

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 электромеханического подъемника для мототранспорта

Студент

С.В. Михайлов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. экон. наук, доцент Л.Л. Чумаков

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

Консультанты

канд. техн. наук, доцент А.Н. Москалюк

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

канд. экон. наук, доцент О.М. Сярдова

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

Тольятти 2021

Аннотация

Дипломная работа на тему «Разработка электромеханического подъемника для мототранспорта» включает в себя разработку электромеханического подъемника, который может найти свое применение в ремонтных мастерских, специализированных станциях технического обслуживания и исследовательских лабораториях, специализирующихся на исследованиях в области мототранспортной техники.

Проведение работ на разработанном подъемнике, выполненном в соответствии с техническими условиями, будет способствовать снижению опасности и аварийности работ, повышению уровню механизации и росту производительности труда.

Была изучена нормативно-техническая база конструкций механических, электромеханических и гидравлических подъемников для мототранспорта и легкой техники. Был произведен технический расчет конструкции подъемника, предназначенного для проведения различных видов работ по техническому воздействию.

Проведен анализ безопасности жизнедеятельности при проведении ремонтных работ по мототехнике.

В экономической части произведен расчет затрат на выполнение ремонтных работ и обоснована целесообразность данного проекта.

Abstract

Thesis on "Development of an electromechanical lift for motor vehicles" includes the development of an electromechanical lift that can find its use in repair shops, specialized service stations and research laboratories specializing in research in the field of motor vehicles.

Carrying out work on the developed hoist, executed in accordance with the technical conditions, will help to reduce the danger and accident rate of work, increase the level of mechanization and increase labor productivity.

The normative and technical base of structures of mechanical, electromechanical and hydraulic lifts for motor vehicles and light equipment was studied. A technical calculation was made of the structure of the hoist, intended for carrying out various types of work on technical impact.

The analysis of life safety during repair work on motor vehicles is carried out.

In the economic part, the calculation of the costs of repair work was made and the feasibility of this project was justified.

Содержание

Введение	6
1 Объект дипломного проектирования	8
1.1 Обоснование актуальности выбранной темы	8
1.2 Поиск аналогов объекта разработки дипломного проекта	9
1.3 Обоснование конструкторских особенностей объекта дипломного проекта	15
2 Тяговый расчет мотоцикла	17
2.1 Исходные данные для тягового расчета мотоцикла	17
2.2 Тягово-скоростные свойства мотоцикла	20
2.2.1 Расчет тяговой диаграммы мотоцикла	20
2.2.2 Площадь лобового сопротивления	20
2.2.3 Передаточные числа трансмиссии	21
2.2.4 Расчет скоростей для приводных звезд стандартного ряда	21
2.3 Расчет динамики разгона мотоцикла	22
2.4 Расчет разгона мотоцикла	24
2.4.1 Ускорение при разгоне	24
2.4.2 Время разгона мотоцикла	25
2.5 Расчет параметров торможения мотоцикла	26
2.6 Топливо-экономическая характеристика	27
3 Конструкторский расчет проектируемого подъемника	30
3.1 Техническое предложение на разработку конструкции	30
3.2 Эстетическое решение станда	33
3.3 Прочностной расчет основных элементов конструкции	35
4 Технологический раздел дипломного проекта	42
4.1 Условия работы механизма	42
4.2 Организация технологического процесса обслуживания цепи мотоцикла	43

4.3 Анализ конструктивных особенностей и условий работы ремонтируемого объекта	48
4.4 Возможные дефекты объекта, возникающие в условиях его эксплуатации	49
4.5 Описание объекта, принятого для ремонта	50
4.6 Разработка технологии ремонтных работ	51
5 Безопасность и экологичность объекта дипломного проекта	54
5.1 Описание условий труда	54
5.2 Идентификация вредных производственных факторов	55
5.3 Общие требования по обеспечению безопасности на предприятии	56
5.4 Требования эргономики при работе за компьютером	58
5.5 Расчет вентиляции в помещении	64
6 Экономический раздел	67
6.1 Исходные данные для расчета	67
6.2 Расчет себестоимости изготовления стенда	67
Заключение	72
Список используемых источников	74
Приложение А Графики тягового расчета	

Введение

Целью дипломного проектирования, как заключительного этапа обучения студента в высшем учебном заведении, является определение степени подготовки студента к самостоятельной работе, а также, способен ли он применить полученные в процессе обучения знания при решении конкретных производственных, технических, технологических, научных и экономических задач в условиях современного производства.

Тематика дипломных проектов должна быть актуальной, соответствующей современному состоянию и перспективам развития науки и техники, направленной на решение приоритетных задач автомобилестроения.

Темой данного дипломного проекта является проектирование электромеханического подъемника для мототранспортных средств и легких транспортных средств.

В настоящее время на рынке мототранспорта наблюдается интенсивный рост, связанный с возрастающим интересом населения к данному виду техники. Основной задачей владельцев является поддержание мотоциклов в исправном техническом состоянии, что гарантирует безопасность движения для всех участников.

Одной из основных задач, предлагаемых к решению в данном дипломном проекте, является создание конструкции подъемника для мототранспортных средств. Конструкция должна удовлетворять требованиям надежности и безопасности при проведении ремонтных работ, но в то же время должна удовлетворять требованиям к снижению себестоимости, дабы не быть чрезмерно дорогой в производстве и эксплуатации. Методы решения данной задачи основываются на реализации того объема знаний, что был получен за все время обучения.

«В тоже время назрела реальная необходимость в техническом перевооружении различных подразделений, с целью не только ускорить процесс ремонта, но добиться того, что бы увеличить пробег мотоциклов

между ремонтами, т.е. повысить качество ремонта. Такая задача будет решена при условии внедрения в производственный процесс не столько новой техники, способной снизить время простоя мотоцикла в ремонте, сколько внедрением новых технологий, способных оказать существенное влияние на качество ремонта и способных увеличить ходимость узлов мототехники между ремонтами.» [1]

1 Объект дипломного проектирования

1.1 Обоснование актуальности выбранной темы

Объектом разработки дипломного проекта будет являться подъемник для мототехники. Выбор темы обусловлен прежде всего высоким интересом со стороны жителей страны к мототранспорту. Данный вид техники дает водителю возможность использовать максимальную динамику и маневренность, свойственную данному виду транспорта при сравнительно скромных габаритных размерах, что особенно важно для эксплуатации в городе, поскольку позволяет решить проблему пробок, отсутствия парковочного места и ряд других проблем, свойственных автомобильному транспорту.

Вместе с тем, на предприятиях, которые заняты в сфере технического обслуживания мототранспорта, наметилась тенденция, связанная с перевооружением станочного парка и парка технического оснащения мастерской. Дело в том, что до недавнего времени промышленность серийно производило оборудование для обслуживания автомобильного транспорта. Оборудование для мототранспорта оставалось уделом энтузиастов и собиралось малыми партиями, либо вообще, изготавливалось на заказ. Вместе с тем, тенденции последнего времени, породили спрос на данное оборудование и оно начало появляться на рынке. Но в большинстве своем это оборудование, произведенное в Китае. Такое оборудование не отличается надежностью и удобством в эксплуатации.

Поскольку перед инженером, который проходил обучение по специальности в области проектирования транспортных средств в практике деятельности нередко ставятся задачи спроектировать специализированную оснастку для проведения различных работ.

Аналогичная задача была поставлена в рамках дипломного проекта, с поправкой на специфичность задачи, поскольку необходимо выполнить

разработку оборудования для обслуживания мототехники. Проектирование данного вида техники не является профильным, однако поставленная задача имеет характер общеинженерной, поэтому может быть реализована с использованием инструментов и методик, наработанных в течении процесса обучения.

1.2 Поиск аналогов объекта разработки дипломного проекта

В данном разделе нами был выполнен поиск и обзор промышленно производимых образцов для подъема и удержания мототранспорта во время проведения ремонтных работ и работ по техническому обслуживанию.

Рассмотрим наиболее распространенные образцы техники, которые продаются на российском рынке.

Подъемник для мотоциклов Ravaglioli KP1396E, рисунок 1.



Рисунок 1 - Подъемник для мотоциклов Ravaglioli KP1396E

Подъемник для мотоциклов Ravaglioli KP1396E предназначен для работы с тяжелой мототехникой и имеет грузоподъемность 0,5 т. Особенностью его является выполнение механизма подъема по схеме ножничного типа. Привод гидравлический, от переносной станции. Сам подъемник может быть выполнен как в стационарном, так и в мобильном варианте.

Подъемник для мотоциклов Ravaglioli KP1396D, рисунок 2



Рисунок 2 - Подъемник для мотоциклов Ravaglioli KP1396D

Подъемник для мотоциклов Ravaglioli KP1396E предназначен для работы с тяжелой мототехникой и имеет грузоподъемность 0,5 т. Отличием от предыдущего образца является то, что подъемник выполнен по схеме пантографа. В целом конструкция выполнена таким образом, что подъемник обладает более компактными размерами, что позволяет использовать его в

мастерских с ограниченным пространством. Привод гидравлический, от переносной станции. Сам подъемник может быть выполнен как в стационарном, так и в мобильном варианте.

Если предыдущие образцы техники производились за рубежом, что следующие образцы являются произведенными в России. Одним из таких будет являться подъемник Werther WML350C (рисунок 3), производимый компанией ГАРО.



Рисунок 3 – Подъемник для мототехники Werther WML350C

Подъемник Werther WML350C предназначается для подъема и удержания мотоциклов массой до 350 кг, высота подъема 1030 мм. В конструкции подъемника предусмотрена защита ног механика, механическое стопорное устройство, гидравлический предохранительный клапан парашютного типа. Также на платформе находится снимаемая задняя пластина для удобства демонтажа заднего колеса.

Отдельно возможно оставить подъемник следующими устройствами:

- UPF252 - Помпа пневмогидравлическая;
- WML6018 - Пульт управления электрогидравлический;
- W6017 - Зажим колеса механический;

- W6019 - Зажим колеса пневматический;

Каждый из этих элементов опционально может быть установлен как отдельно, так и в комплексе с другим.

Технические характеристики подъемника WML350C приводятся в таблице 1

Таблица 1 - Технические характеристики подъемника WML350C

Характеристика	Значение
Грузоподъемность, кг:	350
Высота подъема, мм:	1030
Длина платформы, мм:	2000
Ширина платформы, мм:	600
Ширина заездного трапа, мм:	340
Вес, кг:	140

Еще один образец техники, произведенной в России компанией Сорокин будет являться подъемник ножничного типа Motolift, показанный на рисунке 4.



Рисунок 4 – Подъемник ножничного типа Motolift

Motolift - низкопрофильный ножничный подъемник для напольной установки с изменяемой по длине платформой и электронным управлением.

Характеристики устройства:

- Электрогидравлический привод
- Сдвижная въездная рампа
- Грузоподъемность 0,5 тонны
- Макс. высота подъема 1200 мм
- Электропитание 380 В
- Мощность 3 кВт
- Габариты (ДхШ) 2775х695 мм
- Масса 195 кг
- Длина платформ 2275 мм
- Ширина платформ 695 мм
- Длина трапов 500 мм
- Высота трапов (въезда) 150 мм

И последний из наиболее распространенных видов мотоподъемников, также производимый в Китае российской компанией ТехАвто, Подъемник NORDBERG N4M4, для мото и квадроциклов с ножным пневмоприводом, г/п 680 кг представлен на рисунке 5.



Рисунок 5 – Подъемник ножничного типа NORDBERG N4M4

У модели есть ряд особенностей, отличающих ее от ряда образцов, рассмотренных выше:

- подъемник не требуется крепить к полу, он может быть использован в мобильном исполнении;
- подъемное устройство – пневмопривод ножной;
- подъемник оснащается регулируемым держателем для переднего колеса;
- у подъемника есть люк, чтобы можно было удобно снять заднее колесо
- нескользящая, рифлёная поверхность платформы подъемника
- подъемник нельзя использовать во влажных помещениях (автомойки), что, впрочем, характерно для всех рассмотренных моделей.

Технические характеристики подъемника NORDBERG N4M приводятся в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики подъемника NORDBERG N4M

Характеристика	Значение
Грузоподъемность, кг	680
Высота подъема мин/макс, мм	185/825
Время подъема/спуска, сек	45/25
Размер платформы, мм	1995x1190+254+254
Рабочая температура окр среды, гр	5-55
Габариты упаковки, мм	2006x850x270
Вес, г	170

Для завершения процесса анализа конструкторских особенностей производимых промышленностью аналогов, сделаем выводы о конструкции разрабатываемого подъемника.

1.3 Обоснование конструкторских особенностей объекта дипломного проекта

Рассмотрев возможные варианты исполнения мотоподъемника, принимаем определенные конструкторские характеристики для проектируемого мотоподъемника.

В качестве подъемного устройства будет использован ножничный механизм, поскольку данное решение наиболее простое с точки зрения изготовления, в то же время позволит обеспечить устойчивость конструкции.

В качестве привода будет использован электромеханический привод. Во-первых, подобное решение не применялось в рассмотренных конструкциях, а значит, не будет пересечения по условиям патентной чистоты проекта.

Во-вторых, электромеханический привод является более «чистым», в случае разрушения привода или разгерметизации подводящего рукава не происходит утечки рабочего тела.

В третьих, у механического привода, реализуемого посредством винтовой передачи, присутствует эффект самофиксации, что значительно повышает безопасность проведения работ.

Предполагается стационарное исполнение подъемника, что продиктовано условием необходимости подвода электропитания двигателя и пульта управления.

Выводы по разделу. Был произведен анализ конструкторских решений, которые позволили выявить основные направления конструирования подъемника для мототранспорта. Нами был определен комплекс конструкторских требований к устройству подъемника, которые далее будут оформлены в виде технического задания.

2 Тяговый расчет мотоцикла

2.1 Исходные данные для тягового расчета мотоцикла

В качестве базового транспортного средства, принятого для расчета, берем туристический мотоцикл Сузуки Кавалькад (Suzuki Cavalcade).

Модель туристического мотоцикла Suzuki GV1400 Cavalcade была представлена в 1985 году и предназначалась для рынков Северной Америки и Европы. На момент своего выхода это был самый мощный и тяжелый люкстурер из всех существовавших тогда на рынке. По стоимости он также был лидером, превосходя Kawasaki ZG1200 Voyager XII на \$2600, Honda Goldwing Aspencade - на \$2200 и Yamaha Venture Royale на \$1900. Наиболее близка по стоимости была модель Harley-Davidson FLTC (Tour Glide Classic), которая лишь на \$300 была дешевле Suzuki GV1400 Cavalcade.

За основу Suzuki GV1400 Cavalcade был взят специально разработанный V-образный (82°) 4-цилиндровый двигатель жидкостного охлаждения, объемом 1360 см³, выдающий 61 кВт мощности и 129 Нм крутящего момента. Двигатель отличается наличием гидрокомпенсаторов зазоров клапанов и камерой сгорания особой формы (TSCC - Twin Swirl Combustion Chambers).

Однако главной особенностью модели Suzuki GV1400 Cavalcade является её оснащение - мотоцикл имел огромное количество комфортных туринговых опций:

- Регулируемый руль, сиденье, подножки и ветровое стекло;
- Регулировка фар;
- Пневмоподвеска;
- Пневмоподкачка сидений;
- Автоматическое выключение поворотников;
- Радио и кассетная аудиосистема с ЖК-дисплеем;
- Электронный круиз-контроль;

- Интегрированная система кофров;
- Регулировки обдува;
- Пассажирская спинка и подголовник.

Основные комплектации и версии Suzuki GV1400 Cavalcade:

- Suzuki GV1400GT Cavalcade - базовая версия.
- Suzuki GV1400LX Cavalcade - базовая версия + автоматическая задняя пневмоподвеска, удобное пассажирское сиденье со спинкой, регулировки под пассажира, воздушный компрессор, круиз-контроль, аудиосистема Clarion с радио, проигрывателем, коннекторами для СВ, интеркома и микрофонов. Модификации имеет также название - Suzuki GV1400GD.

- Suzuki GV1400LXE Cavalcade - топовая версия. Включает в себя регулировки обдува, управление аудио-системой с водительского и пассажирского места, пассажирский подголовник, пневмо-регулировку водительского сиденья и спинки, дуги с дополнительным светом. Модификация имеет также название - Suzuki GV1400GC

Модель Suzuki GV1400 Cavalcade была доступна в США до 2018 года, а в Европе до 2011 года, после чего исчезла у дилеров и больше не продавалась. Несмотря на выдающиеся характеристики и оснащение, модель не стала популярной и довольно быстро канула в лету. Компания Suzuki не стала развивать направление люкс-туреров, которое отнимало очень много ресурсов, но не приносило большой прибыли. К тому же, Suzuki так и не удалось обойти Honda Gold Wing 1800, которая пользовалась значительно большим спросом. За весь период производства было выпущено всего 8500 мотоциклов Suzuki GV1400 Cavalcade, большая часть которых (почти 7000 шт.) была продана в США.

Особенностью данного мотоцикла является наличие цепного привода на заднее колесо, а также серийно производимые для данного мотоцикла наборы приводных звезд, которые условно делятся на «скоростные» и «тяговые». Набор этих звезд может являться неким аналогом повышенной и

пониженной передачи в автомобиле. При выполнении расчета мы учтем этот фактор, произведя расчет для обоих комплектов звезд.

Тип двигателя: бензиновый, инжектор

Модель двигателя: Сузуки, GV1400GD

Коробка передач: механическая, 5-ступенчатая,

Перечень технических характеристик мотоцикла представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристики мотоцикла

Параметры	Ед.измерения	Значение
Полная масса, m_a	кг	450
Максимальная мощность, $N_{двиг.}$	кВт	61
Частота вращения при max мощности, n_1	об/мин	5000
Максимальный крутящий момент, M_{Emax}	Н*м	129
Частота вращения при max крутящем моменте, n_2	Об/мин	4000
Длина	м	2,72
Ширина	м	1,18
Высота	м	1,54
Радиус колеса, r_k	м	0,342

Исходные данные по трансмиссии транспортного средства, взятого для расчета, приведены в таблице 4. В качестве исходных данных, принимаем стандартную коробку передач, которая используется в версии мотоцикла, поставляемого с конвейера. Пониженный ряд передаточных отношений возможно установить опционально.

