

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 Разработка грузового трицикла на базе тяжелого мотоцикла Урал

Обучающийся

Д.М. Солдаткин

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. пед. наук, доцент Л.А. Угарова

(ученая степень (при наличии), звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

доцент Д.А. Романов

(ученая степень (при наличии), звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд. экон. наук, доцент Л.Л. Чумаков

(ученая степень (при наличии), звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

(ученая степень (при наличии), звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2023

Аннотация

Представлен дипломный проект на тему «Разработка грузового трицикла на базе тяжелого мотоцикла Урал».

Актуальность данной темы обусловлена тем, что в сельских районах и для работ в рекреационных зонах все большее распространение получают различные транспортные средства на базе мототранспорта. Все это вызывает необходимость разработки специфических видов транспорта на базе уже существующих образцов техники. Также значительное внимание при разработке таких транспортных средств уделяется вопросам экономии топлива и экологичности транспортного средства.

Дипломный проект состоит из следующих разделов: введение, шесть глав, раскрывающих тему проекта, заключения и списка использованных источников, включая иностранные. Графическая часть диплома представлена на десяти листах формата А1.

Целью дипломного проекта является разработка грузового трицикла на базе тяжелого мотоцикла Урал на уровне технического проекта.

Логически структура дипломного проекта разделена на следующие части, связанные между собой: анализ существующих технических решений для трициклов различного назначения, тяговый расчет транспортного средства, разрабатываемого в рамках дипломного проекта, силовые и прочностные расчеты отдельных элементов конструкции транспортного средства, разработка технологического процесса сборки транспортного средства в условиях единичного производства, разработка безопасных условий труда на участке и экономическое обоснование эффективности проекта.

Разработанная в рамках дипломного проекта конструкция грузового трицикла на базе мотоцикла Урал обладает значительно более высокими эксплуатационными характеристиками в сравнении с базовой конструкцией

мототранспортного средства, выполненного с традиционной силовой установкой.

Разрабатываемая конструкция может служить отдельной конструкторской веткой в линейке транспортных средств предназначенных для перевозки небольших партий грузов. Необходимо отметить, что в настоящее время данная ниша на рынке практически не представлена транспортными средствами, а значит является перспективной с точки зрения ее освоения.

Отдельно необходимо отметить, что результаты выполненной работы в рамках дипломного проекта имеют не только теоретическое, но также обладают практическим значением. Разработанная конструкция может быть реализована в рамках мелкосерийного производства транспортных средств на базе мототранспортных средств.

Annotation

A graduation project on the topic "Development of a cargo tricycle based on a heavy Ural motorcycle" is presented.

The relevance of this topic is due to the fact that in rural areas and for work in recreational areas, various vehicles based on motor vehicles are becoming more common. All this necessitates the development of specific modes of transport based on existing models of equipment. Also, considerable attention in the development of such vehicles is paid to fuel economy and environmental friendliness of the vehicle.

The diploma project consists of the following sections: an introduction, six chapters that reveal the topic of the project, a conclusion and a list of sources used, including foreign ones. The graphic part of the diploma is presented on ten sheets of A1 format.

The purpose of the diploma project is to develop a cargo tricycle based on a heavy Ural motorcycle at the level of a technical project.

Logically, the structure of the diploma project is divided into the following parts, interconnected: analysis of existing technical solutions for tricycles for various purposes, traction calculation of the vehicle developed within the framework of the diploma project, force and strength calculations of individual elements of the vehicle structure, development of the technological process of assembling the vehicle in conditions of single production, development of safe working conditions at the site and economic justification for the effectiveness of the project.

The design of a cargo tricycle based on a Ural motorcycle developed as part of a graduation project has significantly higher performance characteristics in comparison with the basic design of a motor vehicle made with a traditional power plant.

The developed design can serve as a separate design branch in the line of vehicles intended for the transportation of small consignments. It should be noted

that at present this niche in the market is practically not represented by vehicles, which means it is promising in terms of its development.

Separately, it should be noted that the results of the work performed within the framework of the graduation project are not only theoretical, but also have practical significance. The developed design can be implemented as part of small-scale production of vehicles based on motor vehicles.

Содержание

Введение	7
1 Обзор технических решений конструкции, принятой к разработке	10
1.1 Обзор конструкции трехколесных транспортных средств (трициклов)	10
1.2 Патентные и промышленные аналоги конструкции, принятой к разработке	20
2 Разработка конструкции трехколесного транспортного средства (трицикла)	24
2.1 Техническое задание на разработку грузового трехколесного транспортного средства	24
2.2 Разработка технического предложения на разработку грузового трехколесного транспортного средства	27
2.3 Разработка структурной схемы трицикла	31
3 Конструкторский раздел	36
3.1 Тяговый расчет трехколесного транспортного средства на базе мотоцикла Урал	36
3.2 Прочностной расчёт тихоходной цилиндрической ступени	46
3.3 Расчет оси крепления переднего колеса	54
4 Технологический раздел дипломного проекта	58
4.1 Конструкция и условия работы коробки передач	58
4.2 Технологический процесс установки коробки передач	60
4.3 Расчет технологической операции сборки коробки передач	63
5 Охрана труда и безопасность жизнедеятельности на участке сборки объекта дипломного проектирования	69
5.1 Характеристика участка сборки	69
5.2 Профессиональные риски, характерные для участка	71
5.3 Разработка мероприятий по снижению воздействия профессиональных рисков на работающих	75

5.4 Пожарная безопасность и противопожарные мероприятия на участке	79
5.5 Мероприятия по обеспечению экологической безопасности участка	82
6 Расчет показателей экономической эффективности дипломного проекта .	84
6.1 Характеристика объекта анализа экономической эффективности	84
6.2 Расчет себестоимости нормо-часа работ сборочного участка	85
Заключение	94
Список используемой литературы и используемых источников	99
Приложение А Тяговый расчет трицикла	102

Введение

Современные тенденции в автомобилестроении предполагает множество вариантов решения транспортных задач различных масштабов. Неизменным остается требование к максимизации эффективности решения таких задач. Основным критерием по-прежнему выступает экономика транспортного процесса – перевозка должна производиться по возможности с наименьшими затратами на единицу перевозимого груза. Также следует учитывать тот факт, что современная ситуация в городских условиях предъявляет требования к максимальной компактности транспортного средства, для обеспечения возможности парковки в условиях стесненного городского пространства. Условия транспортировки в сельской местности хоть и не накладывает жестких ограничений на габариты транспортного средства, но при этом требования к экономичности транспортировки предъявляются в том же самом объеме.

В качестве грузовых транспортных средств небольшой грузоподъемности все чаще находят свое применения транспортные средства, изготовленные на основе мототехники. Это решение позволяет расширить продуктовую линейку мототехники и получить сверхкомпактное транспортное средство, идеально соответствующее требованиям компактности и экономичности при сравнительно высоких показателях грузоподъемности. Наибольшее распространение в первую очередь такие транспортные средства получили в Китае и странах Юго-Восточной Азии, где климат позволяет осуществлять их эксплуатацию в течении круглого года.

Однако, в странах Европы и отдельных регионах России такие транспортные средства также становятся востребованными. Основными потребителями такого рода транспортных средств становятся курьерские службы, специализирующиеся на развозе мелкопартионных грузов и

фермерские хозяйства, где транспортировка грузов в отдельных случаях имеет характер мелких партий или отдельных штучных грузов.

Образцы трехколесных транспортных средств, присутствующих на российском рынке представлены в основном моделями, произведенными в Китае. Промышленность России в сфере мотостроения представлена в очень ограниченном сегменте. Однако, наиболее перспективным видится использование тяжелой мототехники Ирбитского мотозавода. Данное мототранспортное средство обладает высокими эксплуатационными характеристиками и грузоподъемностью до 0,8 т, что в полной мере соответствует техническим требованиям проекта.

Главным требованием к конструкции транспортного средства на основе тяжелого мотоцикла Урал будет соответствие его задачам транспорта для выполнения развозных работ мелкопартионных грузов при соблюдении среднего коэффициента загрузки на уровне 0,75...0,85. При этом, транспортное средство должно обеспечивать максимально пролонгированный срок эксплуатации в течении календарного года, потому что совершенно очевидным является тот факт, что погодные условия на большей части Европейской части России предполагают условия эксплуатации на уровне примерно шести месяцев. Большой эксплуатационный сезон возможен в южных регионах, которые и предполагаются как основные для подобного вида техники.

В рамках дипломного проекта в качестве разрабатываемой конструкции предполагается разработка трехколесного транспортного средства, выполненного на основе тяжелого мотоцикла Урал. От мототранспортного средства в конструкции будут использованы основные агрегаты, такие как двигатель и коробка передач. Задний мост предполагается использовать от легкового автотранспорта классической компоновки. Поскольку диаметр ведущих колес в разрабатываемом транспортном средстве будет отличаться от колес мотоцикла, то необходимо будет изменить передаточные числа коробки передач с тем, чтобы

обеспечить приемлемую скорость движения, а самое главное – приемлемые тяговые характеристики разрабатываемого транспортного средства.

Отдельно следует проработать технологию сборки узлов конструкции. Технологичность транспортного средства, рациональное расчленение на узлы и агрегаты конструкции будет являться основой для мелкосерийного производства, в рамках которого будет произведена разработка транспортного средства.

Также в рамках дипломного проекта будет выполнена оценка экономической эффективности производства транспортного средства. В частности, будет выполнен расчет затрат на работу сборочного участка, оперируя которыми и зная трудоемкость сборочных операций, можно оценить цеховую себестоимость разрабатываемой в рамках дипломного проекта конструкции мототранспортного средства.

1 Обзор технических решений конструкции, принятой к разработке

1.1 Обзор конструкции трехколесных транспортных средств (трициклов)

С момента появления мототранспорта перед конструкторами и изобретателями вставал вопрос о повышении устойчивости мотоцикла и увеличении полезной нагрузки, перевозимой этим транспортным средством. Поэтому совершенно логичным развитием двухколесного транспортного средства, имеющего существенные эксплуатационные ограничения ввиду ограниченной колесной формулы, явилось развитие в виде добавления дополнительных колес, что повышало устойчивость транспортного средства и его грузоподъемность. Так появились транспортные средства, именуемые трициклами.

Трициклом называется мототранспортное средство, имеющее симметричную схему ходовой части, состоящей из трех колес. Различают две основные схемы трициклов – классическую и обратную. Классическая схема предполагает наличие двух ведущих и одного управляемого колеса, расположенных симметрично относительно продольной оси транспортного средства. Обратная схема предполагает одно ведущее и два управляемых колеса, также симметрично размещенных относительно продольной оси. В очень редких случаях встречается схема с полным приводом, как на ведущих, так и на управляемых колесах. Из-за сложности и излишней массы такая схема встречается только на единичных и экспериментальных транспортных средствах.

«Обычно трициклы имеют три колеса, из которых два задних расположены симметрично относительно продольной оси и на высоте поперечной, а переднее колесо находится в вертикальной плоскости

симметрии. Это определение относится ко всем существующим подклассам класса.

- Трициклы с автомобильным или мотоциклетным двигателем заднего или центрального расположения.

- Мототрициклы – в виде комбинации мотоцикла с двумя задними колесами и, соответственно, измененной конструкцией задней части транспортного средства.

- Трициклы с шинами низкого давления со специальной ходовой частью и мотоциклетным двигателем.

- Трехколесные скутеры (мопеды) с исполнением, как у мототрициклов.» [3], [5]

Наибольшее распространение получили трехколесные транспортные средства, выполненные по классической схеме. Это объясняется тем, что для мотопроизводителя этот способ наименее затратен, поскольку в этом случае вместо заднего маятника добавляется балка (разрезная, либо не разрезная) и устанавливается главная передача. В этом случае трайк максимально унифицирован с базовой моделью мотоцикла, отличаясь только в конструкции привода на ведущие колеса и отдельными элементами обвеса кузова. Что касается права управления подобным транспортным средством, то для этого водителю не требуется получение отдельной категории, в большинстве стран мира такие транспортные средства относятся к мототранспорту и требуют той же категории, что и мотоцикл. Пример такого транспортного средства приведен на рисунке 1.

«Как правило, подобные конструкции создаются на базе мототехники и не имеют значительных конструктивных особенностей от базовой техники, наследуя большую часть конструкторских и эксплуатационных показателей.» [3]



Рисунок 1 – Трехколесное транспортное средство Rewaco ST800S
(Германия)

Версия переделки серийного мотоцикла, путем установки заднего моста от автомобиля при сохранении передней части вместе с рамой в неизменном состоянии является наиболее часто встречающейся трансформацией от производителя, что отмечалось выше. Пример такой доработки представлен на рисунке 2. Недостатком такой конструкции будет являться то, что в конструкции сохраняется геометрия управления, характерная для мотоцикла. Также значительно укорачивается база транспортного средства. В совокупности все эти факторы приводят к ухудшению управляемости транспортного средства, особенно на высоких скоростях.



Рисунок 2 – Harley-Davidson FLH модернизированный в трицикл компанией Trinity LLS

Указанные недостатки в первую очередь связаны с тем, что геометрия мотоцикла после внедрения ведущего моста автомобиля значительно меняется. Наиболее простым с точки зрения сохранения управляемости транспортного средства будет являться проектирование рамы транспортного средства с учетом размещения двигателя и основных узлов, а также с учетом расположения водителя, пассажиров и полезного перевозимого груза. В результате получается транспортное средство оригинальной конструкции, собранное на узлах и агрегатах различных транспортных средств.

На рисунке 3 представлена конструкция трицикла компании Boom Trike. Данное транспортное средство имеет раму оригинальной конструкции и переднюю вилку, изменённую для обеспечения управляемости при одновременном сохранении амортизирующих и демпфирующих свойств. Двигатель для данного транспортного средства используется от автомобиля

Фольксваген Жук (Volkswagen Beetle). Также используются комплектующие ходовой и трансмиссии от данного транспортного средства. Фактически, это уже не просто переделанный в трехколесное транспортное средство мотоцикл, а транспортное средство, спроектированное без привязки к мототранспорту.



Рисунок 3 – Трицикл компании Boom Trike

«Однако существующее разнообразие конструкций затрудняет дать точное определение. Даже такой критерий, как число колес, равное трем не является достаточным. Например, пятиколесный ИТМ безусловно относится к классу трициклов, и к нему же принадлежат мотоциклы со сдвоенными задними колесами.» [8]

Трехколесные транспортные средства, выполненные по реверсивной схеме, также имеют различные виды конструкций. Отдельные виды транспорта оснащаются закрытыми кабинами и по своему внешнему виду более напоминают легковые автомобили. Исторически такая компоновка

восходит к автомобилям особо малого класса, получивших свое распространение в послевоенные годы XX века в ряде европейских стран.

«Без особых проблем из класса «Трицикл» можно исключить такие модели, как Grinnall Scorpion или Mercedes F 300 Lite Jet, несмотря на наличие трех колес, рисунок 4. Эти машины относятся к автомобилям, так как они снабжены рулевым колесом вместо обычного мотоциклетного руля, имеют обратное расположение колес (два спереди, одно сзади) и кузов» [3]

Конструктивно такие транспортные средства также гораздо ближе к автомобилям, чем к мотоциклам.



Рисунок 4 – Трехколесное транспортное средство Grinnall Scorpion

Но вместе с этим, существуют трехколесные транспортные средства, выполненные по обратной схеме, которые относятся к мототранспортным средствам. Примером такого транспортного средства будет являться мотоцикл BRP Can-Am Spyder, представленный на рисунке 5.



Рисунок 5 – Трехколесное мототранспортное средство BRP Can-Am Spyder, выполненное по обратной схеме

BRP Can-Am Spyder – серийное трехколесное транспортное средство. Имеет оригинальную конструкцию, собственные узлы и агрегаты. Благодаря этому, трициклы данной модели обладают сбалансированными показателями управляемости и устойчивости. Мотоциклетное управление делает возможным использование данного транспорта на дорогах общего пользования при наличии прав категории А, т.е. с правом управления мототранспортными средствами с полной массой до 400 кг.

«Такие специфические конструкции указывают на то, что во всех правилах имеются исключения, ставшие во многих случаях реальностью. Поэтому определение мотоциклов класса «трицикл» достаточно условно.» [1]

В рамках дипломного проекта в качестве разрабатываемой конструкции предполагается разработка трехколесного транспортного средства, выполненного на основе тяжелого мотоцикла Урал.

Главным требованием к конструкции транспортного средства на основе тяжелого мотоцикла Урал будет соответствие его задачам транспорта для выполнения развозных работ мелкопартионных грузов при соблюдении среднего коэффициента загрузки на уровне 0,75...0,85. При этом, транспортное средство должно обеспечивать максимально пролонгированный срок эксплуатации в течении календарного года, потому что совершенно очевидным является тот факт, что погодные условия на большей части Европейской части России предполагают условия эксплуатации на уровне примерно шести месяцев. Большой эксплуатационный сезон возможен в южных регионах, которые и предполагаются как основные для подобного вида техники.

Стоит отметить, что попытки создания грузовых трехколесных транспортных средств предпринимались на Ирбитском мотоциклам заводе. Одним из таких образцов техники является трицикл ИМЗ-8.4013, созданный на Ирбитском мотоциклетном заводе в 2003 году, рисунок 6.

«Особенностью данного транспортного средства является достаточно высокая грузоподъемность. Изначально, по проекту, трицикл был ориентирован на компании, работающие в секторе сельского хозяйства.

Для городских перевозок данный образец не слишком подходит, поскольку имеет открытое место водителя и отсутствие ветрозащиты. Но в целом транспортное средство показало себя как простое и надежное.» [3]

В рамках дипломного проекта предполагается внесение изменений в конструкцию разработанного прототипа. В частности, предполагается оснащение трицикла механизмом опрокидывания платформы, изменение передаточных чисел в коробке передач для реализации тяговых качеств, а также оборудование устройством защиты места водителя от ветра и неблагоприятных погодных условий.



Рисунок 6 – Грузовой трицикл ИМЗ-8.4013

Устройства транспортных средств, созданных на основе мотоциклов либо мопедов, но оснащенных при этом кабиной закрытого либо полуоткрытого типов весьма распространены. Главное отличие от транспортных средств, пример которых приведен на рисунке 4 состоит в том, что в этих транспортных средствах сохраняются мотоциклетные органы управления и посадка водителя.

Подобные транспортные средства получили широкое распространение в первую очередь в странах Юго-Восточной Азии, где защита водителя необходима в первую очередь для защиты его от солнечных лучей.

На рисунке 7 изображен трехколесный грузовой трицикл с кабиной «Шмель».



Рисунок 7 – Грузовой трицикл «Шмель»

«Грузовой трицикл «Шмель» предназначается для проведения транспортных и курьерских работ внутри города. Конструкция транспортного средства предполагает наличие двух мест в закрытой кабине, что выгодно отличает эту модель от всех остальных.» [2]

Предполагается оснащение разрабатываемой в рамках дипломного проекта конструкции кабиной полужакрытого типа для защиты водителя от ветра и осадков. Также такая кабина, выполненная по рамной схеме из бесшовных труб будет выступать в роли защитной клетки и предохранять водителя от получения травм при ДТП или при опрокидывании мототранспортного средства.

1.2 Патентные и промышленные аналоги конструкции, принятой к разработке

Для обеспечения процесса проектирования на необходимом уровне соответствия развития технической и конструкторской мысли, необходимо не только изучить промышленные образцы существующих образцов техники, но и патентные образцы и полезные модели. Это позволит использовать в конструкции идеи, еще не реализованные в производстве, а значит, позволит получить преимущество перед существующими образцами.

Рассмотрим в качестве примера патентного образца описание изобретения к патенту № 2532002, конструкция представлена на рисунке 8.

