуют всевозможные аспекты промышленной обстановке, там где творится деятельность: теплоёмкости, сырости и движения воздуха, звука, вибрации, вредных веществ.

Все это в целом характеризует определённые условия труда человека. Большая часть трудовых условий зависит от здоровья и работоспособности

человека, от его отношения к работе и от результатов труда человека. При плохой обстановке резко ухудшается производительность работы и возникают предпосылки к травмам и профессиональным заболеваниям.

3.1 Описание рабочего места, оборудования и выполняемых технологических операций

Участок сборки коробки передач представлена на рисунке 1, опасные факторы сведены в таблицу 30.

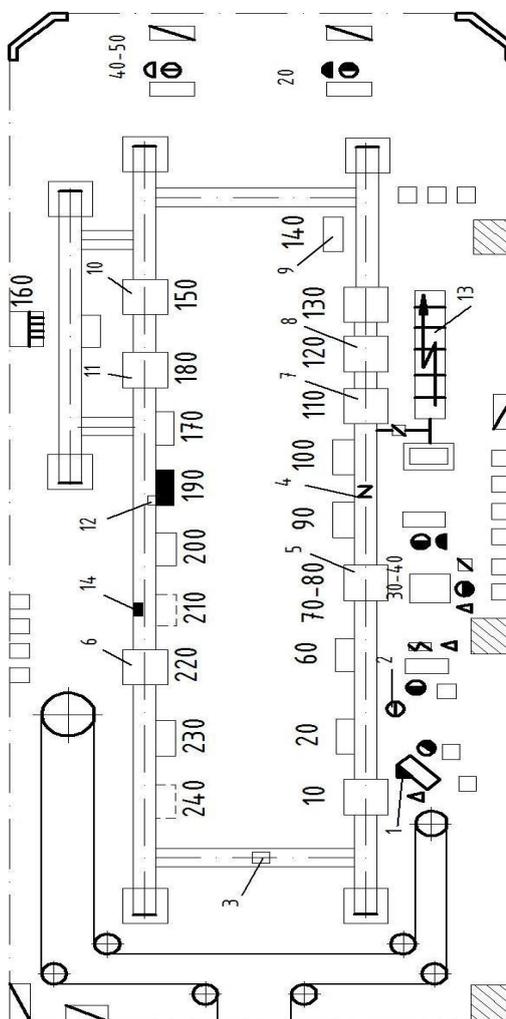


Рисунок 1 - Эскиз рабочего места.

Условные обозначения

-  - Горизонтально замкнутый конвейер.
-  - Стеллаж.
-  - Рабочий стол сборщика.
-  - Контейнер для деталей.
-  - Рабочее место.
-  - Подвод сжатого воздуха.
-  - Местное освещение.
-  - Бампер.
-  - Колонны.
-  - Границы участка.

Описание технологического оборудования.

«1 – устройство для смазки подшипников.

2 – устройство для смазки шестерен.

3 – приспособление спутник для фиксации картера.

4 – пневмогайковерт.

5 – пресс для запрессовки шестерен.

6 – автоматический гайковерт.

7 – автомат для смазки и установки шайб.

8 – пресс для запрессовки пыльников.

9 – стенд для регулировки осевого зазора.

10 – стенд испытательный.

11 – устройство для смазки внутренних поверхностей чехлов.

12 – устройство для смазки наружных поверхностей картера.»[7]

Таблица 30 - Опасные и вредные факторы производства

Наименование ОВПФ	Воздействие ОВПФ на организм человека
1) Повышенный уровень шума. 2) Повышенный уровень вибраций.	1) Воздействие на органы слуха, гипофиз и сердечно-сосудистую систему. 2) Нарушения вестибулярного аппарата, вызывает явление резонанса, воздействует на сосудистую систему.
1) Повышенный уровень шума 2) Повышенный уровень вибраций	1) Воздействие на органы слуха, гипофиз и сердечно-сосудистую систему. 2) Нарушение вестибулярного аппарата, вызывает явление резонанса, воздействует на сосудистую систему.
1) Подвижные детали. 2) Напряжение зрительных анализаторов.	1) Травматизм. 2) Снижение зрения, утомляемость, головная боль, раздражительность, нервное напряжение стресс.
1) Повышенный уровень шума. 2) Повышенный уровень вибраций.	1) Воздействие на органы слуха, гипофиз, сердечно-сосудистую систему. 2) Нарушения вестибулярного аппарата, вызывает явление резонанса, воздействует на сосудистую систему.
9) Напряжение зрительных анализаторов.	9) Снижение зрения, переутомление глаз, головная боль, раздражительность, нервное»[7] перенапряжение, стресс.

3.2 Воздействие вредных и опасных факторов производства на работников

«Движение машин и механизмов, подвижных частей техники, передвижных изделий и заготовок при неправильном соблюдении мер защиты может вызвать переломы, ушибы, ссадины, ссадины и так далее в различных органах и конечностях человека.

Повышенная влажность и влажность воздуха в рабочем участке.

Пыль негативно сказывается на дыхательных путях, коже, органах зрения и пищеварительном тракте. Поражение пыли верхнего дыхания на начальном этапе сопровождается зудом, при длительном вмешательстве возникает кашель и отхаркивает грязную мокроту. Пыль в дыхательных путях приводит к тому, что в них развивается патологический процесс, называемый пневмонией.

Повышение температуры поверхности прибора приводит к повышенной температуре поверхности человека.

Повышение уровня шума и вибрации.

Во-первых, шум влияет на сердце человека. Вторая степень воздействия – орган слухового слуха. При давлении 2×10^2 Па, интенсивность J 10 Вт, частота 1000 Гц, человек ощущает боль – болезненный порог частоты. Человек может воспринимать звуковые вибрации от 20 до 20 000 Гц. Наименьшая частота звука R_0 2 10-5Pa и частота J_0 10-12 Вт/м² при 1000Гц. Третья степень воздействия является гипофизом человека. Даже кратковременные пребывания в местах, где звуковое давление выше 135 дБ, в любом октановом поле запрещено.

Повышенное напряжение в электроцепи.

Повышается уровень статической электроэнергии. Электрические ток, проходящие через человеческий организм, оказывают следующие воздействия: - электролитические: разложение кровяной плазмы и крови;

- Термические: нагреваются ткани, сосуды человека, нервы, появляются ожоги, - биологические:»[7] раздражаются и возбуждаются живые ткани организма, они непроизвольно сокирают мышцы, которые могут привести к остановке деятельности органов вдоха и дыхания. Увлажнение. Повышение влажности сочетается с пониженной температурой и очень сильно охлаждает, сочетается с высокой температурой – сильно перегревает.

Недостаток или отсутствие естественного света и освещения рабочей зоны, повышение пульсации потока света.

Естественное освещение обладает высоким биологическим и санитарным значением и сильно влияет на психологию человека и, в конце концов, на производственную травматизацию и трудовую производительность. Таким образом, в летнее время года, благодаря большому использованию естественного света, количество случаев несчастного случая существенно меньше в осеннее-зимнее время года. Чтобы защитит от слепых действий прямых солнцезащитных лучей и их отражения от блестящей детали, световые проёмы покрывают тонкой краской или простой стекло заменяют матовой. Использовать только местное освещение не разрешено, поскольку резкое контрастирование ярких и не ярких мест вредит зрению работников, уменьшает скорость работы и иногда приводит к несчастным случаям. Пульс световых потоков негативно сказывается на глазах человека, оказывает боли, раздражение, приводят к снижению зрения человека. Острая кромка, заусенец, шероховатая техника, инструменты и заготовки при неправильном применении специальных защитных мер, например, нехватка кожухов, могут вызвать опасные травмы: порезы, инфекции. Это ухудшает производительность человека. Химические и производственные пыли.

В организм человека проникают токсические вещества через дыхательные органы, кишечник и кожу. В воздухе рабочей комнаты вдыхаются токсины, и входят в лёгкие. После них всасываются яды в кровь, распространяются по всем органам и тканям организма, а затем происходит отравление всего организма и органов. Яды проникают в пищеварительную систему, когда токсические вещества попадают на слизистую оболочку ротовой полости. Далее направляются в печень яды, где части их обезвреживают, но большинство их разносятся по всему телу. Через кожу проникают вещества, хорошо растворимые в жире, такие как бензол и тетраэтилсвинец. Часть яда задерживается в желудке, мышцы, селезенке, костях, вызывая болезни.

Промышленная пыль на этом участке - стальная пыль.

Для организма наибольшая опасность представляет мелкие дисперсные пылевые частицы. «Частицы длиной 0.2-0.5 мкм задерживаются в верхнем дыхании. Поражение пыли верхнего дыхания на начальном этапе связано с раздражением и длительным воздействием провоцирует кашель и отхаркивание грязных мокрот. Частицы менее 0.1 мкм являются наибольшей опасностью организма, поскольку они не задерживаются в верхней части дыхания, но проникают в легкие, оседают и вызывают патологический процесс.»[7]

Перечень веществ может содержаться в воздухе работающей зоны:
Бензин 100 мкг/м³ Керосин 300 мкг/м³ бензол 15 м³ тулуол 50 мкг/м³
Клилол 50 мкг/м³.

Параметры климата.

Определение температуры воздуха зависит от количества тепловых выделений, источником которых может быть нагрев металлов. В соответствии с санитарными нормами, это помещение, из-за недостатка тепловыделения, воздействующего на температуру воздуха, является «горячим», из-за недостатка тепловыделения более 23 г/м³.

Увлажненность воздуха составляет 70 процентов. «Протяженность воздуха не более 0.2 м.с. Статическая и динамическая перегрузка; перенапряжения зрительного и слухового анализатора; монотонная работа негативно влияет на здоровье и приводит к расшатываниям психики, умственной и психической перегрузке.»[7]

3.3 Мероприятия для обеспечения безопасного труда

Требования к воздуховоду. Для того, чтобы обеспечить чистый воздух и нормализовать «параметры микроклимата производственных помещений, кроме местных отсасывающих устройств, которые позволяют удалить вредные вещества из зоны сжигания пыли, мелкой стружки и жидкости смазывания аэрозолей СОЖ, необходимо предусмотреть приточный-вытяжной общеобменную вентиляционную систему.

Требования к свету.

Естественное, искусственное освещение производственного помещения должно быть соответствующим 8 разрядам зрительных работ по СН, П23-05-95.»[7] Для локального освещения следует использовать светодиодные лампы с непросвеченными отражателями и защитный угол не меньше 30 градусов. Также следует предусматривать меры по уменьшению отражённой плотности. Требования к процессам технического обеспечения.

Мероприятия, направленные на защиту человека от опасного и вредного производственного фактора, могут состоять из следующих:

- «для предупреждения травматизма рабочего персонала все движения и вращения станков, механизмов, инструментов ограждены;
- для предупреждения травмирования глаз используются смотровые экраны из прозрачных материалов;
- для предупреждения поражения отлетающими частями»[7] используются зажимные устройства;
- для предупреждения поражения отлетающими частями используются зажимные устройства;
- для предупреждения шума и вибрации поддерживаются в норме при использовании материалов для прокладки станка и виброгашения

«на основе принципа жесткой фиксации оборудования, и применения виброгашения;

- кроме технических работ в цеху предусмотрено обеспечение персоналом спецодежды, спецобуви и других индивидуальных средств защиты очков, рукавиц и пр.

Санитарно-гигиеническое положение, необходимое для нормального труда работников, обеспечивается системой отопления и освещения. Освещение в помещениях производства возможно от естественного и искусственного света. Она необходима для повышения условий зрительного труда,»[7] уменьшения утомления, улучшения производительности работы и повышения качества выпускаемых изделий. В дневном режиме естественное световое освещение происходит через верхние окна и боковые окна, а в вечернее – искусственное, используя люминесцентные лампы. «Искусственные освещения выполняются системой общих освещений, а некоторыми местами - комбинированными.

Значительная роль в обеспечении надлежащей санитарной и санитарной нормы воздуха в рабочем помещении играет вентиляция, отопление. В комплексной системе вентиляции входят принудительная и естественная.»[7]

Естественная вентиляция - процесс осуществляется сквозь окна, расположенные в крыше завода. Принудительное вентиляционное обслуживание осуществляется при помощи вентиляционных установок и кондиционирующих систем. Система центрального отопления - водяное отопление используется для теплоснабжения.

Средства индивидуальной защиты работников. Для защиты работников и сотрудников цеха и участка обработки реза для того, чтобы защитить себя от воздействия опасности и вреда производственного фактора, необходимо обеспечить специальную одежду, специальную обувь и защитные приспособления.

Для того чтобы защитить кожу от воздействий СОЖ, применяются профилактические маски, мази и кремы. Специализированная одежда, защищающая от механических воздействий, устанавливается в ГОСТ 12. 4. 038-78. Средства для защиты от СОЖ – ГОСТ 1212. 4. 068-79. Средства для защиты глаз – очки защиты глаз ГОСТ 1212. 4. 003-80. Требования безопасности для термической обработки. Освещение цехов термического назначения должно быть 300 лк по СН, ПЗ-05-95.

Обеспечение пожарной безопасности. Помещения цехов термического назначения оборудованы общеобменной вентиляционной системой. Воздух подается в верхнюю или рассеянную зону помещений или рассеивается в рабочей зоне с скоростью, обеспечивающей подвижность воздуха на рабочей зоне не более 0.2 м.с. Оборудование, которое является источником выбросов вредного и ядовитого вещества, оснащено местным отсосом. СН и Р21-07-97. Индивидуальная защита. Для того, чтобы защитить глаза от излучения, используется металлическая лента с ячеек 0.8 x 0.8 мм, где на уровне лица устанавливается органическое стекло 80 x 80 мм толщиной 3 мм, гнутое по лицу. Для защиты дыхательных органов применяется респиратор РМП- 62 по ТТУ1-301-0521-81. «Специализированная одежда по ГОСТу 12. 4. 038-78. Специализированная обувь, защищающая от повышенной температуры, ГОСТ 12. 4. 0050-78. Средства для защиты рук – специальный рукав ГОСТ 12. 4. 0010-78, защитные средства для дерматологии ГОСТ 12 12. 4. 068-79.

Требования безопасности к эксплуатируемому оборудованию

Главным требованием охраны труда,»[7] предъявляемым в ходе разработки техники и машин, отдельных узлов и оборудования в целом является безопасность для работника. Конечно, немаловажно, чтобы в использовании все было удобно и максимально надежно. И на данный момент есть установленные стандарты безопасности труда, которые нужно соблюдать.

В первую очередь безопасность оборудования, используемого на производстве обеспечивается грамотным подбором принципов работы, конструктивных решений и рабочих элементов, параметров процессов и так далее. Но при этом отдельного внимания заслуживают средства защиты, и лучше всего чтобы они сразу вписывались в конструкцию оборудования. В качестве защиты должны выступать элементы многофункционального типа, то есть они сразу должны решать ряд задач. К примеру, в случае с конструктивными особенностями механизмов, в обязательном порядке станина должна не только обеспечивать ограду опасных предметов, но также снизить уровень шума при выполнении работы, а также минимизировать вибрацию, оградить абразивный круг заточной техники должно совпадать с системой локальной вытяжки.

Что касается систем чрезмерной угрозы, то они необходимы быть исполнены с мониторингом дополнительных условий Госгортехнадзора. Если присутствуют электрические провода, то нужно в обязательном порядке следовать правилам устройства электрических установок. При использовании рабочих тел под высоким давлением, не соответствующим атмосферному, также следует опираться на требования Госгортехнадзора. Всегда обеспечиваются средства защиты от ионизированного или электромагнитного излучения, загрязнений и воздействия лучистого тепла.

Надежность работы техники определяется возможностью сбоя или нарушения в процессе эксплуатации. Ведь самые разные сбои могут повлечь за собой серьезные последствия, это как минимум аварии на производстве или травмы. Огромное значение в обеспечении безопасности играет прочность оборудования и установок. Конструкционная прочность определяется в первую очередь прочностными характеристиками основного используемого материала для изготовления, а также соединительных элементов. Немаловажным условием являются и условия эксплуатации, к примеру,

наличие смазочного материала или возможности возникновения ржавчины под воздействием окружающей среды, повышенный износ и так далее.

В процессе эксплуатации стоит учитывать и исправность измерительных и контрольных приборов, система автоматической регуляции и так далее. Если автоматика не срабатывает, то нужно подключать к работе обслуживающий персонал. Исходя из этого, рабочее место оператора нужно проектировать с учетом возможных физиологических особенностей и психологической устойчивости человека, а также нужно принимать в расчет антропометрические данные. Важно, чтобы оператор мог максимально быстро и при этом грамотно считать все показания контрольного оборудования, четко воспринять тот или иной сигнал и так далее. При избытке механизмов управления оператор с большой долей вероятности будет быстро испытывать утомление. Нужно чтобы все рычаги и элементы управления были в беспроблемной доступности, хорошо различимы и удобны для управления. Чаще всего расположены такие элементы на самом оборудовании или отдельно на специальном пульте, расположенном в непосредственной близости к самому оборудованию.

Абсолютно все виды оборудования должны быть удобны для осмотра и обслуживания, разборки, настройки, смазки и так далее. В общем не должно быть никаких проблем в ходе работы.

Степень утомления персонала, работающего на основных видах оборудования связана в первую очередь с физической нагрузкой, но стоит учитывать и психологическое утомление. Ведь обстановка часто играет свою роль при работе, даже выбор цвета в большинстве ситуаций имеет огромное значение.