Таблица 4 – Исходные данные трансмиссии для расчета

Наименование	Значение
КПД трансмиссии, η	0,82
Передаточное число 1 передачи, u_I	3,67
Передаточное число 2 передачи, u_{II}	2,1
Передаточное число 3 передачи, u_{III}	1,36
Передаточное число 4 передачи, u_{IV}	1
Передаточное число 5 передачи, u_V	0,82
Передаточное число высшей передачи, $u_{высш.}$	1,2
Передаточное число пониженной передачи, $u_{пониж.}$	2,135
Передаточное число главной передачи, $u_{гл.}$	3,9

2.2 Тягово-скоростные свойства мотоцикла

2.2.1 Расчет тяговой диаграммы мотоцикла

«Тяговый расчёт служит для определения основных параметров двигателя и трансмиссии мотоцикла, обеспечивающих ему требуемые тягово-скоростные свойства в заданных условиях движения.» [40]

2.2.2 Площадь лобового сопротивления

Площадь лобового сопротивления (A_L)- проекция мотоцикла на плоскость, перпендикулярную направлению движения.

$$A_L = \beta * B_r * H_r \quad (1)$$

где β - коэффициент заполнения площади, для расчета принимаем $\beta=0,8$;

B_r - и H_r - наибольшие ширина и высота мотоцикла соответственно.

$$A_L = 0,8 * 1,18 * 1,64 = 2,2$$

Коэффициент сопротивления дороги принимаем с учетом условий движения мотоцикла, $\Psi_v = 0,015$.

2.2.3 Передаточные числа трансмиссии

$$u_{тр} = u_{высш.} \cdot u_{передачи} \cdot u_{гп}, \quad (2)$$

Для повышающей передачи:

$$u_{тр1} = 3,67 \cdot 3,9 \cdot 1,2 = 17,17$$

$$u_{тр2} = 2,1 \cdot 3,9 \cdot 1,2 = 9,82$$

$$u_{тр3} = 1,36 \cdot 3,9 \cdot 1,2 = 6,36$$

$$u_{тр4} = 1 \cdot 3,9 \cdot 1,2 = 4,68$$

$$u_{тр5} = 0,82 \cdot 3,9 \cdot 1,2 = 3,83$$

Для понижающей передачи:

$$u_{тр1} = 3,67 \cdot 3,9 \cdot 2,135 = 30,55$$

$$u_{тр2} = 2,1 \cdot 3,9 \cdot 2,135 = 17,48$$

$$u_{тр3} = 1,36 \cdot 3,9 \cdot 2,135 = 11,32$$

$$u_{тр4} = 1 \cdot 3,9 \cdot 2,135 = 8,32$$

$$u_{тр5} = 0,82 \cdot 3,9 \cdot 2,135 = 6,82$$

2.2.4 Расчёт скоростей для приводных звезд стандартного ряда

$$V = 0,377 \frac{n_d \cdot r_k}{u_{тр}}, \quad (3)$$

$$V_1 = 0,377 \frac{1000 \cdot 0,342}{17,17} = 7,5092 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 2,085906 \frac{\text{м}}{\text{с}},$$

Для примера посчитана скорость на первой передаче при 1000 об/мин.

Расчетные значения скоростей мотоцикла с разным комплектом приводных звезд на различных передачах приводятся в таблицах 5, 6.

Таблица 5 – Скорость мотоцикла на скоростных звездах

Обороты двигателя, об/мин.	Скорость по передачам, м/с.				
	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅
1000	2,085906	3,647149	5,631289	7,652778	9,351175
1500	3,128858	5,470723	8,446934	11,47917	14,02676
2000	4,171811	7,294297	11,26258	15,30556	18,70235
2500	5,214764	9,117872	14,07822	19,13194	23,37794
3000	6,257716	10,94145	16,89387	22,95833	28,05352

Продолжение таблицы 5

3500	7,300669	12,76502	19,70951	26,78472	32,72911
4000	8,343622	14,58859	22,52516	30,61111	37,4047
4500	9,386575	16,41217	25,3408	34,4375	42,08029
5000	10,429528	18,23574	28,15645	38,26389	46,75587

Таблица 6 – Скорость мотоцикла на тяговых звездах

Обороты двигателя, об/мин.	Скорость по передачам, м/с.				
	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅
1000	1,17234	2,048913	3,163869	4,3046875	5,251466
1500	1,758511	3,07337	4,745804	6,45703125	7,877199
2000	2,344681	4,097826	6,327739	8,609375	10,50293
2500	2,930851	5,122283	7,909673	10,76171875	13,12867
3000	3,517021	6,146739	9,491608	12,9140625	15,7544
3500	4,103191	7,171196	11,07354	15,06640625	18,38013
4000	4,689362	8,195652	12,65548	17,21875	21,00587
4500	5,275532	9,220109	14,23741	19,37109375	23,6316
5000	5,861702	10,24457	15,81935	21,5234375	26,25733

2.3 Расчет динамики разгона мотоцикла

Динамической характеристикой мотоцикла называется зависимость динамического фактора D от скорости.

Динамический фактор D, вычисляют по формуле

$$D = \frac{\frac{M_n \cdot \eta_{тр} \cdot \eta_{тр}}{r_k} - k_\omega \cdot A_n \cdot v^2}{m_a \cdot g}, \quad (4)$$

где M_n- крутящий момент двигателя, Н*м;

η_{тр} - КПД трансмиссии;

k_ω - коэффициент сопротивления воздуха;

m_a - масса мотоцикла, кг;

r_k- радиус качения ведущего колеса, м

A_n- лобовая площадь, м²

$$D = \frac{\frac{59 \cdot 17.17 \cdot 0.82}{0.342} - 0.335 \cdot 2.2 \cdot 2.085906^2}{1285 \cdot 9.8} = 0,192622$$

Для примера посчитан динамический фактор на первой передаче при 1000 об/мин.

Все расчетные значения динамического фактора мотоцикла различных комплектов звезд привода находятся в таблицах 7, 8.

Таблица 7 - Значения динамического фактора мотоцикла на скоростных звездах

Обороты двигателя, об/мин.	Динамический фактор по передачам				
	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅
1000	0,192622	0,109533	0,069588	0,049144	0,037906
1500	0,254417	0,144084	0,090276	0,061790	0,045364
2000	0,348775	0,196943	0,122144	0,081632	0,057555
2500	0,390701	0,219497	0,133711	0,085504	0,055520
3000	0,412884	0,230444	0,137083	0,082316	0,046551
3500	0,418595	0,231653	0,133474	0,072959	0,031377
4000	0,411102	0,224995	0,124092	0,058324	0,010728
4500	0,387136	0,208598	0,107728	0,037519	-0,016126
5000	0,343428	0,180595	0,083171	0,009655	-0,049914

Таблица 8 - Значения динамического фактора мотоцикла на тяговых звездах

Обороты двигателя, об/мин.	Динамический фактор по передачам				
	D1	D2	D3	D4	D5
1000	0,343099	0,196113	0,126576	0,092377	0,074997
1500	0,453514	0,259041	0,166794	0,121119	0,097651
2000	0,622055	0,355126	0,228272	0,165160	0,132483
2500	0,697490	0,397839	0,254972	0,183313	0,145732
3000	0,737985	0,420461	0,268448	0,191420	0,150384
3500	0,749357	0,426318	0,270855	0,191063	0,147735
4000	0,737422	0,418741	0,264347	0,183828	0,139086
4500	0,696364	0,394400	0,246771	0,168130	0,123137
5000	0,620366	0,349967	0,215969	0,142386	0,098590

По результатам расчетов построены графики для обоих диапазонов динамической характеристики, которые находятся в Приложении А.

2.4 Расчет разгона мотоцикла

2.4.1 Ускорение при разгоне

Коэффициент приведенной массы мотоцикла, $\delta_{п.м}$, вычисляют по формуле

$$d_{п.м} = 1 + d_1 + d_2 \times u \quad (5)$$

где d_1, d_2 – эмпирические коэффициенты, принимаются в пределах,

$$d_1 = 0,03 \dots 0,05; d_2 = 0,04 \dots 0,06;$$

Для расчетов принимаем $d_1 = 0,04$, $d_2 = 0,05$, тогда

Рассчитываем коэффициент приведенной массы мотоцикла, $\delta_{п.м}$, для пяти передач

$$\delta_{п.м1} = 1 + 0,04 + 0,05 \cdot 3,61^2 = 1,71$$

$$\delta_{п.м2} = 1 + 0,04 + 0,05 \cdot 2,1^2 = 1,26$$

$$\delta_{п.м3} = 1 + 0,04 + 0,05 \cdot 1,36^2 = 1,13$$

$$\delta_{п.м4} = 1 + 0,04 + 0,05 \cdot 1^2 = 1,09$$

$$\delta_{п.м5} = 1 + 0,04 + 0,05 \cdot 0,82^2 = 1,07$$

Значения ускорений a , м/с^2 , вычисляют по формуле

$$a = \frac{(D - \psi) \cdot g}{\delta}, \quad (6)$$

Все расчетные значения ускорения мотоцикла для штатного комплекта приводных звезд приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Значения ускорений мотоцикла

Ускорение мотоцикла на каждой передаче, м/с^2				
a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
1,017956374	0,735256667	0,473418053	0,306991743	0,209793271
1,372097427	1,003986667	0,652836106	0,420680734	0,278100187
1,912868304	1,415112222	0,929222124	0,599085688	0,389765234
2,153140234	1,59054	1,029529027	0,633898165	0,371126916

Продолжение таблицы 9

a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅
2,280276608	1,675683333	1,058781593	0,605235413	0,288980935
2,313000585	1,685086667	1,027473628	0,521099266	0,150004112
2,270058246	1,633294444	0,946116283	0,389518532	-0,039126729
2,13270924	1,50577	0,804198407	0,202473394	-0,285115888
1,882218947	1,287961111	0,591217522	-0,048046972	-0,594502804

2.4.2 Время разгона мотоцикла

Для расчета значений времени, t, сек, нужно рассчитать средние значения ускорений a_{ср}, м/с².

Расчетные значения средних ускорений мотоцикла для повышающей передачи приведены в таблице 10.

Таблица 10 - Значения средних ускорений мотоцикла для повышающей передачи

Среднее ускорение мотоцикла по передачам, м/с ²				
a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅
1,926036	1,392521	0,834754	0,403437	0,08544

Значения времени t, сек., вычисляются по формуле

$$\Delta t = \frac{V_{1+i} - V_1}{a_{срi}}, \quad (7)$$

$$\Delta t = \frac{3,128858 - 2,085906}{1,926036} = 0,541501 \text{ с,}$$

Для примера посчитано время разгона на первой передаче, для первого участка.

Значения времени t, сек, представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Значения времени на различных интервалах, с

Интервал	Время разгона на различных передачах, с.				
	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₅
1	0,541501	1,309549	3,37302	9,484485	28,1108
2	1,083004	2,619097	6,74604	18,96896	56,22163
3	1,624506	3,928647	10,11905	28,45342	84,33246
4	2,166009	5,238198	13,49208	37,9379	112,4432
5	2,707511	6,547744	16,86509	47,42238	140,5541
6	3,249014	7,85729	20,23812	56,90686	168,6649
7	3,790515	9,166843	23,61113	66,39134	196,7757
8	4,332019	10,47639	26,98416	75,87582	224,8865

График разгона мотоцикла в приложении А.

2.5 Расчет параметров торможения мотоцикла

Величина замедления j_a , вычисляется по формуле

$$j_a = \varphi * g, \quad (8)$$

где φ - коэффициент сцепления (на сухом асфальте 0,7);

$$j_a = 0,7 * 9,8 = 6,86$$

Остановочный путь мотоцикла S_0 , м, вычисляется по формуле

$$S_0 = t_D + t_C + 0,5 * t_H + \frac{V_0^2}{2 * j_a}, \quad (9)$$

где t_D – время реакции водителя, с;

t_C – время срабатывания тормозной системы, с;

t_H – время нарастания замедления, с;

V_0 – скорость мотоцикла непосредственно перед началом торможения, м/с;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

V_0 – 80 км/ч;

t_D – принимаем равным 1 с;

t_C – для автомобилей с гидравлическим приводом тормозов 0,1 с;

t_n – принимаем равным 0,3 с.

$$S_0 = \left(1 + 0,1 * 0, \frac{3}{2} \right) * 22, \frac{2}{3}, 6 + \frac{22,2^2}{25,92 * 6,86} = 102,67 \text{ м}$$

По результатам расчетов построен график торможения мотоцикла находится в Приложении А.

2.6 Топливо-экономическая характеристика

«Для получения топливо-экономической характеристики следует рассчитать расход топлива при движении мотоцикла на высшей передаче по горизонтальной дороге с заданными постоянными скоростями от минимально устойчивой до максимальной.

Совершенство конструкции мотоцикла оценивают по расходу топлива Q (л), отнесенному к длине пройденного пути S (км). Путевой расход топлива при пробеге мотоцикла 100 км (л):» [39]

$$q_n = 100 * Q / S \quad (10)$$

«Измерителем топливной экономичности автомобильного двигателя служат часовой расход топлива G_T (кг/ч) и удельный эффективный расход топлива:» [40]

$$G_T = g_e * N_e / 10^6, \quad (11)$$

Путевой расход топлива в литрах на 100 км пути q_n выражается через удельный эффективный расход топлива g_e [г/(кВт*ч)]:

$$q_n = g_e * N_T / 36 * \rho_T * V_a, \quad (12)$$

где ρ_T - плотность топлива (кг/л); V_a - скорость мотоцикла (м/с),

Плотность топлива для бензина 0,71...0,73 кг/л, а для дизельного топлива 0,83 ... 0,87 кг/л.

Эффективность мощности N_e в может быть выражена из мощностного баланса:

$$q_n = g_e * (P_d + P_b) / 36000 * \rho_T * \eta_{тр} \quad (13)$$

«Чтобы определить расход топлива в определенных дорожных условиях; необходимо располагать экспериментальным графиком -

нагрузочной характеристикой двигателя. Если экспериментальных данных нет, то можно воспользоваться следующей приближенной методикой, для чего определяют эффективный расход топлива (г /кВт ч) по формуле:» [10]

$$g_e = k_{СК} * k_{Н} * g_{emin} * 1,1 \quad (14)$$

где $k_{СК}$ и $k_{Н}$ - коэффициенты, учитывающие соответственно изменения величины g_e в зависимости от оборотов двигателя; g_{emin} - минимальный удельный эффективный расход топлива (г/кВт*ч). Для бензиновых двигателей g_{emin} - 290... 380 г/кВт*ч/

«Для расчета топливно-экономической характеристики используется рассчитанный ранее мощностной баланс на высшей передаче.

Топливно-экономическая характеристика мотоцикла позволяет определить расход топлива в зависимости от изменения скорости движения. Она представляет собой график зависимости путевого расхода топлива от скорости мотоцикла V_a .

Показателем топливной экономичности мотоцикла служит минимальный путевой расход топлива, соответствующий скорости при испытаниях мотоцикла с полной нагрузкой на горизонтальном участке дороги с твердым покрытием. Указываемый в технических характеристиках автомобилей контрольный расход топлива практически мало отличается от минимального расхода топлива.» [39]

Как правило, замеры расхода топлива производят по специальной методике.

Данные расчета топливно-экономических показателей представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Топливно-экономическая характеристика

gп (л/100км)	Nт (Вт)	Ки	Kск	Va5 (м/с)
1,30	15686,35	2,18	1,15	7,06
1,72	20866,97	2,11	1,12	9,16
2,16	26201,81	2,02	1,09	11,26
2,62	31643,04	1,92	1,07	13,36

Продолжение таблицы 12

гп (л/100км)	Nт (Вт)	Ки	Кск	Va5 (м/с)
3,12	37142,82	1,81	1,05	15,45
3,65	42653,35	1,70	1,03	17,55
4,22	48126,79	1,58	1,01	19,65
4,84	53515,32	1,46	1,00	21,75
5,51	58771,12	1,35	0,98	23,84
6,24	63846,37	1,24	0,98	25,94
7,03	68693,25	1,14	0,97	28,04
7,89	73263,92	1,03	0,97	30,13
8,82	77510,57	0,94	0,97	32,23
9,83	81385,38	0,84	0,97	34,33
10,91	84840,52	0,74	0,97	36,43
12,09	87828,16	0,64	0,98	38,52
13,35	90300,49	0,55	0,99	40,62
14,71	92209,68	0,51	1,00	42,72

График топливно-экономической характеристики мотоцикла приводится в приложении А и на листе графической части.

Выводы по разделу. В результате выполнения раздела был произведен расчет тягово-динамических характеристик тяжелого туристического мотоцикла. Были определены основные разгонные и тягово-динамические характеристики. В соответствии с рассчитанными значениями построены графики, отраженные в приложении А и на листах графической части.

3 Конструкторский расчет проектируемого подъемника

3.1 Техническое предложение на разработку конструкции

«Гаражный подъемник для мотоциклов относится к гаражному оборудованию. Предназначается для подъема мотоцикла на различную высоту при проведении ремонтных работ. Оборудование предназначается главным образом для обслуживания мототехники массой не более 450 кг.