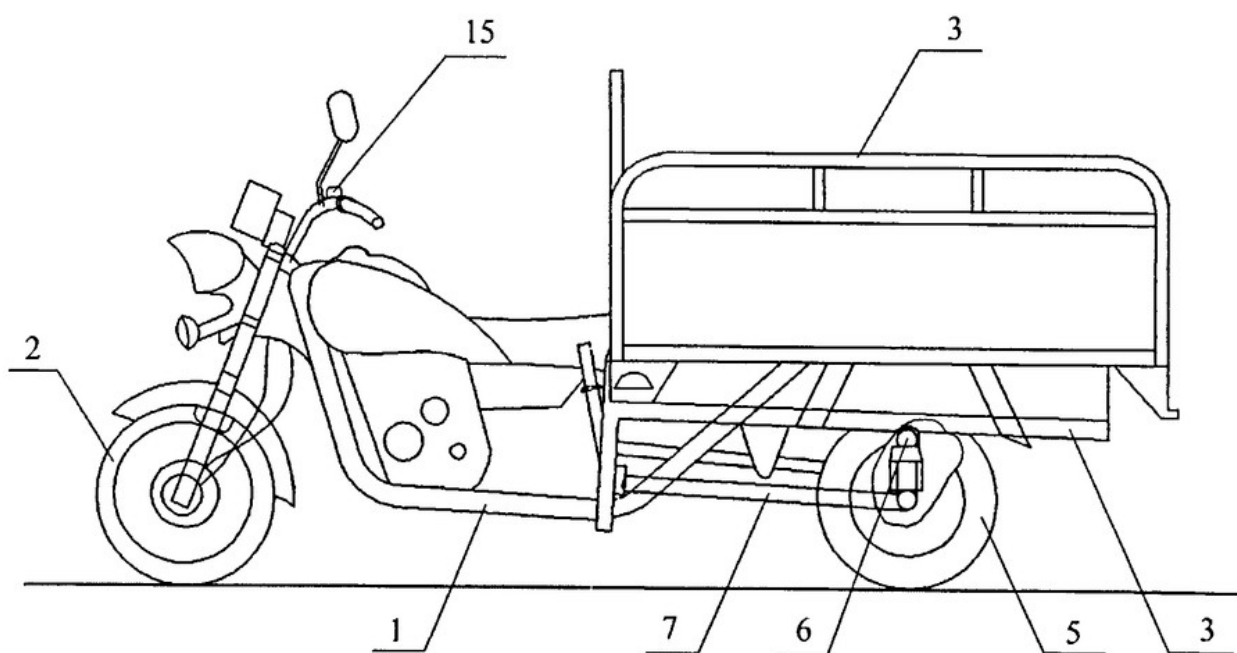


Рисунок 8 – Грузовой трицикл, патент № 2532002

«Трицикл имеет симметричное расположение задних ведущих колес и переднее управляемое колесо. Кузов трицикла в виде грузовой платформы и рама вместе с управляемым колесом могут наклоняться, как одно целое, относительно заднего моста в поперечном направлении. Рама с одной

стороны шарнирно при помощи двух тяг связана с кожухом заднего моста, который с другой стороны шарнирно связан с грузовой платформой, механизм наклона которой представляет собой электролебедку, связанную с грузовой платформой, концы троса которой закреплены в левой и правой частях кожуха заднего моста. Повышается устойчивость трицикла против поперечного опрокидывания.» [13], [25]

Другим образцом, обнаруженным в результате патентного поиска, будет явл трехколесное транспортное средство по авторскому свидетельству № 2019465

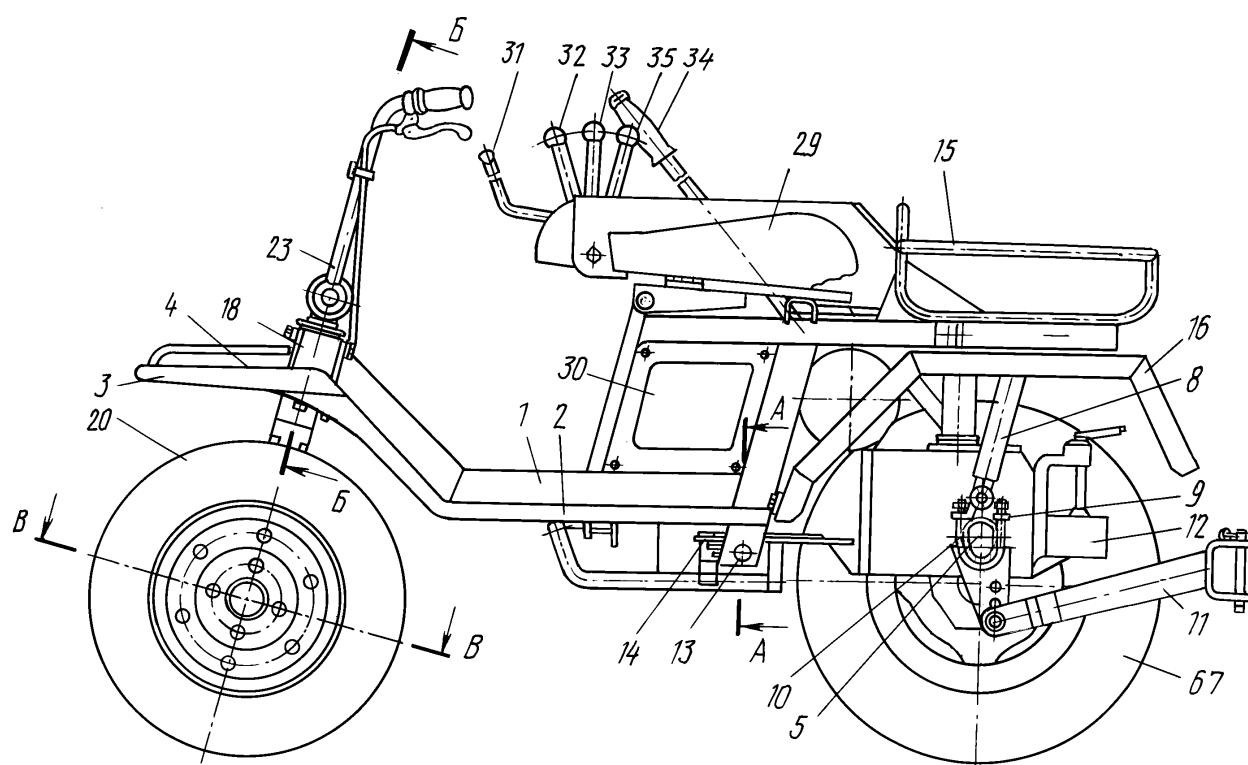


Рисунок 9 – Трехколесное транспортное средство по а.с. № 2019465

«Транспортное средство относится к сельскохозяйственному машиностроению, а именно к малогабаритным тракторам, и может быть использованное при обработке небольших земельных участков. Техническая задача: повышение универсальности путем применения в качестве базового энергетического модуля одноосного мотоблока. Сущность изобретения: трехколесное транспортное средство, преимущественно малогабаритный трактор, содержит раму 1 с опорами 2 для ног оператора, установленную

задней частью на приводную ось 3 с двумя колесами 4, 5, расположенными симметрично относительно продольной оси трактора, одно управляемое колесо 6, установленное в передней части рамы 1 на узле 24 рулевого управления, двигатель 7 и сиденье 8 оператора. Управляемое колесо 6 и сиденье 8 оператора смещены в одну боковую сторону от продольной оси трактора. Задняя часть рамы 1 выполнена П-образной, поперечная часть 9 которой соединена с приводной осью 3 при помощи разъемного соединения, выполненного в виде стоек 14 с опорными кронштейнами 15 и хомутов 16 с резьбой под гайки крепления. Продольные части 10, 11 рамы 1 расположены в продольных вертикальных плоскостях приводных колес 4, 5, а в продольной части 10 рамы 1 имеется дополнительное разъемное соединение с двигателем при помощи сферического пальца, установленного в лунках пластины 20 и зафиксированного болтовым соединением. Узел 24 рулевого управления содержит рукоятки, регулируемые по углу наклона при помощи зубчатых муфт 30 и имеющие рычаги управления муфтой сцепления, тормозом и подачей топлива. В свободной зоне справа от сиденья 8 оператора размещены рукоятки 35 - 40 управления мотоблоком и навесной системой 17 трактора.» [1], [13]

В результате анализа различных видов конструкции транспортных средств на основе мототранспорта, производимых промышленно и оформленных в виде описания изобретения, можно сделать ряд выводов о конструкции проектируемого трицикла.

Конструкция трицикла будет основана на базе тяжелого мотоцикла Урал и выполнена на его узлах и агрегатах. Это позволит максимально унифицировать транспортное средство с существующим производством и упростит его изготовление.

Компоновочная схема – среднемоторная. Транспортное средство – одноместное. Органы управления – мотоциклетного типа.

Рама конструкции будет адаптирована под установку заднего моста и удлинена для сохранения управляемости и повышения устойчивости. В

задней подвеске будет использован неразрезной неразгруженный мост. Подвеска будет выполнена на пакете листовых полуэллиптических рессор. В качестве демпфирующих элементов будут использованы гидравлические амортизаторы телескопического типа.

Коробка передач будет использована от мотоцикла Урал. Передаточные числа коробки будут изменены в соответствии с тягово-мощностным балансом транспортного средства. Передача от коробки к главной передаче будет осуществляться посредством карданного вала.

Транспортное средство будет оснащаться кабиной полужакрытого типа для защиты водителя от ветра и осадков. Также такая кабина, выполненная по рамной схеме из бесшовных труб будет выступать в роли защитной клетки и предохранять водителя от получения травм при ДТП или при опрокидывании мототранспортного средства.

2 Разработка конструкции трехколесного транспортного средства (трицикла)

2.1 Техническое задание на разработку грузового трехколесного транспортного средства

В соответствии с полученным на дипломный проект заданием, требуется разработать грузовое трехколесное транспортное средство.

Целью разработки трехколесного транспортного средства является создание конструкции легкого грузового транспорта, который можно будет использовать в развозных процессах на небольшие расстояния, а также задействовать в работах в сельском хозяйстве.

Достижение целей проектирование потребует выполнения ряда взаимосвязанных задач, а именно:

- выбор конструкции транспортного средства, исходя из имеющихся аналогов;
- разработка наиболее ответственных узлов транспортного средства, с учетом современных тенденций и средств привода и управления, используемых в современных мототранспортных средствах;
- проведение прочностных и мощностных расчетов для наиболее ответственных узлов и агрегатов;
- выполнение чертежей конструкции транспортного средства на уровне технического проекта.

Грузовое трехколесное транспортное средство предназначено для транспортировки различных грузов и оборудованное откидывающимся кузовом. Для обеспечения высокой маневренности грузового транспортного средства оно выполнено по трехколесной компоновочной схеме среднемоторной компоновки (рисунок 10)

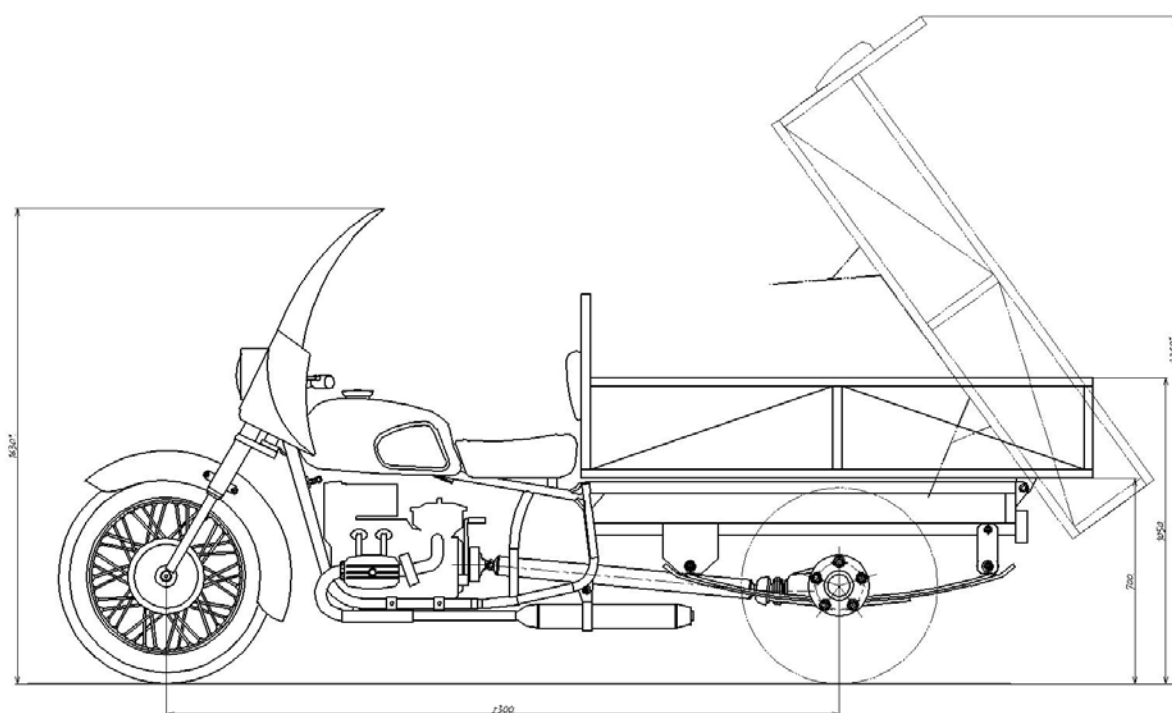


Рисунок 10 – Грузовое трехколесное транспортное средство

Основанием для разработки конструкции является полученное задание на проектирование. Источником информации о конструкции является проведенный обзор патентных и промышленных аналогов разрабатываемой конструкции.

Характеристики устройства приводится в таблице 1.

Таблица 1 – Техническая характеристика проектируемого трицикла

Технический параметр	Значение
Габаритные размеры, не более:	3600x1500x1800 мм
База, мм:	2300
Колея, мм:	1250
Дорожный просвет при полной загрузке, мм	125

Продолжение таблицы 1

Технический параметр	Значение
Тип двигателя	4-х тактный, двухцилиндровый, оппозитный
Грузоподъемность, кг	750
Наибольшая скорость, км/ч	120
Сухая масса, кг	400

Предполагается поставка потребителю установки в собранном виде.

«В разрабатываемой конструкции должны применяться стандартные комплектующие изделия, предусмотрены условия взаимозаменяемости и возможность дальнейшего усовершенствования конструкции.

Пульты управления трицикла выполнить из черной ударопрочной пластмассы. Усилие нажатия на кнопки не более 15 Н. Усилие нажатия на рычаги не более 100 Н. Пульты расположить на рукоятках, согласно требованиям Технического регламента. Водитель располагается сидя. Усилие подъема платформы при полной загрузке не более 300 Н.

Внешние очертания механизма должны отвечать требованиям технической эстетики и передавать функциональный характер, острые углы рекомендуется скруглить, рекомендуется окрасить раму и выступающие агрегаты в черный цвет. Наружные поверхности грузовой платформы окрасить в цвет хаки. Сиденье водителя обтянуть черным влагостойким кожзаменителем.» [6]

«Для безотказной и эффективной работы данного изделия ТО данного изделия должно проводиться не менее 1 раза в 12 месяцев. Составные части конструкции легко должны подвергаться сборке-разборке при замене деталей или транспортировке. Для защиты от коррозии все основные металлические поверхности должны быть окрашены влаго-маслостойкими красками. Детали

вращения должны быть смазаны и защищены от попадания пыли и грязи. Не допускается в процессе эксплуатации допускать перегруза платформы.» [16]

Экономические показатели:

- примерная себестоимость изделия: 50 000 руб;
- срок окупаемости: ≈ 2.5 года;
- стадии и этапы разработки.

«Сроки технического задания должны соответствовать срокам в плане договора. Разработка выполняется по заданию кафедры ПЭА, которая установила следующие этапы разработки:

- составление ТП
- эскизное проектирование
- техническое проектирование
- разработка рабочей конструкторской документации

Задачей дипломного проекта является разработка грузового транспортного средства трехколесной компоновки (трицикл). В связи с тем, что объект можно производить и продавать возникает необходимость в его патентной защите для пресечения неправомерных действий со стороны третьих лиц. Следовательно, целью данной части дипломного проекта является проверка усовершенствованного объекта на критерии патентоспособности, а также составление заявки на выдачу охранного документа.» [4]

Техническое задание является основанием для разработки конструкции трицикла на уровне технического проекта. Ответом на техническое задание будет являться разработка технического предложения, которое будет рассмотрено далее.

2.2 Техническое предложение на разработку грузового трехколесного транспортного средства

Предложено разработать грузовое трехколесное транспортное средство. Современный уровень насыщения рынка транспортными средствами охватывает практически все виды техники. Тем не менее, по прежнему востребованы транспортные средства, которые максимально полно удовлетворяли бы требованиям экономичности, маневренности, грузоподъемности и проходимости, а при этом были бы еще и доступны о цене.

«Для фермерских и средних агрохозяйств неплохо зарекомендовал себя мотороллер «Муравей», производимый в период 1959-1995. На сегодняшний день, модель является устаревшей морально и не производится. Но спрос на технику подобного рода остается, что подтверждается тем, что ряд промышленных компаний выступает с моделями грузовых трициклов.

Ввиду наличия спроса, а также учитывая перспективность применения техники подобного рода в различных сферах технической деятельности, студенческим коллективом кафедры «Проектирование и эксплуатации автомобилей» принята к проектированию и разработке конструкция трехколесного транспортного средства на базе мотоцикла ИМЗ. В соответствии с выданным техническим заданием, конструкция транспортного средства выдержана в следующей концепции:» [4]

- компоновочная схема транспортного средства – среднемоторная, привод на задние ведущие колеса.
- подвеска: передняя – телескопическая гидравлическая; задняя – рессорная с гидравлическими гасителями.
- грузовой кузов открытый, самосвального типа.
- двигатель – ИМЗ, 4-х тактный бензиновый.
- режим эксплуатации – всесезонное транспортное средство.

– транспортное средство должно соответствовать требованиям Технического регламента "О безопасности колесных транспортных средств" и предназначено для передвижения по дорогам общего пользования.

В ходе выполнения работ был произведен анализ имеющихся аналогов трехколесных грузовых транспортных средств. Сравнительные характеристики аналогов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика аналогов трехколесных грузовых транспортных средств

Наименование транспортного средства	
SY200ZH-E (Китай)	ИМЗ-8.4013 (Россия)
	
Тип двигателя	
200 см ³ , 4-тактный, одноцилиндровый. бензиновый	750 см ³ , 4-тактный, 2 цилиндра, оппозитный OHV, бензиновый
Максимальная мощность	
14.6 л.с. (11.0 кВт при 8000 об/мин)	45 л.с.
Система охлаждения	
воздушная	воздушная
КПП	

Продолжение таблицы 2

SY200ZH-E (Китай)	ИМЗ-8.4013 (Россия)
5-ступенчатая, с задним ходом	4-ступенчатая, с задним ходом
Максимальная грузоподъемность	
500 кг	750 кг
Расход топлива на 100 км	
2.8 литра	8 литров
Максимальная скорость, км/ч	
60	75
Подвеска	
Передняя - телескопическая вилка, амортизатор масляный; Задняя - рессорная	Передняя - телескопическая вилка ИМЗ; Задняя - рессорная с гидравлическими гасителями

Анализ имеющихся аналогов выявил следующие моменты, свойственные обоим конструкциям:

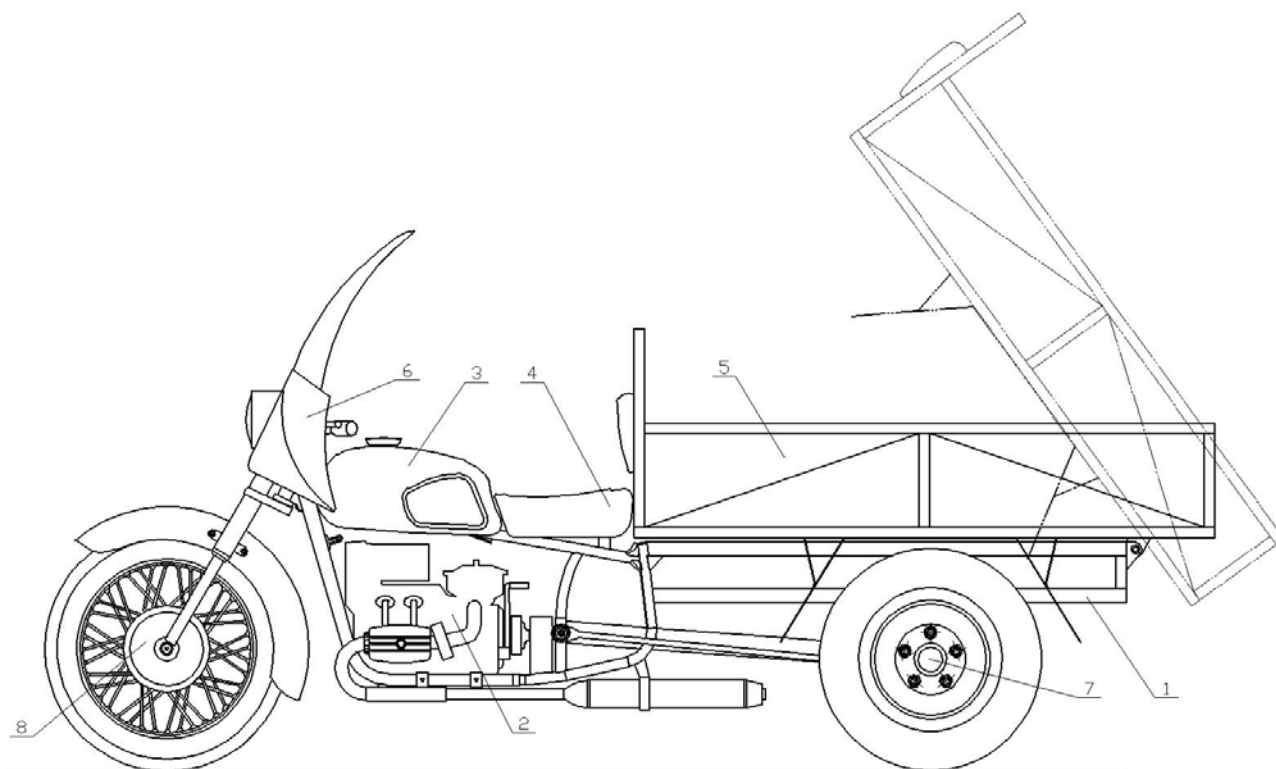
- модель SY200ZH-E обладает малой мощностью, что не позволит ей эффективно эксплуатироваться в тяжелых дорожных условиях.
- трицикл на базе мотоцикла Урал не имеет самосвальнoй платформы, что усложняет проведение разгрузочных работ.

2.3 Разработка структурной схемы трицикла

«Целью проектирования является устранение негативных моментов, свойственных конструкциям, дополнительно будет рассмотрена возможность монтирования дополнительного оборудования. Эта возможность диктуется современными реалиями, когда многие крупные фирмы-производители мототехники ищут возможности дооборудования своих серийных моделей в пожарную технику или эвакуаторы. Пример природной катастрофы 2010 года, когда страну охватили лесные пожары, выявил проблему отсутствия

недорогих мобильных транспортных средств, предназначенных для пожаротушения, поскольку содержать пожарный автомобиль не под силу многим деревенским и фермерским хозяйствам, а потребность в такой технике весьма велика.» [11]

На рисунке 10 представлена компоновочная схема предлагаемой конструкции.



1 – рама; 2 – двигатель МТ 10-36; 3 – топливный бак; 4 – сиденье водителя;
5 – грузовая платформа; 6 – обтекатель; 7 – ведущие колеса; 8 – переднее колесо

Рисунок 10 – Компоновочная схема грузового трехколесного транспортного средства

Для разработки трицикла было принято решение использовать отечественный аналог силового агрегата с близкими показателями – двигатель ИМЗ.

Технические характеристики:

– Тип – инжекторный, четырехтактный, с верхним расположением клапанов

- Число и расположение цилиндров – 2, оппозитное.
- Рабочий объем – 0,65 л.
- Мощность – 40 л.с. (30,8 кВт) при 4400 об/мин.
- Максимальный крутящий момент – 74,5 Н*м
- Коробка передач – механическая двухвальная, трехходовая, с четырьмя не синхронизированными передачами вперед и одной назад

Передаточные числа коробки передач:

- Первая передача – 3,8
- Вторая передача – 2,118
- Третья передача – 1,409
- Четвертая передача – 0,964
- Задний ход – 4,156
- Главная передача – 4,125

«Ходовая часть будет представлять следующее: задняя подвеска – зависимая, на продольных рычагах; передняя подвеска – гидравлическая телескопическая; рама пространственная сварная.

Тормозная система задних колес гидравлическая барабанного типа с приводом от педали тормоза, передних колес - барабанного типа с тросовым приводом от рукоятки переднего тормоза, расположенной на руле. Предусмотрена стояночная тормозная система с тросовым приводом на задние тормоза.