Инструкция по охране труда для слесаря-механика сборочных работ

Основные требования перед рабочим процессом:

- важно привести в полный порядок собственную робу, застегнуть рукава и тем самым обезопасить кисти рук; в общем сделать все так,

чтобы не было развивающихся концов, которые могут зацепиться за оборудование; рабочая одежда в обязательном порядке должна соответствовать нормам средств индивидуальной защиты;

- в процессе работы с использованием сож, нужно использовать только закрытую обувь, нанести на руки защитный состав, и в зоне повышенного шума использовать беруши;
- рабочее место должно быть в чистоте и полном порядке;
- оценить фронт работ и составить алгоритм действий, подготовить требуемый инвентарь и разместить все на рабочем месте так, чтобы было удобно пользоваться; важно понимать, что весь инструмент и инвентарь тоже должен быть в полном порядке, исправный и полностью рабочий;
- убедиться в том, что все детали, поступившие для сборки на конкретный участок, расположены в соответствующих контейнерах или ной таре, но чтобы все соответствовало установленным нормам;
- все пусковые устройства тоже должны быть в порядке, как и ограждения или блокиратор автоматики оборудования;

Требования к безопасности при работе:

При подготовительных манипуляциях нужно убедиться в исправности сборочных установок, электрического или пневматического инструмента на холостом ходу. При необходимости провести настройку осветительного оборудования таким образом, чтобы рабочая зона была хорошо освещена и было комфортно работать.

В механизме деятельности на механосборочных прессах подключение осуществлять только клавишами или переключателями двуручного ведения. При движении штока руками трогать деталь категорически запрещено, как и блокировать кнопки включения и выключения.

При работе с ударным оборудованием нужно использовать специальный защитный экран или очки, а также принять ряд мер чтобы исключить риск получения травмы.

Не допускается:

- работа на сборочном прессе при снятом или даже неисправном ограждении;
- выполнять загрузку деталей, при работающем оборудовании тем более при наличии вращающихся элементов;
- пускать посторонних людей на место работы;
- эксплуатировать технику с самопроизвольным включением, переключаться на автоматику или принудительно воздействовать на электрические клапаны, блокировать устройства ограждения, выключатели и так далее; так как в противном случае повышается риск получения травмы;
- начинать рабочий процесс при неисправных сигнальных устройствах на пульте управления, указывающих на включение или отключение линии;
- начинать работу, надежно не закрепив обрабатываемый элемент или даже при неверном расположении данного элемента;
- в процессе работы оборудования самостоятельно опускать подъемный механизм, транспортное устройство и механизм поворота, механику и так далее;
- устанавливать или снимать, крепить изделие или инструмент, мерить детали и проводить другие манипуляции, которые не предусмотрены технологией выполнения данной работы;

При переходе через транспорт линии использовать мостик.

В обязательном порядке выключить оборудование их сети:

- если оператор уходит с места работы даже не пару минут; но не в ситуации, если поручено обслуживание сразу нескольких станков;
- при прекращении работы на определенный срок;
- при перерыве в подаче электрической энергии;
- в процессе обслуживания, при уборке или смазке, чистке и так далее;
- если есть неисправность, которую нужно устранить;

В случае необходимости подтянуть гайки или болты, и иные соединительные элементы.

Нужно все съемные детали узла из контейнера укладывать устойчиво на заранее подготовленное место. Ни в коем случае не нужно их перебрасывать.

В процессе эксплуатации сверлильных установок или подобного оборудования, в первую очередь нужно пройти инструктаж. Деталь для обработки закрепляют максимально прочно в тиски или планками на столе.

Не работать в перчатках или не притрагиваться к сверлу во время вращения. Возникающую стружку при работе устранять только щеткой или крючком, и лишь после окончательной остановки вращающего элемента.

Требования безопасности по завершении рабочего процесса:

- нужно полностью проверить технику и убедиться в том, что все выключено;
- ручной инструмент нужно положить на свое место;
- убедиться, что смазывающие и охлаждающие жидкости расположены на своих местах;
- привести в порядок робу;
- помыть руки;

Правила пожарной безопасности на месте работы

Пожарная безопасность на данный момент представляет собой полноценный комплекс организационных мер, а также технических средств,

нацеленных на предупреждение воздействия опасных для работников пожарных факторов, а также для минимизации ущерба материального характера.

Противопожарная поддержка субъектов промышленного предназначения гарантируется в первую очередь высокообразованным отбором информативности огнестойкости, по группировке возгораемости колонны на производственном месте негорючие по пределу огнестойкости. Важно ограничить распространение огня при возникновении открытого очага. Нужно обваловать и бункеровать взрывоопасные участки. Нужно использовать системы противодымной защиты и разработать план эвакуации с объекта людей, при этом настроить автоматические системы оповещения и пожаротушения.

Огромное значение при выполнении мер пожарной безопасности, а также взрывобезопасности играет оценка безопасности на производстве.

Опираясь на строительные нормы и правила указанные в своде норм и правил, производственные склады, как и здания по взрывопожарной и взрывной опасности делят на категории А, Б, В, Г, Д.

К примеру, участок производства по обработке вторичного вала коробки передач – это участок Г. То есть на производстве используется вещества, которые не горят в независимости от состояния.

Если во время обработки выделяется лучистая теплота или искры, а в случае возгорания используют порошковый огнетушитель ОП-10А, то это группа Д.

Обеспечение электробезопасности на производстве

По электрической безопасности участок производства по сборке узла относят к особенно опасным, так как относительная влажность достигает отметки в 70%. При этом что среда химически активная, что негативным образом сказывается на изоляции электрического оборудования. Так что требуется определенная конструкция установок, использование технических

способов, а также средств защиты, проведение технических или организационных мероприятий.

Главными техническими методами и средствами защиты от поражения электрическим током является заземление и разделение сетей, а также отключение. Разумеется, нужно качественно изолировать токоведущие части. Ну и требуются знаки безопасности, предохранительные приспособления и ограждения.

Экологическая экспертиза объекта

Для того чтобы защитить людей, нужно предпринимать меры и соблюдать предельно допустимые вредные вещества, выбрасываемые в окружающую среду.

Для того чтобы защитить атмосферу на объекте применяют специальные установки для очистки воздуха в участках, где располагается малярное или заточное оборудование. Для этого служит:

- обеспыливающее механическое оборудование, где пыль оседает при воздействии силы тяжести, центробежной силы или просто инерции;
- присадки к топливу для минимизации вредных выбросов, сажи, углеводорода и так далее;

Помимо всего прочего на рабочем месте создают стоки для ливневых, производственных или бытовых вод, или вод при мойке авто. Что касается хозяйственно-бытовых стоков, то они направляются в центральную канализационную систему, где утилизируются на отведенных участках. Иные виды сточных вод очищаются на специальном оборудовании. В первую очередь выполняется механическая очистка, то есть отстой, где удаляется взвесь и дисперсно-коллоидные частицы. В завершении с поверхности воды собираются и утилизируются все продукты.

Для очистки сооружений ливнестоков и мойки авто используют специальное ЖБ оборудование, которое включает в себя:

- песколовку;
- мусоросборник;
- фильтрующий атрибут;
- компонент автоматизации устранения углеводородов;
- усадка;

Результативность использования вышеуказанного из строений подтверждается посредством подбора проб выкидываемого из них воздуха и проведения анализа в лабораторных условиях. И после этого полученные данные сравнивают с нормой допустимых выбросов соответствующими инстанциями. Если же норма превышена, то нужно внести в технологический процесс коррективы, или просто улучшить систему очистки.

Защита персонала при аварийных ситуациях

Если появляется чрезвычайная ситуация, то в первую очередь отключается все оборудование аварийным выключателем, к примеру:

- если в транспорт автоматизированной линии попадает посторонний предмет, как и на позицию выгрузки или загрузки;
- если человек в опасной зоне;
- при возгорании электрического оборудования;
- в случае короткого замыкания;
- при неверной ориентации элемента на транспорте в рабочем положении;
- при срабатывании любого агрегата, который в свою очередь может повлечь за собой серьезную поломку;

Если работник получил травму, нужно незамедлительно оказать первую медицинскую помощь, а также оповестить начальство по происшествии. Разумеется, сам пострадавший должен отправляться в медпункт.

При возгорании или природном катаклизме нужно обеспечить возможность оперативной эвакуации сотрудников. В соответствии со СНиП П-2 – 80, должно быть как минимум 2 пожарных выхода.

- должна быть только одна дверь, ведущая к пожарному выходу, в независимости от этажа;
- допустима работа пяти человек на площади не более 110 квадратных метра, где производство категории а, б, е;
- если площадь достигает 300 квадратных метров, то должно работать не более 25 человек с производством категории в;
- и 50 человек на площади территории не менее 600 квадратов с производством категории г и д;

Важно отметить, что эвакуационный выход из цокольного этажа проектируется в помещении, расположенном исключительно на первом этаже. Ширина лестничного проема должна составлять как минимум 70 сантиметров и уклон 1:1 и не больше. При соблюдении всех установленных норм и требований на предприятии не возникнет никаких проблем даже при аварийной ситуации. Это крайне важно, так как от этого зависит безопасность какого либо сотрудника предприятия и эффективность рабочего процесса. Притом что налаженная система минимизирует риски и убытки компании.

Общие требования по охране труда

«В соответствии со статьей 76 Трудового кодекса Российской Федерации работодатель обязан отстранить от работы (не допускать к работе) работника, не прошедшего в установленном порядке обязательный предварительный или периодический медицинский осмотр.»[6]

«Работника, нуждающегося в соответствии с медицинским заключением в предоставлении другой работы, работодатель обязан с его согласия перевести на другую имеющуюся работу, не противопоказанную ему по состоянию здоровья (статья 72 Трудового кодекса Российской Федерации).»[6]

В организациях не допускается применение труда женщин и лиц в возрасте до восемнадцати лет на работах, определенных постановлением Правительства Российской Федерации от 25 февраля 2000 г. N 162 "Об

утверждении перечня тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда женщин" и постановлением Правительства Российской Федерации от 25 февраля 2000 г. N 163 "Об утверждении перечня тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда лиц моложе восемнадцати лет" соответственно.

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

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

Обучение и проверку знаний работников, обслуживающих опасные производственные объекты, необходимо проводить в соответствии с

требованиями Положения о порядке подготовки и аттестации работников организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, подконтрольные Госгортехнадзору России (РД 04-265-99), утвержденного постановлением Федерального горного и промышленного надзора России от 11 января 1999 г. N 2 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 12 февраля 1999 г., регистрационный N 1706).»[6]

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

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

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

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

Структура службы охраны труда в организации и численность работников службы охраны труда определяются работодателем с учетом рекомендаций федерального органа исполнительной власти по труду (статья 217 Трудового кодекса Российской Федерации).»[6]

«Лица, виновные в нарушении требований охраны труда, несут ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации.»[6]

«Общие положения и область применения»[6]

«Настоящие санитарные правила и нормы (далее - Санитарные правила) предназначены для предотвращения неблагоприятного воздействия микроклимата рабочих мест, производственных помещений на самочувствие, функциональное состояние, работоспособность и здоровье человека.»[6]

«Настоящие Санитарные правила распространяются на показатели микроклимата на рабочих местах всех видов производственных помещений и являются обязательными для всех предприятий и организаций. Ссылки на обязательность соблюдения требований настоящих Санитарных правил должны быть включены в нормативно-технические документы: стандарты, строительные нормы и правила, технические условия и иные нормативные и технические документы, регламентирующие эксплуатационные характеристики производственных объектов, технологического, инженерного и санитарно-технического оборудования, обуславливающих обеспечение гигиенических нормативов микроклимата.»[6]

«В соответствии со статьями 9 и 34 Закона РСФСР "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" в организациях должен осуществляться производственный контроль за соблюдением требований Санитарных правил и проведением профилактических мероприятий, направленных на предупреждение возникновения заболеваний работающих в производственных помещениях, а также контроль за соблюдением условий труда и отдыха и выполнением мер коллективной и индивидуальной защиты работающих от неблагоприятного воздействия микроклимата.»[6]

«Руководители предприятий, организаций и учреждений вне зависимости от форм собственности и подчиненности в порядке обеспечения производственного контроля обязаны привести рабочие места в соответствие с требованиями к микроклимату, предусмотренными настоящими Санитарными правилами.»[6]

«Государственный санитарно-эпидемиологический надзор и контроль за выполнением настоящих Санитарных правил осуществляется органами и учреждениями Государственной санитарно - эпидемиологической службы Российской Федерации, а ведомственный санитарно-эпидемиологический надзор и контроль - органами и учреждениями санитарно-эпидемиологического профиля соответствующих министерств и ведомств.»[6]

«Государственный санитарно-эпидемиологический надзор за строительством новых и реконструкцией действующих производственных помещений осуществляется на этапах разработки проекта и введения объектов в эксплуатацию с учетом характера технологического процесса и соответствия инженерного и санитарно-технического оборудования требованиям настоящих Санитарных правил и Строительных норм и правил "Отопление, вентиляция и кондиционирование" .»[6]

«Проектная документация на строительство и реконструкцию производственных помещений должна быть согласована с органами и учреждениями Госсанэпидслужбы России.»[6]

«Ввод в эксплуатацию производственных помещений в целях оценки соответствия гигиенических параметров микроклимата требованиям настоящих Санитарных правил должен осуществляться при обязательном участии представителей Государственного санитарно - эпидемиологического надзора Российской Федерации.»[6]

«Нормативные ссылки»[6]

«Закон РСФСР "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" .»[6]

«Положение о Государственной санитарно - эпидемиологической службе Российской Федерации и Положение о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании, утвержденные Постановлением Правительства Российской Федерации от 5 июня 1994 г. N 625.»[6]

«Руководство "Общие требования к построению, изложению и оформлению санитарно-гигиенических и эпидемиологических нормативных и методических документов" от 9 февраля 1994 г. Р1.1.004-94.»[6]

«Термины и определения»[6]

«Производственные помещения - замкнутые пространства в специально предназначенных зданиях и сооружениях, в которых постоянно (по сменам) или периодически (в течение рабочего дня) осуществляется трудовая деятельность людей.»[6]

«Рабочее место - участок помещения, на котором в течение рабочей смены или части ее осуществляется трудовая деятельность. Рабочим местом может являться несколько участков производственного помещения. Если эти участки расположены по всему помещению, то рабочим местом считается вся площадь помещения.»[6]

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

«Теплый период года - период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$.»[6]

«Среднесуточная температура наружного воздуха - средняя величина температуры наружного воздуха, измеренная в определенные часы суток через одинаковые интервалы времени. Она принимается по данным метеорологической службы.»[6]

«Тепловая нагрузка среды (ТНС) - сочетанное действие на организм человека параметров микроклимата (температура, влажность, скорость движения воздуха, тепловое облучение), выраженное одночисловым показателем в $^{\circ}\text{C}$.»[6]

«Общие требования и показатели микроклимата»[6]

«Санитарные правила устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений с учетом интенсивности энерготрат работающих, времени выполнения работы,

периодов года и содержат требования к методам измерения и контроля микроклиматических условий.»[6]

«Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.»[6]

«Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

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

Учитывается температура поверхностей ограждающих конструкций (стены, потолок, пол), устройств (экраны и т.п.), а также технологического оборудования или ограждающих его устройств.»[6]

«Оптимальные условия микроклимата»[6]

«Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.»[6]

«Оптимальные величины показателей микроклимата необходимо соблюдать на рабочих местах производственных помещений, на которых выполняются работы операторского типа, связанные с нервно - эмоциональным напряжением (в кабинах, на пультах и постах управления технологическими процессами, в залах вычислительной техники и др.). Перечень других рабочих мест и видов работ, при которых должны

обеспечиваться оптимальные величины микроклимата, определяется Санитарными правилами по отдельным отраслям промышленности и другими документами, согласованными с органами Государственного санитарно-эпидемиологического надзора в установленном порядке.»[6]

«Перепады температуры воздуха по высоте и по горизонтали, а также изменения температуры воздуха в течение смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2° С и выходить за пределы величин.»[6]

Требования по пожарной безопасности

«Пожарная безопасность - состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров; пожар - неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства;

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

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

противопожарный режим - требования пожарной безопасности, устанавливающие правила поведения людей, порядок организации производства и (или) содержания территорий, зданий, сооружений, помещений организаций и других объектов в целях обеспечения пожарной безопасности; меры пожарной безопасности;»[6]

4 Технологическая часть

В широком понимании технология представляет собой совокупность приемов и методов получения и обработки сырья материала, полуфабриката, изделий, выполняемых в процессе изготовления изделий. А если говорить простым языком, то технология представляет собой «комплекс организационных мероприятий, направленных на создание обслуживания ремонта и эксплуатации изделий номинального качества и оптимальных расходов и определяющих текущее развитие науки и техники.»[5]

В целом она разработана инженерами, программистами и другими специалистами предприятия, работающими в соответствующих сферах. «Технология, как правило, рассматривается по конкретной отрасли производства, различает технологии машиностроения, информационных, телекоммуникационных, инновационных, социальных, педагогических, строительных, химических и других. В результате выполнения технологических процессов, состоящих из совокупных технологических действий, происходит качественное изменение обрабатываемой среды, ее форма строения материального технического и потребительского свойств,»[5] чтобы технологический процесс был технологическим должен иметь обязательные признаки.