Для рассматриваемого в рамках дипломного проекта отделения данное оборудование необходимо для осуществления следующих действий в рамках технологического процесса:

- подъем и удержание мотоцикла при мелкосрочном ремонте;
- подъем и удержание мотоцикла при демонтаже агрегатов;
- подъем и удержание мотоцикла при осмотре агрегатов и узлов, расположенных снизу мотоцикла;
- подъем и удержание мотоцикла при проведении технического обслуживания.» [26]

«Таким образом, при помощи данного оборудования выполняются основные технологические операции при ремонте мотоцикла, следовательно, существует необходимость использования данного оборудования в цехе. Применение ручного труда нецелесообразно ввиду соображений безопасности и соблюдения технологичности процесса.» [2]

«Разработка проводится на основании проведенного патентного поиска, а также исходя из выбранного технического решения для данной установки. Прототипом разрабатываемой конструкции будет являться ряд существующих устройств для подъема легковых автомобилей и мотоциклов. Одним из таких устройств будет являться подъемник Motolift (рисунок 6).» [26]



Рисунок 6 – Подъемник ножничного типа Motolift

Motolift - низкопрофильный ножничный подъемник для напольной установки с изменяемой по длине платформой и электронным управлением.

Характеристики:

- электрогидравлический привод;
- сдвижная въездная рампа;
- грузоподъемность 0,5 тонны;
- макс. высота подъема 1200 мм;
- электропитание 380 В;
- мощность 3 кВт;
- габариты (ДхШ) 2775х695 мм;
- масса 195 кг;
- длина платформ 2275 мм;
- ширина платформ 695 мм;
- длина трапов 500 мм;

- высота трапов (въезда) 150 мм.

«Учитывая особенности конструкции приведенного аналога, а также учитывая основные тенденции в развитии техники в последние годы, вносим в конструкцию подъемника, принятую согласно патентному поиску в качестве исходной следующие изменения:

- целесообразнее выполнить подъемник стационарным;
- в качестве привода применить механический привод, так как это позволит не привязывать подъемник к инженерным сетям и снизить затраты на обслуживание;» [26]
- механизм подъема выполняется неповоротным относительно горизонтальной оси, так как подобное исполнение существенно усложнило бы конструкцию и потребовало бы дополнительных фиксирующих устройств;

«В разрабатываемой конструкции будут использованы ряд конструктивных разработок, использованных в существующих аналогах. Таким образом, целью разработки оборудования является устранение недостатков, присущих базовой конструкции, а также повышение степени автоматизации проведения работ, ставящих целью снижение доли ручного труда.» [28]

Конструкция представляет собой механизм, включающий в себя следующие принципиальные схемы: кинематическую.

Механическое устройство разрабатываемой конструкции представлено на кинематической схеме, рисунок 7.

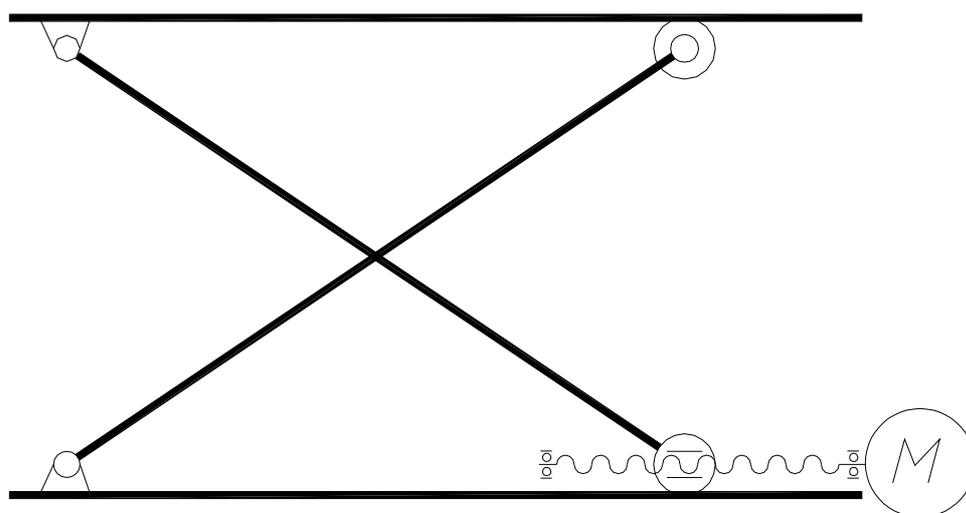


Рисунок 7 – Кинематическая схема конструкции

Рама подъемника 2 смонтирована на колесах 1, что обеспечивает возможность перемещения. На раме 2 шарнирно закреплены гидроцилиндр 3 подъема и пара пружинных элементов (не показаны), облегчающих подъем. Подъемное устройство 5 смонтировано на подъемных рычагах 4, представляющих пантограф, что обеспечивает параллельность полу поднимаемого мотоцикла. К особенности конструкции стоит также отнести закрепление колес на подпружиненных элементах таким образом, что при нагружении происходит опускание рамы на пол, фиксируя положение под нагрузкой.

1.2 Эстетическое решение стенда

«Проработка внешнего эстетичного вида разрабатываемого изделия производится для повышения маркетинговой привлекательности продукции, а также с целью создания оптимальной гармонии изделия с условиями эксплуатации.» [1]

«Рама стенда выполняется из пространственно сваренных швеллеров, таким образом, чтобы она образовывала рамную конструкцию, что, во-первых, повышает прочность конструкции, а во-вторых, визуально создает ощущение надежности и устойчивости всей рамы в целом. Силовые узлы и агрегаты размещаются на раме шарнирно. Следует выполнить размещение узлов таким образом, чтобы не создавалось впечатления избыточности механизмов, но в то же время они все должны составлять единое композиционное решение внешнего вида установки, в частности следует четко разделить механизм привода подъема и механизм пантографа с закрепленным захватным устройством. Габариты пантографа и гидроцилиндра следует соотнести с габаритами рамы таким образом, чтобы высота подъема составляла не более двух длин рамы. Подобное соотношение позволит визуально создать впечатление устойчивости, конструкция не будет выступать дополнительным раздражающим фактором для рабочего. Отдельно выносятся насос для подачи жидкости в гидроцилиндр.

Изделие в полной мере отражает своё функциональное предназначение, т.е. гаражного подъемника и имеет все признаки своего класса. Установка имеет четко выраженные рабочие органы, т.е. подъемный гидроцилиндр и опоры, что подчеркивает ее функциональное предназначение, указывает на ее роль в производственном процессе.» [26]

«Немаловажное значение при проработке эстетических требований стоит уделить окраске изделия, которая должна быть достаточно заметной, чтобы привлекать внимание, как и всякий мобильный объект, особенно в производственных условиях, но в то же время не выступать дополнительным раздражающим фактором для рабочего. Рекомендуются окрасить подъемник порошковыми красками в оранжевый цвет, что позволит изделию не теряться на пространстве. На рычаги пантографа и концы рычагов опор можно дополнительно нанести черные полосы.» [28]

3.3 Прочностной расчет основных элементов конструкции

В прочностные расчеты включается:

- расчет на прочность рамы;
- расчет на прочность рамы платформы.

Рама тележки воспринимает нагрузку от веса груза. Произведем расчет нагрузки на швеллер рамы, исходя из условия, что на каждый из швеллеров приходится нагрузка от половины веса груза (1500 Н), а также половины веса подвижной платформы (5 кг). Представим швеллер рамы как жестко закрепленную балку. Расчетная схема представлена на рисунке 8.

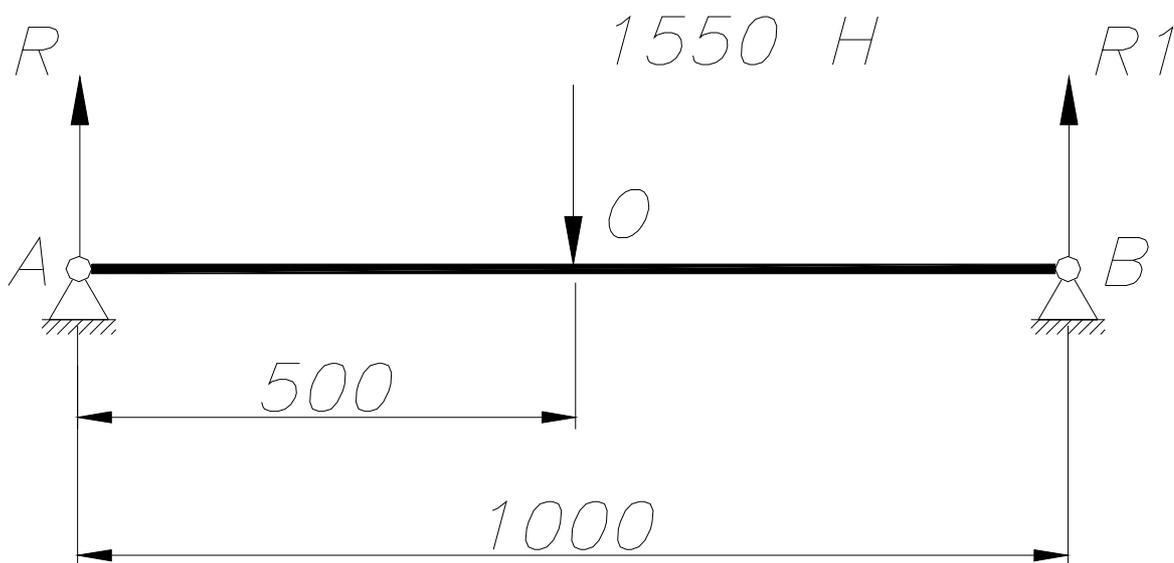


Рисунок 8 – Расчетная схема нагружения швеллера рамы

Для определения величины реакции в опорах и составления эпюры изгибающих моментов, составим систему уравнения относительно каждой из точек опоры. Так как сила приходится на середину швеллера рамы, реакция на каждой из опор будет составлять половину всей нагрузки, т.е. 1550 Н.

Составим эпюру изгибающих моментов для швеллера рамы, рисунок 9.

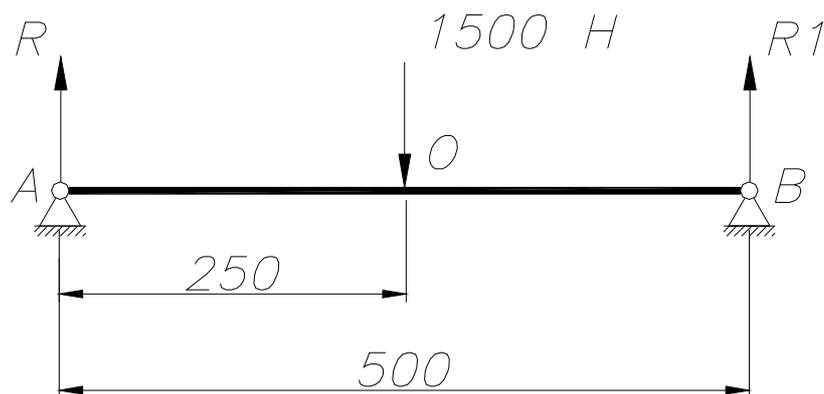


Рисунок 9 – Эпюра изгибающих моментов рамы

Произведем расчет на прочность швеллера рамы, исходя из рассчитанной величины изгибающего момента.

Балка рамы – швеллер № 8, $W = 22,4 \times 10^{-6} \text{ м}^3$ – момент сопротивления сечения при изгибе;

$$s_{\max} = M_{\max} / W \quad (15)$$

$$s_{\max} = 775 / 22,4 \times 10^{-6} = 34,6 \text{ МПа} < [s_T] = 200 \text{ МПа}$$

«Условия прочности удовлетворяют характеристикам материала, даже с условием обеспечения запаса прочности.» [28]

Аналогично рассчитаем раму передвижной платформы тележки.

Рама платформы воспринимает нагрузку только от веса груза. Произведем расчет нагрузки на швеллер рамы, исходя из условия, что на каждый из швеллеров приходится нагрузка от половины веса груза (1500 Н). Представим швеллер рамы как жестко закрепленную балку. Расчетная схема представлена на рисунке 10.

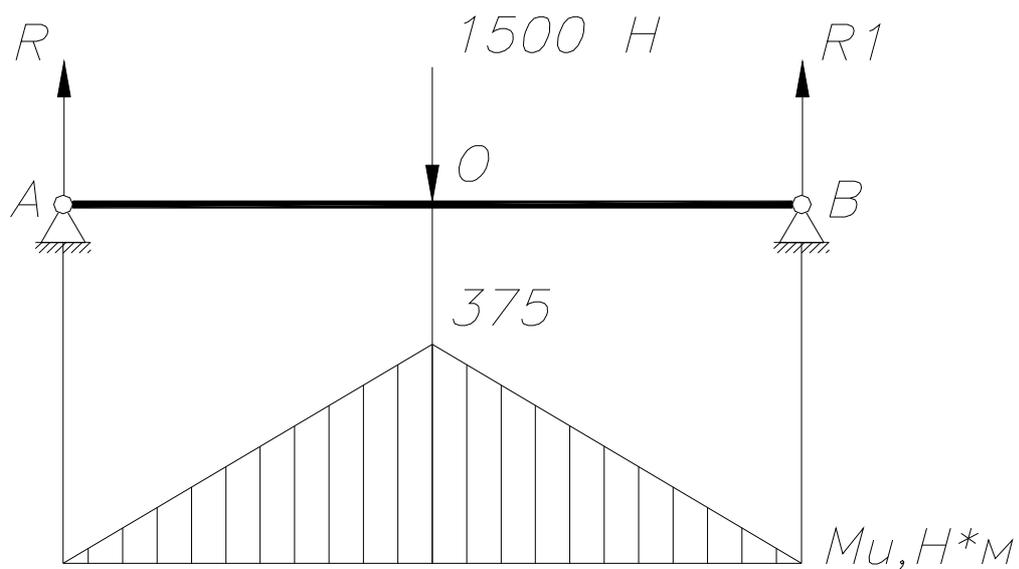


Рисунок 10 – Расчетная схема нагружения швеллера платформы

Для определения величины реакции в опорах и составления эпюры изгибающих моментов, составим систему уравнения относительно каждой из точек опоры. Так как сила приходится на середину швеллера рамы, реакция на каждой из опор будет составлять половину всей нагрузки, т.е. 1500 H .

Составим эпюру изгибающих моментов, рисунок 11.

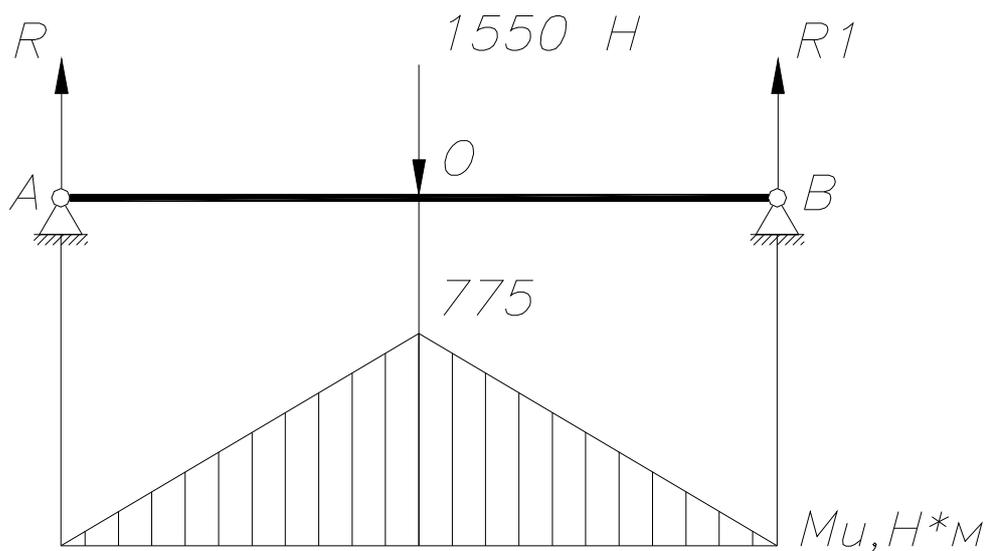


Рисунок 11 – Эпюра изгибающих моментов рамы платформы

Произведем расчет на прочность швеллера рамы, исходя из рассчитанной величины изгибающего момента.

Балка рамы – швеллер № 5, $W = 9,1 \times 10^{-6} \text{ м}^3$ – момент сопротивления сечения при изгибе;

$$s_{\max} = M_{\max} / W \quad (16)$$

$$s_{\max} = 375 / 9,1 \times 10^{-6} = 41,2 \text{ МПа} < [s_T] = 200 \text{ МПа};$$

Условия прочности удовлетворяют характеристикам материала, даже с условием обеспечения запаса прочности.

Произведем расчет шарнира винтового механизма.

При расчете принимается, что ось шарнира воспринимает полную нагрузку от веса груза, т.е. 1500 Н. Расчет производится по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{F * 4}{\rho * i * [t_{cp}]}} \quad (17)$$

где i – число плоскостей среза ($i = 2$),

d – диаметр вала, м

$[t_{cp}] = 90 \text{ МПа}$ – допускаемое напряжение на срез, для стали 45.

F – нагрузка на соединение

$$d = \sqrt{\frac{1500 * 4}{3.14 * 2 * [90]}} = 4,76 \text{ мм}$$

Принимаем диаметр заклепки $d = 5 \text{ мм}$ из соображений обеспечения запаса прочности. Допускается конструктивно увеличить диаметр оси.

«Произведем расчет винтовой передачи, приняв в качестве исходных данных: необходимая грузоподъемность $Q = 5000 \text{ Н}$, величина перемещения ползуна $l_0 \gg 0,3 \text{ м}$, для винта материал принимаем сталь 45, $[s] = 120 \text{ МПа}$, для гайки принимаем материал Бр. 0Ф10-1, $[s_p] = 40 \text{ МПа}$, $[s_{cm}] = 45 \text{ МПа}$.

Допускаемое давление для пары сталь – бронза $[q] = 9 \text{ МПа}$.

Поскольку нагрузка в передаче двусторонняя, принимаем трапециидальную резьбу с $y_h = 0,75$.» [41]

Конструкцию гайки принимаем цельную с $y_n = 1,5$.

