

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

(наименование института полностью)

Кафедра

«Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование кафедры)

23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему Переднеприводный легковой автомобиль 2 кл. Разработка домкрата

Студент

Я.А. Харламов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В.Н. Лата

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

В.Н. Лата

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

В.Г. Капрова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

М.И. Фесина

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Н.В.Ященко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заместитель ректора

- директор института

машиностроения

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

« _____ » _____ 20__17 г.

Тольятти 2017

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект на тему «Переднеприводный легковой автомобиль 2кл. Разработка домкрата» состоит из пояснительной записки объемом 112 листов печатного текста, включает введение, пять разделов, заключение, приложения, а также 11 листов графического материала формата А1.

В пояснительной записке дипломного проекта изложены следующие вопросы: назначение домкратов; требования, предъявляемые к их конструкции; классификация домкратов; обзор и тенденции развития конструкции домкратов. Представлено обоснование выбора домкрата ромбического рычажного для разработки с учетом сравнительного анализа имеющихся видов.

В конструкторском разделе выполнен тягово-динамический расчет легкового автомобиля 2кл. LADA Vesta; произведен расчет необходимых параметров для проектирования ромбического рычажного домкрата, подготовлен графический материал.

В работе разработан и описан технологический процесс сборки; дан анализ технологичности конструкции; составлен перечень сборочных работ. В экономической части проекта рассчитана себестоимость разрабатываемого домкрата, точка безубыточности проекта, а также экономическая эффективность проекта. В разделе безопасности и экологичности объекта проведена идентификация профессиональных рисков, рассмотрены методы и средства их снижения, изучен вопрос обеспечения пожарной безопасности объекта. Дана экологическая экспертиза объекта.

В заключении подводятся итоги и анализируются результаты данной работы. Приложения содержат графики тягово-динамического расчета, спецификацию, руководство по эксплуатации домкрата.

Графический материал включает:

Автомобиль. Общий вид	1 лист
Сборочный чертеж	1 лист
Детализовка	6 листов

Графики тягово-динамического расчета 1 лист
Технологическая схема сборки домкрата 1 лист
Показатели экономической эффективности 1 лист

ABSTRACT

The title of the diploma project is "Front-wheel drive passenger car, 2nd class. Development of the jack". It consists of an explanatory note on 112 pages and includes introduction, five chapters, conclusion, supplements and 11 sheets of graphic materials (format A1).

The explanatory note of the diploma project outlines the following questions: the application of jacks; the requirements for their design; the classification of jacks; overview and development trends of jacks' construction. The diploma project presents rationale selection of the rhombic level jack for the development based on the comparative analysis of the existing types.

In the design section the traction-dynamic calculation of the car, 2nd class (LADA Vesta), is made. Also in this section the calculation of the necessary parameters for the design of rhombic lever jack is made and graphic material is prepared.

The work developed and described the technological process of assembly; the analysis of technological design is done; the list of assembly works is compiled. In the economic part of the project the total cost of the developed jack, the break-even point of the project and economic efficiency are designed. In the safety and environmental performance of the facility section, the identification of occupational risks is conducted, the methods and the means which can reduce the mend, the question of fire safety of the object are considered; the environmental assessment of the object is given.

The conclusion summarizes and analyzes the results of this work. The supplements contain the graphics of the traction-dynamic calculation, specification and operating guide.

Graphic material includes:

Car. General view	(1 sheet)
Assembly drawing	(1 sheet)
Detailing	(6 sheets)

Graphics of traction-dynamic calculation	(1 sheet)
Assembly's technological schemes	(1 sheet)
Indicators of the economic efficiency	(1 sheet)

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	8
1 Состояние вопроса.....	9
1.1 Назначение и требования, предъявляемые к конструкции домкратов.....	9
1.2 Классификация конструкций домкратов.....	12
1.3 Обзор и тенденции развития конструкции домкратов.....	19
1.4 Выбор и обоснование принятого варианта конструкции.....	23
2 Конструкторская часть.....	25
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля.....	25
2.2 Расчет параметров домкрата.....	39
3 Технологическая часть.....	58
3.1 Анализ технологичности конструкции ромбического домкрата.....	58
3.2 Разработка технологического процесса сборки домкрата ромбического рычажного.....	59
3.3 Составление перечня сборочных работ.....	61
3.4 Определение параметров организационной формы сборки.....	67
3.5 Выводы.....	69
4 Анализ экономической эффективности объекта.....	70
4.1 Расчет себестоимости проектируемого домкрата, точки безубыточности...	70
4.2 Расчет коммерческой эффективности проекта.....	78
4.3 Выводы.....	86
5 Безопасность и экологичность объекта.....	88
5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта.....	88