Выбирать предметы труда, функционал, наук ёмкость, иметь материально-техническое обеспечение в соответствии с техническим заданием, соблюдать заданную технологию - все эти самые важнейшие понятия, необходимые для правильного соблюдения технологий. Выбирать предметы труда – предметы труда в технологическом производстве – материалы, энергоресурсы, информация, предметы живой среды и общественной среды – этот список включает в себя все компоненты живой, неживой и искусственных материальных сред, техносферу, которая используется для изготовления потребительских товаров. Функционирование

означает соответствие своей задаче, в технологиях объединены средства и методы воздействия на выбранный объект труда, методики получения или трансформации выбранного объекта труда в большинстве случаев зависят от средства труда, таких как, к примеру, существует различное средство труда для изготовления подшипника. Источники теплоты, научность в разработке новой техники должны учитывать, научные результаты технологии напрямую зависят от знаний общества, квалификации сотрудников, наличия материально-технических ресурсов, необходимых для обеспечения производства. Материальная и техническая база представляет собой комплекс средств производства материалов и веществ, которые необходимы для осуществления деятельности предприятия, не входят в состав производства, но являются необходимой базой для работы производственной системы – зданий, подъездных путей, мостов коммуникаций, источников и линий электропередач. В соответствии с техническим заданием предназначение каждой технологии - удовлетворение любых потребностей человека, и поэтому в технологиях чётко, с указанием качество и количество задаются желаемые конечные результаты или продукты. Соблюдение технологии, специфики структуры, последовательность действий в технологической системе всегда точно задано, нельзя изменять, она определяет алгоритм точное неизменное действие, если это правило нарушено, получится абсолютно другой продукт, или ничего не получится. Если технологическая операция и соответствующий метод воспроизводится стереотипным образом, т.е. повторно в том же неизменном порядке, то получится тот же результат, почти не отличающийся от предыдущего результата. По этим признакам процесса технологических процессов можно получить новое полное определение понятия технологий - строго организованного или построенного по алгоритмам, комплекса действий, организационных действий и методик воздействия вещества, энергии, информации, объектов живого природного или социального окружения. Качество, ритмичность любого производства

определяется соблюдением трудовых технологических и производственных дисциплин, трудовая дисциплина - это порядок производства, обеспечение работников сырьем, инструментом, материалом, трудом без потерь времени.

Не соблюдая производственную дисциплину, нарушается принцип организации трудовых процессов в пространстве и времени - это порождает хаос и беспорядок, сама работа и ее результативность оказываются под вопросом, потому что они лишены направленности процессов. За организацию производства ответственность несёт работодатель, за ее соблюдение отвечают работники производства, дисциплина является порядком поведения или действия людей, она делится на общую обязательность и специальную общую обязательность - соблюдение законов и правил, установленных государством. Основным законом Российской Федерации является конституция Российской Федерации, специальные дисциплины распространяются на определенные сферы деятельности и обязательны только работникам и сотрудникам какой-либо организации.

Специальные дисциплины - школьные дисциплины, военнослужащие, дисциплина поведения в дорогах, трудовые дисциплины, технологические дисциплины. Техничко-техническая дисциплина является строгим и тщательным соблюдением требований к технологической последовательности производства, содержащихся в документах технологической продукции, нарушение технологической техники приводит к появлению брака, в ряде случаев это может привести к серьезным авариям как на производстве, так и при эксплуатации изделий, изготовленных с нарушением технологической техники. Работникам на производстве следует следовать правилам поведения, регламентированным трудовым кодексом, трудовой кодекс является основным законодательным актом по труду.

4.1 Технологический процесс сборки коробки передач

«Сборка коробки передач осуществляется с помощью инструментов – молотков, посатижей, гаечных ключей, тисков и так далее.

В первую очередь, необходимо закрепить картер сцепления в тисках или на специальном столе, затем закрепить механизм выбора передач при помощи гайки крепления рычага выбора передач в порядке сборки - пружина, упорная шайба, фиксатор, вилка включения заднего привода, направляющая ось блокировочных скоб, ось рычага выбора передач, блокировочные скобы, трехлепестчатый трехплечий рычаг выбора передач, корпус механизма выбора передач, рычаг штока выбора передач, шток выбора передач.»[5]

4.2 Разработка техпроцесса сборки коробки передач

«Технологический процесс – процесс, включающий действия установки и формирования соединений составной части изделия по ГОСТ 2387-79. Сборная операция является технологической операцией по установке и образованию соединений в составных частях заготовок или изделий. Технологический переход – окончательная часть технологического процесса, выполняемого одним и тем же технологическим оборудованием при постоянном технологическом режиме и монтаже.

Технологический процесс сборки включает в себя следующие виды работ: подготовительные работы, мойки, сортировки и т.д.; слесарные и пригоночные; собственно сборка деталей к сборочным единицам и изделиям свинчивания, запрессовки, клепки, сварки, пайки и др.; регулируемые; контрольные и демонтажные с частичной разборкой изделий с целью подготовки их к упаковке и транспортировке. Процессы сборки зависят от конструкции изготовленного изделия, степени его дифференциации. Наиболее полные и достоверные представления о свойствах сборки изделий,

о технологических свойствах и возможности организации сборочного процесса дают схема сборки изделий и установка в процессе сборки. В этом случае изделие делится на группы, подгруппу и деталь.

Сборная единица, которая непосредственно включена в изделие, называется группой. Сборная единица, входящая в изделие, входящее в группу, называется под группой. Если сборная единица прямо входит в группу, то ее называют подгруппой первой категории.

Сборная единица, входящая в первую группу, называется группой второй группы и так далее. На схеме составные части изделий обозначаются прямоугольниками, разделенными на 3 части: 1 верхняя часть вписывает название составной части, 2 нижняя левая часть - название составной части. 3 в нижнем правом углу - число составных части.»[5] «Графический вид в виде условного обозначения последовательности изготовления изделия или составной части его называется схемой изготовления изделий.»[5] «При проектировании операций сборки определяются последовательность, возможность совмещения времени технологического перехода, выбираются оборудования, приспособлений и инструментов, составляются схемы монтажа оборудования, устанавливаются режимы работы и определяются нормы времени для технологических операций и соответствующих разрядов сборщика.»[5]

Сборные операции строятся на принципе дифференциальной и концентрационной дифференциации. Дифференциальная операция позволяет выполнять параллельно узлы и общие сборки и использовать высокопроизводительные сборочные машины. Это уменьшает длительность сборки, а следовательно, увеличивает производительность работы. Дифференциация операций используется при сборке поточного типа, концентрация – во всех других ситуациях.

При концентрации процессов технологические переключения выполняются параллельно, последовательно или параллельно

последовательно. Последовательность операций сборки определяется на основании схем сборки и монтажа изделий при сборке с учетом следующих требований: ранее выполненные операции должны не осложнять выполнение следующих операций; разбивка процесса на операциях должна производиться с учетом того, что такт сборки должен быть выполнен; после выполнения операций с регулированием или пригонкой, и после выполнения операций, когда может произойти брак, следует предусмотреть контрольную операцию.

4.2.1 Составление перечня сборочных работ

«Перечень составляется в виде таблички, содержащей названия сборочных работ по последовательности, определяемой технологическими схемами общего и узлового сбора, а также данные о нормировании всех требуемых видов сборки.

Эти работы очень разнообразны, и они могут быть определены только при расчете и анализа конкретных условиях сборки: полностью и точно механических обработок деталей, поставленных на сборку, принятых методов достижения точки замыкания, принятых технологических способов выполнения соединений и т.д.»[5] В зависимости от целевого назначения работа может быть разделена на: механические обработки, выполняемые в цехе сборки; упаковка, распаковка, производство отдельных деталей; с изготовлением соединений деталей, узлов; работы, связанные с методами подъема и регулирования;

Описание технологических процессов изготовления. В этом процессе характеризуется в первую очередь установившийся объект производства, который выявил отнесение этого к массовым производствам.

При большом объеме производства продукции это позволяет закреплять операции за определенное оборудование с его расположением в технологическом порядке по потоку, с широким использованием специального оборудования и механизации и автоматизации процессов производства, строгим соблюдением принципа совместимости, что позволяет

резко сократить время производства сборки. «Высшая форма массового производства – это производство в непрерывном потоке, которое характеризуется тем, что каждая операция технологической линии равна времени по всем потокам, что обеспечивает производство обработки и сборки без задержек в строго установленные сроки. Для осуществления операций, которые не укладываются в установленную такту, используются дополнительные орудия. При потоке перемещение с позиции в позицию происходит непрерывно принудительно.»[5] Перечень сборочных операций представлен в таблице 30.

4.3 Составление перечня сборочных работ

«Таблица 30 – Перечень технологических операций»

№ опер	Содержание основных и вспомогательных переходов	Время топ, мин.
1	2	3
1. Узловая сборка дифференциала		
1.	Вставить полуосевые шестерни в корпус дифференциала, предварительно закрепив корпус на технологическом стенде.	0,67
2.	Вставить шестерни-сателлиты и повернуть на 90°.	0,42
3.	Продеть ось сателлитов через отверстия в корпусе дифференциала и отверстия шестерен-сателлитов.	0,54
Итого:		1,63
2. Узловая сборка картера сцепления.		
1.	Запрессовать сальник первичного вала коробки передач.	0,42
2.	Запрессовать сальник полуоси правый.	0,48
Итого:		0,90
3. Узловая сборка картера коробки передач.		
1.	Установить в оснастку стенда картер коробки передач.	0,56
2.	Запрессовать сальник полуоси левый в картер коробки передач.	0,20
Итого:		0,76
4. Общая сборка коробки передач.		
1.	Установить дифференциал на ведомую шестерню главной передачи совместив отверстия на корпусе дифференциала с резьбовыми отверстиями ведомой шестерни.	0,51
2.	Наживить и завернуть крепежные болты шестерни ведомой дифференциала.	0,25
3.	Напрессовать на корпус дифференциала шестерню ведущую привода спидометра. Напрессовать подшипники на корпус дифференциала.	0,45

Продолжение таблицы 30

1	2	3
4.	Запрессовать дифференциал в картер коробки передач.	0,42
5.	Произвести установку валов с шестернями и синхронизаторами коробки передач в сборе.	0,26
6.	Произвести замер расстояния от торца картера сцепления до противоположного торца наружно кольца подшипника.	0,55
7.	Установить регулировочное кольцо в картер коробки передач для обеспечения заданного натяга подшипников	0,23
8.	дифференциала.	0,17
9.	Нанести жидкую прокладку ПС-1 ТУ 2252-003-11512695-99 на торцевую поверхность картера сцепления.	0,14
10.	Надеть картер коробки передач в сборе на картер сцепления в сборе.	0,15
11.	Скрепить картер коробки передач и картер сцепления болтами.	0,20
Итого:		3,33
$\Sigma t_{оп}$		6,62

4.4 Определение трудоемкости сборки

4.4.1 Общее оперативное время на все виды работ

$$t_{оп}^{общ} = \sum t_{оп} = 6.62_{мин} \quad (67)$$

4.4.2 Суммарная трудоемкость сборки изделия

$$t_{\text{шт}}^{\text{общ}} = t_{\text{он}}^{\text{общ}} + t_{\text{он}}^{\text{общ}} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta}{100}\right) = 6.62 + 6.62 \cdot 0.06 = 7.02_{\text{мин}} \quad (68)$$

α – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места в процентах

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

β – часть оперативного времени для перерыва и отдыха в процентах

$\beta = 4-6\%$, принимаем $\beta = 4\%$

4.5 Выбор организационной формы сборки

В нашем случае предполагается массовое производство»[5]

4.5.1 Такт выпуска изделий

$$T_e = \frac{F\partial \cdot 60 \cdot m}{N} = \frac{4015 \cdot 60}{78000} = 3.54_{\text{мин}} \quad (69)$$

«N-годовой объем выпуска = 78000 шт в год

$F\partial$ - действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования.

Для оборудованных стендов и двух смен принимаем

$$F\partial = 4015 \text{ ч} [5]$$

Технологическая карта представлена в таблице 31.

Таблица 31 – Технологическая карта

№ и название операции		Содержание операций, технологических переходов	Используемое оборудование и инструмент	Время, мин., общее
1	2	3	4	5
005	Узловая сборка дифференциала	<p>Вставить полуосевые шестерни в корпус дифференциала, предварительно закрепив корпус дифференциала в технологическом стенде.</p> <p>Вставить шестерни-сателлиты и повернуть на 90°. Продеть ось сателлитов через отверстия в корпусе дифференциала и отверстия шестерен-сателлитов.</p>	<p>стол слесарный</p> <p>втулка технологическая, зажим, пуансон, ёмкость для масла</p>	1,93
	Узловая сборка картера сцепления	<p>Смазать посадочные поверхности.</p> <p>Установить сальник первичного вала коробки передач, установить сальник полуоси правый, установить картер сцепления в сборе.</p>	Слесарный стол, перчатки, зажим,	0,98
	Узловая сборка картера коробки передач	<p>Установить в оснастку стенда картер коробки передач.</p> <p>Запрессовать сальник полуоси левый в картер коробки передач.</p>	Пуансон, перчатки, стол слесарный	0,63
	Итого:			3,54
010	Общая сборка коробки передач	<p>Установить дифференциал на ведомую шестерню главной передачи совместив отверстия на корпусе дифференциала с резьбовыми отверстиями ведомой шестерни.</p> <p>Наживить и завернуть крепежные болты шестерни ведомой дифференциала.</p> <p>Напрессовать на корпус дифференциала шестерню ведущую привода спидометра.</p>	Пуансон ручной, оправка конусная, калибр для кольца стопорного, перчатки, стол	3,54

Продолжение таблицы 31

1	2	3	4	5
		<p>Напрессовать подшипники на корпус дифференциала.</p> <p>Запрессовать дифференциал в картер коробки передач.</p> <p>Произвести установку валов с шестернями и синхронизаторами коробки передач в сборе.</p> <p>Произвести замер расстояния от торца картера сцепления до противоположного торца наружно кольца подшипника.</p> <p>Установить регулировочное кольцо в картер коробки передач для обеспечения заданного натяга подшипников дифференциала.</p> <p>Нанести жидкую прокладку ПС-1 ТУ 2252-003-11512695-99 на торцевую поверхность картера сцепления.</p> <p>Надеть картер коробки передач в сборе на картер сцепления в сборе.</p> <p>Скрепить картер коробки передач и картер сцепления болтами.</p>	слесарный	

5 Экономическая эффективность проекта

Параметрами продуктивности инвестпроекта есть чистый дивиденд, чистый дисконтированный дивиденд, внутренняя норма рентабельности, показателя рентабельности капитализаций и трудозатрат и срок рентабельности инвестпроекта. Чистый доход представляет собой сальдо денежных потоков по проекту и рассчитывается как сумма денежных притоков по проекту за весь период реализации проекта. Чистый дисконтированный доход это тоже самое только с учетом коэффициента дисконтирования, второй формулы для расчёта чистого дисконтированного дохода является формула с участием прибыли чистой прибыли по проекту - это сумма чистой прибыли амортизации за минусом капитальных вложений по проекту. Следующим показателем выступает внутренняя норма доходности, внутренняя норма доходности по проекту она оценивается таким образом, чтобы инвестор мог оценить эффективность проекта на начальном этапе, внутренняя норма доходности это такое число E_v или E внутренняя норма доходности, которая сравнивается со ставкой дисконта по проекту и рассчитывается при чистом дисконтированном дивиденде равном нулю.

Внутреннюю норму доходности в том случае, если она выше, чем ставка дисконтирования, то она свидетельствует о том, что чистый дисконтированный доход будет положительной и соответственно проект будет эффективным, в том случае, если внутренняя норма прибыльности ниже, чем доходность дисконта, то инвестпроект считается нецелесообразным, оттого что чистый дисконтированный дивиденд по инвестпроекту будет негативным. Следующий показатель это индексы доходности по проекту, индексы доходности бывают или рассчитываются двух видов - это индекс доходности затрат и индекс доходности инвестиций. Индекс доходности и затрат рассчитываются как отношение чистых притоков по проекту к чистым оттокам по проекту. Индекс доходности инвестиций

чаще всего его рассчитывают и он оценивается как ЧДД делёное на дисконтированные капитальные вложения по проекту и плюс единица. Следующие показатели - это срок окупаемости проекта, то есть это тот период времени который прошёл от начала проекта до момента окупаемости, то есть того периода, когда накопленные чистые дисконтированные денежные притоки, дисконтированные или не дисконтированные зависит от вида срока окупаемости, превышают вложенные в проект средства. Различают дисконтированный и не дисконтированный или простой срок окупаемости проекта, соответственно при расчёте дисконтированного срока окупаемости рассчитываются накопленные дисконтированные денежные притоки, а при расчёте простого срока окупаемости рассчитываются или берутся во внимание не дисконтированные денежные потоки по проекту.

Срок окупаемости по проекту это не основной показатель эффективности - это тот показатель, который присутствует или учитывается в качестве ограничения по проекту, соответственно он должен существовать в любом случае, если оценивается этот проект и в принципе в будущем может быть принятым и срок окупаемости по проекту для дисконтированных денежных потоков он должен быть, укладываться в пределы жизненного цикла проекта конечно же. основополагающие параметры для того, чтобы подсчитать продуктивность инвестпроекта, всё же характеризуются двумя критериями: чистым дисконтированным дивидендом и показателем рентабельности вложения в инвестпроект, т.е. вот эти два критерия разрешают нам сделать выводы о результативности или несостоятельности инвестпроекта. Если чистая дисконтированная прибыль на проекте не отрицательная, т.е. больше либо равна нулю, и если индекс прибыли больше единиц, то мы считаем, что проект эффективен, поэтому рекомендуем его к реализации. Исходные данные в таблице 32.

5.1 Расчет себестоимости проектируемого узла автомобиля

«Таблица 32 - Исходные данные

Наименование	Обозначение	Ед.изм.	Значение
Годовая программа выпуска изделия	<i>Vгод.</i>	шт.	78000
Коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС	<i>Есоц.н.</i>	%	30
Коэффициент общезаводских расходов	<i>Еобзав.</i>	%	197
Коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов	<i>Еком.</i>	%	0,29
Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования	<i>Еобор.</i>	%	194
Коэффициенты транспортно – заготовительных расходов	<i>Ктзр.</i>	%	1,45
Коэффициент цеховых расходов	<i>Ецех.</i>	%	172
Коэффициент расходов на инструмент	<i>Еинстр.</i>	%	3
Коэффициент рентабельности	<i>Крент.</i>	%	30
Коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве	<i>Квып.</i>	%	14
Коэффициент премий и доплат за работу на производстве	<i>Кпрем.</i>	%	12
Коэффициент возвратных отходов	<i>Квот.</i>	%	1
Часовая тарифная ставка 5-го разряда	<i>Ср5</i>	руб.	95,29
Часовая тарифная ставка 6-го разряда	<i>Ср6</i>	руб.	99,44
Часовая тарифная ставка 7-го разряда	<i>Ср7</i>	руб.	103,53
Коэффициент капиталообразующих инвестиций	<i>Кинв.</i>	%	0,085

$$\Sigma M = \Sigma C_{mi} \cdot Q_{mi} + (K_{тзр}/100 - K_{вот}/100) \quad (70)$$

«где - C_{mi} - оптовая цена материала i -го вида, руб.,

Q_{mi} – норма расхода материала i -го вида, кг, м.