Сцепление сухое, двухдисковое, постоянно-замкнутое. Привод сцепления – механический.» [7], [14]

Предусмотрены следующие органы управления:

- руль - мотоциклетного типа;
- рукоятка управления дроссельной заслонкой – на руле справа;
- рукоятка управления передним тормозом – на руле справа;
- педаль привода задней тормозной системы – на раме в районе подножек справа по ходу движения;

- рычаг привода сцепления - на руле слева;
- рычаг выбора передач – на раме в районе подножек слева по ходу движения;
- рычаг привода стояночной тормозной системы – справа от сидения водителя;
- тумблер включения габаритных огней;
- тумблер включения ближнего света фар;
- клавиша переключения света фар;
- клавиша включения указателей поворота;
- замок зажигания;
- кнопка зажигания;
- дополнительный тумблер выключения зажигания;
- кнопка подачи звукового сигнала.

«Электрическая схема самостоятельного изготовления, однопроводная. Система зажигания контактная от автомобиля ВАЗ-2108. Контрольные приборы и сигнальные лампы расположены на панели приборов. Предусмотрены следующие приборы и контрольные лампы:

- спидометр с приводом от выходного вала коробки передач;
- одометр;
- тахометр электронный;
- контрольная лампа включения габаритных огней;
- контрольная лампа включения ближнего света фар;
- контрольная лампа включения дальнего света фар;
- контрольная лампа включения указателей поворота;
- контрольная лампа давления масла;
- контрольная лампа заряда аккумуляторной батареи.» [2], [17]

Во втором разделе дипломного проекта была выполнена разработка конструкции транспортного средства. Разработка производилась на основании проведенного анализа существующих конструкций трехколесных

транспортных средств. Рассмотрены различные типы и виды конструкций, производимых в различное время и имеющих различное назначение. Исходя из назначения транспортного средства, было сформулировано техническое задание на проектирование. Разработка производилась на основании технического задания (ТЗ), которое было разработано в соответствии с требованиями к ТЗ по ГОСТ, с проработкой каждого из разделов. Ответом на разработанное техническое задание явилось техническое предложение (ТП). В разработанном техническом предложении приводятся уже разработанные разрезы наиболее ответственных узлов конструкции.

Разработана структурная схема трицикла и определены конструкции основных узлов транспортного средства. С учетом специфики производимых работ выполнен подбор силовых агрегатов и выполнен подбор комплектующих. Также обоснован выбор конструкции, на основании произведенного анализа. Прототипом конструкции явилась конструкция мотоцикла Урал, тяговые и эксплуатационные характеристики которого в наибольшей степени соответствуют условиям эксплуатации проектируемого трехколесного транспортного средства. В техническом предложении выполнен подбор параметров конструкции отдельных узлов проектируемого трицикла. Произведено обоснование выбора электрической схемы и конструкции органов управления транспортным средством.

На этом основании, возможно выполнение расчетов тягово-динамических характеристик транспортного средства и расчет отдельных узлов конструкции

3 Конструкторский раздел

3.1 Тяговый расчет трехколесного транспортного средства на базе мотоцикла Урал

«Тягово-динамический расчет трицикла выполняем в соответствии с данными, полученными в результате выполнения работ в соответствии с техническим заданием.

Исходные данные:

Максимальная скорость – $V_{\max} = 120 \text{ км/ч. (33,3 м/с)}$.

Коэффициент дорожного сопротивления – $f_0 = 0,015$.

Максимальный преодолеваемый подъем: $a_{\max} = 0,34$.

Коэффициент аэродинамического сопротивления – $C_x = 0,50$.

Снаряженная масса – $m_0 = 350 \text{ кг}$.

Число мест – $n = 1$.

Число передач: - 4.

Максимальная угловая скорость коленчатого двигателя – $n_{\max} = 4400 \text{ об/мин}$.

КПД: $\eta_{\text{тр}} = 0,92$.

Площадь поперечного сечения автомобиля: $H = 1,8 \text{ м}^2$.» [4]

Результаты расчета

Определение полной массы

$$m_a = m_0 + 3 \cdot m_{\text{п}} + 3 \cdot m_{\text{б}} \quad (1)$$

где $m_{\text{п}} = 75 \text{ кг}$ (масса пассажира), $m_{\text{б}} = 180 \text{ (масса груза)}$.

$$m_a = 350 + 1 \cdot 75 + 180 = 605 \text{ (кг)}$$

Распределение массы по осям с учетом коэффициента распределения массы по осям:

для передней оси коэффициент

$$m_1 = 0,30 \cdot m = 0,30 \cdot 605 = 182 \text{ кг} \quad (2)$$

для задней оси

$$m_2 = 0,70 \cdot m = 0,70 \cdot 605 = 433 \text{ кг} \quad (3)$$

Определение радиуса качения колеса:

Принимаем шину 215/55R16, радиус качения данной шины рассчитывается по формуле:

$$r_k = 0,5 \cdot d + \lambda_z \cdot H \quad (4)$$

«где d – посадочный диаметр шины, $\lambda_z = 0,8$ – коэффициент вертикальной деформации, H – высота профиля шины.» [10], [18]

$$r_k = 0,5 \cdot 16 \cdot 0,0254 + 0,8 \cdot 0,55 \cdot 0,215 = 0,300 \text{ м}$$

Определение внешней скоростной характеристики двигателя.

Исходные данные: плотность воздуха $\rho = 1,293 \text{ кг/м}^3$.

Определим мощность потерь на дорожное сопротивление на $V_{\max}$:

$$N_{\psi} = m \cdot g \cdot f_0 \cdot (1 + (V_{\max})^2 / 2000) \cdot V_{\max} \quad (5)$$

$$N_{\psi} = 605 \cdot 9,81 \cdot 0,015 \cdot (1 + 33,32 / 2000) \cdot 33,3 = 4,6 \text{ кВт}$$

Определим мощность потерь на аэродинамическое сопротивление:

$$N_{cx} = C_x \cdot \rho \cdot F \cdot (V_{\max})^3 / 2 \quad (6)$$

$$N_{cx} = 0,5 \cdot 1,293 \cdot 1,80 \cdot 33,3^3 / 2 = 21,6 \text{ кВт.}$$

Мощность необходимая двигателю для движения автомобиля с $V_{\max}$:

$$N_v = (N_{\psi} + N_{cx})/\eta_{тр} \quad (7)$$

$$N_v = (4,6 + 21,6)/0,92 = 28,4 \text{ кВт.}$$

Для дальнейших расчетов принимается реальная мощность двигателя:

$$N_{\max} = 30,8 \text{ кВт}$$

По принятой максимальной мощности двигателя рассчитываем внешнюю скоростную характеристику двигателя, по следующим формулам:

$$N_e = N_{\max} \cdot (a \cdot \omega_e / \omega_N + b \cdot (\omega_e / \omega_N)^2 - c \cdot (\omega_e / \omega_N)^3) \quad (8)$$

«где ω_e – текущие значения угловой скорости коленчатого вала двигателя (об/мин), $\omega_e = 800; 1200; 1600 \dots 4400$;

ω_N – угловая скорость коленчатого вала при максимальной мощности (об/мин), принята на уровне 4400 об/мин;

N_e – текущее значение эффективной мощности.» [10]

Расчет текущего эффективного момента произведем по формуле:

$$M_e = N_e / \omega_e \quad (9)$$

Полученные данные сведем в таблицу 3.

Таблица 3 – Расчет эффективной мощности двигателя

Угловая скорость коленчатого вала, рад/с.	Эффективный крутящий момент, Нм.	Эффективная мощность, кВт.
84	76.8	6.4
126	80.1	10.1
168	82.3	13.8
209	83.4	17.5
251	83.4	21.0
293	82.3	24.1
335	80.1	26.8
377	76.8	28.9
419	72.4	30.3
461	66.8	30.8

«Определение передаточного числа главной передачи

Передаточное число главной передачи U_0 принимается, исходя из реальной конструкции трицикла: $U_0 = 4,125$

Определение передаточных чисел коробки передач» [10], [21]

Передаточные числа коробки передач принимаются исходя из реальной конструкции коробки передач трицикла:

$$U_1 = 3,800, U_2 = 2,118, U_3 = 1,409, U_4 = 0,964$$

В соответствии с принятыми передаточными числами произведем расчет скорости на разных передачах, по формуле:

$$V = r_k \cdot \omega_e / (U_k \cdot U_0) \quad (10)$$

Результаты сведем в таблицу 4.

Таблица 4 – Расчет скорости движения трицикла на разных передачах

Угловая скорость коленчатого вала, рад/с.	Скорость автомобиля (м/с) на передаче			
	I	II	III	IV
84	1.59	2.86	4.29	6.27
126	2.39	4.28	6.44	9.41
168	3.18	5.71	8.58	12.55
209	3.98	7.14	10.73	15.68
251	4.77	8.57	12.88	18.82
293	5.57	9.99	15.02	21.96
335	6.37	11.42	17.17	25.10
377	7.16	12.85	19.32	28.23
419	7.96	14.28	21.46	31.37
461	8.75	15.71	23.61	34.51

Тяговый и мощностной баланс

Сила сцепления ведущих колес с дорогой:

$$P_{сц} = G_{сц} \cdot \phi = 4155 \cdot 0,8 = 3,32 \text{ (КН)} \quad (11)$$

Тяговая сила на колесах определяется по формулам:

$$P_{ti} = M_e \cdot U_i \cdot U_0 \cdot \eta_{тр} / r_k \quad (12)$$

Сила аэродинамического сопротивления рассчитывается:

$$P_B = C_x \cdot \rho \cdot F \cdot V^2 / 2 \quad (13)$$

Сила сопротивления качению автомобиля рассчитывается:

$$P_f = G_a \cdot f_0 \cdot (1 + V^2 / 2000) \quad (14)$$

Суммарная сила сопротивления движению автомобиля рассчитывается:

$$P_{\Sigma} = P_B + P_f \quad (15)$$

Результаты расчетов сведем в таблицу 5:

Таблица 5 – Силы сопротивления на ведущих колесах

Угловая скорость коленчатого вала, рад/с.	Тяговая сила на ведущих колесах (КН) на передаче				Силы сопротивления на ведущих колесах (КН) на 4 передаче		
	I	II	III	IV	P _в	P _f	P _Σ
84	3719	2073	1379	943	22.9	91	114
126	3879	2162	1438	984	51.5	93	145
168	3986	2222	1478	1011	91.6	96	188
209	4040	2252	1498	1025	143.1	100	243
251	4040	2252	1498	1025	206.1	105	311
293	3986	2222	1478	1011	280.6	110	391
335	3879	2162	1438	984	366.5	117	484
377	3719	2073	1379	943	463.8	125	588
419	3504	1953	1299	889	572.6	133	705
461	3237	1804	1200	821	692.8	142	835

Мощность на колесах определяется по следующим зависимостям:

$$N_{t_i} = P_{t_i} \cdot V_a \quad (16)$$

Мощность аэродинамического сопротивления рассчитывается:

$$N_B = P_B \cdot V_a \quad (17)$$

Мощность сопротивления качению автомобиля рассчитывается:

$$N_f = P_f \cdot V_a \quad (18)$$

Суммарная мощность сопротивления движению автомобиля:

$$N_{\Sigma} = N_B + N_f \quad (19)$$

Результаты расчетов сведем в таблицу 6:

Таблица 6 - Мощности сопротивления на ведущих колесах

Угловая скорость коленчатого вала, рад/с.	Мощность на ведущих колесах (КВт) на передаче				Мощности сопротивления на ведущих колесах (КВт) на 4 передаче		
	I	II	III	IV	N _B	N _f	N _Σ
84	5.9	5.9	5.9	5.9	0.1	0.6	0.7
126	9.3	9.3	9.3	9.3	0.5	0.9	1.4
168	12.7	12.7	12.7	12.7	1.1	1.2	2.4
209	16.1	16.1	16.1	16.1	2.2	1.6	3.8
251	19.3	19.3	19.3	19.3	3.9	2.0	5.9
293	22.2	22.2	22.2	22.2	6.2	2.4	8.6
335	24.7	24.7	24.7	24.7	9.2	2.9	12.1
377	26.6	26.6	26.6	26.6	13.1	3.5	16.6
419	27.9	27.9	27.9	27.9	18.0	4.2	22.1
461	28.3	28.3	28.3	28.3	23.9	4.9	28.8

Динамическая характеристика.

Динамический фактор на соответствующей передаче определяется:

$$D_i = (P_{ti} - P_B)/G_a \quad (20)$$

Результаты расчета сведены в следующую таблицу 7.

Таблица 7 - Динамический фактор

Угловая скорость коленчатого вала, об/мин.	Динамический фактор D на передаче:			
	I	II	III	IV
84	0.626	0.348	0.231	0.155
126	0.653	0.362	0.238	0.157
168	0.671	0.371	0.242	0.155
209	0.679	0.374	0.241	0.149
251	0.678	0.372	0.236	0.138
293	0.669	0.365	0.227	0.123
335	0.650	0.351	0.213	0.104
377	0.622	0.333	0.196	0.081
419	0.584	0.309	0.174	0.053
461	0.538	0.280	0.148	0.022

Характеристика разгона

«Ускорения во время разгона определяют для случая движения автомобиля по горизонтальной дороге с твердым покрытием хорошего качества при максимальном использовании мощности двигателя и отсутствия буксования ведущих колес. Ускорения находят из выражения:» [19], [24]

$$J = (D-f) \cdot g / \delta_{вр} \quad (21)$$

«где $\delta_{вр}$ – коэффициент учета вращающихся масс двигателя, который определяется для каждой передачи в отдельности по формулам:

$$\delta_1 = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_1^2) = 1 + (0,03 + 0,03 \cdot 3,800^2) = 1,463$$

$$\delta_2 = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_2^2) = 1 + (0,03 + 0,03 \cdot 2,118^2) = 1,165$$

$$\delta_3 = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_3^2) = 1 + (0,03 + 0,03 \cdot 1,409^2) = 1,090$$

$$\delta_4 = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_4^2) = 1 + (0,03 + 0,03 \cdot 0,964^2) = 1,058» [10]$$

«Таким образом, определяем ускорения на каждой передаче, а также с целью определения времени разгона автомобиля рассчитаем значения «обратных» ускорений и сводим результаты расчетов в таблицу 8» [19]

Таблица 8 – Обратные ускорения

Угловая скорость коленчатого вала, рад/с.	Ускорение (м/с ²) на передаче:				1/J			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
84	4.10	2.81	1.94	1.30	0.24	0.36	0.52	0.77
126	4.28	2.93	2.01	1.31	0.23	0.34	0.50	0.76
168	4.40	3.00	2.04	1.29	0.23	0.33	0.49	0.78
209	4.45	3.02	2.03	1.22	0.22	0.33	0.49	0.82

Продолжение таблицы 8

Угловая скорость коленчатого вала, рад/с.	Ускорение (м/с ²) на передаче:				1/J			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
251	4.45	3.00	1.98	1.12	0.22	0.33	0.51	0.90
293	4.38	2.94	1.89	0.97	0.23	0.34	0.53	1.03
335	4.25	2.83	1.77	0.78	0.24	0.35	0.57	1.28
377	4.06	2.67	1.60	0.55	0.25	0.37	0.62	1.80
419	3.81	2.46	1.40	0.29	0.26	0.41	0.72	3.49
461	3.50	2.22	1.16	-	0.29	0.45	0.86	-

«Проведя «графическое» интегрирование значений «обратных» ускорений по приведенной ниже формуле, получаем время необходимое автомобилю для разгона в любом заданном диапазоне скоростей.» [19]

$$\Delta t = \int_{v_1}^{v_2} \frac{1}{J} dV \quad (22)$$

Результаты расчета, согласно выбранного масштаба графика, приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Динамика разгона

Диапазон скорости, м/с.	Площадь, мм ² .	Время, с.
0-5	314	1,19
0-10	629	2,45
0-15	1045	4,06
0-20	1605	7,12
0-25	2295	11,52
0-30	3465	19,3

«Аналогичным образом производится графическое интегрирование зависимости $t = f(V)$, при этом пройденный автомобилем путь определяется по формуле:» [3]

$$\Delta S = \int_{t_1}^{t_2} V dt \quad (23)$$

Таблица 10 - Пройденный автомобилем путь

Диапазон скорости, м/с.	Площадь, мм ² .	Путь, м.
0-5	78	2,8
0-10	314	11,9
0-15	831	32,2
0-20	1811	80,8
0-25	3361	168,3
0-30	6573	365

«Для получения топливно-экономической характеристики необходимо произвести расчет расхода топлива при движении автомобиля на высшей передаче по горизонтальной дороге с заданными постоянными скоростями от минимально устойчивой до максимальной. Расчет производится по формуле:

$$Q_s = k_{ск} \cdot k_{и} \cdot (N_f + N_B) \cdot g_{emin} \cdot 1,1 / (36000 \cdot \rho_T \cdot \eta_{тр}) \quad (24)$$

где $g_{emin} = 270$ (г/(кВт·ч)) – минимальный удельный расход топлива;

$\rho_T = 0,72$ (кг/л) – плотность топлива;

$k_{ск}$ – коэффициент учитывающий изменение удельного расхода топлива в зависимости от изменения угловой скорости коленчатого вала двигателя и степени используемой мощности, рассчитываемый согласно зависимости приведенной в учебном пособии.

$k_{и}$ – коэффициент учитывающий изменение удельного расхода топлива в зависимости от степени используемой мощности, рассчитываемый согласно зависимости приведенной в учебном пособии «Тяговый расчет автомобиля», и представленный в следующей таблице 11.» [19]

Таблица 11 – Расход топлива

Угловая скорость коленчатого вала, рад/с.	Скорость м/с.	$k_{ск}$	$k_{и}$	Q_s л/100км
84	6.27	1.120	2.054	3.258
126	9.41	1.061	1.967	3.756
168	12.55	1.015	1.844	4.374
209	15.68	0.981	1.692	5.027
251	18.82	0.960	1.517	5.638
293	21.96	0.951	1.327	6.148
335	25.10	0.955	1.138	6.546
377	28.23	0.971	0.978	6.958
419	31.37	1.000	0.900	7.908

Определив основных тягово-динамические параметры трехколесного транспортного средства, необходимо выполнить расчет отдельных, наиболее ответственных узлов трехколесного транспортного средства.

3.2 Прочностной расчёт тихоходной цилиндрической ступени

«Выбор материала и термообработка.

Шестерня: сталь 40Х, термообработка – улучшение, $H_1 = 269...302$ НВ (285,5).

Колесо: сталь 40Х, термообработка – улучшение, $H_2 = 235...262$ НВ (248,5).» [8]

Допускаемые напряжения определяем для шестерни и колеса отдельно:

$$[\sigma]_H = [\sigma]_{HO} \cdot Z_N, \quad (25)$$

где $[\sigma]_{HO}$ - базовое допускаемое напряжение, МПа;

Z_N - коэффициент долговечности.

$$[\sigma]_{HO} = \frac{\sigma_{H\lim} \cdot Z_R \cdot Z_V}{S_H}, \quad (26)$$

«где $\sigma_{H\lim}$ - длительный предел контактной выносливости, МПа;

Z_R - коэффициент, учитывающий шероховатость сопряжённых поверхностей;

Z_V - коэффициент, учитывающий влияние скорости;

S_H - коэффициент запаса прочности;» [8]

Шестерня:

Колесо:

$$\sigma_{H\lim_1} = 2 \cdot HB + 70 = 2 \cdot 285,50 + 70 = 641,0 \text{ МПа},$$

$$\sigma_{H\lim_2} = 2 \cdot HB + 70 = 2 \cdot 248,5 + 70 = 567,0 \text{ МПа},$$

$$Z_{R_1} = 0,95$$

$$Z_{R_2} = 0,95,$$

$$Z_{V_1} = 1$$

$$Z_{V_2} = 1,$$

$$S_{H_1} = 1,2$$

$$S_{H_2} = 1,2,$$

$$[\sigma]_{HO_1} = \frac{641,0 \cdot 0,95 \cdot 1}{1,2} = 507,46 \text{ МПа} \quad [\sigma]_{HO_2} = \frac{567,0 \cdot 0,95 \cdot 1}{1,2} = 448,88 \text{ МПа},$$

$$Z_N = \sqrt[m]{\frac{N_{HO}}{N_{HE}}} \geq 1, \quad (27)$$

«где N_{HO} - базовое число циклов нагружения;

N_{HE} - эквивалентное число циклов нагружения;

m – показатель степени кривой усталости поверхностных слоёв зубьев;

$m = 6$;» [8]

$$N_{HO} \cong (HB)^3 \leq 12 \cdot 10^7. \quad (28)$$

$$N_{HO_1} = (285,5)^3 = 2,33 \cdot 10^7 < 12 \cdot 10^7$$

$$N_{HO_2} = (248,5)^3 = 1,53 \cdot 10^7 < 12 \cdot 10^7,$$

$$Z_{N_1} = 1,2$$

$$Z_{N_2} = 1,2,$$

$$[\sigma]_{H_1} = 507,46 \cdot 1,40 = 710,44 \text{ МПа}$$

$$[\sigma]_{H_2} = 448,88 \cdot 1,40 = 628,43 \text{ МПа}$$

За расчётное допускаемое напряжение для прямозубых передач принимается меньшее из полученных $[\sigma]_{H_{расч}} = 628,43 \text{ МПа}$.