Средний диаметр резьбы:

$$d_2 = \sqrt{\frac{Q}{\rho * y_n * y_h * [q]}} \quad (18)$$
$$d_2 = \sqrt{\frac{5000}{3,14 * 1,5 * 0,75 * [9]}} = 12,54 \text{ мм}$$

По ГОСТ 10177-82 принимаем однозаходную резьбу $z_p = 1$, $d = 14$,

$P = 2$ мм, $d_2 = 13,0$ мм, $d_3 = 11,5$ мм.

Угол подъема резьбы:

$$\operatorname{tg} g = \frac{P * z_p}{\rho * d_2} \quad (19)$$
$$\operatorname{tg} g = \frac{2 * 1}{3,14 * 13} = 0,0579$$

$$g = 2^\circ 48'$$

Приведенный угол трения:

$$j' = \operatorname{arctg} \frac{f}{\cos \frac{\alpha}{2}} = \operatorname{arctg} \frac{0,1}{\cos 3^\circ} = 5^\circ 44''$$

Так как $g \leq j'$, винтовая пара самотормозящая, следовательно условие проектирования соблюдено.

Высота гайки:

$$H_r = y_n * d_2 \quad (20)$$

$$H_r = 1,5 * 13 = 19,5 \text{ мм}$$

Принимаем минимальную высоту гайки 22 мм.

Число витков резьбы в гайке:

$$z = H_r / P \quad (21)$$

$$z = 22 / 2 = 11$$

Наружный диаметр гайки

$$D = \sqrt{\frac{5 * Q}{\rho * [s_p]} + d^2} \quad (22)$$

$$D = \sqrt{\frac{5 * 5000}{3,14 * [40]} + 13^2} = 19,18$$

Принимаем $D = 20$ мм

Высота фланца гайки:

$$a = (0,25 \dots 0,3) * H_T = 0,27 * 22 = 5,94 \text{ мм}$$

Проверяем высоту фланца на срез

$$t_{cp} = Q / \rho * D * a \quad (23)$$

$$t_{cp} = 5000 / 3,14 * 20 * 5,94 = 13,4 < [t_{cp}] = 20 \dots 25 \text{ МПа}$$

Проверяем винт на устойчивость. Определяем длину сжатой части

винта:

$$l = l_o + 1,5 * d + H_T / 2 = 300 + 1,5 * 14 + 22 / 2 = 332 \text{ мм}$$

$$i_{min} = d_3 / 4 \quad (24)$$

$$i_{min} = 11,5 / 4 = 2,875$$

Момент трения в резьбе

$$T = Q * (d_2 / 2) * \text{tg} (g + j) \quad (25)$$

$$T = 5000 * (13 / 2) * \text{tg} (2^\circ 48' + 5^\circ 44') = 4490,425 \text{ Н*мм}$$

Момент трения в опоре.

$$T_{оп} = 0,33 * Q * f \quad (26)$$

$$T_{оп} = 0,33 * 5000 * 0,10 = 165 \text{ Н*мм}$$

Суммарный момент сопротивления

$$M_{сop} = T + T_{оп}$$

$$M_{сop} = 4490,425 + 165 = 4655,43 \text{ Н*мм}$$

Радиус маховика:

$$L = \frac{M_{con}}{F_p * K}, \quad (27)$$

где F_p – усилие, создаваемое при работе, $F_p = 150$ Н

K – коэффициент, учитывающий неудобство работы, $K = 0,6$

$$L = \frac{4655,43}{150 * 0,6} = 51,73 \text{ мм}$$

Таким образом, минимальный радиус маховика принимается 51,73 мм. Допускается конструктивно увеличить маховик.

Выводы по разделу. Результатом выполнения раздела явился расчет основных прочностных и силовых характеристик проектируемого стенда. Определены и рассчитаны эпюры нагружения. Полученные расчетные значения будут использоваться при выполнении сборочных чертежей устройства и детализовки. В ходе выполнения работы невозможно рассчитать абсолютно все детали конструкции, поэтому для некоторых будут предусмотрены допущения, выражающиеся в принятии конструктивных параметров по аналогии с имеющимися промышленными образцами.

4 Технологический раздел дипломного проекта

В технологическом разделе дипломного проекта будут рассмотрены два технологических процесса. Будет разработан технологический процесс проведения технического обслуживания мототранспорта на примере обслуживания цепи привода колеса.

Вместе с тем, в рамках разработки конструкции технологического устройства будет разработан технологический процесс замены подшипников приводного винта разрабатываемого подъемника.

4.1 Условия работы механизма

«Цепь мотоцикла испытывает в процессе работы большие динамические нагрузки на все элементы. Главным образом, это износ при трении роликов и уплотнений.» [9]

В зависимости от типа цепи уплотнение производится манжетами типа O, X, V, Z-ринг. Форма латинской буквы отражает профиль резинки в разрезе, тип уплотнения не оказывает влияния на работу цепи, рисунок 12.

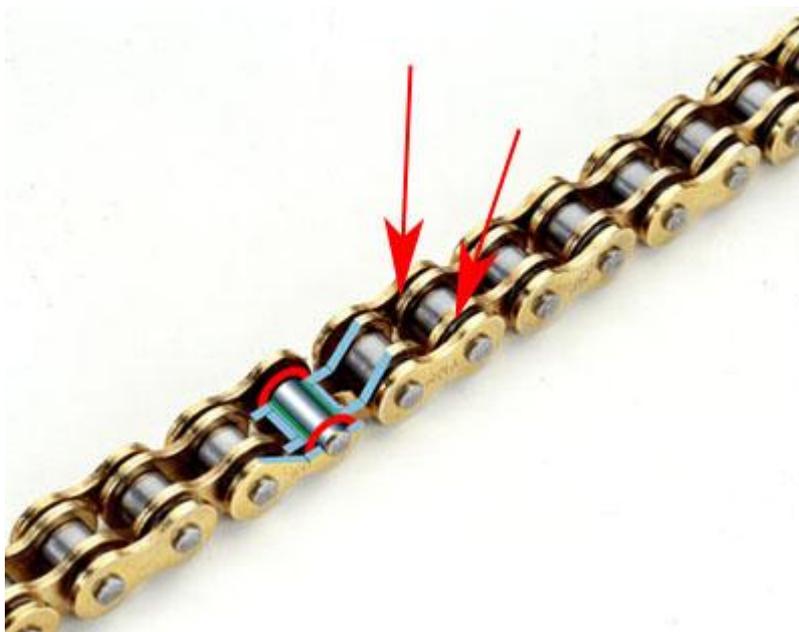


Рисунок 12 – Уплотнения шарниров цепи

При работе цепь нагревается и резиновые уплотнения пересыхают, через них начинает попадать грязь, вызывающая впоследствии заклинивание роликов. Если ролики заклинивают, начинается интенсивный износ звездочек «на саблю». Особенно износ возрастает при движении мотоцикла под нагрузкой, при резком разгоне, торможении двигателем.

Снизить износ и, как следствие, дорогостоящий последующий ремонт, позволяет своевременная, качественная замена смазывающих материалов цепи, сопровождающаяся очисткой цепи от всех загрязнений. Также большое значение имеет культура проведения замены смазки, что сказывается на сроке службы смазочных материалов и степени износа цепи.

«Таким образом, можно сделать следующие выводы, основанные на практике, почерпнутой из англоязычной литературы:

- процесс замены смазочных материалов целесообразно проводить на специализированных постах.
- при проведении замены смазки цепи обязательно проведение промывки, что позволит продлить срок службы смазочных материалов и позволит снизить интенсивность износа.
- ввиду длительности замены смазочных материалов из-за длительности промывки, рекомендуется в качестве возможных путей сокращения удаления масла из картера использовать приспособления и устройства, ускоряющие этот процесс.» [37]

4.2 Организация технологического процесса обслуживания цепи мотоцикла

Замена смазки производится на специально оборудованном посту, при этом обязательно вывешивание заднего колеса мотоцикла.

При замене смазки обязательно проводится очистка цепи от старой смазки. Сначала требуется растворить старую смазку, для этого необходимо аккуратно по всей цепи нанести кисточкой солянку. Требуется повторить

процедуру несколько раз, после чего цепи требуется постоять без движения несколько минут, чтобы солярка проникла во все щели. Следующее - механическая очистка внешних звеньев цепи. Для этого используется та же самая кисточка, но цепь уже не промакивается, а активно вытирается - внешние стороны, а также ролики. Таким образом мы избавляемся от песка и грязи, которая налипла при эксплуатации, а также от остатков старой смазки для цепи. Затем наступает момент использовать оборудование для очистки промежутков между роликами. Обычно используется специальная машинка для чистки цепи (рисунок 13). Что она из себя представляет: на цепь сверху и снизу одеваются две щетки с отверстиями для чистящей жидкости, и защелкиваются на цепи.



Рисунок 13 – Машинка для чистки цепи, закрепленная на мотоцикле

В качестве смазки (она же смывка) можно использовать дизельное топливо.

«Нужно вращать заднее колесо, чтобы вся цепь прошла через щетки. Эту процедуру надо повторять до тех пор, пока внешняя поверхность цепи не

станет идеально чистой. Но на ней могут остаться мелкие песчинки и кое-какой мусор, например, ворсинки из щетки. Последний пункт промывки - тонкая очистка цепи сжатым воздухом (рисунок 14).» [9]



Рисунок 14 – Очистка цепи сжатым воздухом

После полного высыхания цепи на нее наносится смазка. Сушить цепь после очистки обязательно, иначе смазка не зайдет под ролик. Правильная смазка цепи увеличивает срок ее службы минимум на 25%, неправильная смазывание приводит лишь к перерасходу смазки, неравномерному износу цепи. В чем заключается неравномерный износ: любая смазка для цепей полимеризуется с течением времени (обычно - 10-15 минут); при слишком богатом нанесении смазки, на поверхности цепи полимеризуется лишь часть ее, а остальная слетает на колесо, а также оседает на звездах. Более того, к "ляпам" прилипает обычная дорожная пыль и пыль от тормозных колодок заднего колеса, на цепи образуется "борода". Технология нанесения смазки представляет следующее:

1. Цепь смазывается изнутри, после полного высыхания очистителя.

2. Смазка наносится не на ролик, а на резиновые уплотнения, из этого следует: полная смазка идет за два прокрута цепи, за первый прокрут смазывается внутренняя сторона, за второй – внешняя (рисунок 15).

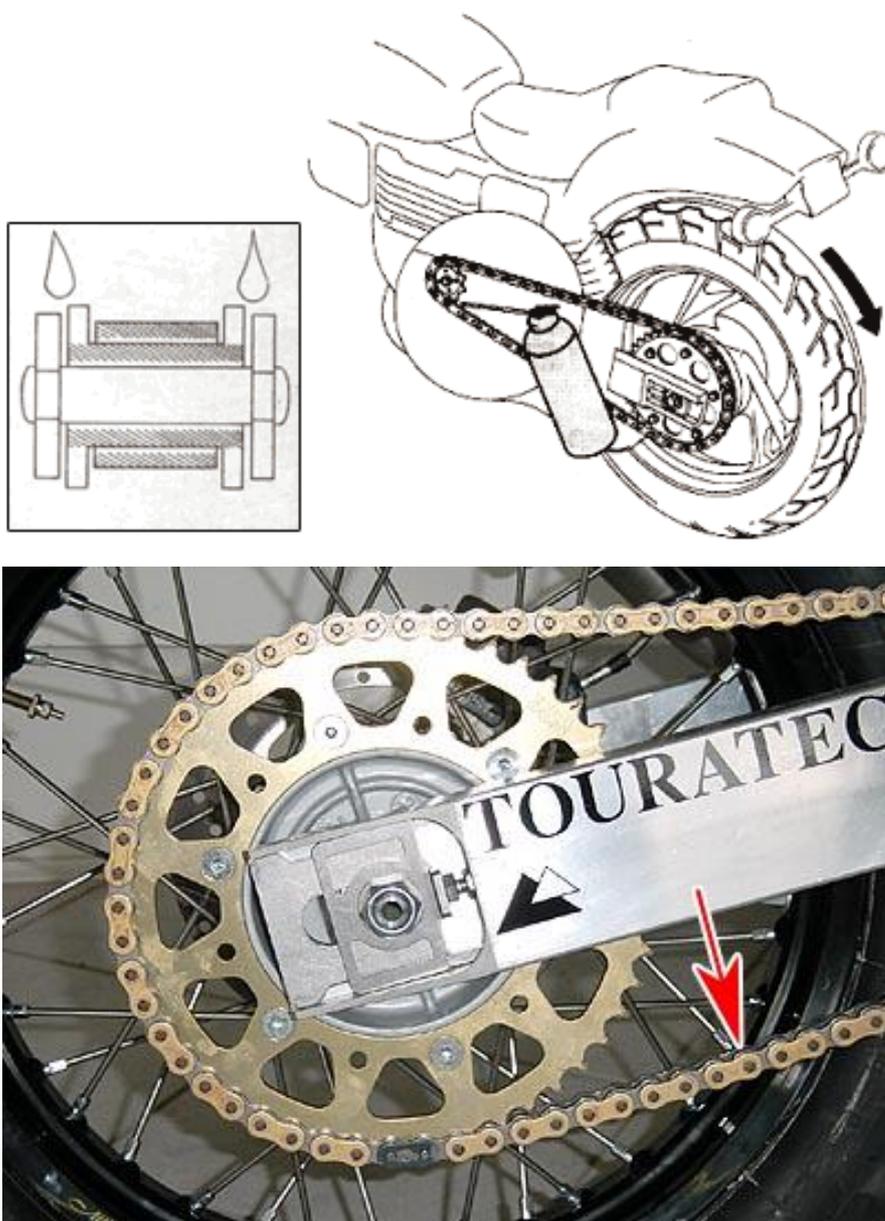


Рисунок 15 – Нанесение смазки на цепь

Цепь, после нанесения должна выглядеть как сухая, излишки смазки удаляются ветошью до полимеризации смазки. Соблюдение этой рекомендации не только предохранит колесо от смазки, экономит деньги, но и продлит ресурс цепи со звездочками. После смазки стоит дождаться

полимеризации (желирования) смазки, прежде, чем начинать поездку (10-15 минут).

Таблица 13 - Технологическая карта на проведение процесса обслуживания цепи мотоцикла.

Наименование операции, перехода	Инструмент, приспособление	Трудоемкость, мин	Примечание
1	2	3	4
1 Установка мотоцикла на подъемник			
1.1 Закатить мотоцикл на платформу	-	1,5	-
1.2 Произвести вывешивание заднего колеса	Подставка	0,5	Используя центральную подножку, либо подставку под маятник
1.3 Произвести подъем платформы	-	0,5	-
2 Очистка цепи			
2.1 Произвести смачивание цепи соляжкой	Кисть	5,0	Смачивание произвести в 2-3 прокрута цепи. После смачивания дать впитаться соляжке 2-3 минуты
2.2 Смести старую смазку сухой кистью	Кисть	2,0	-
2.3 Установить на цепь машинку для чистки цепи	Машинка для чистки цепи	1,5	Подключить к машинке емкость с соляжкой либо специальной смывкой
2.4 Вращая колесо, произвести очистку цепи.	-	2,5	Цепь прокручивается до полной очистки. Допускается наличие ворса от щетки
2.5 Произвести сушку и продувку сжатым воздухом	Компрессор	2,0	До полного высыхания цепи

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4
3 Смазка цепи			
3.1 Нанести смазку на внутреннюю сторону цепи	-	3,0	Рекомендуемая смазка Liqui Moly Racing Kettenspray DIN 51 834 Смазку наносить на уплотнения, избегая попадания на ролики
3.2 Нанести смазку на внешнюю часть цепи	-	3,0	Смазку наносить на уплотнения, избегая попадания на ролики
3.3 Удалить излишки смазки ветошью	-	0,5	-
4 Снять мотоцикл с поста			
4.1 Опустить платформу на уровень пола	-	0,5	-
4.2 Убрать подставку из под маятника или сложить центральную подножку	-	0,5	-
4.3 Произвести съезд с поста	-	1,0	-

После съезда мотоцикла, необходимо дождаться полной полимеризации смазки в течении 10-15 мин. Начинать движение на мотоцикле только после полимеризации смазки.

В качестве смывки допускается применение специальной аэрозольной смывки. После нанесения аэрозольной смывки сушка также обязательна.

4.3 Анализ конструктивных особенностей и условий работы ремонтируемого объекта

В технологическом разделе курсового проекта разрабатывается инструктивно-технологическая карта замены подшипников вала спроектированном в конструкторском разделе подъемнике мототехники, а также составляется схема разборочно-сборочных работ по замене отказавших

деталей при ремонте сборочной единицы оборудования на примере подшипников.

Подшипниковый узел предназначается для обеспечения закрепления вала, а также для компенсации радиальных и осевых нагрузок, возникающих при проведении работ и при подъеме. Устройство узла и описание подробно показано на листах графической части.

«Учитывая особенности работы данного механизма, можно выявить следующие виды нагрузок, которые испытывают детали данной конструкции. Вал испытывает в основном изгибные нагрузки от поджима щетки, паз вала, предназначенный для демонтажа муфты при помощи клина, изнашивается от трения.

Общие требования, предъявляемые к конструкции узла типичны для всех узлов такого рода. Необходимо регулярно производить смазку трущихся частей консистентной смазкой, а также производить контроль осевого и радиального зазора в подшипниках качения вала и осевого зазора в узле.»
[25]

Измерение зазора в подшипнике производится посредством перемещения вала в плоскости, перпендикулярной плоскости вращения. Исправный подшипник должен иметь ощутимый люфт в пределах 0,5 мм. Меньший размер люфта указывает на чрезмерный зажим подшипника. Большой – на износ подшипника. Появление в процессе эксплуатации посторонних звуков при работе узла также свидетельствует о неисправности его элементов.