$K_{тзр}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов, %

$K_{вот}$ – коэффициент возвратных отходов, %.»[8]

«Таблица 33 - Расчет затрат на сырье и материалы»

Наименование	Ед. изм	Цена за ед.изм,руб	Норма расхода	Сумма, руб
Литье СЧ-21	кг	145,5	2,5	363,75
Прокат Сталь 3	кг	47,36	2,75	130,24
Поковка 20ХГНМ	кг	130,07	3,2	416,22
Бронза (отходы)	кг	3,1	3,1	9,61
Штамповка Сталь 20	кг	134,72	2,84	382,60
Черные металлы (отходы)	кг	4,7	4,2	19,74
Итого				1322,17
<i>Ктзр</i>		1,45		19,17
<i>Квот</i>		1		13,22
Всего				1354,56

$$\Sigma\Pi_u = \Sigma C_i \cdot n_i + K_{тзр}/100$$

«где - C_i -оптовая цена покупных изделий и полуфабрикатов i -го вида, руб. (71)

n_i -количество покупных изделий и полуфабрикатов i -го вида, шт.»[8] Расчетные данные в таблице 34

«Таблица 34 - Покупные изделия»

Наименование	Ед. изм	Цена за ед.,руб	Кол-во, шт	Сумма, руб
Подшипник роликовый	шт.	1958,54	1	1958,54
Кольцо стопорное	шт.	154,87	4	619,48
Подшипник конический	шт.	2014,58	1	2014,58
Болт М12х1,25	шт.	126,58	6	759,48
Кольцо промежуточное	шт.	96,54	5	482,70
Прокладка	шт.	55,48	1	55,48
Итого				5890,26
<i>Ктзр</i>		1,45		85,41
Всего				5975,67

$$Z_o = Z_m(1 + K_{прм}/100)$$

(72)

«где – Z_t – тарифная заработная плата, руб.»[8]

$$Z_t = C_p \cdot i \cdot T_i \quad (73)$$

«где - $C_p \cdot i$ – часовая тарифная ставка, руб.,

T_i – трудоемкость выполнения операции, час.

$K_{прем.}$ – коэффициент премий и доплат, связанных с работой на производстве, %»[8] Расчетные данные в таблице 35.

«Таблица 35 - Расчет затрат на выполнение операций

Виды операций	Разряд работы	Трудоёмкость	Часовая тарифная ставка, руб	Тарифная зарплата, руб
Заготовительная	5	1,44	95,29	137,22
Токарная	6	1,22	99,44	121,32
Фрезерная	5	1,15	95,29	109,58
Термообработка	7	1,75	103,53	181,18
Шлифовальная	5	1,25	95,29	119,11
Сборочная	7	1,14	103,53	118,02
Итого				786,43
$K_{прем}$		12		94,37
Всего				880,80

$$Z_o = 880,80 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат «Дополнительная заработная плата»[8]

$$Z_{доп} = Z_o \cdot K_{вып} \quad (74)$$

«где - $K_{вып}$ - коэффициент доплат или выплат»[8]

«Расчет статьи затрат «Страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС»[8]

$$C_{соц.н.} = (Z_o + Z_{доп}) \cdot E_{соц.н.} / 100 \quad (75)$$

«где - $E_{соц.н.}$ - коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС, %»[8]

«Расчет статьи затрат «Расходы на содержание и эксплуатацию»[8]

$$C_{\text{сод.обор.}} = Z_0 \cdot E_{\text{обор.}} / 100 \quad (76)$$

«где - $E_{\text{обор}}$ - коэффициент расходов на содержание»[8]

«Расчет статьи затрат Цеховые расходы выполняются по формуле:»[8]

$$C_{\text{цех}} = Z_0 \cdot E_{\text{цех.}} / 100 \quad (77)$$

«где - $E_{\text{цех.}}$ - коэффициент цеховых расходов, %»[8]

«Расчет статьи затрат Расходы на инструмент и оснастку»[8]

$$C_{\text{инстр.}} = Z_0 \cdot E_{\text{инстр.}} / 100 \quad (78)$$

«где - $E_{\text{инстр.}}$ - коэффициент расходов на инструмент и оснастку, %»[8]

«Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле:»[8] (79)

$$C_{\text{цех.с.с.}} = M + \Pi + Z_0 + C_{\text{соц.н.}} + Z_{\text{доп.}} + C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{инстр.}}$$

«Расчет статьи затрат Общезаводские расходы»[8]

$$C_{\text{обзав.}} = Z_0 \cdot E_{\text{обзав.}} / 100 \quad (80)$$

«где - $E_{\text{обзав.}}$ - коэффициент общезаводских расходов, %»[8]

«Расчет общезаводской себестоимости выполняется по формуле:»[8]

$$C_{\text{об.зав.с.с.}} = C_{\text{обзав.}} + C_{\text{цех.с.с.}} \quad (81)$$

$$C_{\text{об.зав.с.с.}} = 1735,18 + 11885,75 = 13620,93 \text{ руб.}$$

Расчетные данные сведены в таблицу 36.

$$Цотп.б. = Сполн.с.с. \cdot (1 + Крент/100) \quad (82)$$

«где - *Крент.* - коэффициент рентабельности и плановых накоплений, %»[8]

«Таблица 36 - Сравнительная калькуляция себестоимости

Наименование показателей	Обозначение	Затраты на единицу изделия (база)	Затраты на единицу изделия (проект)
Стоимость основных материалов	<i>М</i>	1490,02	1354,56
Стоимость покупных изделий	<i>Пи</i>	5975,67	5975,67
Основная заработная плата	<i>Зо</i>	880,80	880,80
Дополнительная заработная плата производственных	<i>Здоп.</i>	123,31	123,31
Страховые взносы	<i>Ссоц.н.</i>	301,23	301,23
Расходы на содержание и эксплуатацию	<i>Ссод.обор.</i>	1708,76	1708,76
Цеховые расходы	<i>Сцех.</i>	1514,98	1514,98
Расходы на инструмент и оснастку	<i>Синстр.</i>	26,42	26,42
Цеховая себестоимость	<i>Сцех.с.с.</i>	12021,20	11885,75
Общезаводские расходы	<i>Собзав.</i>	1735,18	1735,18
Общезаводская себестоимость	<i>Соб.зав.с.с.</i>	13756,39	13620,93
Коммерческие расходы	<i>Ском.</i>	39,89	39,50
Полная себестоимость	<i>Сполн.с.с.</i>	13796,28	13660,43
Отпускная цена	<i>Цотп.</i>	17935,17	17935,17

5.2 Расчет точки безубыточности

Определение переменных затрат:»[8]

$$Z_{\text{перем.уд.б.}} = M + Пи + Зо + Здоп + Ссоц.н. \quad (83)$$

$$Z_{\text{перем.уд.пр.}} = M + Пи + Зо + Здоп + Ссоц.н. \quad (84)$$

«на годовую программу выпуска изделия:»[8]

$$Z_{\text{перем.б.}} = Z_{\text{перем.уд.б.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (85)$$

$$Z_{\text{перем.пр.}} = Z_{\text{перем.уд.пр.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (86)$$

«где - $V_{\text{год}}$ - объём производства»[8]

«Определение постоянных затрат:»[8]

$$Z_{\text{пост.уд.б.}} = C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{инстр.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{обзав.}} + C_{\text{ком.}} \quad (87)$$

$$Z_{\text{пост.уд.пр.}} = C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{инстр.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{обзав.}} + C_{\text{ком.}} \quad (88)$$

«на годовую программу выпуска изделия:»[8]

$$Z_{\text{пост.б.}} = Z_{\text{пост.уд.б.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (89)$$

$$Z_{\text{пост.пр.}} = Z_{\text{пост.уд.пр.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (90)$$

«Определение амортизационных отчислений:»[8]

$$Ам.уд. = (C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{инстр.}}) \cdot H_A / 100 \quad (91)$$

«где - H_A - доля амортизационных отчислений,%»[8]

$$H_A = 12 \%$$

«Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия:»[8]

$$\text{Сполн.год.пр.} = \text{Сполн.с.с.} \cdot V_{\text{год}} \quad (92)$$

$$\text{Сполн.год.пр.} = 13660,43 \cdot 78000 = 1065513792,34 \text{ руб.}$$

«Расчет выручки от реализации изделия:»[8]

$$\text{Выручка} = \text{Цотп.пр.} \cdot V_{\text{год}} \quad (93)$$

$$\text{Выручка} = 17935,17 \cdot 78000 = 1398943020,32 \text{ руб.}$$

«Расчет маржинального дохода:»[8]

$$\text{Дмарж.} = \text{Выручка} - \text{Зперем.пр.} \quad (94)$$

$$\text{Дмарж.} = 1398943020,32 - 673575408,67 = 725367611,64 \text{ руб.}$$

«Расчет критического объема продаж:»[8]

$$\text{Акрит.} = \text{Зпост.пр.} / (\text{Цотп.пр.} - \text{Зперем.уд.пр.}) \quad (95)$$

$$\text{Акрит.} = 391938383,67 / (17935,17 - 8635,58) = 42145,79 \text{ руб.}$$

$$\text{Акрит.} = 42150 \text{ руб.}$$

График точки безубыточности представлена на рисунке 2.

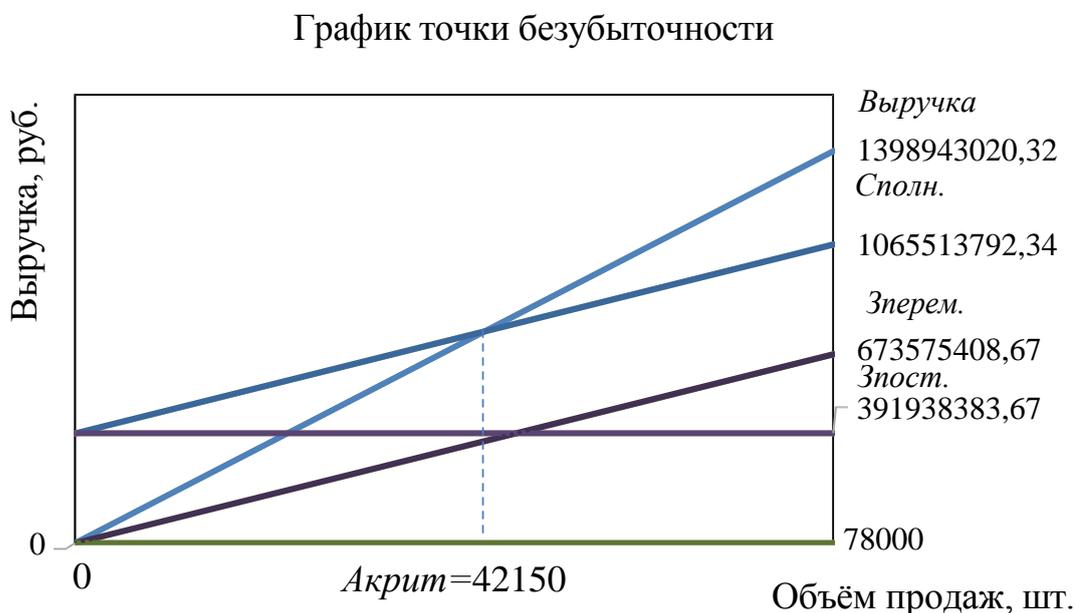


Рисунок 2 – График точки безубыточности

5.3 Расчет коммерческой эффективности проекта

$$\Delta = \frac{V_{\text{мак}} - A_{\text{крит}}}{n - 1} \quad (96)$$

«где – $V_{\text{мак}} = V_{\text{год}}$ – максимальный объём продукции, шт.

$A_{\text{крит}}$ – критический объём продаж проектируемого изделия, шт.

n – количество лет, с учётом предпроизводственной подготовки.»[8]

$$\Delta = \frac{78000 - 42150}{6 - 1} = 7170 \text{ шт.}$$

«Объём продаж по годам:»[8]

$$V_{\text{прод.}i} = A_{\text{крит}} + i\Delta \quad (97)$$

«где – $V_{\text{прод.}i}$ – объём продаж в i - году, шт.»[8]

«Выручка по годам:»[8]

$$Выручка.i = Ц_{\text{отп.}} \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (98)$$

«Переменные затраты по годам для базового варианта:»[8]

$$З_{\text{перем.б.}i} = З_{\text{перем.уд.б.}} \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (99)$$

«для проектного варианта:»[8]

$$З_{\text{перем.пр.}i} = З_{\text{перем.уд.пр.}} \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (100)$$

«Амортизация (определяется только для проектного варианта):»[8]

$$Ам. = Ам.уд. \cdot V_{\text{год}} \quad (101)$$

$$Ам. = 208,22 \cdot 78000 = 16241320,23 \text{ руб.}$$

«Полная себестоимость по годам для базового варианта:»[8]

$$С_{\text{полн.б.}i} = З_{\text{перем.б.}i} + З_{\text{пост.б}} \quad (102)$$

«для проектного варианта:»[8]

$$\text{Сполн.пр.}i = \text{Зперем.пр.}i + \text{Зпост.пр.} \quad (103)$$

«Налогооблагаемая прибыль по годам:»[8]

$$\text{Пр.обл.}i = (\text{Выручка} - \text{Сполн.пр.}i) - (\text{Выручка} - \text{Сполн.б.}i) \quad (104)$$

«Налог на прибыль – 20% от налогооблагаемой прибыли по годам»[8]

$$\text{Нпр.}i = \text{Пр.обл.}i \cdot 0.20 \quad (105)$$

«Прибыль чистая по годам»[8]

$$\text{Пр.ч.}i = \text{Пр.обл.}i - \text{Нпр.}i \quad (106)$$

«Расчет экономии от повышения надежности»[8]

$$\text{Пр.ож.д.} = \text{Цотп.} \cdot \text{Д2/Д1} - \text{Цотп.} \quad (107)$$

где - Д1 и Д2 - долговечность изделия

$$\text{Д1} = 100000 \text{ циклов}$$

$$\text{Д2} = 120000 \text{ циклов}$$

$$\text{Пр.ож.д.} = 17935,17 \cdot 120000 / 100000 - 17935,17 = 3587,03 \text{ руб.}$$

«Следовательно, текущий чистый доход (накопленное сальдо) составит:»[8]

$$\text{ЧД}i = \text{Пр.ч.}i + \text{Ам} + \text{Пр.ож.д.} \cdot \text{Впрод.}i \quad (108)$$

«Дисконтирование денежного потока.»[8]

$$\alpha_{it} = 1/(1 + Ecm.i)^t \quad (109)$$

«где - $Ecm.i$ - процентная ставка на капитал

t - год приведения затрат и результатов»[8]

$$Ecm. = 5 \%$$

$$\alpha_1 = 0,952 \quad \alpha_2 = 0,907 \quad \alpha_3 = 0,864 \quad \alpha_4 = 0,823 \quad \alpha_5 = 0,783$$

$$ДСП_i = ЧД_i \cdot \alpha_i \quad (110)$$

«Суммарное дисконтированное сальдо суммарного потока за расчетный период рассчитывается по формуле:»[8]

$$\Sigma ДСП = \Sigma ДСП_i \quad (111)$$

$$\begin{aligned} \Sigma ДСП = & 188993780,36 + 204092128,36 + 217308865,59 + \\ & + 228802968,09 + 238428904,99 = 1077626647,38 \text{ руб.} \end{aligned}$$

«Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях составляет:»[8]

$$J_0 = K_{инв} \cdot \Sigma Сполн.пр.i \quad (112)$$

«где - $K_{инв}$. – коэффициент капиталобразующих инвестиций.»[8]

$$\begin{aligned} J_0 = & 0,085 \cdot (817845295,92 + 879762420,03 + 941679544,13 + \\ & + 1003596668,23 + 1065513792,34) = 400213806,26 \text{ руб.} \end{aligned}$$

«Чистый дисконтированный доход равен:»[8]

$$ЧДД = \Sigma ДСП - J_0 \quad (113)$$

$$ЧДД = 1077626647,38 - 400213806,26 = 677412841,13 \text{ руб.}$$

«Индекс доходности определяется по следующей формуле:»[8]

$$JD = ЧДД / J_0 \quad (114)$$

$$JD = 677412841,13 / 400213806,26 = 1,69$$

«Срок окупаемости проекта»[8]

$$Токуп. = J_0 / ЧДД \quad (115)$$

$$Токуп. = 400213806,26 / 677412841,13 = 0,59$$

График налогооблагаемой прибыли показан на рисунке 3.