Определение допускаемых напряжений при расчёте зубьев на изгиб:

$$[\sigma]_F = [\sigma]_{FO} \cdot Y_A \cdot Y_N, \quad (29)$$

«где $[\sigma]_{FO}$ - базовое допускаемое напряжение изгиба при нереверсивной нагрузке, МПа;

Y_A - коэффициент, вводимый при двустороннем приложении нагрузки;

Y_N - коэффициент долговечности;

$Y_{A_1} = 1, Y_{A_2} = 1$ » [8]

$$[\sigma]_{FO} = \frac{\sigma_{F \lim} \cdot Y_R \cdot Y_X \cdot Y_\delta}{S_F}, \quad (30)$$

«где $\sigma_{F \lim}$ - предел выносливости, определяемый на зубьях при отнулевом цикле, МПа;

Y_R - коэффициент, учитывающий шероховатость переходной поверхности;

Y_X - коэффициент размеров;

Y_δ - коэффициент, учитывающий чувствительность материала к концентрации материала;

S_F - коэффициент запаса прочности.» [8]

$$\sigma_{F \lim_1} = 1,75 \cdot HB = 1,75 \cdot 285,50 = 499,63 \text{ МПа},$$

$$\sigma_{F \lim_2} = 1,75 \cdot HB = 1,75 \cdot 248,5 = 434,88 \text{ МПа},$$

$$Y_{R_1} = 1$$

$$Y_{R_2} = 1$$

$$Y_{X_1} = 1$$

$$Y_{X_2} = 1$$

$$Y_{\delta_1} = 1$$

$$Y_{\delta_2} = 1$$

$$s_{F_1} = 1,7$$

$$s_{F_2} = 1,7$$

$$[\sigma]_{FO_1} = \frac{499,63 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1}{1,7} = 293,90 \text{ МПа};$$

$$[\sigma]_{FO_2} = \frac{434,88 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1}{1,7} = 255,81 \text{ МПа}.$$

$$Y_N = \sqrt[m]{\frac{N_{FO}}{N_{FE}}} \geq 1, \quad (31)$$

где N_{FO} - базовое число циклов нагружения, $N_{FO} = 4 \cdot 10^6$

N_{FE} - эквивалентное число циклов нагружения;

$$[\sigma]_{F_1} = 293,90 \cdot 1 \cdot 1 = 293,90 \text{ МПа}$$

$$[\sigma]_{F_2} = 255,81 \cdot 1 \cdot 1 = 255,81 \text{ МПа}.$$

Определение межосевого расстояния:

$$a_w = K_a \cdot (U - 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{K_H \cdot T_1}{\psi_a \cdot U \cdot [\sigma]_H^2}}, \quad (32)$$

«Где a_w - межцентровое расстояние, мм;

K_a - вспомогательный коэффициент;

K_H - коэффициент нагрузки;

ψ_a - коэффициент ширины;

«-» - для внутреннего зацепления,

$K_a = 450,0$ - для прямозубых колёс,

$K_H = 1,40$ - не консольное и не симметричное расположение колёс относительно опор,

$\psi_a = 0,315...0,40$ - из улучшенных сталей (принимаем 0,6 для удачной компоновки).» [10]

$$a_w = 450,0 \cdot (2,60 - 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{1,40 \cdot 177,83}{0,60 \cdot 2,60 \cdot 638,43^2}} = 52,37 \text{ мм.}$$

«Полученное межосевое расстояние согласуют со значением из нормального ряда чисел (ближайшее): $a_w = 50,0$ мм.

Определение модуля передачи.

Для зубчатых колёс при твёрдости зубьев $\leq 350HB$:

$$m = (0,01...0,02) \cdot a_w = (0,01...0,02) \cdot 50,0 = 0,50...1,0 \text{ мм.} \quad (33)$$

Полученное значение модуля согласуют со стандартным значением (ГОСТ 9563-80): $m = 2,50$ мм (модуль менее 1,50 мм в силовых передачах не назначают).» [8]

Определение суммарного числа зубьев для прямозубых передач:

$$Z_\Sigma = \frac{2 \cdot a_w}{m} = \frac{2 \cdot 50,0}{2,50} = 40,0, \quad (34)$$

Определение числа зубьев шестерни:

$$Z_1 = \frac{Z_{\Sigma}}{U-1} = \frac{40,0}{2,60-1} = 25,0. \quad (35)$$

Назначаем $Z_1 = 25$.

Определение числа зубьев колеса.

Для внутреннего зацепления:

$$Z_2 = Z_{\Sigma} + Z_1 = 40 + 25 = 65; \quad (36)$$

$$U_{\phi} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{65,0}{25,0} = 2,60$$

Определение геометрических размеров колёс.

Делительные диаметры:

$$d_1 = \frac{m_n \cdot Z_1}{\cos \beta} = \frac{2,5 \cdot 25}{\cos 0^0} = 62,50 \text{ мм}; \quad (37)$$

$$d_2 = \frac{m_n \cdot Z_2}{\cos \beta} = \frac{2,5 \cdot 65}{\cos 0^0} = 162,50 \text{ мм}.$$

Диаметры вершин зубьев внутреннего зацепления:

$$d_{a_1} = d_1 + 2 \cdot m_n = 62,50 + 2 \cdot 2,5 = 67,50 \text{ мм}; \quad (38)$$

$$d_{a_2} = d_2 - 2 \cdot m_n = 162,50 - 2 \cdot 2,5 = 157,50 \text{ мм}.$$

Диаметры впадин зубьев внутреннего зацепления:

$$d_{f_1} = d_1 - 2,5 \cdot m_n = 62,50 - 2,5 \cdot 2,5 = 56,25 \text{ мм}; \quad (39)$$

$$d_{f_2} = 2 \cdot a_w + d_{a1} + 0,5 \cdot m_n = 2 \cdot 50,0 + 67,50 + 0,5 \cdot 2,50 = 168,75 \text{ мм}.$$

Ширина колеса:

$$b_2 = \psi_a \cdot a_w = 0,60 \cdot 50,0 = 30,0 \text{ мм, примем } 30,0 \text{ мм}. \quad (40)$$

Ширина шестерни:

$$b_1 = b_2 = 30,0 \text{ мм}. \quad (41)$$

Определение усилий в зацеплении:

$$F_t = \frac{2 \cdot T_1}{d_1} = \frac{2 \cdot 177,83}{0,0625} = 5690,56 \text{ Н}; \quad (42)$$

$$F_r = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha_w = 5690,56 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 2071,19 \text{ Н}. \quad (43)$$

Проверка зубьев колёс по напряжениям изгиба:

$$\frac{[\sigma]_{F_1}}{Y_{F_1}} \text{ и } \frac{[\sigma]_{F_2}}{Y_{F_2}},$$

$$Z_1 = 25$$

$$Z_2 = 65,$$

$$Y_{F_1} = 3,79$$

$$Y_{F_2} = 3,75,$$

$$\frac{293,90}{3,79} = 77,55 \text{ и } \frac{255,81}{3,75} = 68,22,$$

$$77,55 > 68,22.$$

Проверочный расчёт на изгиб ведём по зубчатому колесу:

$$\sigma_{F_2} = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot Y_{F_2} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{FV} \cdot T_2}{m^2 \cdot Z_2 \cdot b_2} \leq [\sigma]_{F_2}, \quad (44)$$

где σ_{F_2} - рабочее напряжение изгиба по колесу, МПа;

$K_{F\beta}$ - коэффициент концентрации нагрузки;

K_{FV} - коэффициент динамической нагрузки;

$$\psi_{bd} = \frac{b_2}{d_1} = \frac{30,0}{62,50} = 0,48, \quad (45)$$

При постоянной нагрузке, твёрдости $\leq 350HB$ и скорости $V < 15$ м/с коэффициент $K_{F\beta} = 1$.

Найдём скорость колеса:

$$V = \frac{\pi \cdot d_2 \cdot n_2}{6 \cdot 10^4} = \frac{3,14 \cdot 162,50 \cdot 721,15}{60000} = 6,13 \text{ м/с},$$

поэтому $K_{F\beta} = 1$

По скорости назначают 8 степень точности передачи и коэффициент динамичности $K_{FV} = 1,18$.

$$\sigma_{F_2} = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot 3,75 \cdot 1 \cdot 1,18 \cdot 448,71}{2,50^2 \cdot 65,0 \cdot 30,0} = 225,83 \text{ МПа}.$$

$\sigma_{F_2} = 225,83 \text{ МПа} < [\sigma]_{F_2} = 255,81 \text{ МПа}$ — прочность зубьев на изгиб обеспечена.

Проверка зубьев колёс на контактную прочность:

$$\sigma_H = K \cdot \sqrt{\frac{K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{HV} \cdot F_t \cdot (U-1)}{d_1 \cdot b_2 \cdot U}} \leq [\sigma]_H, \quad (46)$$

где σ_H - контактное напряжение, МПа;

K - вспомогательный коэффициент, $K = 428,0$ – для прямозубых передач;

$K_{H\alpha}$ - коэффициент распределения нагрузки между зубьями, $K_{H\alpha} = 1$;

$K_{H\beta}$ - коэффициент концентрации нагрузки, $K_{H\beta} = 1,03$;

K_{HV} - коэффициент динамичности нагрузки, $K_{HV} = 1,06$;

F_t - окружное усилие, $F_t = 5690,56$ Н;

d_1 - делительный диаметр шестерни, $d_1 = 62,50$ мм;

b_2 - ширина колеса, $b_2 = 300,0$ мм;

«-» - для внутреннего зацепления.

$$\sigma_H = 428,0 \cdot \sqrt{\frac{1 \cdot 1,03 \cdot 1,06 \cdot 5690,56 \cdot (2,60-1)}{62,50 \cdot 300 \cdot 2,60}} = 611,17 \text{ МПа}$$

$\sigma_H < [\sigma]_H \Rightarrow 611,17 \text{ МПа} < 638,43 \text{ МПа}$ – условие контактной прочности выполняется.

3.3 Расчет оси крепления переднего колеса

Конструкция крепления переднего колеса выполнена таким образом, чтобы ось переднего колеса испытывала нагрузки только на срез. Вследствие очень малого плеча между направляющей втулкой передней вилки и подшипниками ступицы, изгибающим моментом, действующим на ось, можно пренебречь. Схема крепления колеса представлена на рисунке 11

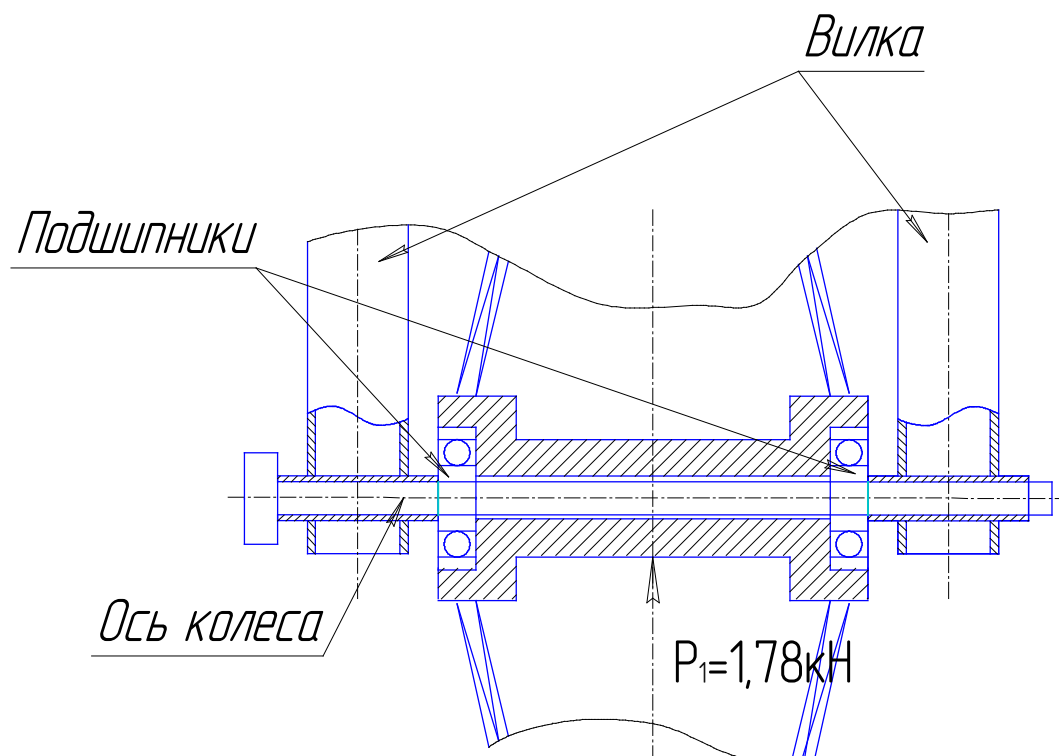


Рисунок 11 – Схема крепления переднего колеса

На переднюю ось при полной загрузке приходится:

$$m_1 = 0,3m_a = 181,5 \text{ кг}$$

Вес передней части трицикла распределяется равномерно по двум площадкам среза площадью $A_{cp} = 200\text{мм}^2$ каждая.

Напряжения, возникающие на оси равны:

$$\sigma_{cp} = \frac{P_1}{A_{cp} \cdot \kappa_{cp}} \quad (47)$$

где: σ_{cp} - напряжения среза;

P_1 – Вес, приходящийся на переднюю ось;

A_{cp} – площадь среза;

K_{cp} — количество площадок среза.

$$\sigma_{cp} = \frac{P_1}{A_{cp} \cdot K_{cp}} = \frac{1,78 \cdot 10^3}{200 \cdot 10^{-6} \cdot 2} = 4,45 \text{ МПа},$$

Следовательно, запас прочности обеспечен.

Нагрузка на транспортное средство является важным фактором, влияющим на его тяговую способность. При расчете необходимо учитывать массу транспортного средства, грузоподъемность, а также вес и расположение груза. Расчет массы транспортного средства основывался на методических указаниях и указаниях, почерпнутых из специализированной литературы, также подтвержденной практическим опытом.

Мощность двигателя, рассчитанной из массы и заданных скоростных режимов, должна быть достаточной для обеспечения необходимой тяговой способности при заданных условиях эксплуатации трехколесного транспортного средства.

Передачное число было выбрано таким образом, чтобы обеспечить оптимальное соотношение между скоростью трицикла и его тяговой способностью. При этом необходимо учитывать, что слишком высокое передаточное число может привести к перегреву двигателя, а слишком низкое — к излишнему расходу топлива. Рассчитанное передаточное число обеспечивает движение трицикла на скоростях, обозначенных в исходных данных. Расчёт динамических характеристики, приведенных в Приложении А также свидетельствует о правильности произведенных расчетов.

Расход топлива также был рассчитан для подтверждения параметров транспортного средства при выполнении тягового расчета трицикла. Он зависит от мощности двигателя, передаточного числа, нагрузки на транспортное средство и других факторов. Графики расхода топлива, в зависимости от режима работы двигателя, приведен в Приложении А и на листах графической части.

Таким образом, тяговый расчет трицикла является важным этапом проектирования и эксплуатации транспортных средств. Он позволяет определить оптимальные параметры для обеспечения высокой тяговой способности и экономической эффективности трицикла.

Выполнен расчет параметров конструкции отдельных узлов проектируемого трицикла. Произведен силовой и прочностной расчёт элементов конструкции коробки передач, как наиболее нагруженного механического агрегата. Результаты выполненной работы в виде чертежей конструкции представлены на листах графической части. В частности, на листах графической части представлены общие виды конструкции трехколесного транспортного средства и разрезы по наиболее ответственным узлам – узлам подвески трицикла, узлам генераторной установки и узлам крепления грузовой платформы к раме транспортного средства.

4 Технологический раздел дипломного проекта

4.1 Конструкция и условия работы коробки передач

«Коробка передач служит для изменения по величине и направлению передаваемого крутящего момента, длительного разъединения двигателя и трансмиссии во время стоянки или при движении по инерции, а также для движения задним ходом.

Коробки передач мотоцикла представляет собой механизм, состоящий из нескольких пар шестерен с различными передаточными отношениями, подобранными в определенной зависимости. Назначение коробки передач — изменять, величину крутящего момента на ведущем колесе мотоцикла в более широком диапазоне, чем это можно сделать, меняя обороты двигателя, и обеспечивать возможность холостой работы двигателя с включенным сцеплением при его запуске или при работе на кратковременных остановках. Благодаря изменению величины крутящего момента на ведущем колесе обеспечиваются преодоление инерции при трогании мотоцикла с места, дальнейший разгон мотоцикла и необходимая скорость движения в различных дорожных условиях, что достигается за счет изменения передаточного отношения при переключении передач. На мотоциклах устанавливается двухходовая, четырехступенчатая коробка передач модели 6204.» [30]

«Коробка передач МТ-804 состоит из механизма с четырьмя парами постоянно зацепленных зубчатых колес, предназначенного для получения четырех передач для движения вперед, механизма переключения передач, механизма включения заднего хода, механизма запуска двигателя, механизма автоматического выключения сцепления при переключении передач. Все детали коробки установлены в литом картере из силумина, рисунок 12» [15]

«Механизм переключения передач состоит из педали переключения передач с валиком переключения в сборе, кулачка-кривошипа, собачки,

диска переключения с фиксатором, двух вилок. Валик переключения передач установлен в длинной втулке, запрессованной в отверстии прилива картера коробки передач. На шлицевом конце валика внутри корпуса коробки насажен и закреплен корончатой гайкой кулачок-кривошип.

В отверстие кулачка-кривошипа вставлен штифт, один конец которого заходит в паз собачки переключения, а второй расположен между концами пружины. Пружина установлена на втулке, свободно надетой на конец валика переключения, концы пружины разведены (с предварительным закручиванием) и охватывают планку упора, который установлен на валике и закреплен с помощью болта на бобышке корпуса. Таким образом кулачок-кривошип, а вместе с ним и валик с педалью переключения фиксируются в строго определенном нейтральном положении.» [15]

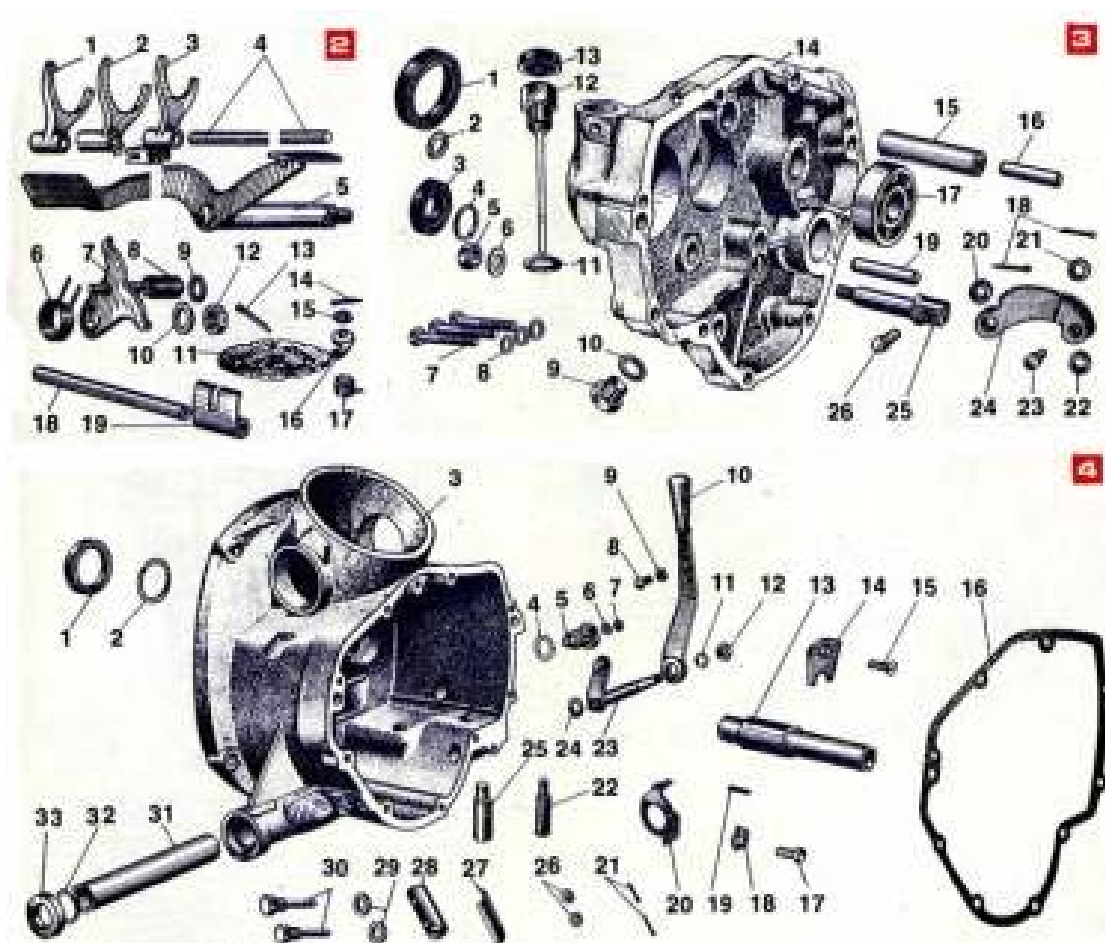


Рисунок 12 – Механизм переключения передач, крышка и картер

«К механизму включения заднего хода относятся скользящая шестерня заднего хода, установленная на шлицах вторичного вала; вилка включения заднего хода, передвигающаяся по одной оси с вилками переключения передач для движения вперед; паразитная шестерня, вращающаяся на запрессованной в крышку картера консольной оси; рукоятка включения задней передачи, находящаяся на правой стороне картера коробки передач, и рычаг вилки включения заднего хода. Задний ход включается только при основном нейтральном положении муфт включения коробки передач.» [30]

4.2 Технологический процесс установки коробки передач

«Собирать коробку рекомендуется в следующем порядке, по узлам, рисунок 12.

В крышку 14 запрессовать до упора шарикоподшипник 17 ведущего вала, ось 15 паразитной шестерни заподлицо с наружной стенкой крышки (натяг не менее 0,01 мм), установочные штифты 16 и 19 (натяг не менее 0,03 мм), заднюю втулку пускового вала (натяг не менее 0,025 мм) и сальник 3. Установить кронштейн 25, предварительно собранный с рычагом 24 и роликом 22, и закрепить его гайкой 5 с плоской шайбой. Установить в отверстие для ведомого вала сальник 1.

В ведущий вал 35 коробки передач запрессовать шпонку 36 и затем напрессовать на него до упора шестерню 34 третьей передачи. Щуп 0,05 не должен проходить между торцем напрессованной без перекоса шестерни и буртиком вала. Надеть на вал шестерню 33 четвертой передачи и ввести ее кулачки в полное зацепление с кулачками шестерни 34 третьей передачи. Напрессовать на вал шарикоподшипник 32 до упора в торец шестерни 33, надеть прокладку 31 и напрессовать на вал муфту 30, так чтобы она плотно легла на прокладку.» [30]

«Надеть на передний конец ведомого вала 14 втулку 13 до упора в шлицы, на нее — шестерню 12. Запрессовать две противоположные шпонки

15, надеть на вал муфту 11, а на нее — муфту 10, втулки 8 и на них — шестерни 9 и 7. Запрессовать оставшиеся две шпонки 15, надеть на вал муфту 6, а на нее — муфту включения 5. Напрессовать на вал втулку 4 до упора в муфту 6, надеть на втулку шестерню 3, шайбу 2 и напрессовать до упора шарикоподшипник 1. На шлицы вала надеть шестерню 16, шайбу 18 и прокладку 19. Весь набор деталей, собранных на ведомом валу, будет закреплен, когда на свободный конец его напрессуете шарикоподшипник 20.» [15]

«Все шестерни ведомого вала должны легко, без заеданий вращаться на валу (радиальный зазор 0,02—0,1 мм), муфты включения передач — свободно передвигаться по шлицам муфт ведомого вала. Убедившись в этом, можно слегка смазать все трущиеся пары маслом, которым будет заправлена коробка передач, чтобы избавить детали от сухого трения в первые минуты работы агрегата на мотоцикле.