4.4 Возможные дефекты объекта, возникающие в условиях его эксплуатации

В процессе эксплуатации механизма возможно возникновение следующих дефектов по группам кинематических пар.

В паре вал-подшипник:

- износ посадочных мест на валу
- износ шлицев на валу
- местные сколы и точечные разрушения вала
- усталостные трещины
- деформации вала
- износ паза вала
- разрушение вала

В паре подшипник-корпус:

- трещины и разрушение корпуса
- разрушение опор корпуса
- выработка посадочных поверхностей под подшипники

Прочие неисправности:

- трещины или разрушение кронштейна
- разбивка отверстий под крепление корпуса
- трещины и сколы крышек
- износ и выработка на поверхности крепления обоймы щетки

Учитывая эксплуатационные особенности механизмов подобного типа, наиболее вероятными стоит признать возникновение дефектов в паре вал-подшипник. Стоит также отметить, что выход подшипников из строя является ожидаемым дефектом и может быть спрогнозировано и устранено в ходе проведения планово-предупредительного ремонта.

4.5 Описание объекта, принятого для ремонта

Рассмотрим технологию замены подшипника приводного вала. Подшипник воспринимает нагрузку, возникающую при проведении работ, при прижиме щетки к кузову, одновременно нагружаясь динамической нагрузкой. Наиболее вероятной неисправностью подшипника стоит считать механический износ, а также разрушение сепаратора или шариков. В

условиях предприятия, а также учитывая достаточно развитую систему современного снабжения производства любого типа наиболее рациональным видом ремонта следует признать замену изношенного либо пришедшего в негодность подшипника. Также после проведения дефектационных работ при замене подшипника может быть заменен и вал, так как износ этих деталей идет совместно.

4.6 Разработка технологии ремонтных работ

Как было сказано выше, ремонтные работы представляют собой замену изношенной детали на новую, поэтому выполнение всех работ проводится главным образом по месту расположения механизма. Работы подобного рода может производить слесарь не ниже 4-го квалификационного разряда.

Технология замены подшипника приводится в инструктивно-технологической карте, таблицы 14.

Таблица 14 - Инструктивно-технологическая карта замены подшипника

Общая трудоемкость – 45,3 чел. мин. Исполнитель - слесарь-ремонтник 4-го разряда					
Наименование и содержание работы	Кол-во точек воздействия	Место выполнения работы	Приборы и инструмент	Оперативное время, мин	Технические требования
1	2	3	4	5	6
Снятие узла в сборе					
Вывернуть гайки крепления пальцев муфты	4	сбоку	ключ трубчатый 10	3,6	-
Удалить пальцы муфты	4	сбоку	-	0,5	При необходимости произвести легкое обстукивание пальцев

Продолжение таблицы 14

1	2	3	4	5	6
Вывернуть гайки крепления корпуса подшипников	4	сверху	ключ на 17	3,6	-
Снять корпус подшипников с валом в сборе	1	сбоку		0,5	-
Разборка узла					
Снять полумуфту с вала	1	сбоку	съемник	1,0	-
Отвернуть винты крепления крышек	8	сверху	ключ на 10	7,2	-
Снять крышки	2	сбоку	Отвертка плоская	0,5	-
Снять стопорную шайбу с вала	1	сбоку	щипцы или съемник	0,6	-
Вынуть вал	1	сбоку		0,1	-
Выпрессовать обоймы подшипников	2	сверху	молоток, оправка	5,0	-
Сборка узла					
Запрессовать обоймы подшипников	1	сверху	молоток, оправка	5,0	Произвести обстукивание втулки легкими ударами молотка до упирания в буртик
Вставить вал	1	сверху	-	0,5	Перед установкой смазать подшипники и вал консистентной смазкой ЛИТОЛ-24
Одеть стопорную шайбу на вал	1	сбоку	щипцы или съемник	0,3	-
Одеть крышки	2	сбоку	-	0,5	При необходимости произвести обстукивание крышки легкими ударами молотка
Завернуть винты крепления крышек	8	сверху	ключ на 10	7,2	-

Продолжение таблицы 14

1	2	3	4	5	6
Одеть полумуфту на вал	1	сбоку		1,0	-
Монтаж узла					
Установить собранный узел	-	сверху	-	0,5	-
Удалить пальцы муфты	4	сбоку		0,5	При необходимости произвести легкое обстукивание пальцев
Затянуть гайки крепления пальцев муфты	4	сбоку	ключ трубчатый 10	3,6	-
Затянуть гайки крепления корпуса подшипников	4	сверху	ключ на 17	3,6	-

Выводы по разделу. Результатом выполнения раздела явилось проведение анализа по технологии проведения работ обслуживания цепи. были разработаны технологические карты на проведение работ по техническому обслуживанию и работ, связанных в ремонтным воздействием на узел разработанной конструкции стенда. Разработанная инструктивно-технологическая карта является частью конструкторской документации разрабатываемого устройства и включается в руководство по эксплуатации.

5 Безопасность и экологичность объекта дипломного проекта

5.1 Описание условий труда

Задание для выполнения раздела: разработать мероприятия по обеспечению промышленной, экологической безопасности и безопасности при выполнении проектных и испытательных работ.

«Стремление человека защитить себя от негативных последствий своей же разумной деятельности привело к осознанию необходимости создания системы специальных мероприятий, объединенных понятием «безопасность жизнедеятельности».

Безопасность жизнедеятельности - это область знаний о состоянии окружающей среды и о безопасном взаимодействии человека со средой его обитания, при котором вероятность повреждения организма человека в процессе его жизни и деятельности в определенных условиях является минимальной.

Охрана труда - это система законодательных актов, социально-экономических, организационных, технических, гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.» [3]

Процесс осуществления разработки стенда был разбит на несколько этапов. Поскольку целью дипломного проекта является разработка устройства стенда, в данном разделе мы рассмотрим обеспечение безопасных условий труда для конструктора, не затрагивая условия труда при непосредственной сборке, испытании, доводке и монтаже самого стенда, поскольку эти работы выходят за компетенции текущего проекта. Спецификация оборудования и оснастки, используемого при проведении конструкторской работы по разработке проекта стенда приводится в таблице 15.

Таблица 15 Спецификация оборудования и оснастки при выполнении конструкторской работы

Этап	Оборудование, оснащение, ресурсы	Операция
1	Компьютер, сетевой маршрутизатор обеспечения выхода в сеть Интернет, принтер	Поиск аналогов конструкции
2	Компьютер, принтер	Проведение расчетов мощностных и прочностных параметров конструкции
3	Компьютер, специализированная программа САМ-CAD, принтер	Разработка чертежей конструкции по полученным параметрам
4	Компьютер, сетевой маршрутизатор обеспечения выхода в сеть Интернет, принтер	Расчет ТЭО
5	Компьютер, принтер	Отчет
6	Компьютер, сетевой маршрутизатор обеспечения выхода в сеть Интернет, принтер	Передача пакета конструкторской документации для изготовления прототипа

5.2 Идентификация вредных производственных факторов

Вредные физические производственные факторы (на основании информационных данных в соответствии с ГОСТ 12.0.003-74), которые могут возникнуть при выполнении этапов проектирования, представлены в виде таблицы 16.

Таблица 16 – Вредные производственные факторы

Операция	Фактор
1	2
Поиск аналогов конструкции	умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, повышенный уровень электромагнитных излучений
Проведение расчетов мощностных и прочностных параметров конструкции	умственное перенапряжение, повышенный уровень электромагнитных излучений

Продолжение таблицы 16

Разработка чертежей конструкции по полученным параметрам	умственное перенапряжение, повышенный уровень электромагнитных излучений	перенапряжение, анализаторов,
Расчет ТЭО	умственное перенапряжение, повышенный уровень электромагнитных излучений	перенапряжение, анализаторов,
Отчет	умственное перенапряжение, повышенный уровень электромагнитных излучений	перенапряжение, анализаторов,
Передача пакета конструкторской документации для изготовления прототипа	умственное перенапряжение, повышенный уровень электромагнитных излучений	перенапряжение, анализаторов,
Непредвиденные работы		

На основании проведенного анализа вредных производственных факторов возникающих в процессе осуществления НИОКР были разработаны мероприятия по обеспечению промышленной, экологической безопасности и безопасности в экстремальных ситуациях при выполнении НИОКР.

Сформулированы санитарно-эпидемиологические и эргономические требования при работе на ПЭВМ на основании правила и нормативов СанПин 2.2.2/2.4.1340-18. от 01.06.2018 г.

Произведена экологическая экспертиза объекта дипломного проектирования

5.3 Общие требования по обеспечению безопасности на предприятии

Общие требования безопасности.

Каждый вновь поступающий на предприятие рабочий и инженер должен пройти вводный инструктаж по правилам техники безопасности,

противопожарной безопасности, и пройти санитарный и медицинский осмотр.

После прохождения вводного инструктажа инженер - конструктор должен получить первичный инструктаж по организации работ и технике безопасности согласно настоящей инструкции у начальника отдела (цеха).

Для инженеров - конструкторов один раз в три года проводится переаттестация по общим правилам техники безопасности и выдачей соответствующего удостоверений.

К испытаниям повышенной опасности на дорогах, сооружениях автополигона, специальных участках и сооружениях автотрека ВАЗа относятся:

«Категория А: испытания, связанные с движением на высокой скорости по криволинейным трассам согласно методикам испытаний (например, управляемость и устойчивость, испытание дисков и ступиц колес и т.п.); испытания тормозов.

Категория Б: форсирование испытания в условиях автомобильных соревнований.

Категория В: испытания, проводимые на скоростях свыше 120 км/ч; определение динамических и экономических показателей; испытание на высоких скоростях по пересеченной местности; испытание опытных шин; испытание опытных узлов и деталей ходовой части, тормозов и рулевого управления, выход которых из строя может привести к аварии; пробеговые испытания на горных дорогах.

Категория Г: испытания на плаву и по преодолению водных преград.»
[6]

Ведущий инженер – конструктор, наравне с водителем - испытателем, несет ответственность за техническое состояние закрепленных за ним автомобилей и их оборудование средствами безопасности.

Ведущий инженер – конструктор обязан постоянно контролировать техническое состояние мотоцикла в целом и состояние установленных на

нем опытных деталей, своевременно принимать меры к устранению возникших неисправностей, не допускать выхода на линию технически неисправного мотоцикла.

5.4 Требования эргономики при работе за компьютером

При проведении проектирования и конструирования основная нагрузка ложится на инженера-конструктора, существенное время его работы отведено работе с ЭВМ.

«Проектирование рабочих мест, снабженных видеотерминалами, относится к числу важнейших проблем эргономического проектирования в области вычислительной техники. Эргономическими аспектами проектирования видеотерминальных рабочих мест являются: высота рабочей поверхности, размеры пространства для ног, требования к расположению документов на рабочем месте (наличие и размеры подставки для документов, возможность различного размещения документов, расстояние от глаз пользователя до экрана, документа, клавиатуры и т.д.), характеристики рабочего кресла, требования к поверхности рабочего стола, регулируемость рабочего места и его элементов. Утомляемость, работающих за дисплейным терминалом, представляет собой серьезную проблему.» [3]

«Выделяются 8 условий для того, чтобы деятельность на рабочем месте, оснащеном ПЭВМ, осуществлялась без жалоб и без усталости. Эти условия обусловлены санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами СанПин 2.2.2/2.4.1340-03. от 01.06.2003 г.» [14]

Требования к помещениям:

Помещения для эксплуатации ПЭВМ должны иметь естественное и искусственное освещение. Эксплуатация ПЭВМ в помещениях без естественного освещения допускается только при соответствующем обосновании и наличии положительного санитарно-эпидемиологического заключения, выданного в установленном порядке.

Естественное и искусственное освещение должно соответствовать требованиям действующей нормативной документации. Окна в помещениях, где эксплуатируется вычислительная техника, преимущественно должны быть ориентированны на север и северо-восток. Оконные проемы должны быть оборудованы регулируемыми устройствами типа: жалюзи, занавесей, внешних козырьков и др.

Площадь на одно рабочее место пользователей ПЭВМ с ВДТ на базе плоских дискретных экранов (жидкокристаллические, плазменные) – 4,5 м².

Для внутренней отделки интерьера помещений, где расположены ПЭВМ, должны использоваться диффузно-отражающие материалы с коэффициентом отражения для потолка – 0,7 – 0,8; для стен – 0,5 – 0,6; для пола – 0,3 – 0,5.

Помещения, где размещаются рабочие места с ПЭВМ, должны быть оборудованы защитным заземлением в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации.

Не следует размещать рабочие места с ПЭВМ вблизи силовых кабелей вводов, высоковольтных трансформаторов, технологического оборудования, создающего помехи в работе ПЭВМ.

Требования к микроклимату:

В производственных помещениях, в которых работа с использованием ПЭВМ является вспомогательной, температура, относительная влажность и скорость движения воздуха на рабочих местах должны соответствовать действующим санитарным нормам микроклимата производственных помещений.

В производственных помещениях, в которых работа с использованием ПЭВМ является основной (диспетчерские, операторские, расчетные, кабины и посты управления, залы вычислительной техники и др.) и связана с нервно-эмоциональным напряжением, должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата для категории работ 1а и 1б в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами

микроклимата производственных помещений. На других рабочих местах следует поддерживать параметры микроклимата на допустимом уровне, соответствующем требованиям указанным выше нормативов.

В помещениях всех типов, где расположены ПЭВМ, должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата.

В помещениях, оборудованных ПЭВМ, проводится ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы на ПЭВМ.

Уровни положительных и отрицательных аэроионов в воздухе помещений, где расположены ПЭВМ, должны соответствовать действующим санитарно-эпидемиологическим нормативам.

Содержание вредных химических веществ в воздухе производственных помещений, в которых работа с использованием ПЭВМ является вспомогательной, не должно превышать предельно допустимых концентраций веществ в воздухе рабочей зоны в соответствии с действующими гигиеническими нормативами.

Требования к уровням шума и вибрации.

В производственных помещениях при выполнении основных или вспомогательных работ с использованием ПЭВМ уровни шума на рабочих местах не должны превышать предельно допустимых значений, установленных для данных видов работ в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами.

При выполнении работ с использованием ПЭВМ в производственных помещениях уровень вибрации не должен превышать допустимых значений вибрации для рабочих мест (категория 3, тип «в») в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами.

Шумящее оборудование (печатающие устройства, серверы и т.п.), уровни шума которого превышают нормативные, должно размещаться вне помещений с ПЭВМ.

Требования к освещению.

Рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы видео терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева.

Искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ПЭВМ должно осуществляться системой общего равномерного освещения. В производственных и административно-общественных помещениях, в случаях преимущественной работы с документами, следует применять системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов).

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 – 500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк.

Следует ограничивать прямую блесккость от источников освещения, при этом яркость светящихся поверхностей (окна, светильники и др.), находящихся в поле зрения, должна быть не более 200 кд/м².

Следует ограничивать отраженную блесккость на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура и др.) за чет правильного выбора типов светильников и расположения рабочих мест по отношению к источникам естественного и искусственного освещения, при этом яркость бликов на экране ПЭВМ не должна превышать 40 кд/м² и яркость потолка не должна превышать 200 кд/м².

Показатель ослепленности для источников общего искусственного освещения в производственных помещениях должен быть не более 20.

Яркость светильников общего освещения в зоне углов излучения от 50 до 90 градусов с вертикалью в продольной и поперечной плоскостях должна составлять не более 200 кд/м², защитный угол светильников должен быть не менее 40 градусов.

Светильники местного освещения должны иметь не просвечивающий отражатель с защитным углом не менее 40 градусов.

Следует ограничивать неравномерность распределения яркости в поле зрения пользователя ПЭВМ, при этом соотношение яркости между рабочими поверхностями не должно превышать 3:1 – 5:1, а между рабочими поверхностями и поверхностями стен и оборудования 10:1.

Общие требования к организации рабочих мест.

При размещении рабочих мест с ПЭВМ расстояние между рабочими столами с видеомониторами (в направлении тыла поверхности одного видеомонитора и экрана другого видеомонитора), должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов не менее 1,2 м.

Рабочие места с ПЭВМ в помещениях с источниками вредных производственных факторов должны размещаться в изолированных кабинах с организованным воздухообменом.

Рабочие места с ПЭВМ при выполнении творческой работы, требующей значительного умственного напряжения или высокой концентрации внимания, рекомендуется изолировать друг от друга перегородками 1,5 – 2,0 м.

Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600-700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.

Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей, характера выполняемой работы. При этом, допускается использование рабочих столов различных конструкций, отвечающих современным требованиям эргономики. Поверхность рабочего стола должна иметь коэффициент отражения 0,5 – 0,7.

Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПЭВМ, позволять

изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления. Тип рабочего стула (кресла) следует выбирать с учетом роста пользователя, характера и продолжительности работы с ПЭВМ.

Поверхность сиденья, спинки и других элементов стула (кресла) должна быть полумягкой, с нескользящим, слабо электризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим легкую очистку от загрязнений.

Требования к оборудованию рабочих мест.

Высота рабочей поверхности стола для взрослых пользователей должна регулироваться в пределах 680-800 мм, при отсутствии такой возможности высота стола должна составлять 725мм.

Модульными размерами рабочей поверхности стола для ПЭВМ, на основании которых должны рассчитываться конструктивные размеры, следует считать: ширину 800, 1000, 1200 и 1400 мм; глубину 800 и 1000 мм при нерегулируемой его высоте, равной 725 мм.

Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной – не менее 500 мм, глубиной на уровне колен – не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног – не менее 650 мм.