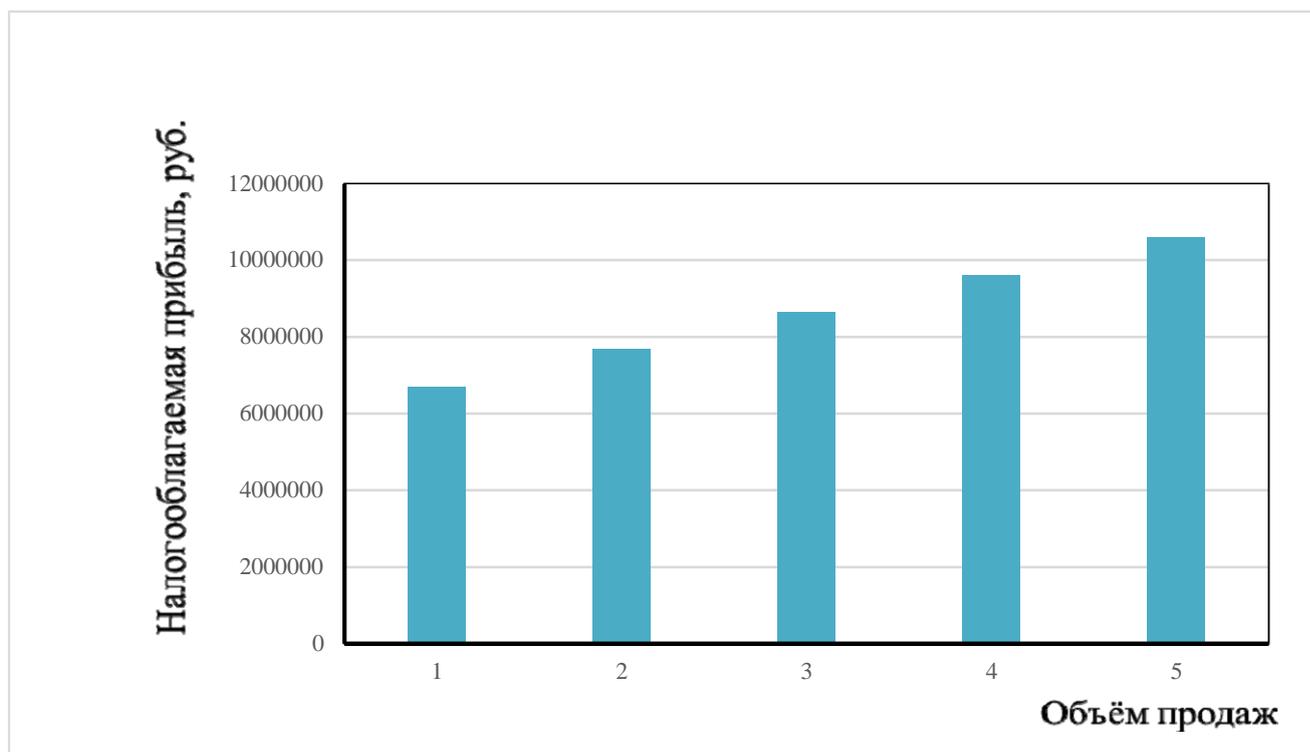


Рисунок 3 - График зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж

Выводы и рекомендации

«Благодаря целому ряду проектных работ, ресурс автомобильного конструкторского блока увеличивается с одновременным положительным экономическим эффектом»[8] ID=1.69.

«При расчете экономических показателей для внедрения конструкторских единиц автомобилей в массовое производство было установлено, что стоимость проектного предложения ниже себестоимости основного варианта, а в результате увеличения ресурсов на проектирование, увеличения продаж ожидаемых, что является положительным экономическим показателем. С этой целью была рассчитана общественная эффективность проекта и рассчитана ожидаемая прибыль от внедрения проекта в производство.

Чистый дисконтный доход от реализации обновления хостинга составляет»[8] 677412841, 13 рублей.

«Срок окупаемости проекта меньше года, что свидетельствует о минимальном риске проекта. Основываясь на данных, о которых мы можем говорить о применении в новом автомобиле.»[8]

Заключение

В результате проведения анализов выбора схем для проектируемого узла автомобиля, конструкторской стадии проектирования, сравнения ближайших аналогов, технологической обработки возможностей изготовления была выбрана модель, которая наиболее успешно сочетает все отмеченные вопросы. Экономические оценки показали, что, учитывая все рассмотренные аспекты сопоставления капитальных расходов, конструкция проекта имеет очевидные преимущества в потребительском и эксплуатационном отношении. Дальнейшее повышение потребительского качества можно добиться применения современных материалов конструкции и использования последних технологий в этой области.

«Проектируемый вариант коробки передач автомобиля LADA GRANTA дает наименьшее технологическое усложнение в производстве при реализации всех основных задач модернизации.

В данном дипломном проекте изменены передаточные числа коробки передач. Учитывая желательность сохранения неизменными компоновочных параметров проектируемой коробки передач, значение передаточного числа первой и пятой передач оставляем неизменными»[11]

Сравнивая показатели тягово-динамических свойств и топливной экономичности автомобиля LADA GRANTA оборудованного серийной и модернизированной коробкой передач можно сделать следующие выводы:

Время разгона автомобиля при использовании модернизированного ряда передаточных чисел трансмиссии сократилось при разгоне от 0 до 60 км/ч на 7%, при разгоне от 0 до 90 км/ч также на 5%.

Путевой расход топлива на высшей передаче при движении на высоких скоростях остался неизменным.

Таким образом, поставленные задачи по повышению динамики разгона автомобиля, посредством изменения значений передаточных чисел коробки передач решены.

Список используемых источников

1. Автомобили / А. В. Богатырев, Ю. К. Есеновский-Лашков, М. Л. Насоновский, В. А. Чернышев. Под ред. А. В. Богатырева. - М.: Колос, 2004. - 496 с.
2. Автомобили: Техническое обслуживание ремонт расчеты / В.Н.Барун, Р. А. Азаматов, В. А. Трынов и др. - М.: Транспорт, 1984. 251 с.
3. Автомобиль: Основы конструкции: Учеб, для ВУЗов специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство»/ Н. Вишняков, В. К. Вахламов, А. Н. Нарбут и др. - 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986, -304 с.
4. Анохин В. И. Отечественные автомобили. М.: Машиностроение, 1977. 592с.
5. Анурьев, В.И. Справочник технолога машиностроителя / В.И. Анурьев;. – М. : Машиностроение, 1980. – 688 с.
6. Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, № 39,2003; Информационный фонд НТЦ "Система".
7. Горина, Л.Н. Обеспечение безопасности труда на производстве / Л.Н. Горина;. - Тольятти 2002. – 34 с.
8. Капрова, В.Г. Методические указания по технико-экономическому обоснованию дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений для студентов специальности 150100 – “Авто-мобиле- и тракторостроение”. / В.Г.Капрова;. Тольятти: ТГУ. 2003. – 50 с.
9. Кисуленко, Б.В. Краткий автомобильный справочник. Легковые автомобили. / Б.В. Кисуленко, – М. : Автополис-плюс, 2005. - 482 с.
10. Кузнецов, Б.А Краткий автомобильный справочник / Б.А. Кузнецов. - М. : Транспорт, 1984. – 250 с.
11. Куклин, Н.Г. Детали машин / Н.Г. Куклин;. – М. : Высшая

школа, 1973. - 384с.

12. Лукин, П.П. Конструирование и расчёт автомобиля / П.П. Лукин;. – М. : Машиностроение, 1984. -376 с.

13. Лысов, М.И. Машиностроение / М.И. Лысов;. - М.: Машиностроение,1972.–233 с.

14. Малкин, В.С. Конструкция и расчет автомобиля / В.С. Малкин; - КуАИ, 1978. – 195 с.

15. Осепчугов, В.В.; Автомобиль: анализ конструкций, элементы расчета / В.В. Осепчугов; А.К. Фрумкин; - М. : Машиностроение, 1989.- 304с.

16. Пехальский А. И. Устройство автомобилей: учебник для студ. Учреждений сред. проф. образования / А. И. Пехальский, И. А. Пехальский. - 2-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2006. - 528 с.

17. Писаренко, Г.С. Справочник по сопротивлению материалов / Г.С. Писаренко; - Киев: Наукова думка, 1988.-736с.

18. Раскин, А.М., Основы расчета и указания к дипломному проектированию агрегатов шасси автомобиля / А.М. Раскин; А.Ф. Яшин; - Саратов: Ротапринт, 1975.-68с.

19. Родичев В. А. Устройство и ТО грузовых автомобилей: Учебник водителя автотранспортных средств категории «С» / В. А. Родичев. - М.: Издательский центр «Академия», 2004. - 256 с.

20. Унгер Э. В., Машатин В. Н., Этманов С. А. Устройство и техническое обслуживание автомобилей КамАЗ. - М.: Транспорт, 1976. – 392 с.

21. Устройство автомобиля: Учебник для учащихся автотранспортных техникумов / Е. В. Михайловский, К. Б. Серебряков, Е. Я. Тур.—6-е изд., стереотип.— М.: Машиностроение, 1987.—352 с.

22. Черепанов, Л.А. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля: учеб. Пособие / Л. А. Черепанов; ТолПИ. - Тольятти: ТолПИ, 2001.-40 с: ил. - Библиогр. : с. 39.

23. Шестопапов С. К. Устройство, ТО и ремонт легковых автомобилей: учебник для НПО / С. К. Шестопапов. - 7-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. - 544 с.
24. Calculation the torque moment of the clutch elastic and safety roller. Part 2012. Volume XI (XXI). P. 36 - 38.
25. Concepcion, M. Includes operating parameters, advantages and electronic components for all CVTs - 2nd edition / M. Concepcion. - Create Space Independent Publishing Platform, 2013. - 76 p.
26. Dainius, L., Research on Probability for Failures in VW Cars During Warranty and Post-Warranty Periods / Mokslas: Lietuvos Ateitis, 2014. - 2 p.
27. Konig, R. Sehmieretchnuk / R. Konig. - Springer, 1972. - p.164.
28. Maten, J. Continuously Variable Transmission (CVT) / J. Maten, B Anderson. - SAE Internatioal, 2006. - 400 p.
29. Mikell, P. Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems / P. Mikell. - John Wiley & Sons, 2010. - p. 1024.
30. Niemann, G. Maschinenelemente: Band 1: Konstruktion und Berechnung von Verbindungen, Lagern, Wellen / G. Niemann, H. Winter. - 2005.Springer, - p.