В картер 3 запрессовать ось 25 диска переключения передач и ось 22 рычажного фиксатора. Привернуть к картеру болтом 17 упор 20 возвратной пружины кулачка-кривошипа. Привернуть к картеру двумя болтами 30 с шайбами 29 и гайками 26 резиновый буфер 28 зубчатого сектора пускового механизма с накладкой 27, Гайки необходимо зашплинтовать. Запрессовать втулку 31 и сальник 33 с пружиной 32. Запрессовать коротким концом промежуточный вал 13. Надеть на этот вал шайбу 37. шестерню 38 кулачками наружу, затем надеть шестерню 39 кулачками к шестерне 38, вторую шайбу 37 и пружину 40.» [30]

«Запрессовать в картер ось 18 и надеть на нее собачку 19. Установить в запрессованную втулку 31 и сальник 33 вал 5 переключения передач в сборе с педалями. Надеть с внутренней стороны картера возвратную пружину 6 и конец ее завести за выступающий усик упора 20. Надеть на шлицевой участок вала кулачок-кривошип 7, заведя второй конец пружины на штифт кулачка. Надеть на второй штифт кривошипа пружину 8 и кольцо 10. Конец штифта кривошипа завести в паз собачки переключения. На резьбовой конец

вала переключения надеть шайбу 9 и затянуть все это гайкой 12, которую законтрить шплинтом 13.

Установить в картер рычаг 23 включения передачи заднего хода. Установить на ось диск переключения 11 предварительно закрепив на нем пружину 17 фиксатора диска переключения передач. установить на ось 22 рычажный фиксатор 16 один конец пружины 17 упереть в стенку картера, а второй — завести на фиксатор. Надеть на ось 22 шайбу 15, вставить в отверстие оси шплинт 14 и развести его концы.» [15]

«Теперь можно перейти к общей сборке коробки передач.

Запрессовать в картер собранные ранее ведущий и ведомый валы. Завести в пазы муфт, переключающих ведомый вал, вилки 1 и 2 переключения передач и в паз шестерни 16 вилку 3 включения заднего хода.

Завести в отверстия вилок переключения валик 4 и установить его в соответствующее отверстие картера. Завести штифты вилок 1 и 2 переключения передач в пазы диска переключения, а штифт рычага включения заднего хода завести в паз вилки 3. Привернуть к картеру упор 14 паразитной шестерни винтом 15, Завернуть контакт датчика с пробкой 5.

Установить собранную крышку коробки передач на валы, предварительно промазав каким-нибудь герметизирующим составом их плоскости и прокладку. Легкими ударами молотка (не стального) посадить крышку до соприкосновения плоскостей и затянуть крест-накрест девять стяжных болтов 7 с надетыми на них шайбами 8.

В собранной коробке валы и шестерни должны легко вращаться от руки без заеданий.

Напрессовать ведущую шестерню 24 привода спидометра на хвостовик диска 25 упругой муфты. Легкими ударами молотка напрессовать диск упругой муфты в сборе на ведомый вал, таким образом чтобы отверстие под шплинт находилось между пальцами диска. Поставить шайбу 26, затянуть до отказа гайку 27 и зашплинтовать ее.» [30]

«Вставить ведомую шестерню 23 вала спидометра в отверстие картера, предварительно смазав солидолом ее нижний конец, вставить втулку 22 и через выточку на ней ввернуть болт 21.

Для заводки возвратной пружины сектора пускового вала необходимо повернуть переднюю втулку 42 на 180° против часовой стрелки и закрепить ее двумя винтами.

Установить рычаг 52 на выступающий конец вала пускового механизма и закрепить его клиновым болтом 50. Установить механизм выключения сцепления и завернуть сливную пробку 9 с шайбой 10 и сапун 13 в сборе со щупом 12.

После установки коробки передач на мотоцикл не забудьте залить в нее масло.» [15]

4.3 Расчет технологической операции сборки коробки передач

В качестве взятой на проработку в технологическом разделе дипломного проекта сборочной единицы, принимаем изделие «Коробка передач». Исходными данными для проработки технологического процесса сборки будут являться следующие документы и данные:

- рабочая конструкторская документация изделия, полученная при его конструкторской проработке;
- данные о годовом объеме сборки изделий, принятом в количестве $N = 300$ шт.

«В условиях единичного производства при использовании принципов индивидуальной сборки к конструкции изделия предъявляются дополнительные требования:» [32]

- обеспечение расчленения его на отдельные узлы и сборочные единицы, сборка которых может иметь примерно одинаковые по длительности и по возможности однородные по технологическому содержанию этапы;

– обеспечение свободного инструментального доступа к деталям узла.

Разработку технологической схемы сборки ведем на основе сборочной схемы устройства. Определяем последовательность сборки коробки передач и разбиваем сборку на узловую и общую. Технологическая схема сборки показана на чертеже «Технологическая схема сборки коробки передач»

Составление перечня сборочных работ

Перечень сборочных работ составляем на основе технологической схемы сборки. Перечень сборочных работ показан в таблице 12.

Таблица 12 - Перечень сборочных работ

№ операции	Операция	Содержание операций, переходов	Приспособление оборудование, инструмент	Время (мин.) Т _{шт}
1. Узловая сборка картера				
005	Сборка картера	1. В крышку коробки запрессовать до упора шарикоподшипник ведущего вала 2. Установить ось паразитной шестерни заподлицо с наружной стенкой крышки 3. Установить кронштейн, предварительно собранный с рычагом и роликом 4. Закрепить кронштейн гайкой с плоской шайбой 5. Установить в отверстие для ведомого вала сальник 6. Переместить сборочную единицу на следующую позицию	Стенд сборочный Пресс 5т настольный Ключ гаечный 13	7,95
2. Узловая сборка валов				

Продолжение таблицы 12

№ операции	Операция	Содержание операций, переходов	Приспособление оборудование инструмент	Время (мин.) Тшт
010	Сборка ведущего вала	1. В ведущий вал коробки передач запрессовать шпонку 2. Напрессовать на ведущий вал до упора шестерню третьей передачи 3. Надеть на вал шестерню четвертой передачи и ввести ее кулачки в полное зацепление с кулачками шестерни третьей передачи 4. Напрессовать на вал шарикоподшипник до упора в торец шестерни 5. Надеть прокладку и напрессовать на вал муфту, так чтобы она плотно легла на прокладку 6. Переместить сборочную единицу на следующую позицию	Стенд сборочный Пресс 5т настольный	7,85
015	Сборка ведомого вала	1. Надеть на передний конец ведомого вала втулку до упора в шлицы 2. Запрессовать две противоположные шпонки 3. Надеть на вал муфту 4. Надеть на вал муфту, а на нее - муфту включения 5. Напрессовать на вал втулку до упора в муфту 6. На шлицы вала надеть шестерню, шайбу и прокладку 7. Напрессовать шарикоподшипник на конец вала	Стенд сборочный Пресс 5т настольный	8,87

Продолжение таблицы 12

№ операции	Операция	Содержание операций, переходов	Приспособление оборудование инструмент	Время (мин.) Тшт
3. Узловая сборка картерной крышки				
020	Сборка картера	1. В картер запрессовать ось диска переключения передач и ось рычажного фиксатор 2. Привернуть к картеру болтом упор возвратной пружины кулачка-кривошипа 3. Привернуть к картеру двумя болтами с шайбами и гайками резиновый буфер зубчатого сектора 4. Запрессовать втулку и сальник с пружиной 5. Запрессовать коротким концом промежуточный вал 6. Надеть на этот вал шайбу шестерню кулачками наружу, затем надеть шестерню кулачками к шестерне, вторую шайбу и пружину 7. Установить в картер рычаг включения передачи заднего хода 8. Надеть на ось шайбу, вставить в отверстие оси шплинт и развести его концы	Стенд сборочный Пресс 5т настольный Ключ гаечный 13 Ключ гаечный 10	10,05
4. Общая сборка коробки передач				
025	Сборка коробки передач	1. Запрессовать в картер собранные ранее ведущий и ведомый валы 2. Завести в отверстия вилок переключения валик и установить его в соответствующее отверстие картера 3. Привернуть к картеру упор 14 паразитной шестерни винтом 4. Завернуть контакт датчика с пробкой 5. Установить собранную крышку коробки передач на валы 6. Легкими ударами молотка посадить крышку до соприкосновения плоскостей и затянуть крест-накрест девять стяжных болтов с надетыми на них шайбами	Стенд сборочный Пресс 5т настольный Ключ гаечный 13 Ключ гаечный 10	10,25
5. Монтаж навесных деталей				
	Сборка коробки и навесных деталей	1. Напрессовать ведущую шестерню привода спидометра на хвостовик диска 2. Поставить шайбу, затянуть до отказа гайку и зашплинтовать ее 3. Вставить ведомую шестерню вала спидометра в отверстие картера	Стенд сборочный настольный Ключ гаечный 10	8,25

«Техническое нормирование слесарно-сборочных работ, определение типа производства и формы организации технологического процесса сборки

Нормы времени на переходы операций сборки определяем по приложениям. Суммируем нормы времени на каждый вспомогательный и технологический переход операции и заносим в таблицу 4.1.

Общее оперативное время на все виды работ при сборке изделия:» [22]

$$t_{\text{опобщ}} = \Sigma t_{\text{оп}} = 53,22 \text{ мин.} \quad (48)$$

Суммарная трудоемкость сборки:

$$t_{\text{штобщ}} = t_{\text{опобщ}} + t_{\text{опобщ}} (\alpha/100 + \beta/100), \quad (49)$$

где α – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места, принимаем $\alpha = 3 \%$;

β – часть оперативного времени на перерывы для отдыха, принимаем $\beta = 5 \%$.

$$t_{\text{штобщ}} = 53,22 + 53,22 \cdot (3/100 + 5/100) = 57,48 \text{ мин.}$$

Определение типа производства

По таблице 12 определяем тип производства при годовом объеме выпуска $N = 300$ шт. и $t_{\text{штобщ}} = 57,48$ мин. – производство мелкосерийное.

«Для мелкосерийного производства такт выпуска определяем по формуле:

$$T_v = F_d \cdot 60 \cdot m / N, \quad (50)$$

где F_d – действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования в одну смену, принимаем $F_d = 2030$ час.;

m – количество рабочих смен в сутки, принимаем $m = 1$;

N – годовой объем выпуска.» [32]

$$T_{\text{в}} = 2030 \cdot 60 \cdot 1 / 300 = 406 \text{ мин.}$$

Результатом технологического раздела явилось формирование технологической карты выполнения работ по сборке коробки передач. Работы производятся на специализированном стенде, расположенном на участке сборки.

Особенностью проведенных работ является то, что сборочные работы производятся с использованием специальных устройств и приспособлений, что позволяет производить сборку, обеспечив требуемое качество и точность сборочных работ.

Также в разделе выполнен расчет оперативного времени и такта производства. Расчет основывался на сформированной технологической карте, а также исходя из типа производства, определенного как единичное.

5 Охрана труда и безопасность жизнедеятельности на участке сборки объекта дипломного проектирования

5.1 Характеристика участка сборки

Согласно полученному заданию при выполнении дипломного проекта, выполнена разработка сложного технического устройства – стенда диагностирования генераторов и стартеров. Как любое техническое устройство, оно должно производиться на специализированном сборочном участке обученным персоналом при соблюдении норм и требований безопасности труда.

В рамках раздела нами исследуется сборочный участок, на котором осуществляется технологический процесс сборки стенда диагностирования генераторов и стартеров. Сборочный участок является основным местом осуществления технологической операции сборки и относится к мелкосерийному производству. В первую очередь это означает, что данный участок, являясь частью опытно-промышленного производства, не ориентирован на специализированные работы, а занят в широком спектре выполняемых производственных функций. Оборудование, которое находится на участке – универсальное. Оборудование группируется по своему функционалу – сварочное, металлорежущее, шлифовальное и т.п.

Зоны выполнения работ, связанных с избыточным тепловыделением, выделением продуктов горения или ультрафиолетового излучения, таких как сварка на стапеле, зона термической обработки металла отделяются от основного помещения защитными экранами и оснащаются вытяжкой. Те же ограждения применяются для групп оборудования, чья работа связана с повышенным шумом, например абразивно-режущие станки.

Половое покрытие на всем участке выполнено из каучуковой плитки. Термические зоны имеют половое покрытие из наливного термостойкого полимера.

Освещение участка – естественное. Участок имеет ленточное остекление, которое выступает в качестве источника света. Искусственное освещение на участке выполнено светодиодными панелями нейтрального белого света. Дополнительное освещение на рабочих местах, которые требуют наличия света, выполнено светодиодными источниками точечного света.

Электрическое питание осуществляется промышленной сетью трехфазного тока. Заземление сети типа TS-C. Оборудование, требующее питания напряжением 380 (400) В запитывается от трехфазной сети. Подвод питания производится кабелем КГ, размещение кабеля в открытом лотке, подвод от лотка в гофро-рукаве. Каждое оборудование запитывается от электрошита собственной линией, защищенной автоматическим выключателем, номинала соответствующего мощности оборудования. Оборудование, требующее напряжения 220 (240) В запитывается от фаз вводной сети, распределение производится по трем фазам сообразно мощности однофазного оборудования. Освещение участка также осуществляется однофазной сетью 220 (240) В.

Вентиляция на участке осуществляется естественным приточно-вытяжным способом. Циркуляция воздуха производится через вентиляционные короба, выполненные из оцинкованного стального листа. Подвод воздуха осуществляется через вентиляционные дефлекторы. Принудительная вытяжка на участках с избыточным выделением тепла и продуктов горения производится также посредством вентиляционных коробов, в качестве вентиляторов применяются роторные вентиляторы с диаметром воздуховода 250 мм.

Для выполнения задания, в рамках раздела по безопасности объекта дипломного проекта, требуется разработать рекомендации по обеспечению безопасности на сборочном участке. Для этого необходимо выявить опасные и вредные производственные факторы, присутствующие на участке.

Выявление комплекса опасных и вредных производственных факторов позволит разработать рекомендации по их нейтрализации.

5.2 Профессиональные риски, характерные для участка

Весь комплекс профессиональных рисков имеет строгую классификацию, принятую в справочной литературе и стандартах. Приведем ряд цитат из стандарта ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация», которые относятся непосредственно к рассматриваемому сборочному участку.

«Вредные производственные факторы по воздействию на организм работающего человека, на участке можно отметить:

- факторы, приводящие к хроническим заболеваниям, в том числе усугубляющие уже имеющиеся заболевания, за счет длительного относительно низкоинтенсивного воздействия;
- факторы, приводящие к острым заболеваниям (отравлениям, поражениям) или травмам за счет кратковременного относительно высокоинтенсивного воздействия» [12]

«Опасные производственные факторы по воздействию на организм работающего человека, на участке можно отметить:

- факторы, приводящие к смертельным травмам (летальному исходу, смерти);
- факторы, приводящие к несмертельным травмам.

Опасные и вредные производственные факторы по характеру своего происхождения, на участке можно отметить:

- факторы, порождаемые физическими свойствами и характеристиками состояния материальных объектов производственной среды;
- факторы, порождаемые химическими и физико-химическими свойствами используемых или находящихся в рабочей зоне веществ и

материалов;

- факторы, порождаемые социально-экономическими и организационно-управленческими условиями осуществления трудовой деятельности (плохая организация работ, низкая культура безопасности и т.п.);

- факторы, порождаемые психическими и физиологическими свойствами и особенностями человеческого организма и личности работающего (плохое самочувствие работника, нахождение работника в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения или абсисстенции, потеря концентрации внимания работниками и т.п.).» [23]

«Опасные и вредные производственные факторы по характеру их изменения во времени подразделяют, на участке можно отметить:

- на постоянные, в том числе квазипостоянные;
- переменные, в том числе периодические;
- импульсные, в том числе регулярные и случайные.» [23]

«Опасные и вредные производственные факторы по характеру их действия во времени подразделяют:

- на постоянно действующие;
- периодически действующие, в том числе интермиттирующие;
- аперiodически действующие, в том числе стохастические.

Опасные и вредные производственные факторы по непосредственности своего воздействия подразделяют:

- на непосредственно воздействующие на организм занятого трудом человека;
- опосредованно воздействующие на организм занятого трудом человека через другие порождаемые ими и непосредственно воздействующие на организм занятого трудом человека факторы.

Опасные и вредные производственные факторы производственной среды по источнику своего происхождения подразделяют:

- на природные (включая климатические и погодные условия на рабочем месте);
- технико-технологические;
- эргономические (то есть связанные с физиологией организма человека).

Опасные и вредные производственные факторы производственной среды по природе их воздействия на организм работающего человека подразделяют:

- на факторы, воздействие которых носит физическую природу;
- факторы, воздействие которых носит химическую природу;
- факторы, воздействие которых носит биологическую природу.»

[12]

«Опасные и вредные производственные факторы, обладающие свойствами физического воздействия на организм работающего человека, подразделяют на следующие типичные группы:

- опасные и вредные производственные факторы, связанные с силами и энергией механического движения, в том числе в поле тяжести:
- действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение работающего, стоящего на опорной поверхности, на эту же опорную поверхность;
- действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение работающего с высоты;
- неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним, а также жала насекомых, зубы, когти, шипы и иные части тела живых организмов, используемые ими для защиты или нападения, включая укусы;
- опасные и вредные производственные факторы, связанные с

механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризуемые повышенным уровнем общей вибрации; повышенным уровнем локальной вибрации;

- опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризуемые повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума; повышенным уровнем инфразвуковых колебаний (инфразвука);

- отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения;

- отсутствие или недостатки необходимого искусственного освещения;

- повышенная яркость света;

- пониженная световая и цветовая контрастность;

- прямая и отраженная блескость;

- повышенная пульсация светового потока» [12]

«Опасные и вредные производственные факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия на организм человека, подразделяют:

- на физические перегрузки, связанные с тяжестью трудового процесса;

- нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса.

Физические перегрузки подразделяют:

- на статические, связанные с рабочей позой;

- динамические нагрузки, связанные с массой поднимаемого и перемещаемого вручную груза;

- динамические нагрузки, связанные с повторением стереотипных рабочих движений.

Физические перегрузки организма работающего, связанные с тяжестью трудового процесса, в целях оценки условий труда, разработки и принятия мероприятий по их улучшению характеризуются такими показателями, как:» [12]

- физическая динамическая нагрузка;
- масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную;
- стереотипные рабочие движения;
- статическая нагрузка;
- рабочая поза;
- наклоны корпуса тела работника;
- перемещение в пространстве.

«Нервно-психические перегрузки подразделяют:

- монотонность труда, вызывающая монотонию;
- эмоциональные перегрузки.» [23]

Характерные для рассматриваемого сборочного участка профессиональные риски являются общими для большинства промышленных предприятий отрасли автомобилестроения. Следовательно, нейтрализация этих факторов возможна при условии применения СИЗ, применяемых на предприятиях промышленного производства. Рекомендации по применению СИЗ в соответствии с фактором опасности приведены в таблице 1.

5.3 Разработка мероприятий по снижению воздействия профессиональных рисков на работающих

«Для предотвращения угроз профессиональной безопасности при управлении профессиональными рисками необходимо применять ко всем видам деятельности, связанными с опасностями, средства оперативного

контроля. В качестве примеров выбора дополнительных мер управления профессиональными рисками можно рассмотреть:

- модификацию конструкции, позволяющую ликвидировать опасность, например, использование механических подъемных устройств для исключения профессионального риска, связанного с ручными подъемными операциями;

- замену опасного материала на менее опасный или уменьшение энергии системы (например, снижение усилий, силы тока, давления, температуры и т.п.);

- средства коллективной защиты: сигнализации, предупредительные надписи и знаки безопасности, маркировка пешеходных дорожек и т.д.;

- административные меры управления: процедуры обеспечения безопасности, проверки оборудования, контроль доступа, системы обеспечения безопасности работы, инструктажи по охране труда и т.д.;

- обеспечение работника дополнительными средствами индивидуальной защиты: очки защитные, средства защиты органов слуха, щитки защитные лицевые, респираторы, перчатки и т.д.» [23]

«Для обеспечения эффективной работы по идентификации опасностей и оценки профессиональными рисками, а также использования процессов обмена информацией и консультаций, заведующий обеспечивает:

- обмен информацией и консультирование в отношении рисков для безопасных условий труда и здоровья между различными уровнями, а также с работниками сторонних организаций;

- документирование соответствующих обращений внешних заинтересованных сторон, а также ответа на них.» [12]

Методы и средства снижения профессиональных рисков, типичных для сборочного участка, сводятся в таблицу 13.