Конструкция рабочего стула должна обеспечивать: ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм; поверхность сиденья с закругленным передним краем; регулировку высоты поверхности сиденья в пределах 400 – 550 мм и углам наклона вперед до 15 град., и назад до 5 град.; высоту опорной поверхности спинки 300 +/- 20 мм, ширину – не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости – 400 мм; угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах +/- 30 градусов; регулировку расстояния спинки от переднего края сиденья в пределах 260 – 400 мм; стационарные или съемные подлокотники длиной не менее 250 мм и шириной 50 – 70 мм; регулировка подлокотников по высоте над сиденьем в пределах 230 +/- 30 мм и внутреннего расстояния между подлокотниками в пределах 350 – 500 мм.

Рабочее место пользователя ПЭВМ следует оборудовать подставкой для ног, имеющей ширину не менее 300 мм, глубину не менее 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до 20 градусов. Поверхность подставки должна быть рифленой и иметь по переднему краю бортик высотой 10 мм.

Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100 – 300 мм от края, обращенного к пользователю или на специальной, регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной столешницы.

5.5 Расчет вентиляции в помещении

Для обеспечения требуемого качества воздушной среды необходима постоянная смена воздуха в помещении.

Вентиляционные установки - устройства, обеспечивающие в помещении такое состояние воздушной среды, при котором человек чувствует себя нормально и микроклимат помещений не оказывает неблагоприятного действия на его здоровье. Общеобменная вентиляция - система, в которой воздухообмен, найденный из условий борьбы с вредностью, осуществляется путем подачи и вытяжки воздуха из всего помещения.

Температура удаляемого воздуха определяется из формулы:

$$t_{yx} = t_{pz} + d (h - 2), \quad (28)$$

где t_{pz} - температура воздуха в рабочей зоне ($t_{pz} = 20$ град);

d - коэффициент нарастания температуры на каждый метр высоты ($d = 1,5$ град/м);

h - высота помещения ($h = 4$ м).

$$t_{yx} = 20 + 1,5 \cdot (4 - 2) = 23 \text{ град.}$$

Тепло от работы оборудования:

$$Q_{\text{обор}} = r \cdot P_{\text{уст}} = 0,15 \cdot 14520 = 2178 \text{ Вт}, \quad (29)$$

где r - доля энергии, переходящей в тепло;

Руст - мощность установки.

Тепло, поступающее от людей:

$$Q_{\text{л}} = n * q = 5 * 90 = 450 \text{ Вт}, \quad (30)$$

, где n - количество человек в зале ($n = 5$);

q - количество тепла, выделяемое человеком ($q = 90 \text{ Вт}$).

Тепло от источников освещения:

$$Q_{\text{осв}} = f * P_{\text{осв}} = 0,4 * 2000 = 800 \text{ Вт}, \quad (31)$$

где $f = 0,4$ для люминесцентных ламп;

$P_{\text{осв}}$ - мощность осветительной установки.

Тепло от солнечной радиации через окна:

$$Q_{\text{рад}} = A * k * S * m = 180 * 3 * 3 * 0,8 = 1296 \text{ Вт}, \quad (32)$$

где A - теплопоступление в помещение с 1 кв.м стекла (127-234 Вт/м);

S - площадь окна ($S = 3 \text{ м}^2$);

m - количество окон ($m = 3$);

k - коэффициент, учитывающий характер остекления ($k = 0,8$).

Поступающее в помещение тепло определяется по формуле:

$$Q_{\text{прих}} = Q_{\text{обор}} + Q_{\text{л}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{рад}} \quad (33)$$

где $Q_{\text{обор}}$ - тепло от работы оборудования;

$Q_{\text{л}}$ - тепло, поступающее от людей;

$Q_{\text{осв}}$ - тепло от источников освещения;

$Q_{\text{рад}}$ - тепло от солнечной радиации через окна.

$Q_{\text{прих}} = 4724 \text{ Вт}$.

Тепло расходуемое:

$$Q_{\text{расх}} = 0,1 * Q_{\text{прих}} = 472,4 \text{ Вт} \quad (34)$$

Количество избыточного тепла:

$$Q_{\text{изб}} = Q_{\text{прих}} - Q_{\text{расх}}. \quad (35)$$

$$Q_{\text{изб}} = 4251,6 \text{ Вт}.$$

Количество вентиляционного воздуха определяется по формуле:

$$V_{\text{вент}} = 3600 * Q_{\text{изб}} / (C * Q * (t_{\text{ух}} - t_{\text{пр}})) \quad (36)$$

, где $Q_{изб}$ - выделение в помещении явного тепла, Вт;

C - теплоемкость воздуха ($C = 10$ Дж/кг);

Q - удельная плотность воздуха ($Q = 1,3$ кг/м³);

$t_{ух}$ и $t_{пр}$ - температура удаляемого и приточного воздуха, град.

$$V_{вент} = 3600 * 4251,6 / (10 * 1,3 * 2) = 5886,83 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Определяем необходимую кратность воздухообмена:

$$K = V_{вент} / V_{пом} \quad (37)$$

$$\text{, где } V_{пом} = n * S_{чел} * h, \quad (38)$$

где $n = 5$ - число людей в помещении;

$S_{чел}$ - площадь производственного помещения, приходящаяся на 1 человека (по нормам для умственного труда $S_{чел} = 4$ м²);

$H = 4$ м - высота помещения.

$$K = 5886,83 / 140 = 42.$$

Расчетная производительность вентилятора:

$$V_{расч} = 1,1 * V_{вент} = 1,1 * 5886,83 = 6475,5 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (39)$$

где 1,1 - коэффициент, учитывающий утечки и подсосы воздуха.

Напор (полное давление), обеспечиваемый вентилятором:

$$H_{в} = v * Q / 2 \quad (40)$$

где $Q = 1,3$ кг/м³ - плотность воздуха,

v - окружная скорость вентилятора; ограничивается предельно допустимым уровнем шума в помещении. $v = 25$ м/с.

$$H_{в} = 25 * 1,3 / 2 = 406 \text{ Па}.$$

Необходимая установочная мощность электродвигателя:

$$N = V_{расч} * H_{в} / (3600 * \eta) \quad (41)$$

, где η - КПД вентилятора = 0,8.

$$N = 6475,5 * 406 / (3600 * 0,8) = 912,87 \text{ Вт}.$$

Выводы по разделу. Был выполнен анализ безопасности работы при выполнении конструкторского проекта стенда. Произведен расчет вентиляции в помещении, на основании которого сделан вывод о безопасности производства работ.

6 Экономический раздел

6.1 Исходные данные для расчета

В экономическом разделе дипломного проекта рассмотрим себестоимость изготовления подъемника для мотоциклов. Поскольку использовать подъемнику будут на станции технического обслуживания в рамках технологического процесса проведения ТО, предполагается оказание услуг, из которых будет извлекаться прибыль. Проведя анализ рынка, было выявлено, что среднерыночная стоимость проведения технического обслуживания составляет 3 000 рублей.

При проведении экономических расчетов мы будем ориентироваться на эту стоимость. Стоимость изготовления конструкции подъемника будет определяться из расчета, приведенного ниже.

6.2 Расчет себестоимости изготовления стенда

Поскольку не предполагается продажа на рынке, расчет ведем только для себестоимости его изготовления, т.е. определяем наши затраты при его изготовлении. За основу при выполнении расчетов берем сборочные чертежи и детализовку, полученные на этапе конструкторской разработки.

Как и для любого изделия, требуется рассчитать затраты на сырье и материалы, покупные изделия и сборочные единицы, определить трудовые затраты на изготовление и сборку стенда.

Расчеты материальных затрат конструкции подъемника приводятся в таблице 17.

Таблица 17 – Материальные затраты конструкции подъемника

Наименование	Единицы	Норма расхода	Цена, руб	Сумма, руб.
1	2	3	4	5
Трубный прокат в ассортименте	кг	12,00	755	9060
Грунтовка	кг	3,5	95	332,5
Краска	кг	3	120	360
Круг катанный, в ассортименте	кг	11,0	800,0	8800
Листовой металл в асс.	кг	7,5	780	5850
Резина листовая	кг	0,8	220	176
Литол	кг	1	95	95
Швеллер	кг	15,00	780	11700
Уголок 30х30	кг	5,0	795	3975
Прочие				5000
ИТОГО				45 348,5р.
Транспортно-заготовительные расходы, 3%				1 360,46р.
Возвратные отходы, 1,5%				110,00р.
ВСЕГО				46 818,96р.

Расчеты затрат на покупные изделия и полуфабриката, используемые в конструкции стенда приводятся в таблице 18.

Таблица 18 – Материальные затраты конструкции стенда

Покупные изделия и полуфабрикаты	Количество	Цена, руб.	Сумма, руб.
1	2	3	4
Болты М10х25	40	8,0	320,00
Винты М8	60	6,0	360,00
Выключатель автоматический	4	1 250,00	5 000,00
Гайка М10	40	3,00	120,00
Мотор-редуктор МЦ2С-80	1	22 400,0	22 400,00
Электрокабель, м	20	95,0	1 900,00
Болт фундаментный	6	175,0	1 050,00
Кнопочная станция	1	850,0	850,00
Электрооборудование			16 000,00
ИТОГО			48 000,00
		Транспортно-заготовительные расходы	574,90
		ВСЕГО	48 574,90

Расчеты затрат на заработную плату при изготовлении станда, приводятся в таблице 19.

Таблица 19 – Расчет затрат на заработную плату

Операции по изготовлению станда	Рабочий разряд	Трудоёмкость, ч/час	Часовая ставка, руб/ч	Тарифная зарплата
Заготовительная	3	12	250,00	3 000,00р.
Гибочная	4	4	285,00	1 140,00р.
Сварочная	5	16	355,00	5 680,00р.
Токарная	5	8	355,00	2 840,00р.
Фрезерная	5	6	355,00	2 130,00р.
Шлифовальная	5	4	355,00	1 420,00р.
Сверлильная	4	4	285,00	1 140,00р.
Слесарная	4	8	285,00	2 280,00р.
Сборочная	5	16	355,00	5 680,00р.
Окрасочная	4	4	285,00	1 140,00р.
Испытательная	6	4	420,00	1 680,00р.
ИТОГО				23 990,00р.
Премииальные доплаты				4 798,00р.
Основная заработная плата				28 788,00р.

Рассчитаем затраты на дополнительную заработную плату:

$$ЗД = Зосн * (Кд - 1), \quad (42)$$

где Кд – коэффициент отчислений на дополнительную заработную плату, Кд = 1,08

$$ЗД = 28\,788 * (1,08 - 1) = 2\,303,04 \text{ руб}$$

Засчитаем затраты на отчисления в фонд социального страхования:

$$СОЦ = (Зо + ЗД) * Ксоц \quad (43)$$

где Ксоц – коэффициент отчислений в фонд социального страхования, Ксоц = 30%

$$СОЦ = (28\,788,00 + 2\,303,04) * 0,30 = 9\,327,31 \text{ руб}$$

Определим затраты на содержание и эксплуатацию оборудования:

$$Зсэоб = Зо * (Ксэоб - 1) \quad (44)$$

где Ксэоб – коэффициент понесенных затрат, связанных с содержанием и эксплуатацией оборудования, $K_{сэоб} = 1,02$

$$Зсэоб = 28\,788 * (1,02 - 1) = 14\,969,76 \text{ руб}$$

Произведем расчет общепроизводственных расходов:

$$Робщ = Зо * (Кобщ - 1) \quad (45)$$

где Кобщ – коэффициент общепроизводственных расходов, $K_{общ} = 1,3$

$$Робщ = 28\,788 * (1,3 - 1) = 23\,030,40 \text{ руб}$$

Произведем расчет общехозяйственных расходов:

$$Рохр = Зо * (Кохр - 1) \quad (46)$$

где Кохр – коэффициент общехозяйственных расходов, $K_{охр} = 1,25$

$$Рохр = 28\,788 * (1,25 - 1) = 43\,182,00 \text{ руб}$$

Расчет себестоимости станда представим в таблице 20.

Таблица 20 – Расчет себестоимости станда

Статьи затрат	Обозначение	Затраты	
		Сумма	%
Сырье и материалы	М	46 818,96р.	23,71%
Покупные изделия и полуфабрикаты	Пи	48 574,90р.	24,60%
Зарплата основная	Зо	28 788,00р.	14,58%
Зарплата дополнительная	Зд	2 303,04р.	1,17%
Отчисления на соцстрах	СОЦ	9 327,31р.	4,72%
Расходы на содержание оборудования	Зсэоб	14 969,76р.	7,58%
Общепроизводственные расходы	Робщ	23 030,40р.	11,67%
Общехозяйственные расходы	Рохр	21 591,00р.	10,94%
Производственная себестоимость	Спр	195 403,37р.	98,98%
Внепроизводственные расходы	Рвн	2 020,68р.	1,02%
Полная себестоимость	Сп	197 424,05р.	100%

Произведем расчет эксплуатационных затрат на подъемник, исходя из времени работы устройства в течении года по двухсменному графику.

Фонд заработной платы исполнителя, исходя из тарифной ставки 450 рублей, и с учетом коэффициента загрузки оборудования в месяц составит:

$$\text{ФЗП} = 450 * 16 * 1,08 * 1,3 = 10\,108,80 \text{ руб}$$

Суммарная мощность электрооборудования составит 5,8 кВт. Исходя из этого, а также приняв стоимость электроэнергии 4,32 руб/кВт-ч, определим затраты на электроэнергию в течении одного месяца

$$\text{Эн} = 5,8 * 16 * 4,32 * 1,15 = 461,03 \text{ руб}$$

Стоимость затрат на ежегодное ТО принимаем равным 10 000 рублей.

Итого, исходя из плана проведения работ в течении года, затраты составят:

$$\text{Зисп} = (\text{ФЗП} + \text{Эн}) * \text{Пг} + \text{Зто} \quad (47)$$

$$\text{Зисп} = (10\,108,8 + 461,03) * 12 + 10\,000 = 136\,837,96 \text{ руб}$$

Годовая выручка от проведения коммерческих испытаний в год составит:

$$\text{Вг} = 25 * 3\,000 - (25 * 3\,000 * 0,13) = 65\,250,00 \text{ руб}$$

С учетом себестоимости стенда, затраты в первый год составят:

$$\text{Зат} = 136\,837,96 + 197\,424,05 = 334\,262,01 \text{ руб}$$

Срок окупаемости составит:

$$\text{Ток} = 334\,262,01 / 65\,250,00 = 5,12 \text{ года}$$

Выводы по разделу. Рассчитанный срок окупаемости меньше предельного срока эксплуатации подъемника 6,5 лет, а значит, на части своего жизненного цикла оборудование будет приносить прибыль.

Заключение

В рамках выполнения дипломного проекта был разработан подъемник для мототранспорта.

Разработка и расчет конструкции производилась на основе произведенного поиска аналогов конструкции, как производимых промышленностью, так и существующих в виде патентных образцов. Была определена конструктивная схема разрабатываемого устройства, выделены основные узлы и обосновано их применение в разрабатываемой конструкции.

Был произведен мощностной и прочностной расчет как всей конструкции, так и отдельных узлов. на основе выполненных расчетов были выполнены чертежи ответственных узлов конструкции и скомпонованы сборочные чертежи. Были также выполнены чертежи наиболее ответственных деталей, результаты представлены на листах графической части.

Также на лист графической части была вынесена технологическая карта проведения технического обслуживания мотоцикла, на примере чистки и смазки приводной цепи.

Поскольку, по заданию на дипломный проект, требуется проведение обслуживания туристических мотоциклов, в рамках дипломного проекта был произведен тяговый расчет тяжелого туристического мотоцикла Сузуки. Поскольку расчет производился в автоматической программе, результаты в виде графиков представлены в приложении пояснительной записки и на листе графической части.

Был выполнен анализ безопасности работы при выполнении конструкторского проекта стенда. Произведен расчет вентиляции в помещении, на основании которого сделан вывод о безопасности производства работ.

Были рассчитаны экономические показатели эффективности проекта. Был определен срок окупаемости, который составил 5,12 года, что ниже

нормативного показателя в три года, принятый для технологического оборудования.

В рамках дипломного проекта разработана конструкторская документация на механический подъемник, определены и проработаны виды технического воздействия на примере операции замены подшипникового узла подъемного винта. Разработана инструктивно-технологическая карта выполнения этой операции.

На основании всего изложенного, считаем задачи, поставленные в рамках дипломного проекта полностью выполненными.

Список используемых источников

1. Анопченко, В. Г. Практикум по теории движения мотоцикла [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Г. Анопченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2013. - 116 с. - ISBN 978-5-7638-2494-0.
2. 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, 2019. – 655 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – www.dx.doi.org/10.12737/2530. - ISBN 978-5-16-101092-1.
3. Безопасность и экологичность проекта/ Ю.Н. Безбородов [и др.] - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015. - 148 с. ISBN 978-5-7638-3176-4.
4. Березина, Е. В. Автомобили: конструкция, теория и расчет: Учебное пособие / Е.В. Березина. - М.: Альфа-М: НИЦ Инфра-М, 2012. - 320 с.: ил.; . - (ПРОФИЛЬ). ISBN 978-5-98281-309-1. - Текст : электронный.
5. Вахламов, В. К. Автомобили: Основы конструкции: учебник для студ. высш. учеб. заведений/ В.К. Вахламов — М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 528 с.
6. Ведущие мосты тракторов и автомобилей: Учебное пособие / Кобозев А.К., Швецов И.И., Койчев В.С. - Москва :СтГАУ - "Агрус", 2016. - 64 с.
7. Волков, В.С. Конструкция мотоцикла : учеб. пособие / В.С. Волков. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 200 с. - ISBN 978-5-9729-0329-0.
8. Высочкина, Л. И. Автомобили: конструкция, расчет и потребительские свойства [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие по курсовому проектированию / сост. Л.И. Высочкина, М.В. Данилов, В.Х. Малиев и др. - Ставрополь, 2013. - 68 с.
9. Головин, С. Ф. Технический сервис транспортных машин и оборудования [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С. Ф. Головин. -

Москва : ИНФРА-М, 2017. - 282 с. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011135-3

10.Гринцевич, В. И. Техническая эксплуатация автомобилей. Технологические расчеты [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. И. Гринцевич. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. - 194 с. - ISBN 978-5-7638-2378-3.