Приложение А

Графики тягового расчета
для серийного ряда передаточных чисел

Внешняя скоростная характеристика

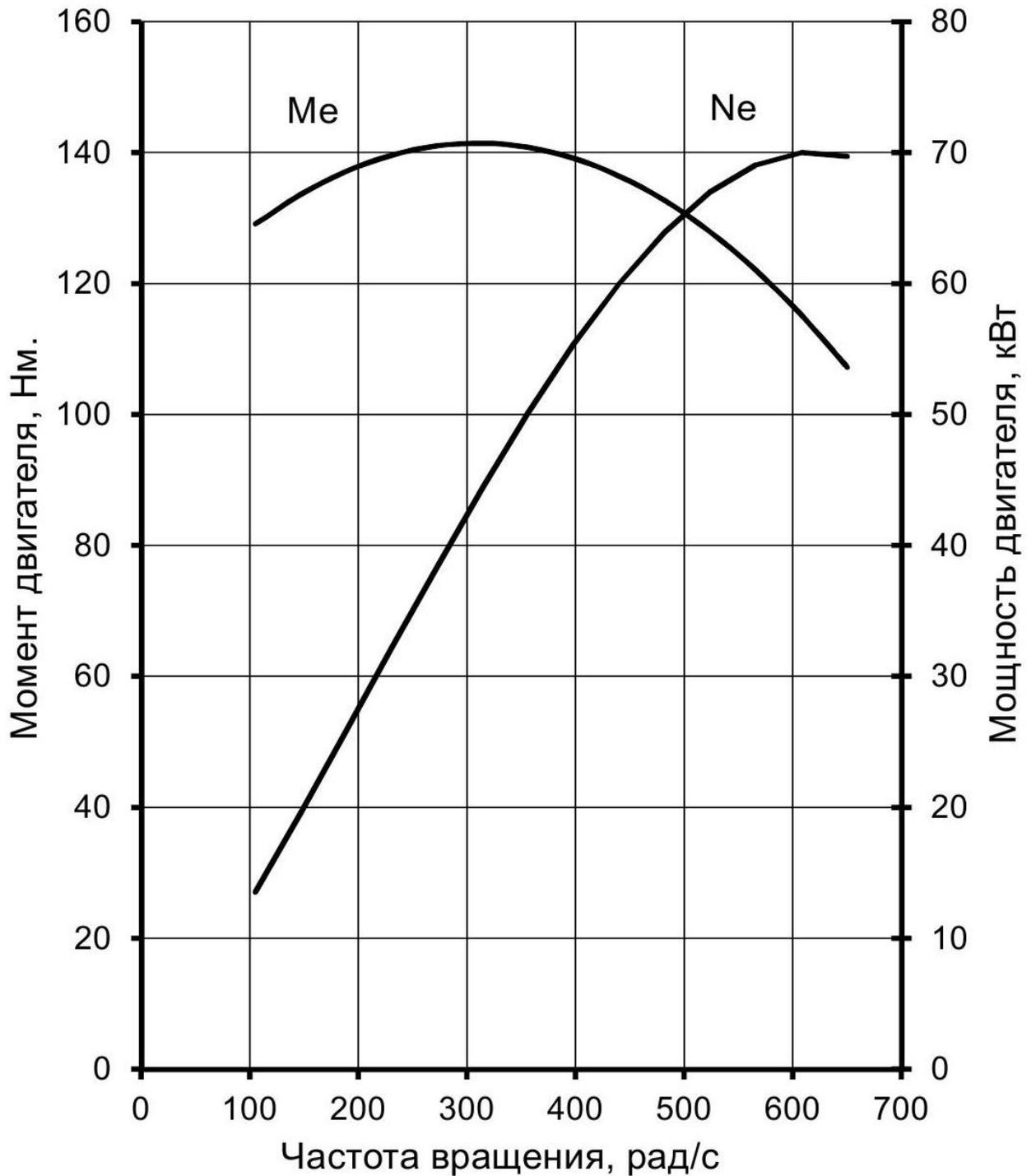


Рисунок А.1 – Внешняя скоростная характеристика

Баланс мощностей

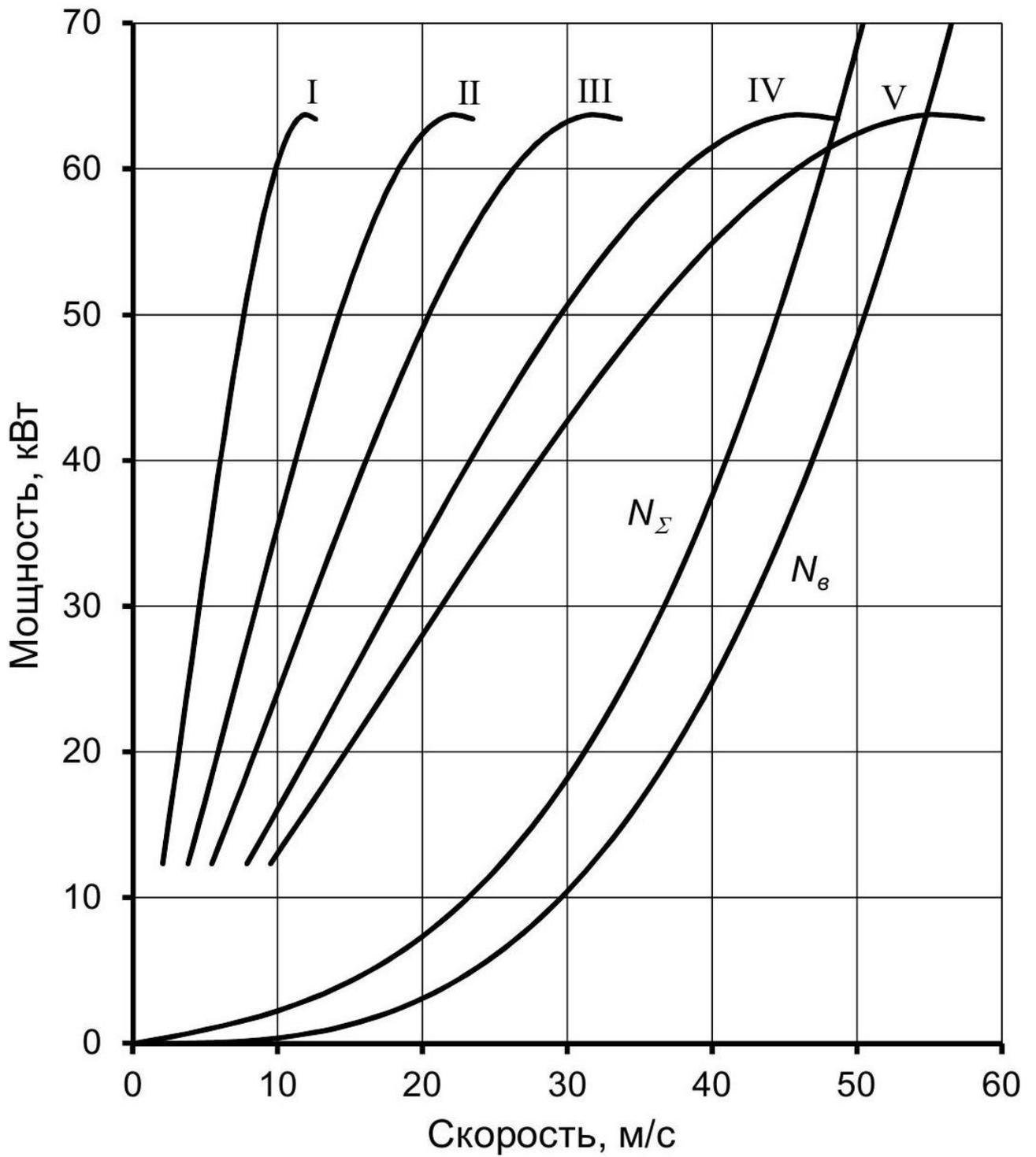


Рисунок А.2 – Баланс мощностей

Тяговый баланс

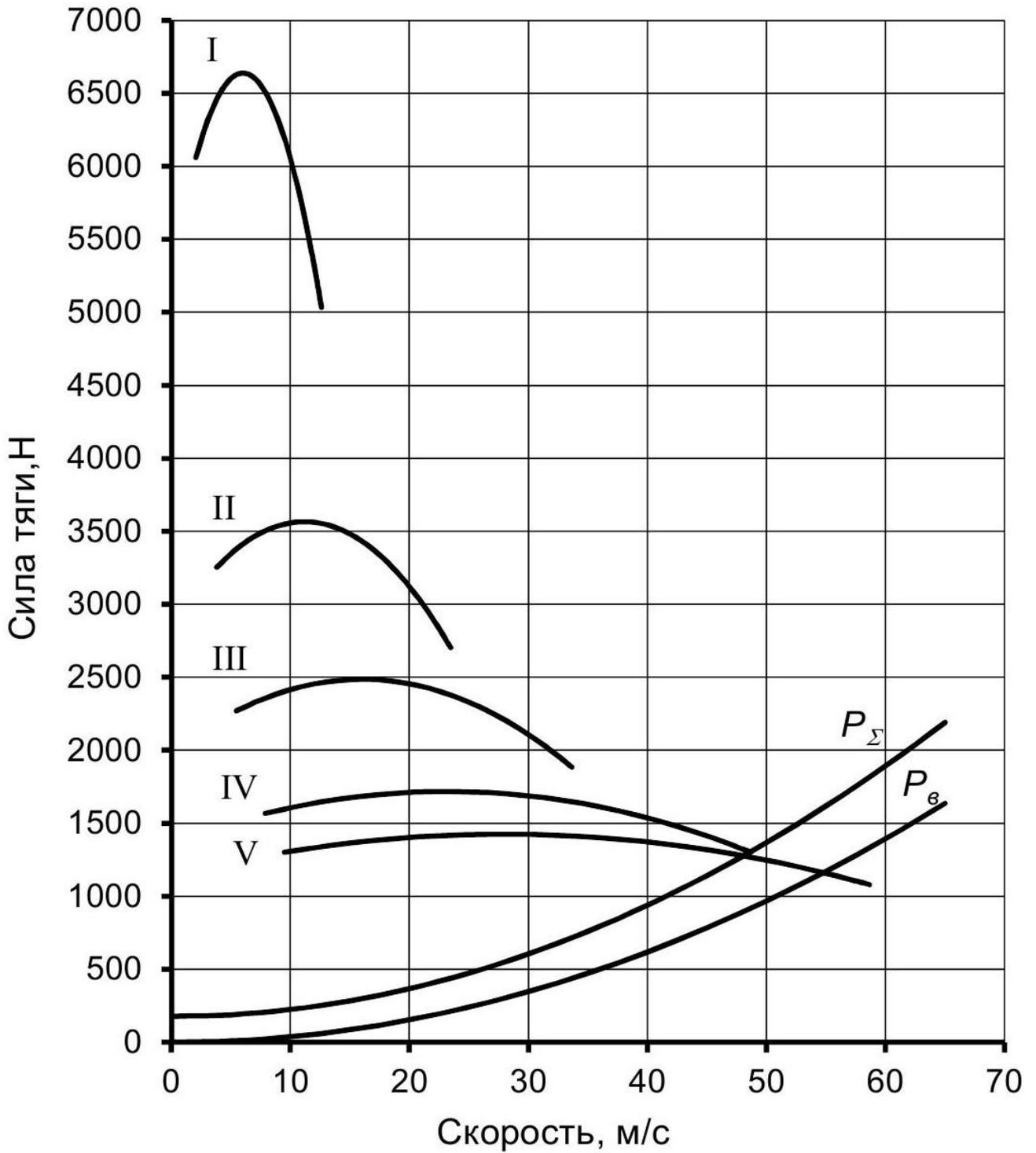


Рисунок А.3 – Тяговый баланс

Динамический баланс

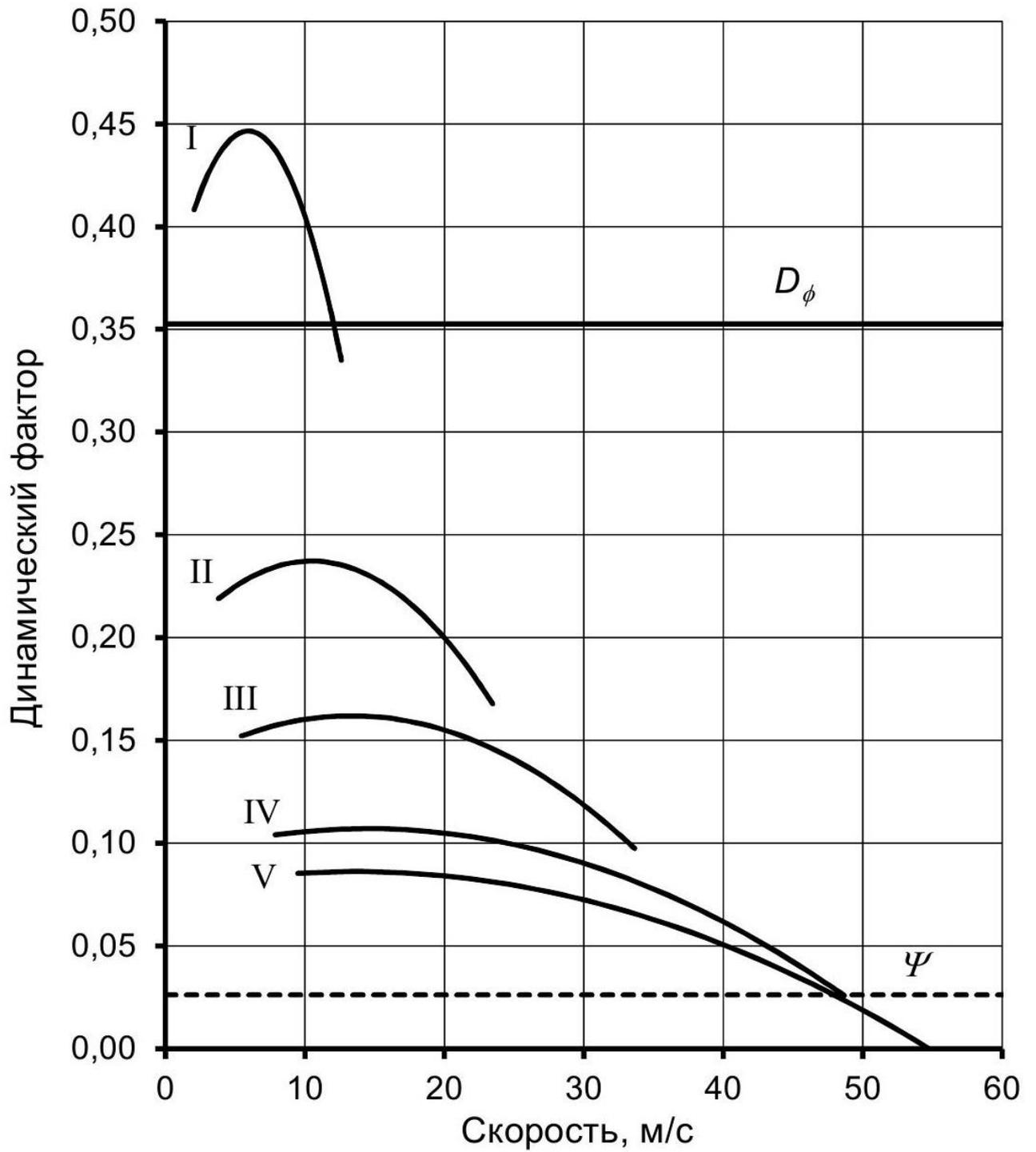


Рисунок А.4 – Динамический баланс

Ускорения на передачах

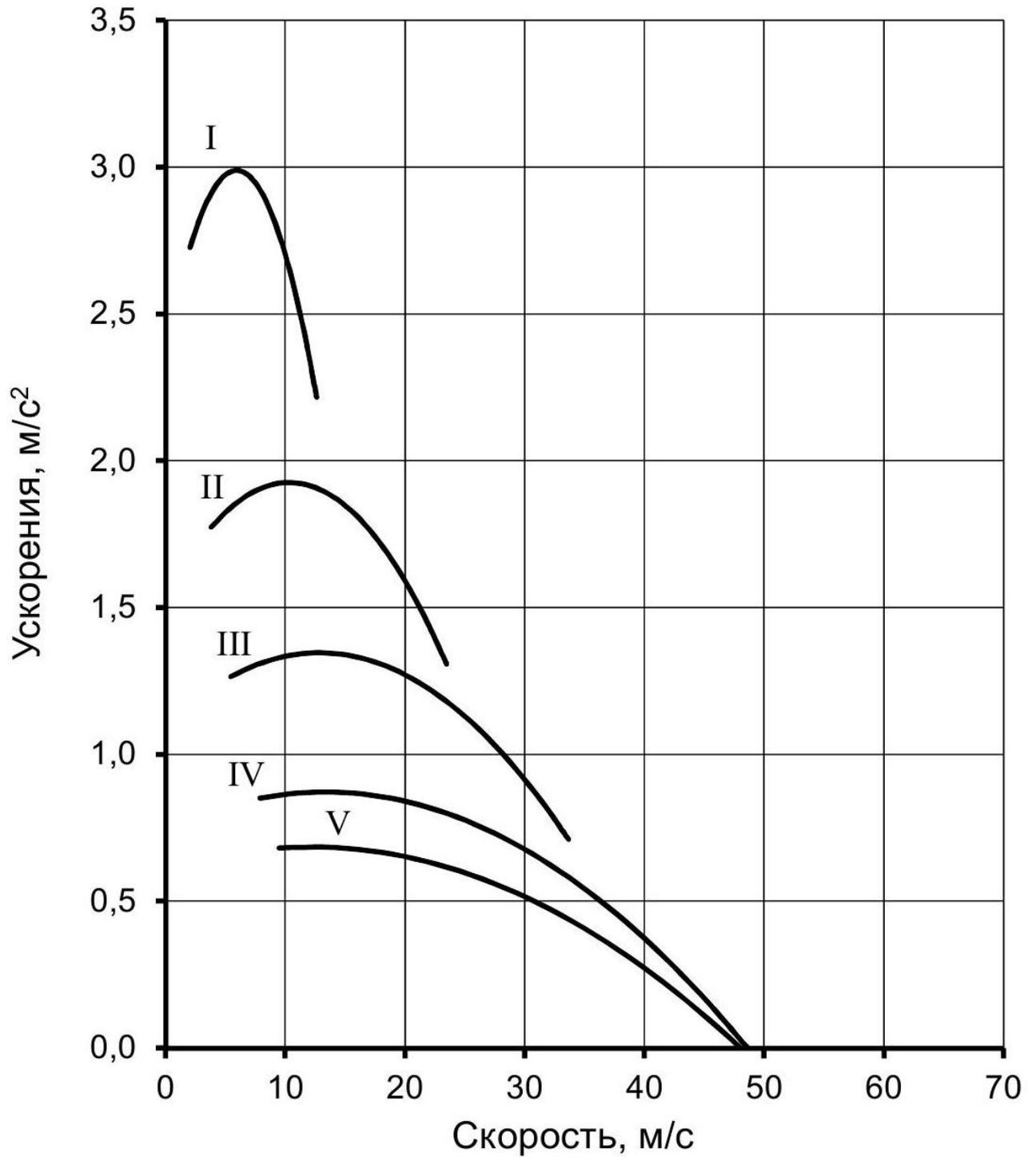


Рисунок А.5 – Ускорения на передачах