Таблица 13 – Методы и средства снижения профессиональных рисков

Вид выявленного вредного производственного фактора	Методы и средства снижения или устранения вредного производственного фактора	Используемые СИЗ
Факторы, приводящие к заболеваниям	Применение средств индивидуальной защиты, изолирующих от негативного воздействия окружающей среды	Использование спецодежды Использование средств защиты органов зрения и органов дыхания
Вид выявленного вредного производственного фактора	Методы и средства снижения или устранения вредного производственного фактора	Используемые СИЗ
«Факторы, порождаемые физическими свойствами и характеристиками состояния материальных объектов производственной среды;» [12]	Применение средств коллективной защиты (нанесение предупреждающих надписей, информационных табличек, меток и т.д.) Модификация конструкции с целью снижения рисков	Применение низковольтных ламп в сетях освещения Использование спецодежды
«Факторы, порождаемые химическими и физико-химическими свойствами используемых или находящихся в рабочей зоне веществ и материалов;» [12]	Применение средств индивидуальной защиты, изолирующих от негативного воздействия окружающей среды	Использование спецодежды Использование средств защиты органов зрения и органов дыхания
«Факторы, порождаемые социально-экономическими и организационно-управленческими условиями осуществления трудовой деятельности» [12]	Административные меры обеспечения безопасности труда Разработка рациональных режимов труда и отдыха Материальная компенсация вредных условий труда	Не предусмотрено
«Факторы, порождаемые психическими и физиологическими свойствами и особенностями человеческого организма и личности работающего» [12]	Административные меры обеспечения безопасности труда Разработка рациональных режимов труда и отдыха Материальная компенсация вредных условий труда Обеспечение смены рода деятельности в течении дня	Не предусмотрено

Продолжение таблицы 13

Вид выявленного вредного производственного фактора	Методы и средства снижения или устранения вредного производственного фактора	Используемые СИЗ
«Опасные и вредные производственные факторы, связанные с силами и энергией механического движения» [12]	Применение средств индивидуальной защиты, изолирующих от негативного воздействия окружающей среды	Защитные и вибропоглощающие перчатки, нарукавники. Наколенники и налокотники.
«Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования)» [12]	Применение средств индивидуальной защиты, изолирующих от негативного воздействия окружающей среды Административные меры обеспечения безопасности труда	Защитные перчатки, нарукавники. Наколенники и налокотники. Проведение инструктажа по правилам ТБ на производстве
Вид выявленного вредного производственного фактора	Методы и средства снижения или устранения вредного производственного фактора	Используемые СИЗ
«Опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей» [12]	«Применение средств индивидуальной защиты, изолирующих от негативного воздействия окружающей среды Административные меры обеспечения безопасности труда» [12]	Защитные и вибропоглощающие перчатки, нарукавники. Наколенники и налокотники.
Отсутствие или недостаток необходимого освещения	«Обеспечение индивидуальных средств освещения рабочего места Разработка и прокладка осветительных сетей» [12]	Индивидуальные переносные фонари и осветительные лампы
«Физические перегрузки, связанные с тяжестью трудового процесса;» [12]	«Административные меры обеспечения безопасности труда Механизация работ Внедрение в рабочий процесс машин и механизмов, заменяющих ручной труд» [12]	Проведение инструктажа по правилам ТБ на производстве

Продолжение таблицы 13

Вид выявленного вредного производственного фактора	Методы и средства снижения или устранения вредного производственного фактора	Используемые СИЗ
«Нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса» [12]	Административные меры обеспечения безопасности труда Разработка рациональных режимов труда и отдыха Материальная компенсация вредных условий труда Обеспечение смены рода деятельности в течении дня	Не предусмотрено

«Основным организационно-техническим мероприятием по снижению воздействия профессиональных рисков будет являться применение средств индивидуальной защиты (СИЗ). Несмотря на то, что СИЗ способны в значительной степени компенсировать воздействие профессиональных рисков, наибольший эффект в сфере охраны труда может быть достигнут при комбинировании применения СИЗ и мероприятий административного характера, направленных на стимулирование работающих к более внимательному отношению к тем профессиональным рискам, которые присутствуют на участке.» [23]

5.4 Пожарная безопасность и противопожарные мероприятия на участке

Одной из основных технологических операций на сборочном участке будет являться сварка, которая может производиться как посредством электродуговой сварки, так и при помощи газовой сварки. Для данного вида технологической операции характерна высокая температура и образование искр, капель расплавленного металла и продуктов горения. В совокупности все это создает источник повышенной пожарной опасности, поскольку также на участке неизбежно присутствуют горючие и легковоспламеняющиеся

вещества. Все это в совокупности делает пожарную опасность наиболее значимым фактором в обеспечении безопасности труда на участке. Для нейтрализации фактора пожарной опасности требуется разработка комплекса мероприятий по обеспечению мер пожарной безопасности на сборочном участке.

В таблице 14 приводятся факторы пожарной опасности и выполнена их классификация в соответствии с Федеральным законом от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 14.07.2022) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности". Приведены факторы, наиболее характерные для сборочного участка рассматриваемого предприятия.

Таблица 14 – Классификация факторов пожарной опасности объекта дипломного проектирования (сборочного участка)

Класс пожара	Источник пожарной опасности	Опасные факторы пожара	Способ тушения
«А – горение твердых веществ A1 – горение твердых материалов, сопровождаемое тлением A2 – горение твердых материалов, не сопровождаемое тлением» [12]	«горючие твердые вещества, ветошь и обтирочный материал искры от режущего абразивного инструмента, открытое пламя газовых горелок, электрическая дуга, искры» [12]	«Задымление помещения, высокая температура открытого пламени, низкая концентрация кислорода, выброс токсических веществ продуктов горения» [12]	«Все виды огнетушащих веществ: вода, пена, порошки, хладоны» [12]
«В – горение жидких веществ B2 – горение неполярных горючих и легковоспламеняющихся жидкостей и плавящихся при нагреве веществ» [12]	«топливо, мазут, консистентные смазки и технические жидкости» [12]	«Задымление помещения, высокая температура открытого пламени, низкая концентрация кислорода, выброс токсических веществ продуктов горения, объемное горение, взрыв» [12]	«пена; тонкораспыленная вода; хладоны; огнетушащие порошки общего назначения; аэрозольное пожаротушение и инертные разбавители: N₂, CO₂, и т.п.» [12]

Продолжение таблицы 14

Класс пожара	Источник пожарной опасности	Опасные факторы пожара	Способ тушения
«С - горение газообразных горючих веществ» [12]	сварочные газы, метан	«Высокая температура открытого пламени, низкая концентрация кислорода, выброс токсических веществ продуктов горения, объёмное горение, взрыв» [12]	«объёмное тушение и флегматизация газовыми составами; огнетушащие порошки общего назначения; пены, вода (для охлаждения оборудования)» [12]

«Для обеспечения пожарной безопасности на участке, требуется принятие противопожарных мероприятий, имеющих как организационный, так и инженерный характер. К таковым мероприятиям на участке сборки будут относиться:

- разработка комплекса норм и правил по обращению с горючими веществами и правил поведения персонала при проведении огневых работ и работ, связанных с горючими материалами;
- проведение регулярного инструктажа работников, с целью доведения информации о правилах проведения работ, связанных с горючими материалами и соблюдения норм пожарной безопасности;
- организация внутрипроизводственной пожарной охраны, осуществляющей функции надзора за соблюдением норм и правил по обращению с горючими веществами, а также норм и правил соблюдения противопожарной безопасности;
- оснащение участка средствами наблюдения и сигнализации за пожарной ситуацией, проведение инструктажа персонала о поведении в случае срабатывания пожарной сигнализации;
- оснащение участков средствами первичного пожаротушения в соответствии с классом возможного пожара.» [23]

Разработанные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности должны дополняться средствами пожарного оповещения и средствами первичного пожаротушения. Для каждой из рабочих зон участка необходимо проектирование системы оповещения персонала, а также разработка плана эвакуации в случае возникновения чрезвычайной ситуации и плана размещения информационных табличек и извещателей.

5.5 Мероприятия по обеспечению экологической безопасности участка

Рассматриваемый в рамках дипломного проектирования сборочный участок не является субъектом промышленного производства, чья деятельность представляет опасность для окружающей среды. Но отходы, которые образуются в процессе сборки стенда диагностирования генераторов и стартеров, могут представлять определенную угрозу для окружающей среды и людей, при условиях неправильной их утилизации или при неправильной организации складирования отходов производства. Для сборочного производства в целом характерным является определенный набор факторов общего характера, представляющих угрозу безопасности окружающей среды:

- обрезки резинового листового материала, а также листовых материалов, имеющих длительный срок разложения;
- смывы с рук рабочих, содержащие остатки ГСМ и остатки растворителей;
- пыль металлическая и абразивная, которая образуется при пилении и разделке материалов;
- обтирочный материал, применяемый для удаления загрязнений.

«В качестве мероприятий, обеспечивающих требования экологической безопасности, приняты следующие:

- утилизация отходов в соответствии с классами опасности;

- раздельный сбор металлических и неметаллических отходов, сортировка мусора на участке;
- очистка сточных вод перед сливом их в канализационный коллектор от остатков ГСМ и растворителей;
- соблюдение требований, предъявляемых к размещению, строительству и эксплуатации потенциально опасных объектов, а также к осуществлению потенциально опасной деятельности» [23]

В процессе анализа опасных и вредных производственных факторов были выявлены наиболее характерные для рассматриваемого в рамках дипломного проекта участка сборки. Выявленные факторы позволили сформировать комплекс мероприятий организационного характера, направленных на их нейтрализацию или снижения уровня воздействия на рабочих. Также для снижения уровня воздействия ряда опасных и вредных производственных факторов были подобраны средства индивидуальной защиты рабочих. Определены факторы пожарной опасности на участке, в соответствии с Федеральным законом от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 14.07.2022) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности". Приведены факторы, наиболее характерные для сборочного участка рассматриваемого предприятия. Разработаны мероприятия по снижению уровня пожарной опасности организационного и технического характера. Произведено выявление факторов воздействия сборочного участка на окружающую среду. Предложены мероприятия организационного характера, направленные на снижение воздействия деятельности предприятия, среди которых такие, как внедрение раздельного сбора отходов, применение систем очистки сточных вод, учет внешних факторов при организации и планирования участка. На основании проведенного анализа факторов и комплекса предложенных мероприятий можно сделать вывод о выполнении задания в рамках раздела по безопасности жизнедеятельности и охраны труда на участке.

6 Расчет показателей экономической эффективности дипломного проекта

6.1 Характеристика объекта анализа экономической эффективности

В экономическом разделе дипломного проекта производится анализ деятельности сборочного участка и рассчитывается стоимость нормо-часа работы данного участка. Выбор обусловлен тем, что расчёт самой конструкции транспортного средства в рамках производимой разработки является объёмным и сложным, по своим параметрам, значительно выходящим за границы, обозначенные в рамках дипломного проектирования. Вместе с тем, расчет себестоимости нормо-часа сборочного участка позволит оценить стоимость произведенного изделия, поскольку сборочные работы составляют наиболее значительную часть полной себестоимости изделия.

Сборочное производство предназначено для проведения работ по окончательной сборке изделия с последующей передачей их на товарный склад готовой продукции. Сборочный цех расположен в отдельном помещении, оснащенном необходимым оборудованием для проведения сборочно-монтажных работ, включая подъёмно-транспортное оборудование. Поскольку сборка изделия, разрабатываемого в рамках дипломного проекта, относится к изделиям опытно-промышленного назначения, участок предполагает проведение сборки единичного или мелкосерийного производства продукции. В первую очередь это означает, что данный участок, являясь частью опытно-промышленного производства, не ориентирован на специализированные работы, а занят в широком спектре выполняемых производственных функций. Оборудование, которое находится на участке – универсальное. Оборудование группируется по своему функционалу – сварочное, металлорежущее, шлифовальное и т.п.

Освещение участка – естественное. Участок имеет ленточное остекление, которое выступает в качестве источника света. Искусственное освещение на участке выполнено светодиодными панелями нейтрального белого света. Дополнительное освещение на рабочих местах, которые требуют наличия света, выполнено светодиодными источниками точечного света.

Электрическое питание осуществляется промышленной сетью трехфазного тока. Заземление сети типа TS-C. Оборудование, требующее питания напряжением 380 (400) В запитывается от трехфазной сети. Подвод питания производится кабелем КГ, размещение кабеля в открытом лотке, подвод от лотка в гофро-рукаве. Каждое оборудование запитывается от электрошита собственной линией, защищенной автоматическим выключателем, номинала соответствующего мощности оборудования. Оборудование, требующее напряжения 220 (240) В запитывается от фаз вводной сети, распределение производится по трем фазам сообразно мощности однофазного оборудования. Освещение участка также осуществляется однофазной сетью 220 (240) В.

На участке работает персонал, имеющий квалификацию слесаря-сборщика. Поскольку на участке сборка производится по циклу единичного и мелкосерийного производства, требуется наличие слесарей высокой квалификации, способных выполнять работы различного спектра. В соответствии с этими требованиями, квалификация слесарей – V или VI разряда.

Исходя из приведенных исходных данных, необходимо выполнить расчет себестоимости нормо-часа работы сборочного цеха.

5.2 Расчет себестоимости нормо-часа работ сборочного участка

Расчет себестоимости нормо-часа работ производится исходя из размещенного на участке оборудования. Амортизационные отчисления на

оборудование, размещенное на участке сборки являются неотъемлемой частью расчета себестоимости нормо-часа работы участка. Перечень оборудования участка приведен в таблице 15.

Таблица 15 – Расчет амортизационных отчислений на оборудование участка

Наименование оборудования	Марка	Стоимость, руб	Кол-во	Норма отчислений %	Отчисления, руб
Подъемник двухстоечный электромеханический	ЭМП-2500	350 000,00	3	14,30	150 150,00
Транспортировочная тележка	Реммаш	25 500,00	1	11,00	2 805,00
Стапель сборочный	самоизг.	600 000,00	2	6,30	75 600,00
Кран-балка	ЭК-1000	50 000,00	1	14,30	7 150,00
Стол сварочный	ЭЛПром	112 000,00	1	3,20	3 584,00
Аппарат сварочный TIG	Сварог-2100	210 000,00	1	16,00	33 600,00
Станок вертикально-сверлильный	К-310	42 000,00	1	14,30	6 006,00
Станок токарный	16К20	1 400 000,00	1	8,20	114 800,00
Станок фрезерный	Jet JMD-26X2	1 900 000,00	1	8,20	155 800,00
Кран-тележка передвижной	КС-1500	60 000,00	1	14,30	8 580,00
Стеллаж	б/н	12 000,00	6	3,20	2 304,00
Верстак слесарный	б/н	25 000,00	6	3,20	4 800,00
Тумба инструментальная	ТМ-600	32 000,00	6	5,50	10 560,00
Контейнер	б/н	6 500,00	1	5,00	325,00
ИТОГО					576 064,00

В таблице 1 рассчитанная общая стоимость амортизационных отчислений на оборудование установленное на сборочном участке. Также сам участок нуждается в амортизации, поскольку площадь участка подвержена износу, само помещение нуждается в ремонте и обслуживании. Амортизация площади сборочного участка рассчитывается по формуле 51.

$$A_{пл} = \frac{S_{пл} \cdot Ц_{пл} \cdot На}{100}, \quad (51)$$

где $S_{пл}$ – площадь сборочного участка, $S_{пл} = 320 \text{ м}^2$;

$Ц_{пл}$ – кадастровая цена одного квадратного метра площади помещения, $Ц_{пл} = 5500 \text{ руб}$;

$На$ – норма амортизации площадей помещения, $На = 2,5\%$.

$$A_{пл} = \frac{171 \cdot 4000 \cdot 2,5}{100} = 17100 \text{ руб}$$

Расчет затрат на электрическую энергию на участке также является частью расчета себестоимости нормо-часа. В расчет затрат на электроэнергию включается расчет стоимости электроэнергии, потребляемой оборудованием и электроэнергии, расходуемой на освещение и работу климатического оборудования. Расчет стоимости затрат на электроэнергию производится по формуле 52. Расчет сведен в таблицу 16.

$$P_{э} = \frac{Мд \cdot Т \cdot Ко \cdot Км \cdot Кв \cdot Кп \cdot Ц_{эл}}{\eta \cdot 60}, \quad (52)$$

«где $Мд$ – мощность электродвигателей оборудования, кВт;

$Т$ – годовой фонд времени работы участка, $Т = 2030 \text{ ч}$;

$Ко$ – коэффициент одновременности работы двигателей оборудования, принимаем для участка $Ко = 0,4$;

$Км$ – коэффициент загрузки двигателей по мощности, принимаем $Км = 0,7$;

K_v – коэффициент загрузки двигателей по времени, принимаем $K_v = 0,35$;

K_p – коэффициент сетевых потерь, принимаем $K_p = 1,05$;

C_z – цена 1 кВт-ч электроэнергии, $C_z = 4,56$ руб;

η – КПД двигателей оборудования участка, $\eta = 0,75$.» [9], [20]

Таблица 16 – Расчет затрат на электрическую энергию

Наименование оборудования	Мощность, кВт	Кол-во	K_m	K_v	η	Сумма затрат, руб
Подъемник двухстоечный электромеханический	2,5	3	0,85	0,10	0,75	3 304,68
Кран-балка	0,35	1	0,75	0,10	0,75	136,07
Аппарат сварочный TIG	5,5	1	0,80	0,35	0,85	7 043,88
Станок вертикально-сверлильный	2,5	1	0,60	0,45	0,75	3 499,07
Станок токарный	12	1	0,60	0,70	0,70	27 992,56
Станок фрезерный	10,5	1	0,75	0,70	0,70	30 616,87
ИТОГО						72 593,13

Отдельно производится расчет стоимости электроэнергии на освещение участка. Расчет производится по формуле 53.

$$P_{св} = (M_{св} \cdot n \cdot T \cdot K_{од} \cdot K_v \cdot K_p \cdot C_z) / \eta, \quad (53)$$

где $M_{св}$ – мощность светильника, $M_{св} = 95$ Вт;

n – количество светильников на участке, $n = 60$;

T – годовой фонд времени работы светильников, $T = 2440$ ч;

$K_{од}$ – коэффициент одновременной работы светильников, $K_{од} = 0,85$;

K_v – коэффициент времени работы освещения, принимаем $K_v = 0,75$;

K_p – коэффициент сетевых потерь, принимаем $K_p = 1,05$;

C_z – цена 1 кВт-ч электроэнергии, $C_z = 4,56$ руб;

η – КПД светильников, $\eta = 0,75$.

$$P_{св} = \frac{0,095 \cdot 60 \cdot 2440 \cdot 0,85 \cdot 0,75 \cdot 1,05 \cdot 4,56}{0,75} = 56602,78 \text{ руб}$$

Общие затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле 54.

$$P = P_{\text{э}} + P_{\text{св}} \quad (54)$$

$$P = 72593,13 + 56602,78 = 18846,29 \text{ руб}$$

Расчет заработной платы на сборочном участке зависит от нескольких факторов. Ключевым является количество произведенной продукции, которое определяет объем работы и, соответственно, количество отработанных часов. Для начала необходимо определить базовую ставку заработной платы. Обычно она определяется исходя из минимальной зарплаты в регионе, учитывая опыт и квалификацию работника. Затем к этой ставке добавляется премия за выполненный объем работы, которая может составлять до 50% от базовой ставки.

Важным фактором при расчете заработной платы является учет налогов и отчислений. К ним относятся налог на доходы физических лиц и страховые взносы в Пенсионный фонд и Фонд обязательного медицинского страхования.

После вычета налогов и отчислений заработная плата снижается. В среднем, налоговые вычеты составляют около 13% от заработной платы. Расчет заработной платы на сборочном участке – это сложный и ответственный процесс, который должен быть выполнен в соответствии с законодательством. Правильный расчет позволяет обеспечить справедливую оплату труда работников и сохранить высокую мотивацию на рабочем месте. Расчет заработной платы на сборочном участке приведен в таблице 17. Расчет выполняется по формуле 55.

$$Озп = Ст \cdot Т \cdot \left(1 + \frac{Дп}{100}\right), \quad (55)$$

где Ст – тарифная ставка, в соответствии с разрядом, руб;

Т – годовой фонд рабочего времени, чел-час;

Дп – коэффициент премиальных доплат.

Таблица 17 – Расчет основной заработной платы на сборочном участке

Квалификация работника	Число работников, чел	Часовая тарифная ставка, руб	Годовой фонд рабочего времени, чел/час	Сумма, руб
Слесарь по сборке автотранспортных средств, V разряда	6	300,00	1840	690 000,00
Слесарь по сборке автотранспортных средств, VI разряда	6	337,50	1840	776 250,00
Мастер участка	2	355,00	1840	816 500,00
ИТОГО				2 282 750,00

Дополнительная зарплата работников на участке рассчитывается по формуле 56.

$$Дзп = Озп \cdot Кд / 100, \quad (56)$$

где Кд - коэффициент отчислений на дополнительную заработную плату, Кд = 8%.

$$Дзп = 2282750 \cdot \frac{8}{100} = 182\,620 \text{ руб}$$

Важным фактором при расчете заработной платы является учет налогов и отчислений. К ним относятся налог на доходы физических лиц и страховые взносы в Пенсионный фонд и Фонд обязательного медицинского страхования. Расчет затрат на страхование приводится в формуле 57.

$$O_{\text{ФМС}} = (O_{\text{Зп}} + D_{\text{Зп}}) \cdot K_{\text{соц}}, \quad (57)$$

где $K_{\text{соц}}$ – норма отчислений на страховые взносы, $K_{\text{соц}} = 0,3$.

$$O_{\text{ФМС}} = (2282750 + 182620) \cdot 0,3 = 739611,00 \text{ руб}$$

Затраты на оплату труда определяются как сумма затрат на основную, дополнительную зарплату и затраты на страховые взносы.

$$O_{\text{т}} = O_{\text{Зп}} + D_{\text{Зп}} + O_{\text{ФМС}}, \quad (58)$$

$$O_{\text{т}} = 2282750 + 182620 + 739611 = 3\,204\,981 \text{ руб}$$

Кроме рассчитанных затрат, на участке присутствуют затраты на расходные материалы, которые используются при работе участка и обеспечивают работоспособность установленного на участке оборудования. Материалы используются в технологических процессах сборки изделий. Расчет стоимости затрат на материалы приведен в таблице 18.

Таблица 18 – Расчет стоимости материалов

Наименование материалов	Кол-во	Стоимость	Сумма
Обтирочные материалы, кг	60	125,00	7 500,00
Обезжириватель, л	25	200,00	5 000,00

Продолжение таблицы 18

Наименование материалов	Кол-во	Стоимость	Сумма
Консистентная смазка, кг	20	350,00	7 000,00
Жидкая смазка, кг	35	400,00	14 000,00
Абразивные материалы, кг	12	310,00	3 720,00
Проволока сварочная, кг	65	250,00	16 250,00
Круги абразивные зачистные, шт	450	110,00	49 500,00
Круги абразивные отрезные, шт	600	75,00	45 000,00
Фторопласт, кг	120	210,00	25 200,00
Черный металл, кг	850	90,00	76 500,00
Вода технологическая, м3	350	3,20	1 120,00
Прокладочный материал, м2	20	1 250,00	25 000,00
ИТОГО			275 790,00

Также при расчете себестоимости нормо-часа следует учитывать величину накладных расходов. Для сборочного участка принимаем величину накладных расходов в размере 125% от затрат на оплату труда.

$$H_p = 1,25 \cdot O_t \quad (59)$$

$$H_p = 1,25 \cdot 3\,204\,981 = 4\,006\,226,25 \text{ руб}$$

При расчете нормо-часа необходимо учитывать фонд времени работы сборочного участка. Исходя из технологии сборочных работ, фонд рабочего времени составит для участка сборки 45800 чел-ч. Суммарные затраты на сборочном участке, согласно произведенным расчетам сведены в таблицу 19.