11.Карташевич А.Н. «Тракторы и автомобили. Конструкция» / А.Н. Карташевич, А.В. Понталев, А.В. Гордеенко // учебное пособие, Изд-во Инфра-М, 2013 – 313 с.

12.Кибанов, А. Я. Проектирование функциональных взаимосвязей структурных подразделений производственного объединения (предприятия) [Электронный ресурс] / А. Я. Кибанов, Т. А. Родкина. - М. : МИУ им. С. Орджоникидзе, 2016

13.Корниенко, Евгений. Информационный сайт по безопасности жизнедеятельности [Электронный ресурс] / Е. Корниенко. – Электрон. текстовые дан. – Москва: [б.и.], 2018. – Режим доступа http://www.kornienko-ev.ru/teoria_auto/page233/page276/index.html, свободный

14.Коханов, В. Н. Безопасность жизнедеятельности : учебник / В.Н. Коханов, В.М. Емельянов, П.А. Некрасов. – М. : ИНФРА-М, 2018. – 400 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – [www.dx.doi.org/ 10.12737/2883](http://www.dx.doi.org/10.12737/2883). - ISBN 978-5-16-100439-5.

15.Лата, В.Н. Основы моделирования управляемого движения мотоцикла : учебное пособие / В.Н. Лата. - Тольятти : ТГУ, 2012. – 60 с. [11] : ил.-Библиогр.: с.10-21.

16.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.

17.Мигаль, В. Д. Методы технической диагностики автомобилей : учебное пособие / В.Д. Мигаль, В.П. Мигаль. – Москва : ИД «ФОРУМ» :

ИНФРА-М, 2020. – 417 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-100107-3.

18. Муравьева, А.М., Яковлев Ю.В. Методические указания к выполнению домашнего задания по винтовым устройствам: Харьков, Харьк. авиац. ин-т, 1981;

19. Набоких, В. А. Испытания мотоцикла : учебное пособие / В.А. Набоких. – 2-е изд. – Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. – 224 с. – (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-106839-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1087951> (дата обращения: 09.06.2020)

20. 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.

21. Пантелеева, Е. В. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е. В. Пантелеева, Д. В. Альжев. – Москва : ФЛИНТА, 2013. – 286 с. - ISBN 978-5-9765-1727-1.

22. Радин, Ю. А. Справочное пособие авторемонтника / Ю. А. Радин, Л. М. Сабуров, Н. И. Малов. - Москва : Транспорт, 2018. - 285 с. : ил. - Библиогр.: с. 277. - Предм. указ.: с. 278-278. - ISBN 5-277-00094-1 : 28-80.

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

24. Руководство по ремонту и техническому обслуживанию автомобилей КамАЗ 5320, 5410, 55102, 55111, 53212, 53211, 53213, 43114, 65111, 4326, 54155 – М., 2010. – 286 с.

25. Руктешель, О.С. Выбор параметров и оценка тягово-скоростных и топливно-экономических свойств мотоцикла / О.С. Руктешель. – Минск : БНТУ, 2015. – 77 с.

26. Савич, Е. Л. Легковые автомобили : учебник / Е.Л. Савич. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2019. – 758 с. : ил. – (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-104387-5.

27.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.

28.Сайт торговой компании «Все инструменты» [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://tolyatti.vseinstrumenti.ru>, свободный

29.Сергеенко, В.А. Проверочный расчет зубчатых передач трансмиссии автомобилей / В.А. Сергеенко. – Минск : БНТУ, 2016. – 61 с.

30.Соломатин, Н.С. Испытания узлов, агрегатов и систем мотоцикла : учебное пособие / Н.С. Соломатин. – Тольятти : ТГУ, 2013. – 140 с. [1] : ил.-Библиогр: с. 110-112.

31.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.

32.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.

33.Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: учебник / В. М. Власов [и др.] ; под ред. В. М. Власова. - Гриф МО. - Москва : Academia, 2003. - 477 с. : ил. - (Среднее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 473. - Прил.: с. 421-472. - ISBN 5-7595-1150-8 : 191-82.

34.Халтурин Д.В., Испытание автомобилей и тракторов : практикум / Д.В. Халтурин, Н.И. Финченко, А.В. Давыдов - Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2017. - 172 с. (Серия "Учебники ТГАСУ") - ISBN 978-5-93057-791-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930577914>

35.Чернова, Е.В. Детали машин : проектирование станочного и промышленного оборудования : учеб. пособие для вузов / Е. В. Чернова. - Москва : Машиностроение, 2011. - 605 с.

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

37.Haney, Paul. The racing and high-performace tire / Paul Haney. – TV MOTORSPORT : Springfield, 2003. – 285 p. [2]. – ISBN 0-9646414-2-9.

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

39.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.