Время разгона

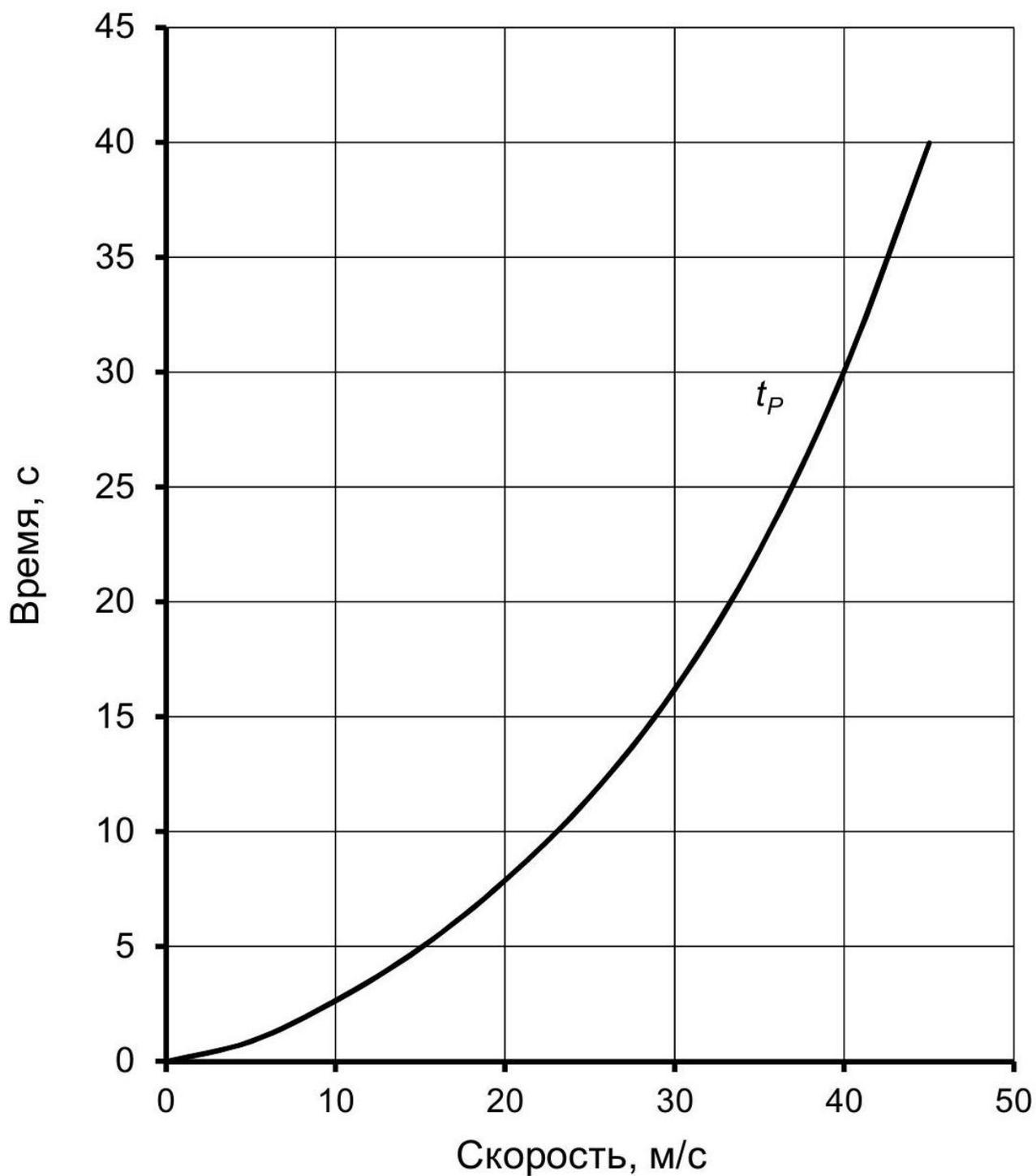


Рисунок А.6 – Время разгона

Путь разгона

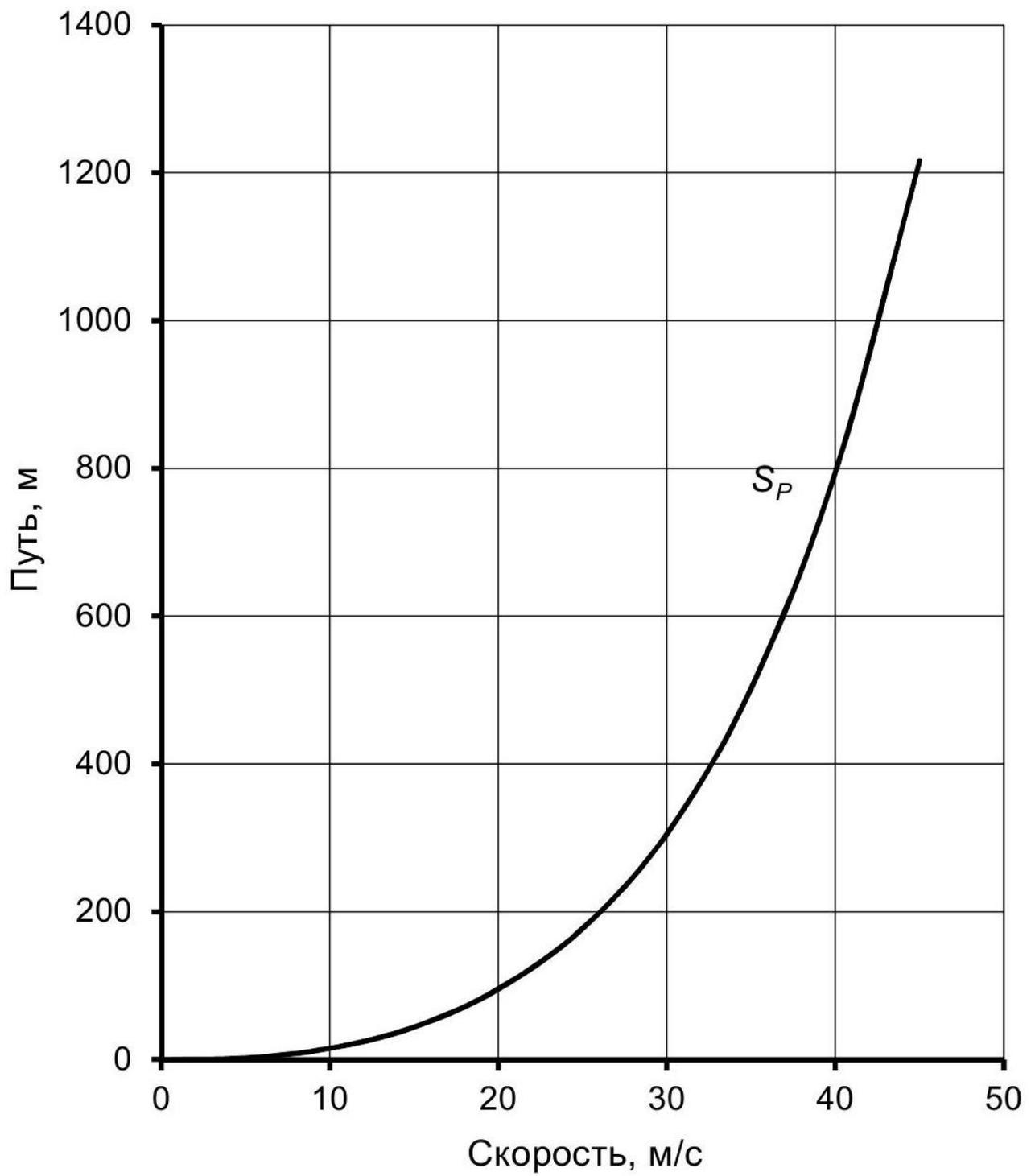


Рисунок А.7 – Путь разгона

Путевой расход топлива

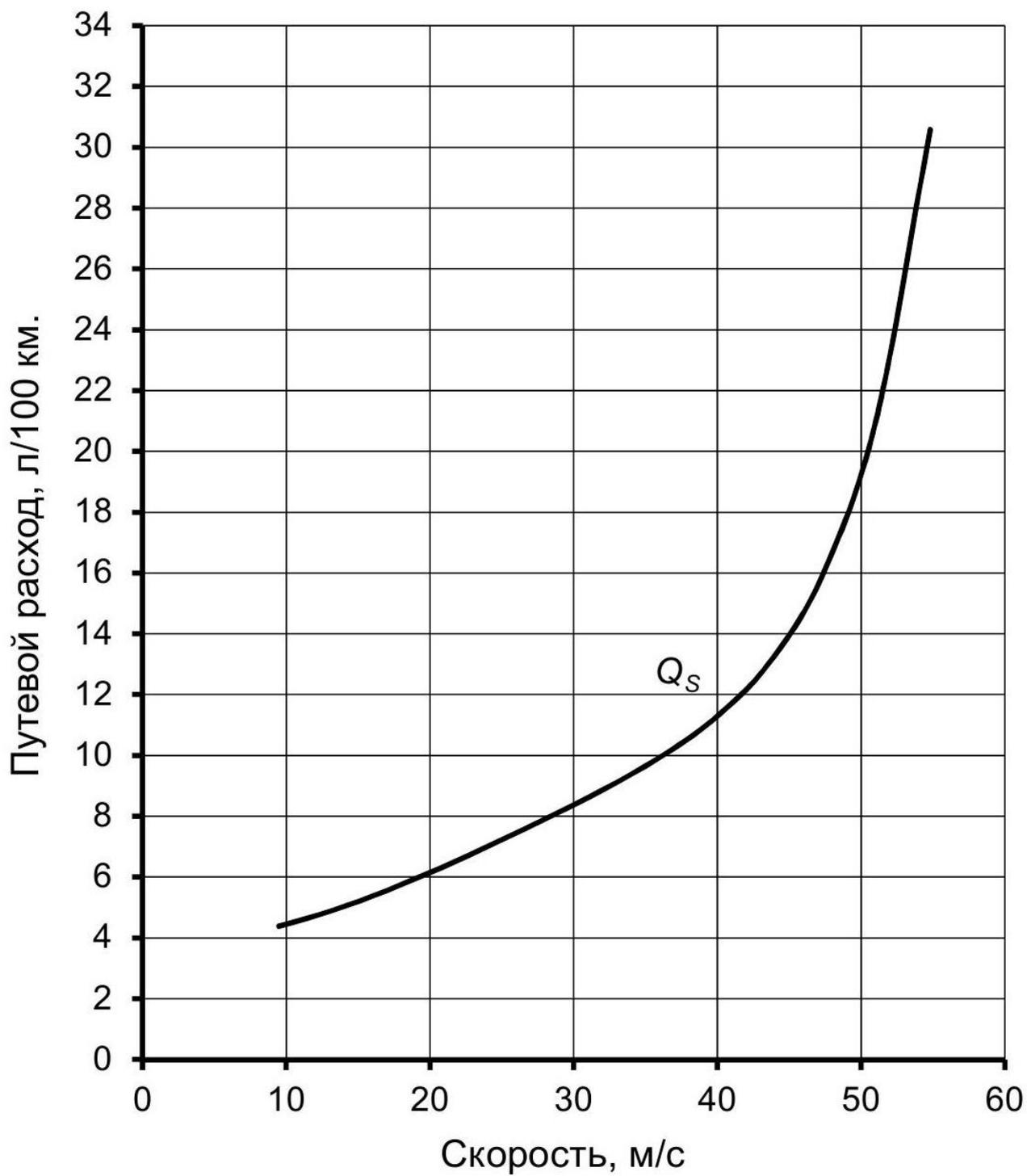


Рисунок А.8 – Путевой расход топлива

Продолжение Приложения А

для модернизированного ряда передаточных чисел

Внешняя скоростная характеристика

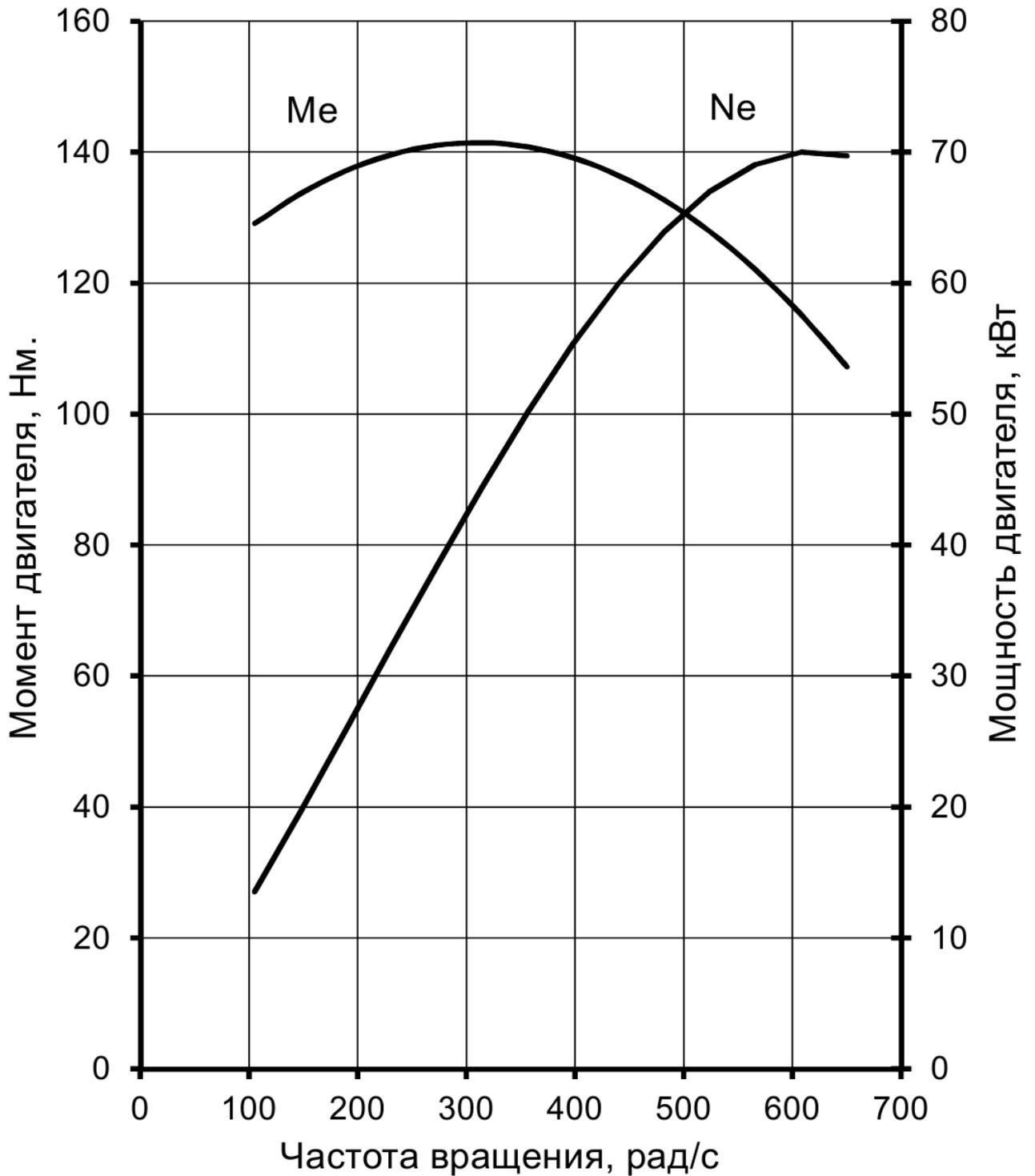


Рисунок А.9 – Внешняя скоростная характеристика

Баланс мощностей

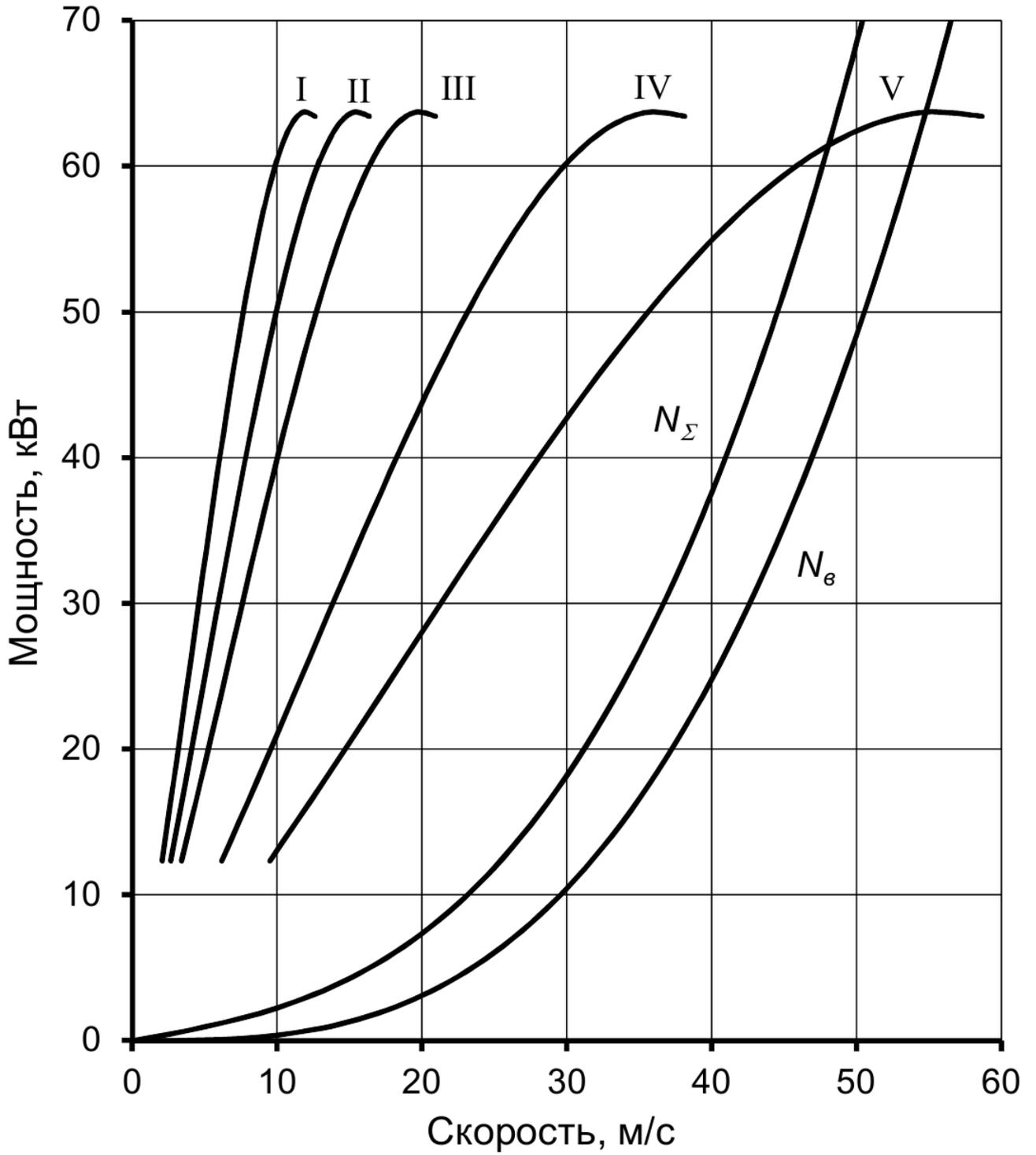


Рисунок А.10 – Баланс мощностей