Таблица 19 – Затраты на участке сборки

Наименование статьи затрат	Сумма
Амортизационные отчисления на оборудование	576 064,00
Амортизационные отчисления на площадь	17 100,00
Общие затраты на электроэнергию	18 846,29
Затраты на оплату труда	3 204 981,00
Стоимость расходных материалов	275 790,00
Накладные расходы	4 006 226,25
ИТОГО	8 099 007,54

Стоимость нормо-часа рассчитывается по формуле 60.

$$C_{нч} = C_{общ} / T_{уч}, \quad (60)$$

где $C_{общ}$ – сумма общих затрат на участке, руб

$T_{уч}$ – фонд рабочего времени составит для участка сборки, чел-ч,

$$C_{нч} = 8\,099\,007,54 / 45\,800 = 176,83 \text{ руб}$$

Результатом выполнения раздела явился расчет себестоимости нормо-часа. Расчет производился на основании анализа комплекса затрат, которые несет участок в процессе реализации процесса сборки готового изделия. Учтены затраты на потреблённые энергоресурсы, затраты на заработную плату и накладные работы, связанные в первую очередь с управленческими издержками. В результате расчета была определена стоимость нормо-часа работы участка, которая составляет 176,83 рубля, что в целом отражает затраты на сборку в среднем по рынку. Рассчитанная величина нормо-часа может быть использована при расчете себестоимости производства изделий различной трудоемкости сборки.

Заключение

В первом разделе дипломного проекта произведен краткий обзор типов и видов трехколесных транспортных средств. В результате анализа различных видов конструкции транспортных средств на основе мототранспорта, производимых промышленно и оформленных в виде описания изобретения, можно сделать ряд выводов о конструкции проектируемого трицикла.

Конструкция трицикла будет основана на базе тяжелого мотоцикла Урал и выполнена на его узлах и агрегатах. Это позволит максимально унифицировать транспортное средство с существующим производством и упростит его изготовление.

Компоновочная схема – среднемоторная. Транспортное средство – одноместное. Органы управления – мотоциклетного типа.

Рама конструкции будет адаптирована под установку заднего моста и удлинена для сохранения управляемости и повышения устойчивости. В задней подвеске будет использован неразрезной неразгруженный мост. Подвеска будет выполнена на пакете листовых полуэллиптических рессор. В качестве демпфирующих элементов будут использованы гидравлические амортизаторы телескопического типа.

Коробка передач будет использована от мотоцикла Урал. Передаточные числа коробки будут изменены в соответствии с тягово-мощностным балансом транспортного средства. Передача от коробки к главной передаче будет осуществляться посредством карданного вала.

Транспортное средство будет оснащаться кабиной полужакрытого типа для защиты водителя от ветра и осадков. Также такая кабина, выполненная по рамной схеме из бесшовных труб будет выступать в роли защитной клетки и предохранять водителя от получения травм при ДТП или при опрокидывании мототранспортного средства.

Нагрузка на транспортное средство является важным фактором, влияющим на его тяговую способность. При расчете необходимо учитывать массу транспортного средства, грузоподъемность, а также вес и расположение груза. Расчет массы транспортного средства основывался на методических указаниях и указаниях, почерпнутых из специализированной литературы, также подтвержденной практическим опытом.

Мощность двигателя, рассчитанной из массы и заданных скоростных режимов, должна быть достаточной для обеспечения необходимой тяговой способности при заданных условиях эксплуатации трехколесного транспортного средства.

Передаточное число было выбрано таким образом, чтобы обеспечить оптимальное соотношение между скоростью трицикла и его тяговой способностью. При этом необходимо учитывать, что слишком высокое передаточное число может привести к перегреву двигателя, а слишком низкое – к излишнему расходу топлива. Рассчитанное передаточное число обеспечивает движение трицикла на скоростях, обозначенных в исходных данных. Расчёт динамических характеристики, приведенных в Приложении А также свидетельствует о правильности произведенных расчетов.

Расход топлива также был рассчитан для подтверждения параметров транспортного средства при выполнении тягового расчета трицикла. Он зависит от мощности двигателя, передаточного числа, нагрузки на транспортное средство и других факторов. Графики расхода топлива, в зависимости от режима работы двигателя, приведен в Приложении А и на листах графической части.

Таким образом, тяговый расчет трицикла является важным этапом проектирования и эксплуатации транспортных средств. Он позволяет определить оптимальные параметры для обеспечения высокой тяговой способности и экономической эффективности трицикла.

Результатом выполнения конструкторского раздела дипломного проекта явилась разработка конструкции трехколесного транспортного

средства на базе мотоцикла. Разработка производилась на основании технического задания (ТЗ), которое было разработано в соответствии с требованиями к ТЗ по ГОСТ, с проработкой каждого из разделов. Ответом на разработанное техническое задание явилось техническое предложение (ТП). В разработанном техническом предложении приводятся уже разработанные разрезы наиболее ответственных узлов конструкции.

Разработаны электрическая и кинематическая схема. С учетом специфики производимых работ выполнен подбор силовых агрегатов и выполнен подбор комплектующих. Также обоснован выбор конструкции, на основании произведенного анализа. Прототипом конструкции явилась конструкция мотоцикла Урал, тяговые и эксплуатационные характеристики которого в наибольшей степени соответствуют условиям эксплуатации проектируемого трехколесного транспортного средства. В техническом предложении выполнен расчет параметров конструкции отдельных узлов проектируемого трицикла. Произведен силовой и прочностной расчёт элементов конструкции коробки передач, как наиболее нагруженного механического агрегата. Результаты выполненной работы в виде чертежей конструкции представлены на листах графической части.

Спецификация изделия представлена в Приложении Б. В соответствии с требованиями к проектированию устройства, в рамках выполнения дипломного проекта была разработана инструкция по эксплуатации. В инструкции отражены требования к проведению испытаний, а также основные конструкционные схемы устройства. Также приведены требования к проведению испытаний на стенде.

Результатом технологического раздела явилось формирование технологической карты выполнения работ по сборке коробки передач. Работы производятся на специализированном стенде, расположенном на участке сборки.

Особенностью проведенных работ является то, что сборочные работы производятся с использованием специальных устройств и приспособлений,

что позволяет производить сборку, обеспечив требуемое качество и точность сборочных работ.

Также в разделе выполнен расчет оперативного времени и такта производства. Расчет основывался на сформированной технологической карте, а также исходя из типа производства, определенного как единичное.

В процессе анализа опасных и вредных производственных факторов были выявлены наиболее характерные для рассматриваемого в рамках дипломного проекта участка сборки. Выявленные факторы позволили сформировать комплекс мероприятий организационного характера, направленных на их нейтрализацию или снижения уровня воздействия на рабочих. Также для снижения уровня воздействия ряда опасных и вредных производственных факторов были подобраны средства индивидуальной защиты рабочих.

Определены факторы пожарной опасности на участке, в соответствии с Федеральным законом от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 14.07.2022) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности". Приведены факторы, наиболее характерные для сборочного участка рассматриваемого предприятия. Разработаны мероприятия по снижению уровня пожарной опасности организационного и технического характера. Произведено выявление факторов воздействия сборочного участка на окружающую среду.

Предложены мероприятия организационного характера, направленные на снижение воздействия деятельности предприятия, среди которых такие, как внедрение раздельного сбора отходов, применение систем очистки сточных вод, учет внешних факторов при организации и планирования участка. На основании проведенного анализа факторов и комплекса предложенных мероприятий можно сделать вывод о выполнении задания в рамках раздела по безопасности жизнедеятельности и охраны труда на участке.

Результатом выполнения экономического раздела явился расчет себестоимости нормо-часа. Расчет производился на основании анализа

комплекса затрат, которые несет участок в процессе реализации процесса сборки готового изделия. Учтены затраты на потреблённые энергоресурсы, затраты на заработную плату и накладные работы, связанные в первую очередь с управленческими издержками. В результате расчета была определена стоимость нормо-часа работы участка, которая составляет 176,83 рубля, что в целом отражает затраты на сборку в среднем по рынку. Рассчитанная величина нормо-часа может быть использована при расчете себестоимости производства изделий различной трудоемкости сборки.

На основании изложенного, можно сделать вывод о достижении целей, поставленных в ходе выполнения дипломного проекта.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Автоматические системы транспортных средств: учебник / В.В. Беляков, Д.В. Зезюлин, В.С. Макаров, А.В. Тумасов. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2023. — 352 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-00091-571-4.
2. Базовое шасси пожарных автомобилей и спасательной техники : учебное пособие / Д. А. Едимичев, А. Н. Минкин, С. Н. Масаев [и др.]. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2020. - 148 с. - ISBN 978-5-7638-4289-0.
3. Березина, Е. В. Автомобили: конструкция, теория и расчет : учебное пособие / Е.В. Березина. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 320 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-018271-1.
4. Богатырев, А. В. Автомобили : учебник / А.В. Богатырев, Ю.К. Есеновский-Лашков, М.Л. Насоновский ; под ред. проф. А.В. Богатырева. — 3-е изд., стереотип. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 655 с.
5. Богатырев, А. В. Электронные системы мобильных машин : учебное пособие / А.В. Богатырев. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 224 с.
6. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» по технологической операции, видам работ, оборудованию, производственному цеху, участку»
7. Круглик, В. М. Технология обслуживания и эксплуатации автотранспорта : учебное пособие / В.М. Круглик, Н.Г. Сычев. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 260 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-006953-1.
8. Кутьков, Г. М. Тракторы и автомобили: теория и технологические свойства : учебник / Г.М. Кутьков. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 506 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование: Бакалавриат). — www.dx.doi.org/10.12737/974. - ISBN 978-5-16-006053-8.

9. Лукаш, Ю. А. Экономические расчеты в бизнесе [Электронный ресурс] : большое практ. справ. пособие / Ю. А. Лукаш. - Москва : Флинта, 2012. - 210 с. - ISBN 978-5-9765-1369-3.

10. Маркина, А. А. Теория движения колесных машин : учебное пособие / А. А. Маркина, В. В. Давыдова ; М-во науки и высш. образования РФ. - Екатеринбург : Изд-во Уральского ун-та, 2021. - 216 с. - ISBN 978-5-7996-3263-2.

11. Набоких, В. А. Датчики автомобильных электронных систем управления и диагностического оборудования : учебное пособие / В.А. Набоких. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 239 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-014160-2.

12. Новиков, В. В. Виброзащитные свойства подвесок автотранспортных средств : монография / В. В. Новиков, И. М. Рябов, К. В. Чернышев. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 384 с. - ISBN 978-5-9729-0634-5.

13. Огороднов, С.М. Конструкция автомобилей и тракторов : учебник / С.М. Огороднов, Л.Н. Орлов, В.Н. Кравец. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 284 с. - ISBN 978-5-9729-0364-1.

14. Песков, В. И. Конструкция автомобильных трансмиссий : учебное пособие / В.И. Песков. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2023. — 146 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-016247-8..

15. Ремонт автомобилей [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://automend.ru/>

16. Савич, Е. Л. Системы безопасности автомобилей : учебное пособие / Е.Л. Савич, В.В. Капустин. – Минск: Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2020. – 445 с.: ил. – (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-104362-2.

17. Стуканов, В. А. Основы теории автомобильных двигателей и мотоцикла : учебное пособие / В.А. Стуканов. – Москва : ИД «ФОРУМ» :

ИНФРА-М, 2020. – 368 с. – (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-101654-1.

18.Тарасик, В. П. Теория автомобилей и двигателей : учебное пособие / В.П. Тарасик, М.П. Бренч. – 2-е изд., испр. – Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2020. – 448 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-101224-6.

19.Щелчкова, Н. Н. Практикум по безопасности жизнедеятельности. Часть II : учебно-практическое пособие / Н.Н. Щелчкова, Д.В. Натарева, Е.А. Романова. – Москва : ИНФРА-М, 2019. – 225 с. - ISBN 978-5-16-108275-1.

20.Экономика организаций автомобильного транспорта : учебное пособие / Р. Б. Ивуть, П. И. Лапковская, Т. Л. Якубовская, М. М. Кисель. - Минск : РИПО, 2022. - 215 с. - ISBN 978-985-895-035-4.

21.Denton, Tom Automobile Mechanical and Electrical Systems: 2nd Edition / Tom Denton: Routledge, 2017 – 378p. - ISBN 9780415725781

22.Everyday English For Technical Students (Mechanical engineering, metallurgy and transport department) [Электронный ресурс]/ – Электрон. текстовые данные.– Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2021.– 350 с.

23.G. A. Einicke, Smoothing, Filtering and Prediction: Estimating the Past, Present and Future (2nd ed.), Prime Publishing, 2019

24.Milliken, W. F. Race Car Vehicle Dynamics / Premiere Series / R: Society of Automotive Engineers, Том 146 / W. F. Milliken, D. L. Milliken : SAE International, 1995. – 890 p. [8], [9], [10]. – ISBN 1560915269, 9781560915263.

25.Singh, H. Rewat The Automobile: Textbook for Students of Motor Vehicle Mechanics / H. Rewat Singh: S Chand & Co Ltd, 2004 - 532 p.