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

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

Приложение А

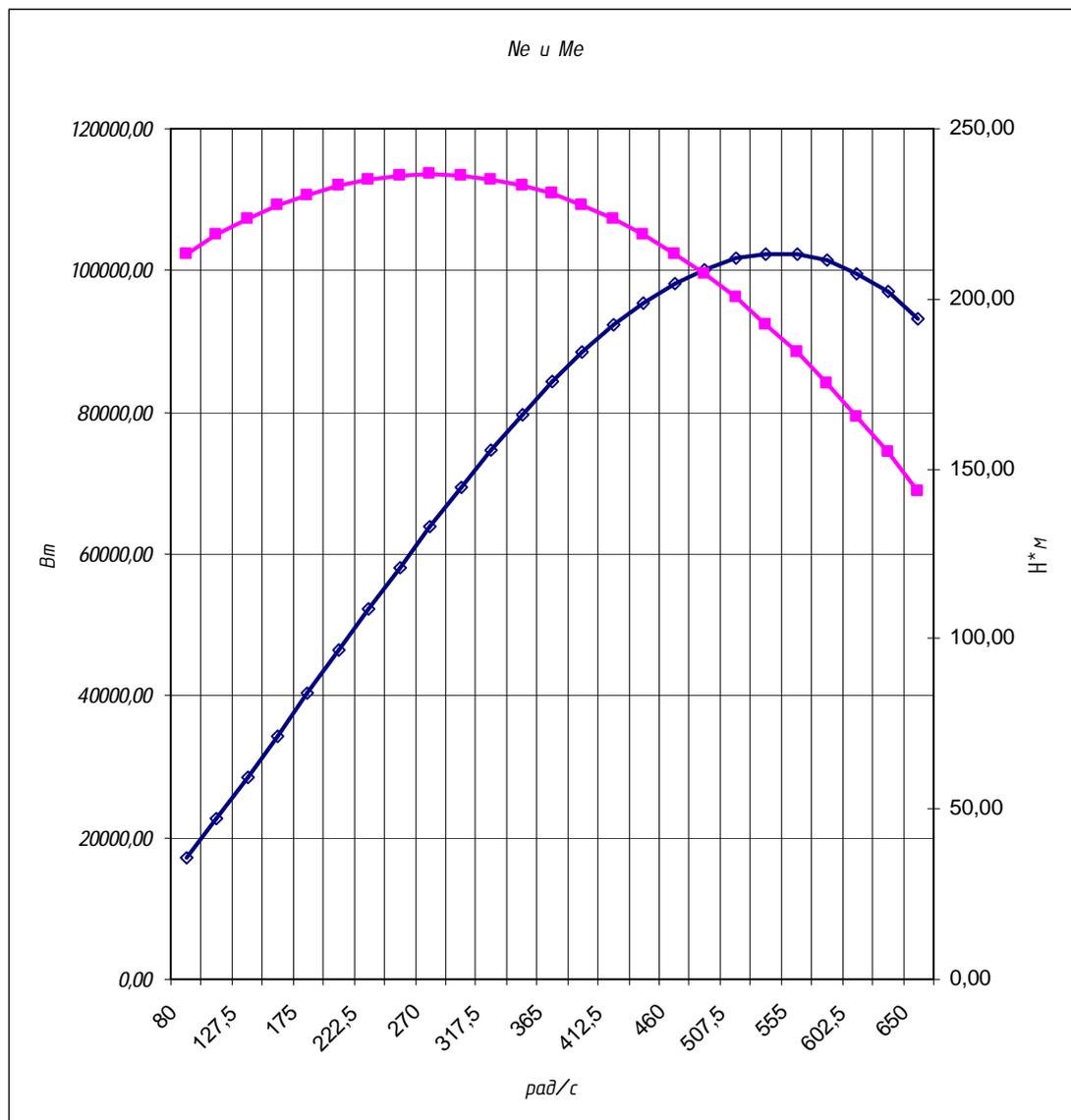


Рисунок А1 – Внешняя скоростная характеристика

Продолжение Приложения А

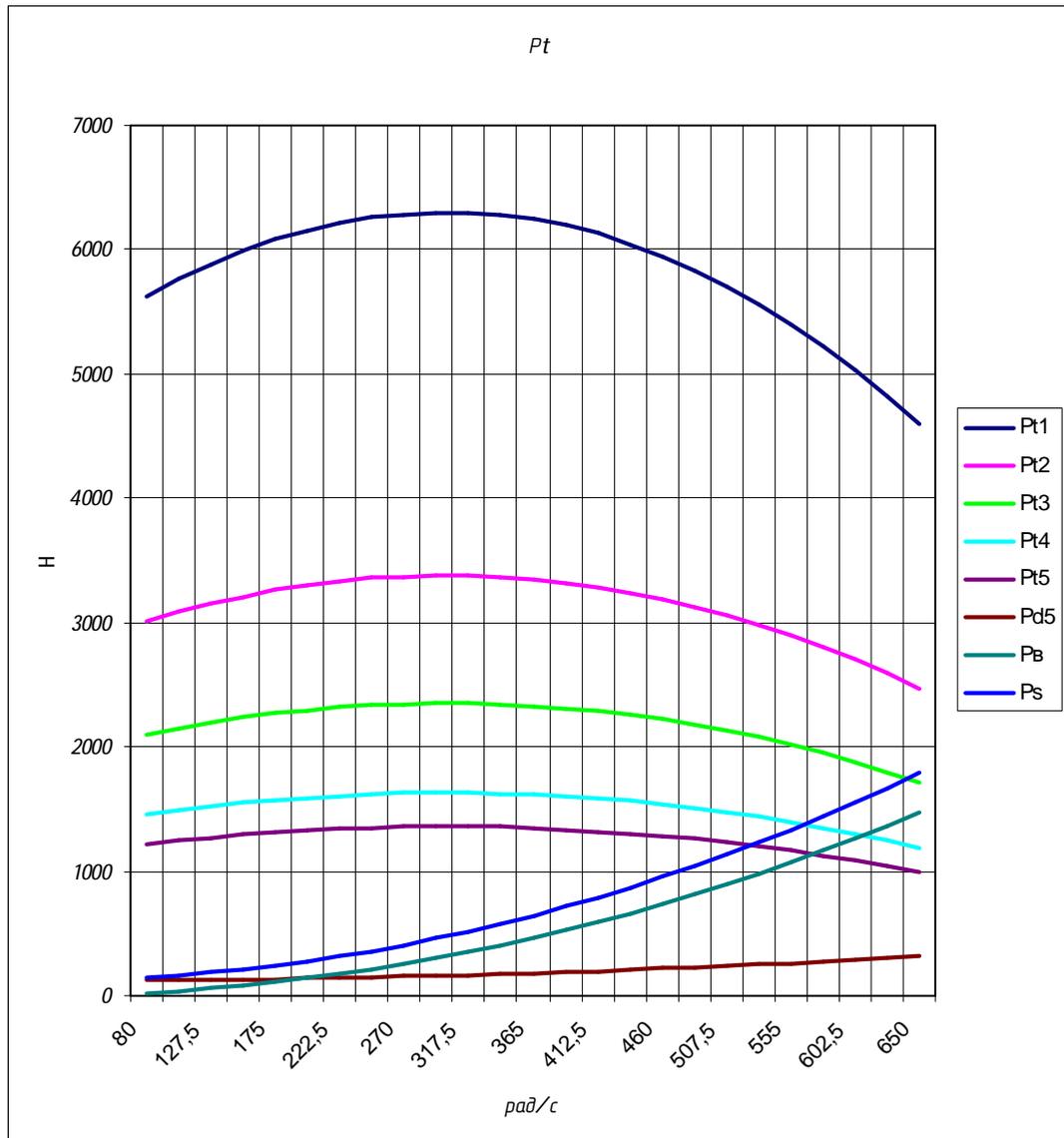


Рисунок А2 – Силовой баланс

Продолжение Приложения А

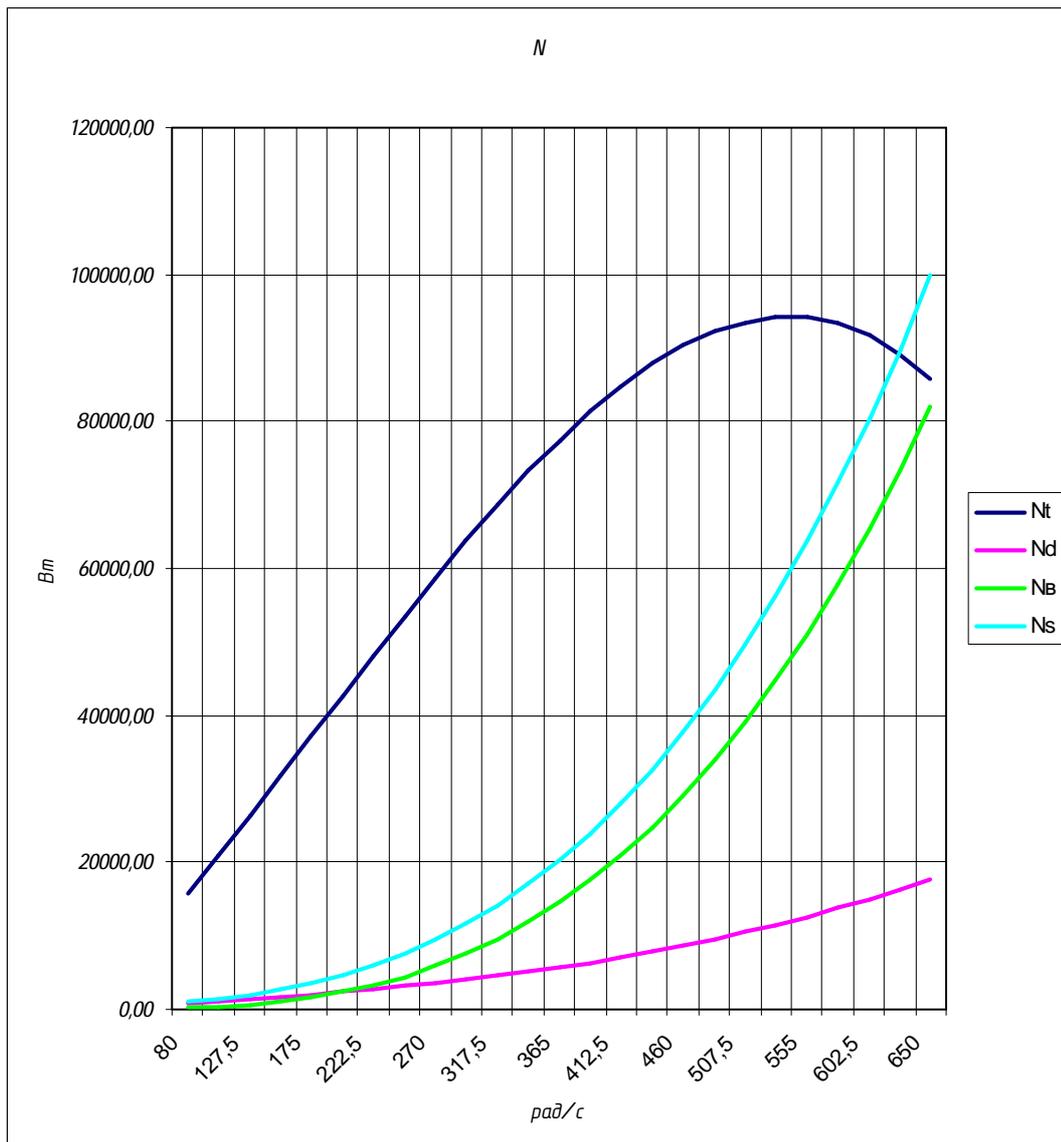


Рисунок А3 – Мощностной баланс

Продолжение Приложения А

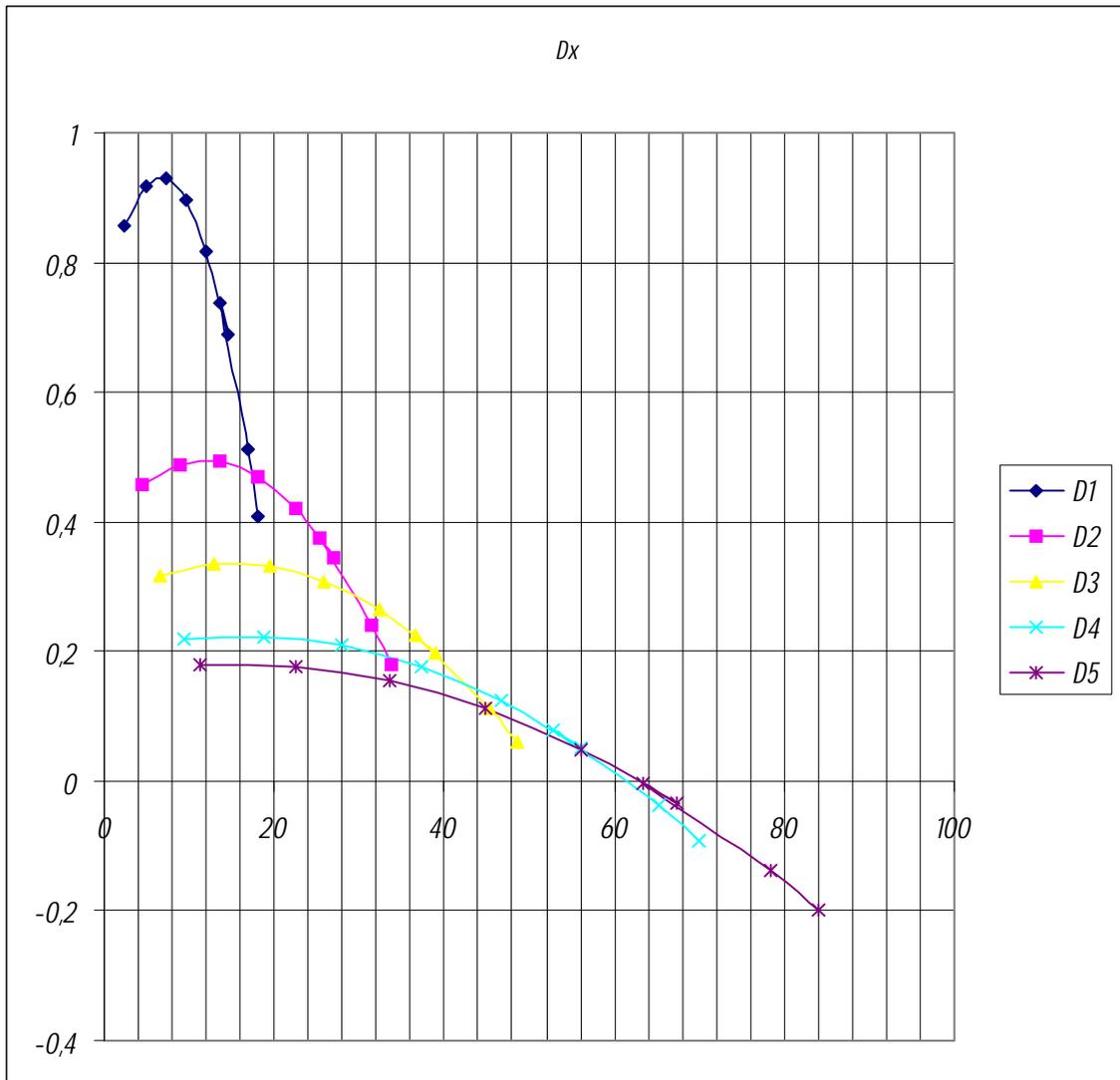


Рисунок А4 – Динамическая характеристика

Продолжение Приложения А

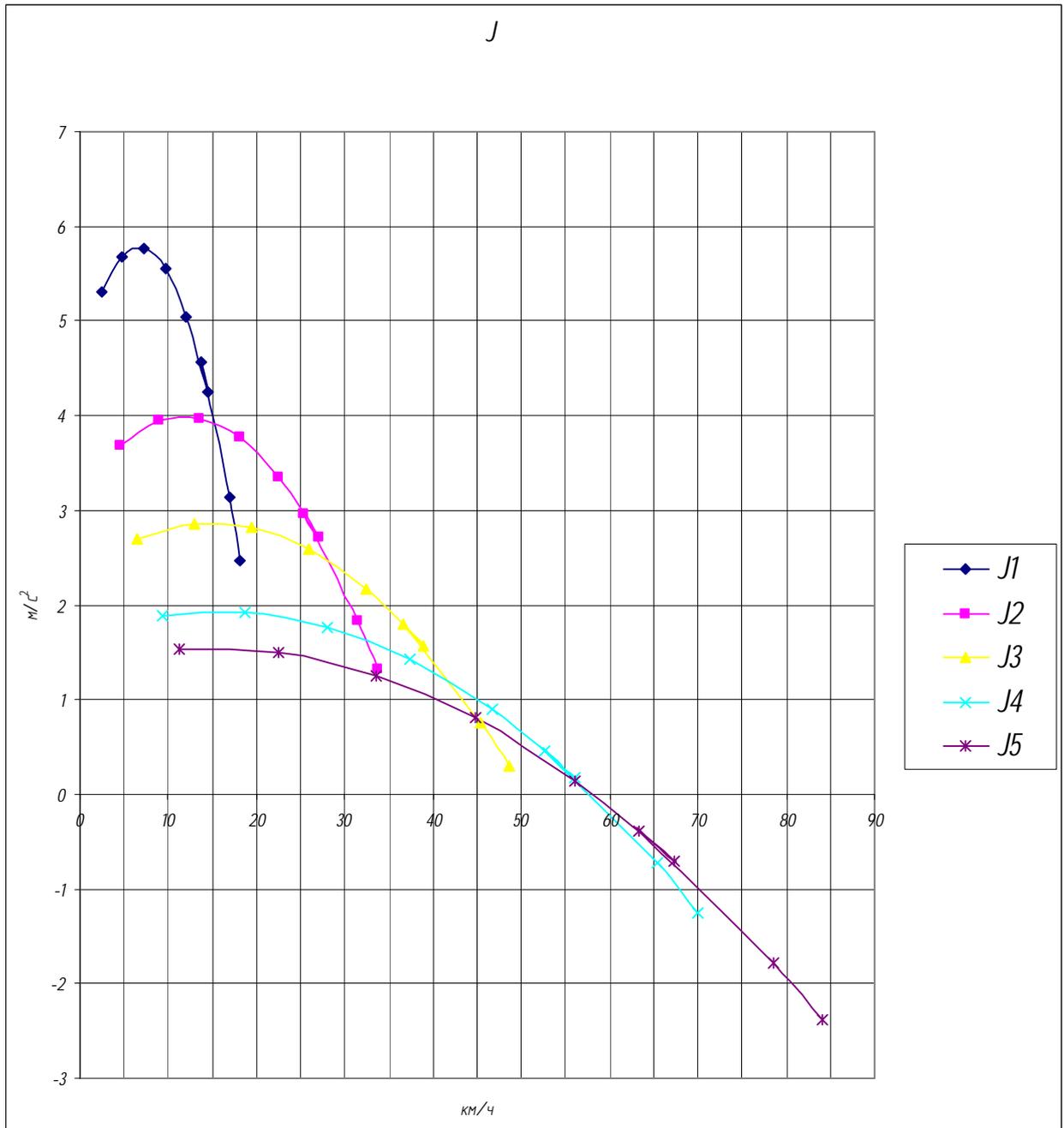


Рисунок А5 – Ускорение мотоцикла

Продолжение Приложения А

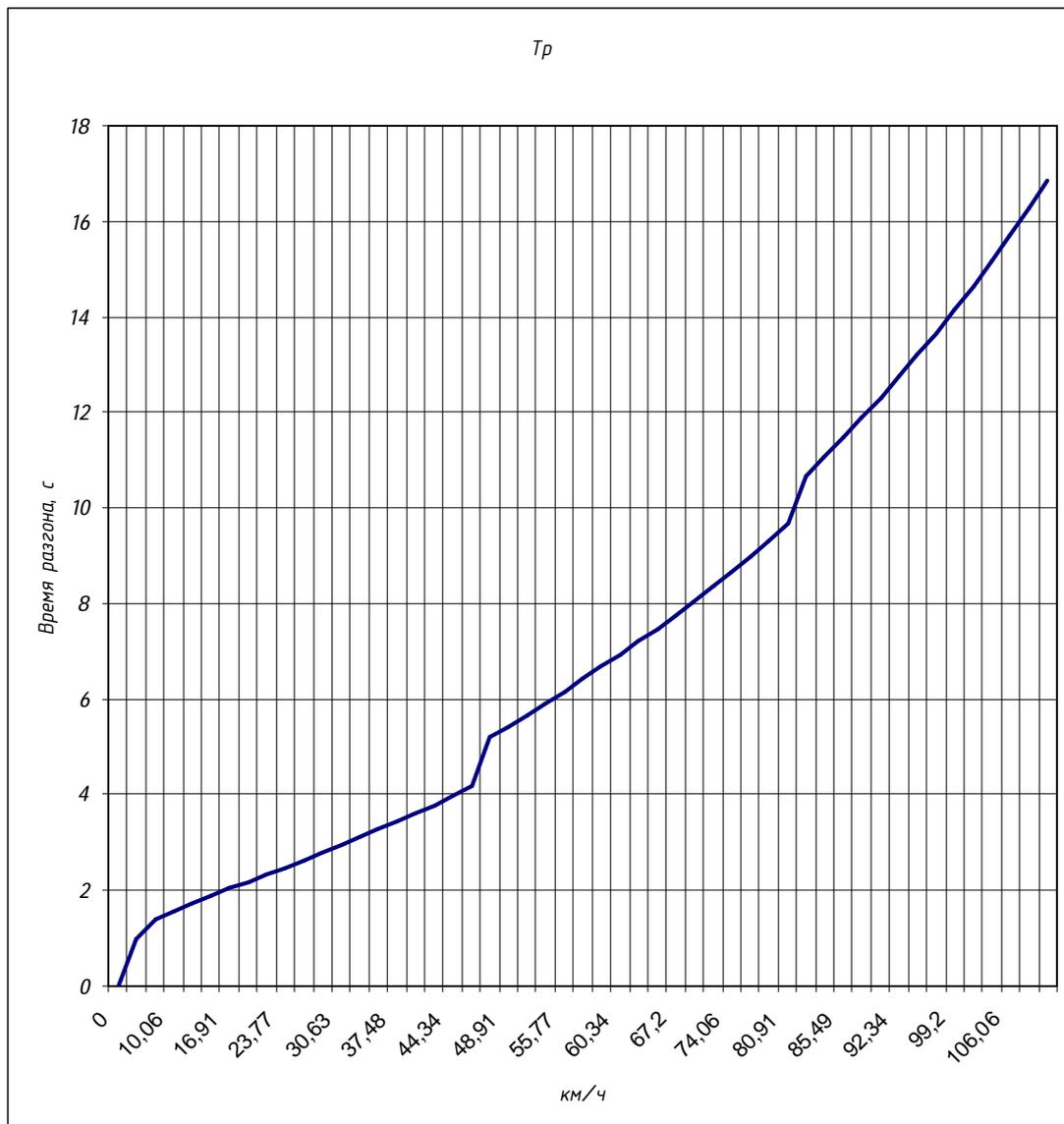


Рисунок А6 – Путь разгона мотоцикла

Продолжение Приложения А

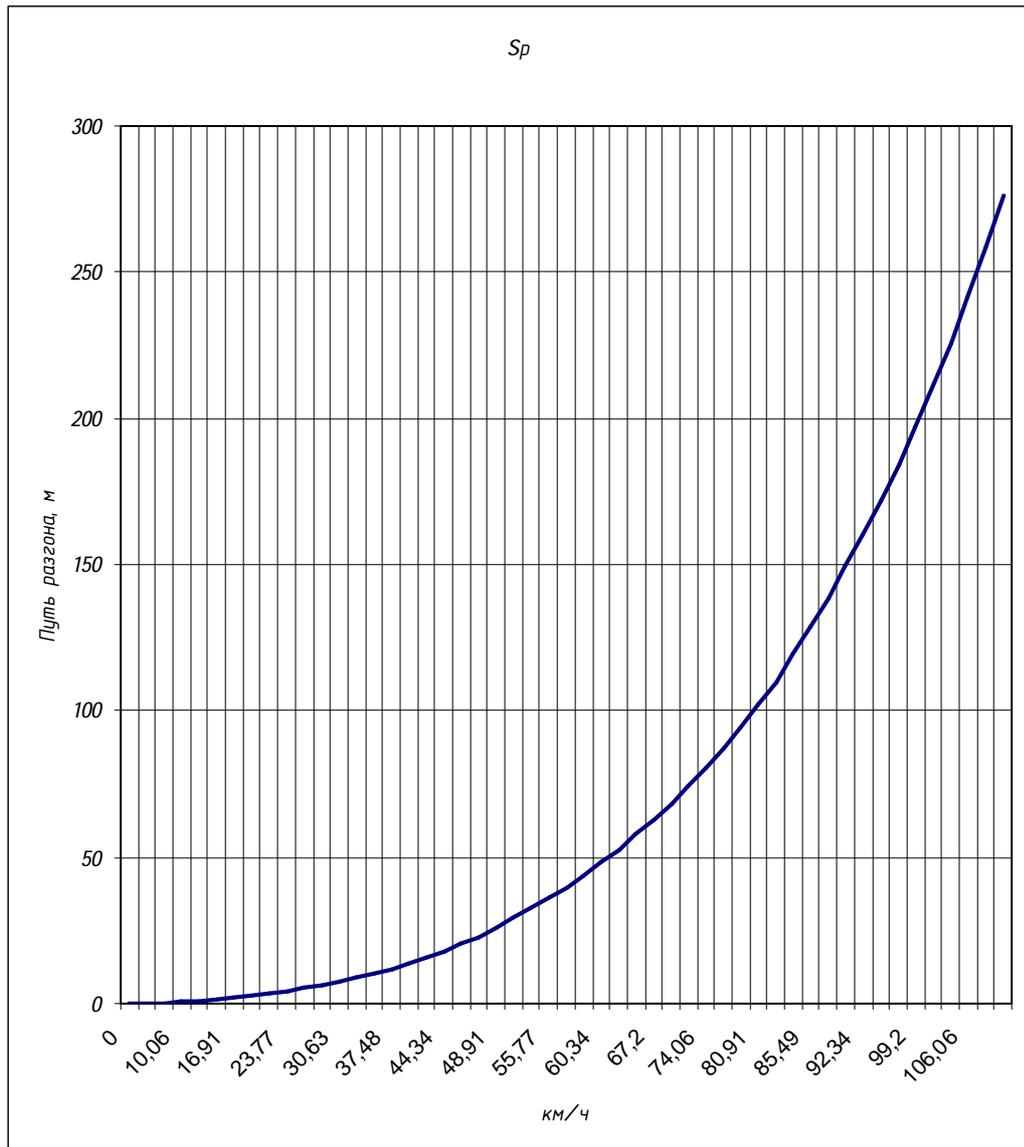


Рисунок А7 – Время разгона мотоцикла

Продолжение Приложения А

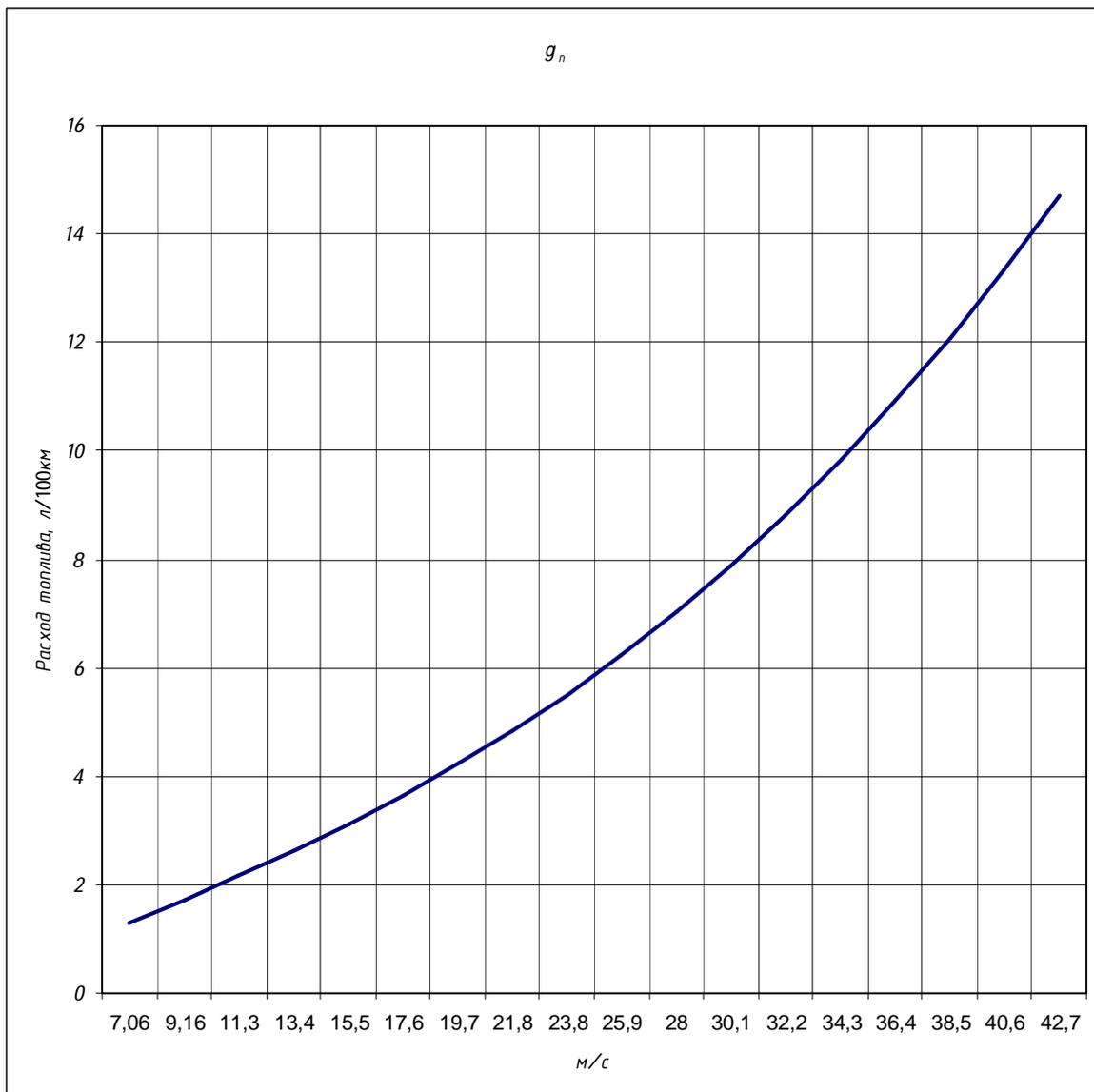


Рисунок А8 – Расход топлива мотоцикла