Тяговый баланс

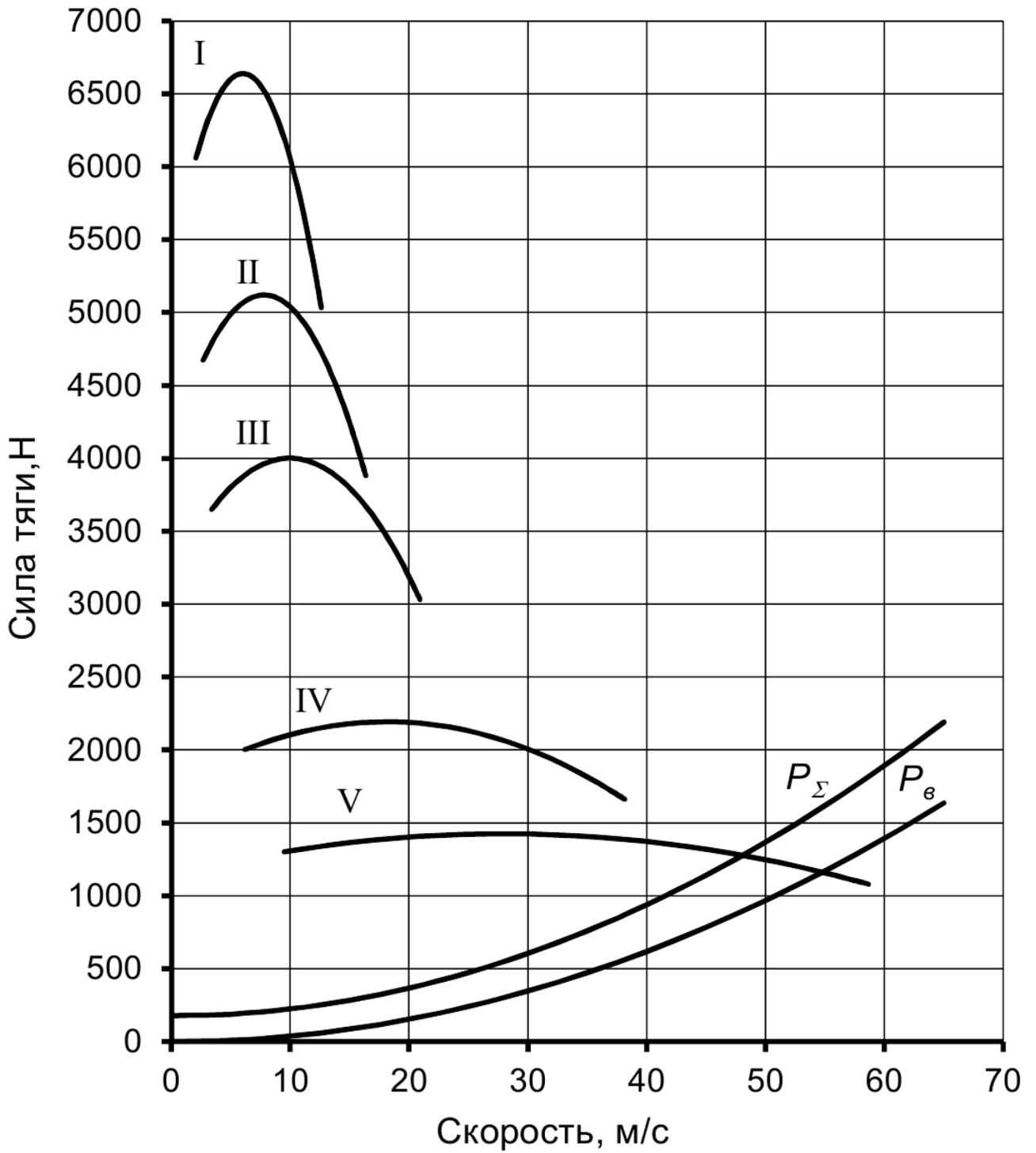


Рисунок А.11 – Тяговый баланс

Динамический баланс

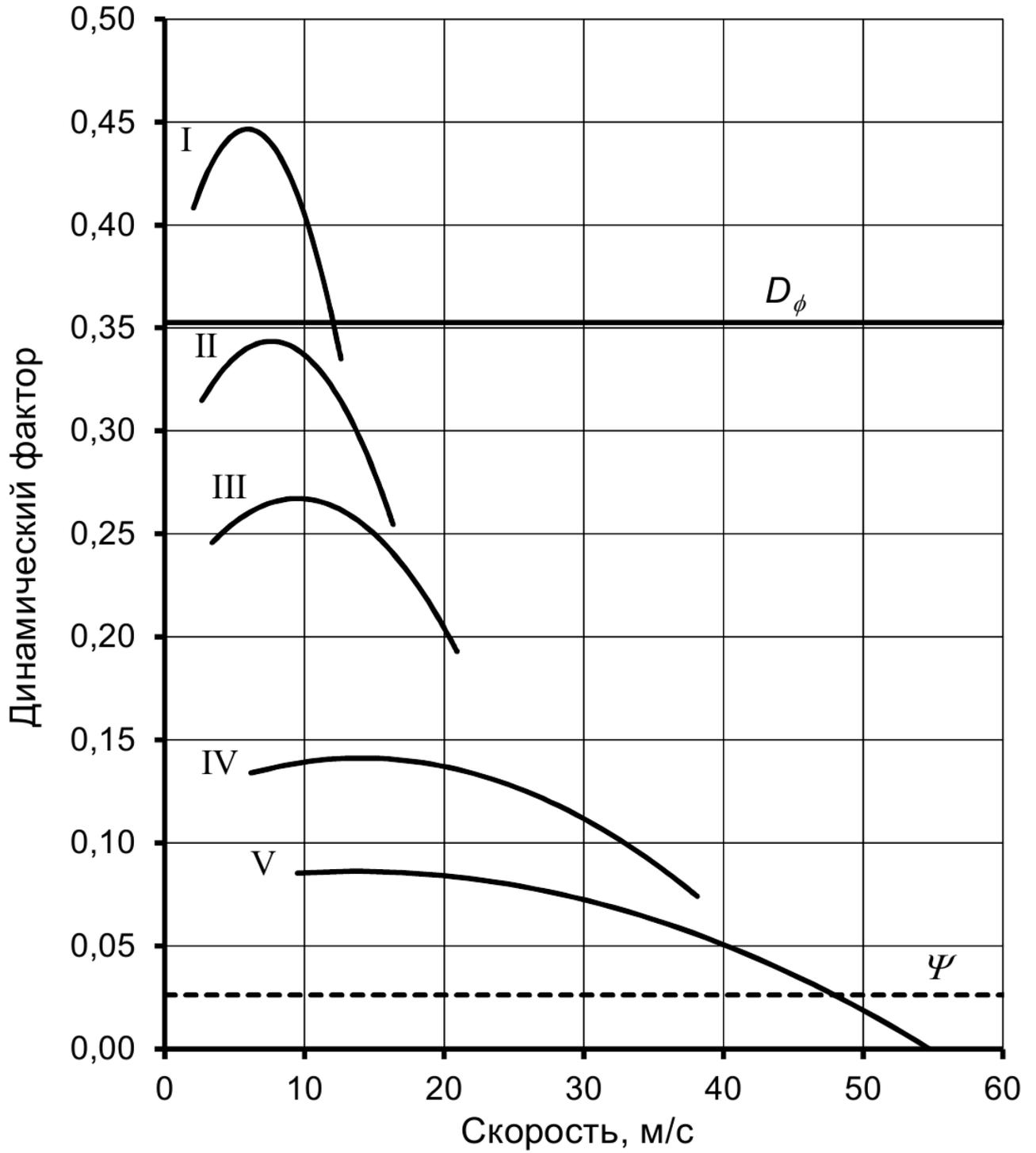


Рисунок А.12 – Динамический баланс

Ускорения на передачах

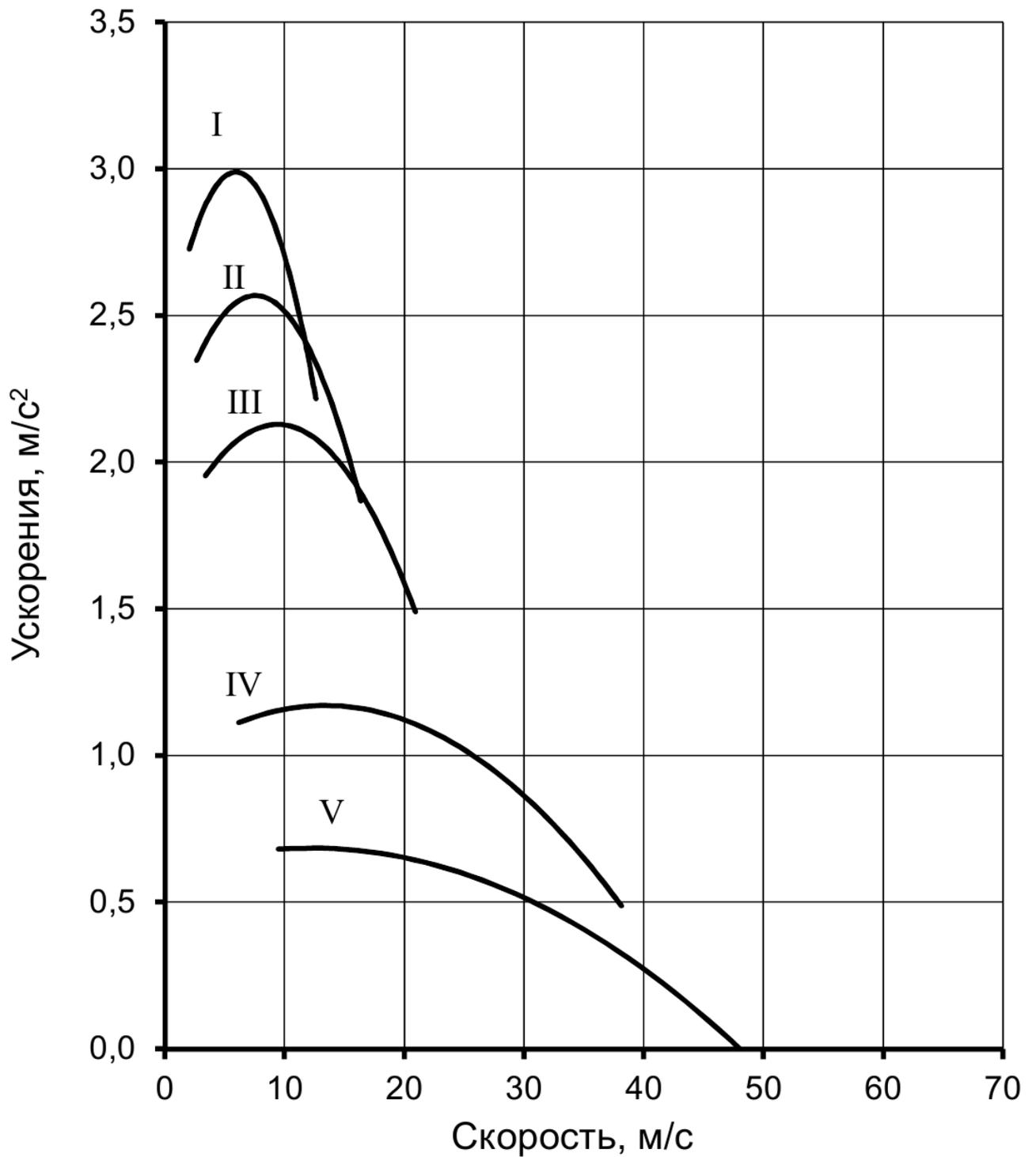


Рисунок А.13 – Ускорения на передачах

Время разгона

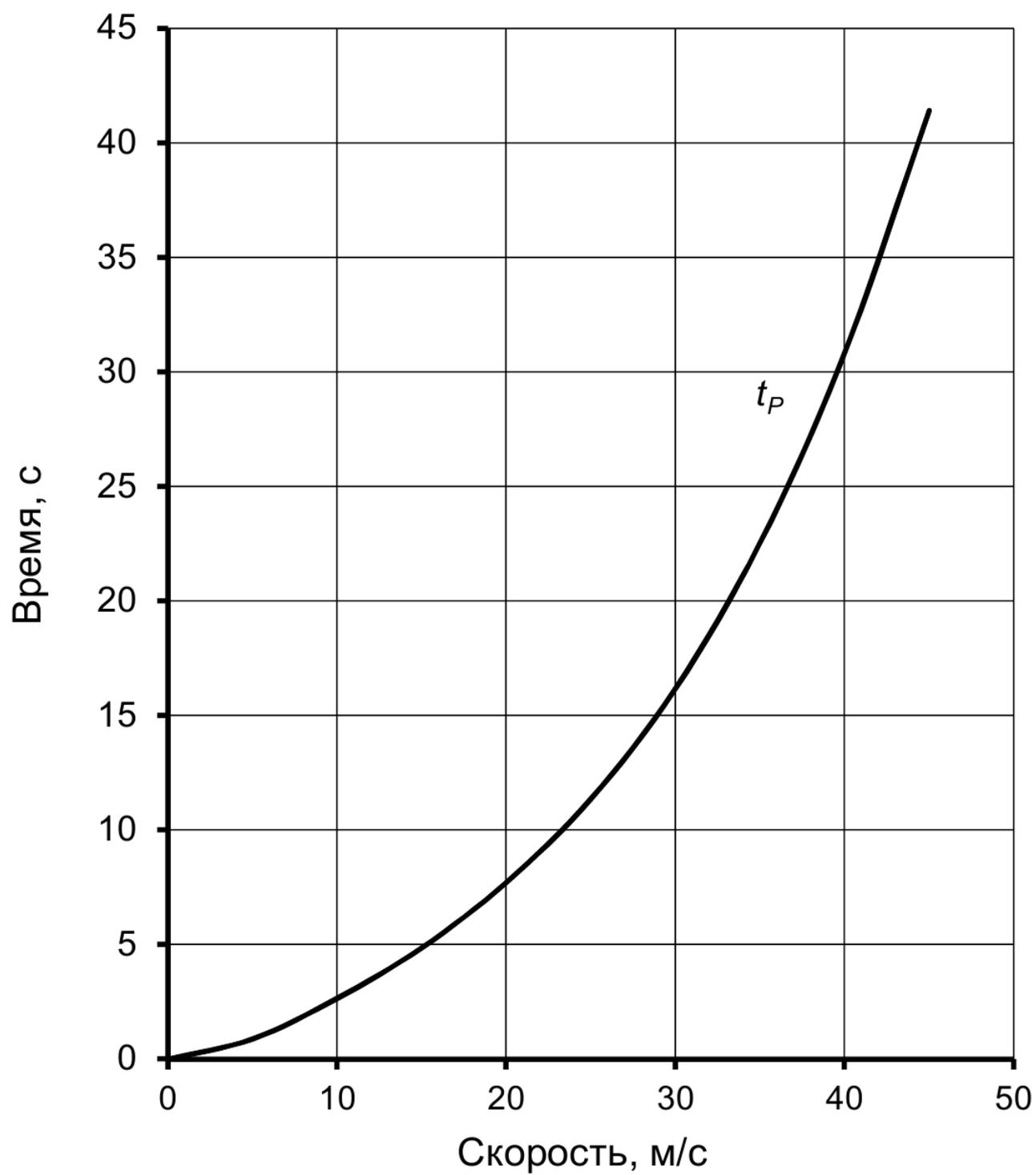


Рисунок А.14 – Время разгона

Путь разгона

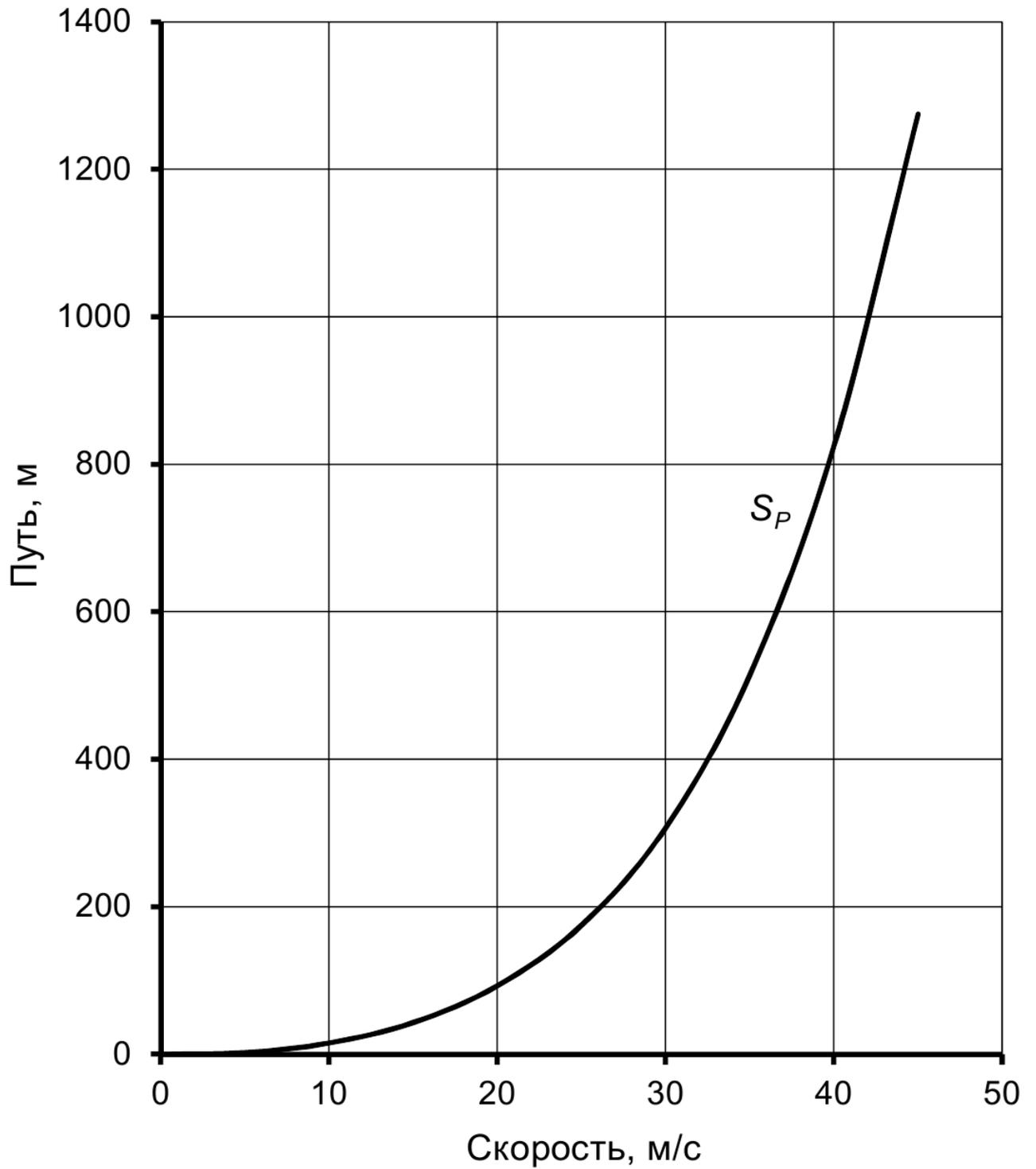


Рисунок А.15 – Путь разгона

Путевой расход топлива

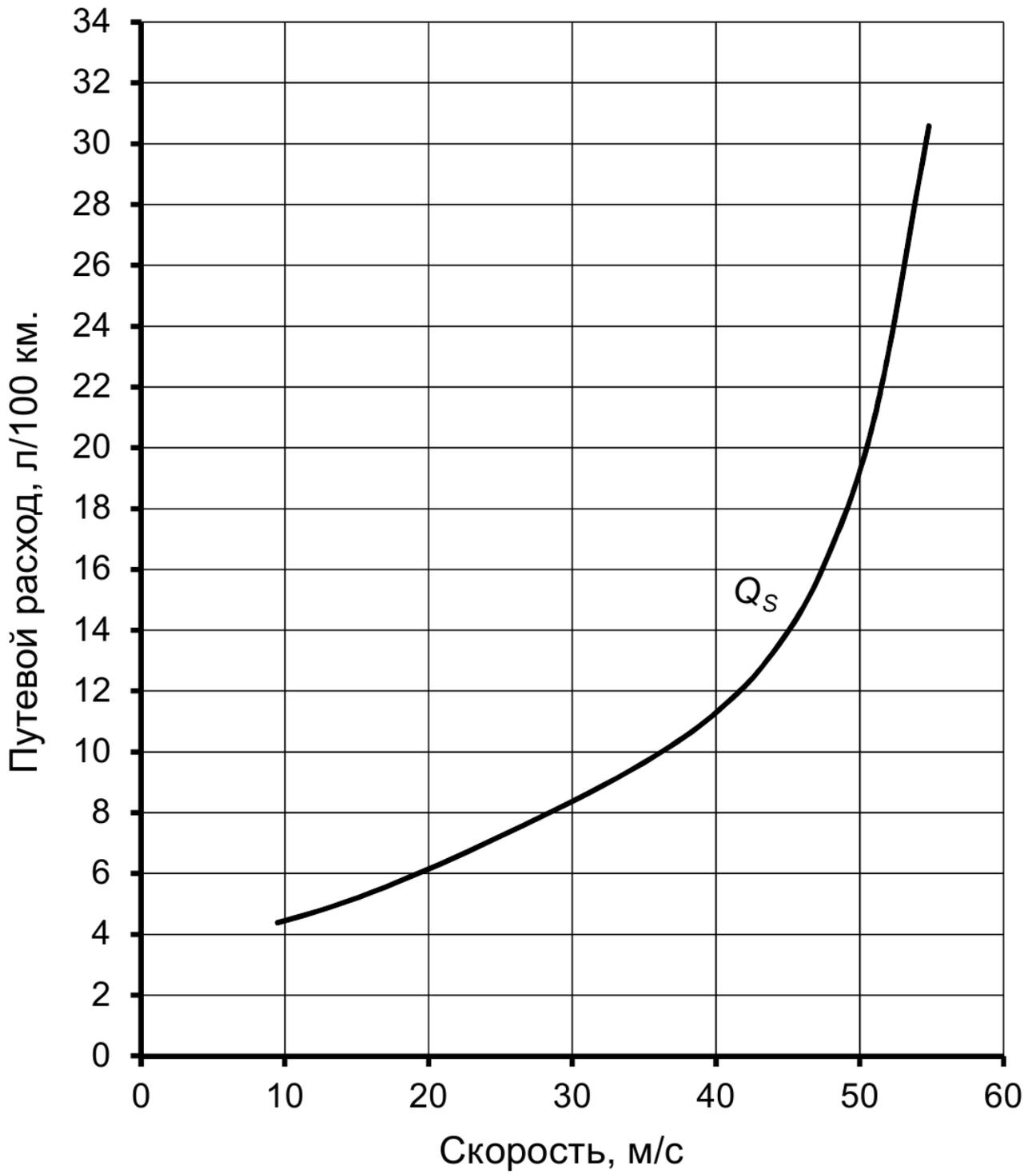


Рисунок А.16 – Путевой расход топлива