Приложение А Тяговый расчет трицикла

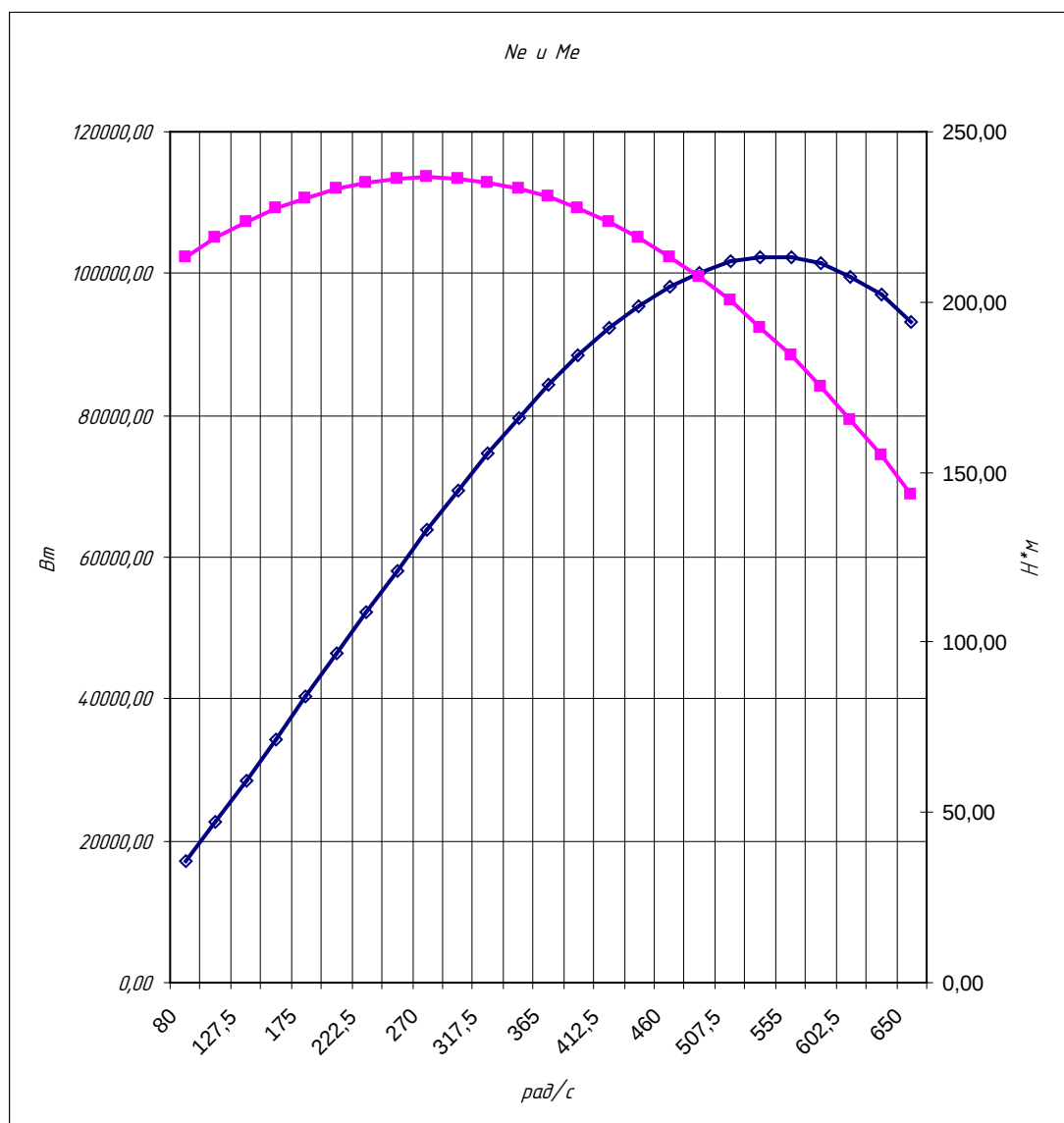


Рисунок А1 – Внешняя скоростная характеристика

Продолжение Приложения А

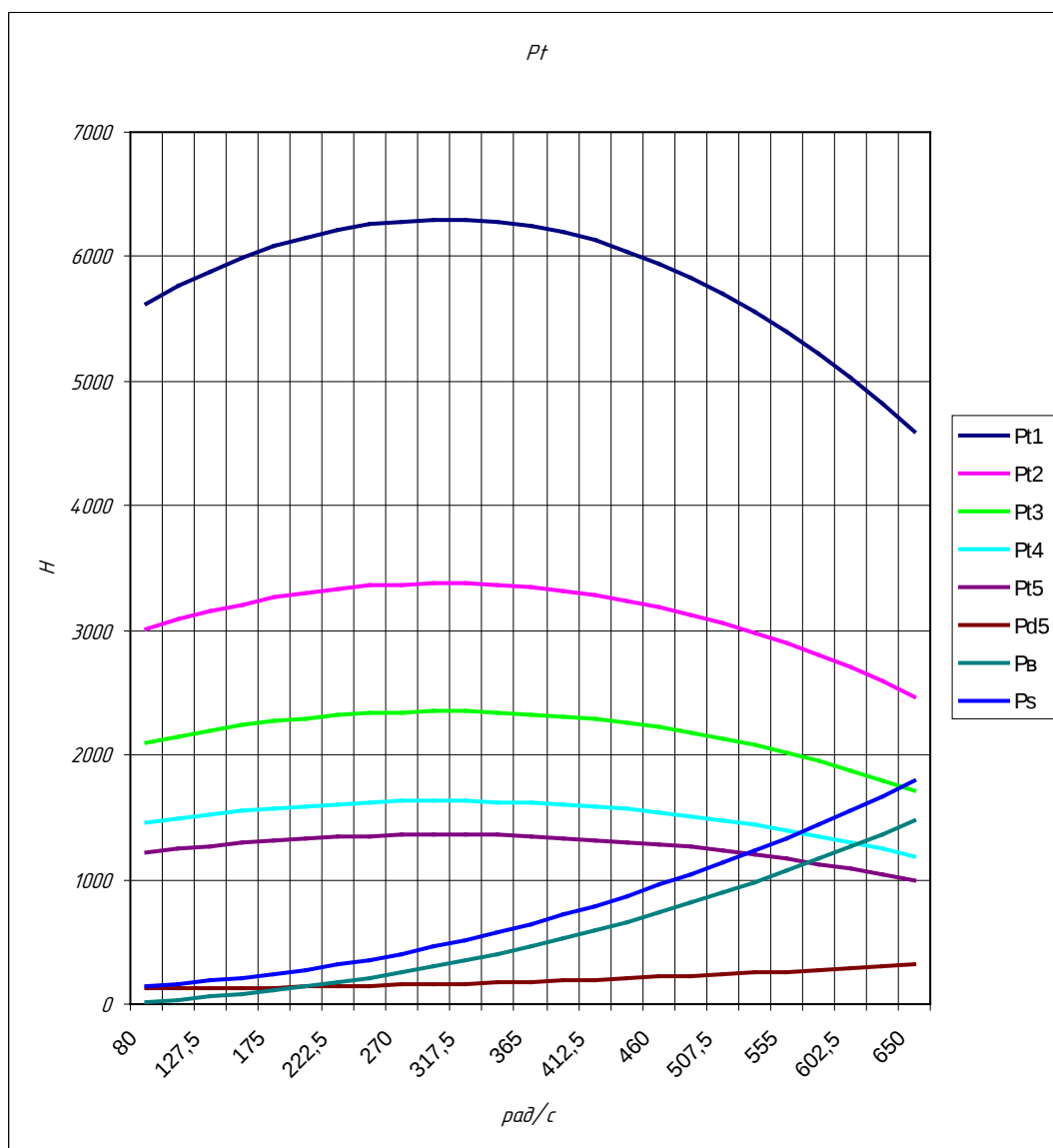


Рисунок А2 – Силовой баланс

Продолжение Приложения А

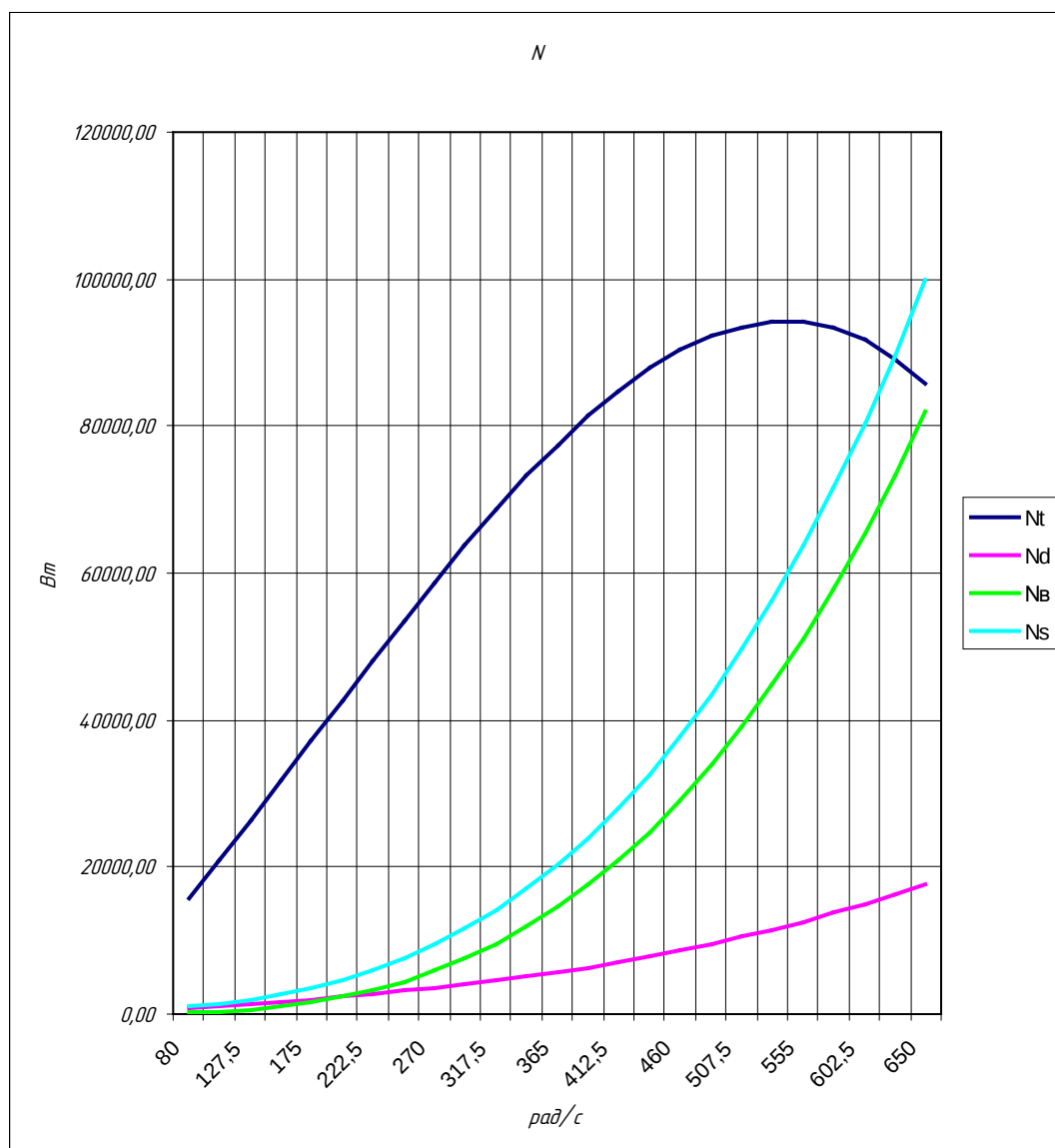


Рисунок А3 – Мощностной баланс

Продолжение Приложения А

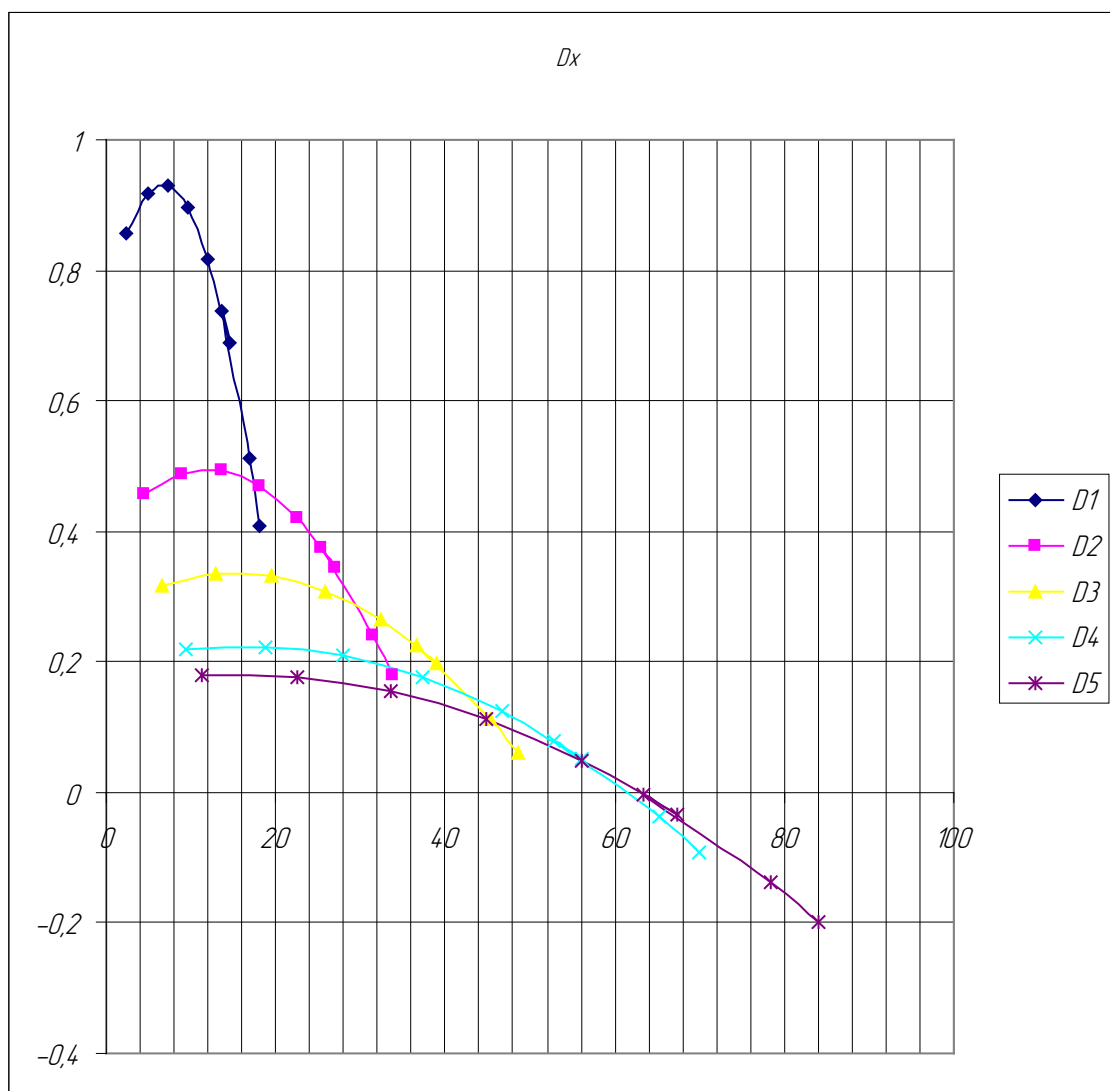


Рисунок А4 – Динамическая характеристика

Продолжение Приложения А

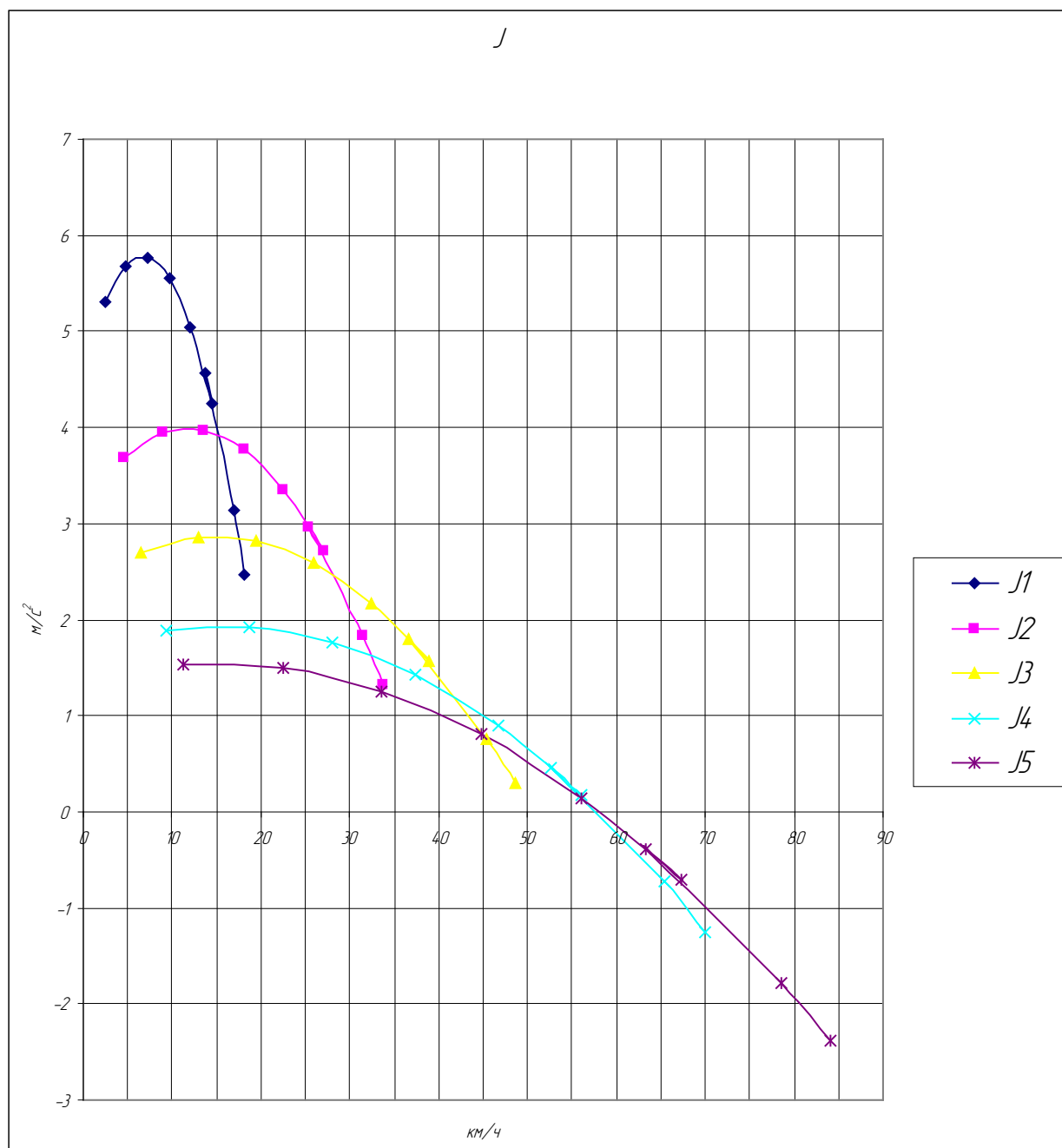


Рисунок А5 – Ускорение трицикла

Продолжение Приложения А

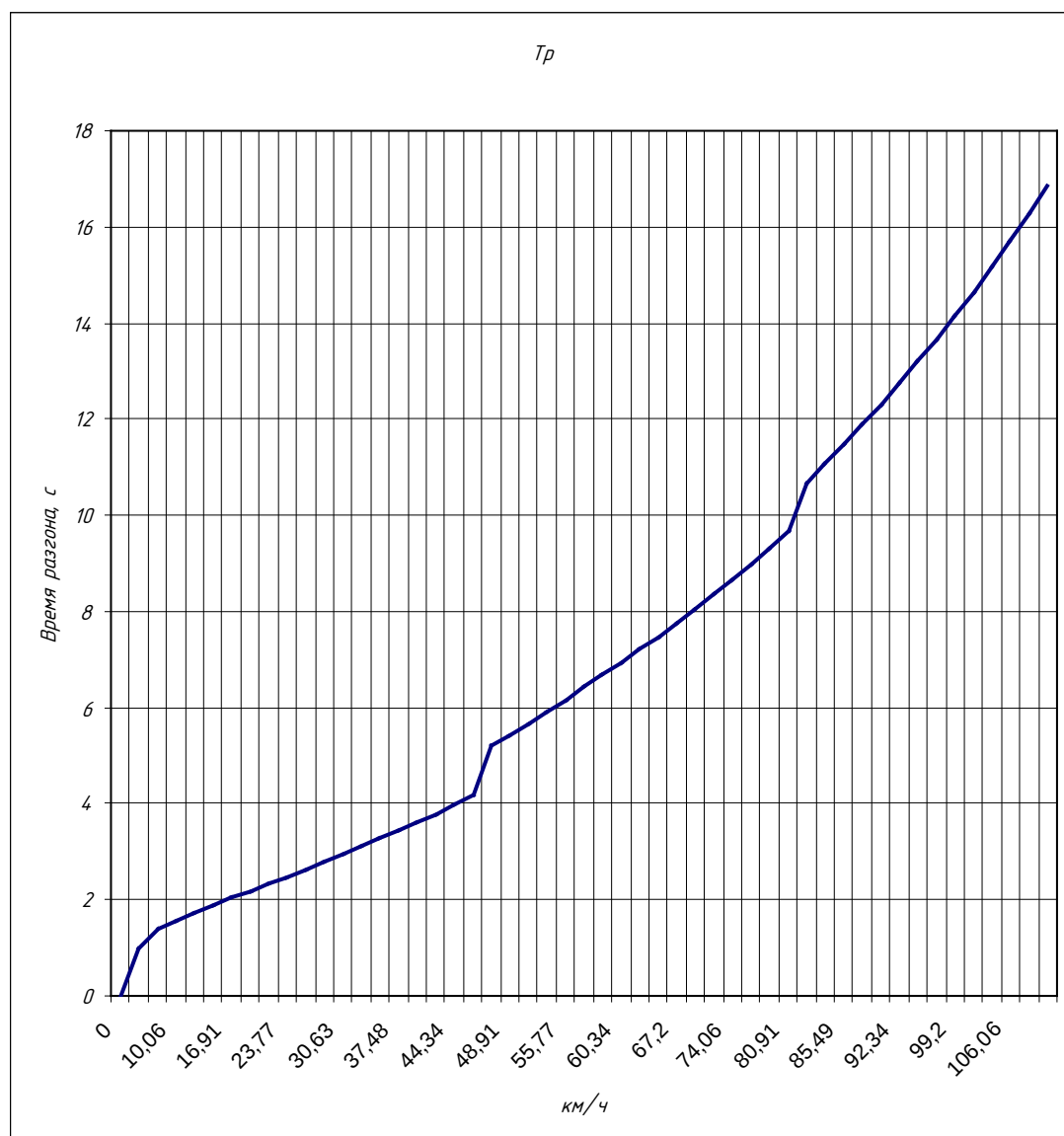


Рисунок А6 – Путь разгона трицикла

Продолжение Приложения А

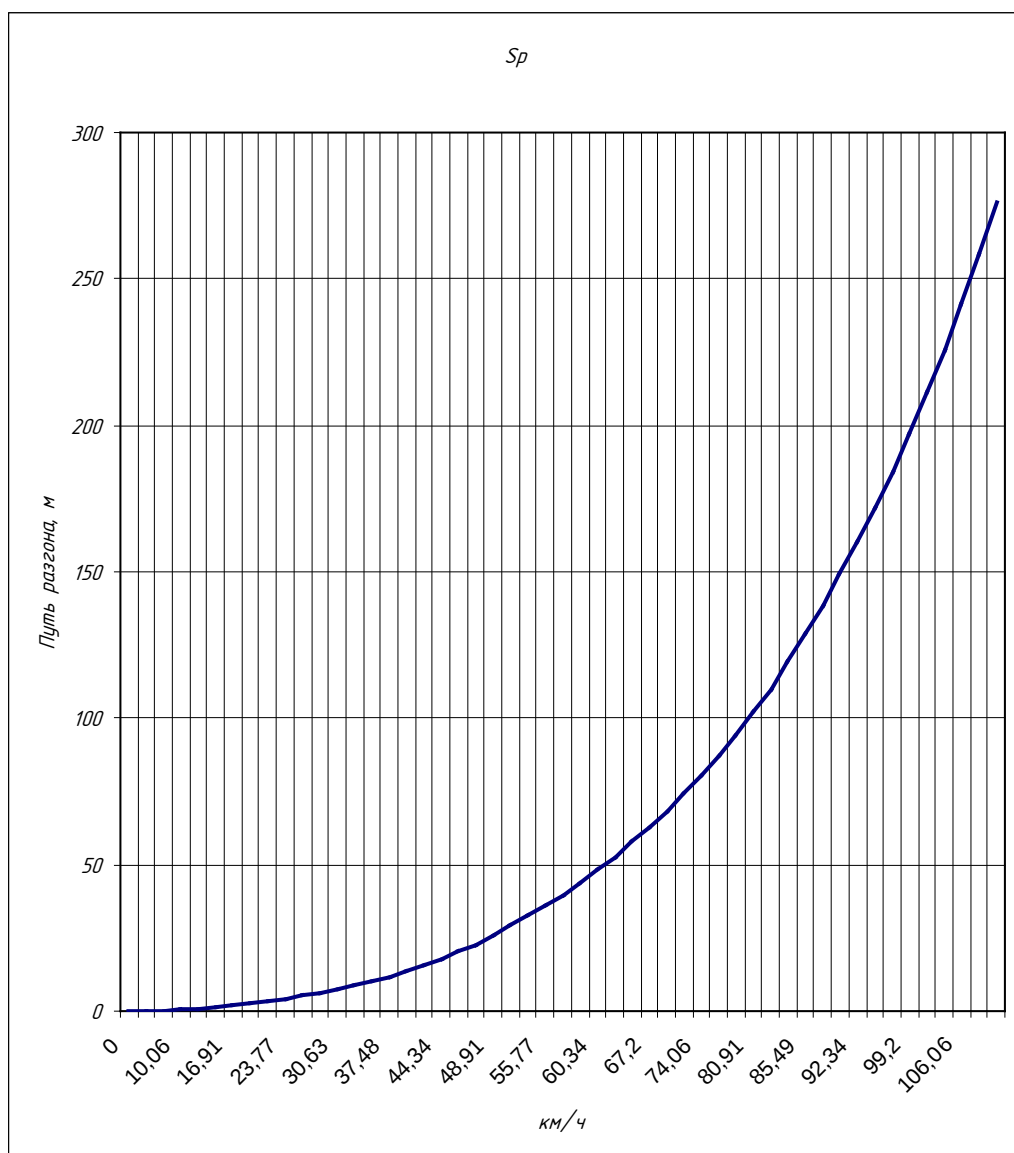


Рисунок А7 – Время разгона трицикла

Продолжение Приложения А

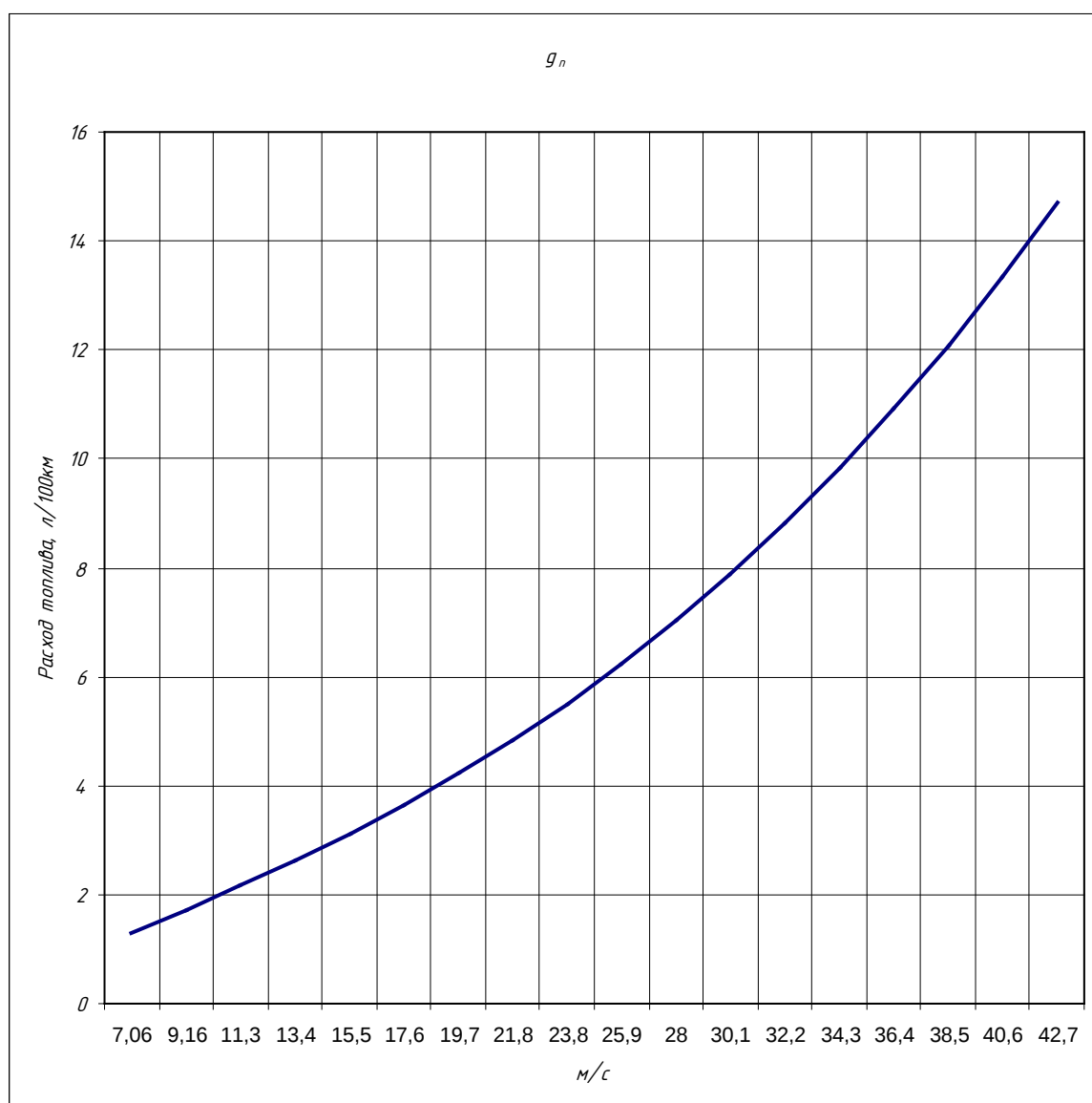


Рисунок А8 – Расход топлива трицикла