5.2 Идентификация профессиональных рисков, методы и средства их снижения.....	89
5.3 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	92
5.4 Требования безопасности для домкратов ромбических.....	101
5.5 Экологическая экспертиза объекта.....	104
5.6 Выводы.....	106
Заключение.....	108
Список использованных источников.....	110
Приложения.....	113
Перечень графического материала (Графики тягового расчета автомобиля-1 лист ф.А1, общий вид автомобиля LADA <u>Vesta</u> – 1 лист ф.А1, сборочный чертеж домкрата ромбического -2 лист ф.А1, детализовка - 7 листов ф.А1, технологическая схема сборки домкрата – 1 лист ф.А1, показатели экономической эффективности – 1 лист ф.А1)	

ВВЕДЕНИЕ

LADA Vesta — новый автомобиль, который был разработан инженерами АвтоВАЗа в сотрудничестве со специалистами Альянса Renault-Nissan. Производство LADA Vesta началось 25 сентября 2015 года на площадке в г.Ижевске. Впервые в истории предприятия от демонстрации концепт-кара до запуска автомобиля в серию прошел всего год. Первой серийной LADA Vesta стал автомобиль в комплектации "Комфорт" темно-серого цвета "Плутон", оснащенный двигателем LADA объемом 1,6 литра (106 л.с.) и механической коробкой передач Renault. В настоящее время это один из самых популярных и востребованных автомобилей: стильный, стремительный, яркий, он выдержан в единой концепции, имеет новый фирменный стиль, смелый дизайн, насыщенную палитру цветов и выглядит весьма современным. Все это заставило говорить о LADA Vesta, как об автомобиле нового поколения. Сегодня можно констатировать, что это самая продаваемая модель АвтоВАЗа.

Целью данного проекта является разработка домкрата ромбического для комплектации новых легковых автомобилей на автозаводе.

Для выполнения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- изучить состояние вопроса, ознакомиться с литературными источниками, теоретическим материалом по домкратам;
- провести обзор тенденций развития конструкции домкратов;
- выполнить основные расчеты необходимых параметров для проектирования ромбического домкрата, подготовить графический материал;
- изучить технологический процесс;
- произвести анализ экономической эффективности разработки домкрата.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение и требования, предъявляемые к конструкции домкратов

Домкрат - это приспособление, в качестве основной функции которого выступает поднятие и фиксация грузов на высоте. Предназначение автомобильного домкрата - поднятие автомобиля, позволяющее снять или установить колесо при его замене [1]. Домкрат автомобильный с товароведной точки зрения относится к группе сопутствующих товаров [2], к подгруппе обязательные принадлежности (водительский инструмент и принадлежности), он входит в комплектацию любого нового автомобиля и может быть приобретен в отделах запасных частей [3]. Он служит для работ, выполняемых при техническом обслуживании и ремонте автомобиля. Все это подчеркивает важность домкрата в обеспечении безопасности движения. Удобство домкрата в его мобильности. При подборе домкрата необходимо обращать внимание на следующие технические характеристики, характеризующие его:

1. Грузоподъемность домкрата характеризует максимально возможный вес поднимаемого груза или максимальное усилие, которое может развить домкрат. Для каждого домкрата имеются ограничения по весу, нарушать которые недопустимо. В случае несоответствия грузоподъемности домкрата снаряженной массе автомобиля, указанной в инструкции по эксплуатации автомобиля, и весу перевозимого груза, можно испортить домкрат при первом же использовании, серьезно травмироваться и повредить автомобиль, так как домкрат не выдержит нагрузки. Автолюбители чаще всего применяют ромбические домкраты, имеющие небольшой запас грузоподъемности (от 1,5 до 2 т), которого достаточно для поднятия седана массой 1,3 т. Для работы на сервисе, где обслуживаются автомобили с разной массой, лучше использовать подкатной домкрат грузоподъемностью от 3 до 8 т. Для водителей грузовых машин целесообразно иметь домкраты грузоподъемностью от 15 до 30 т.

2. Максимальная высота подъема (максимальное вертикальное расстояние, проделываемое грузозахватным механизмом) [4]. Способность домкрата поднимать груз на определенную высоту по отношению к поверхности, на которой он установлен, например, для замены колеса достаточно от 300 до 500 мм.

3. Важнейший показатель - высота подхвата (расстояние по вертикали от нижней опоры до подхвата в его нижнем рабочем положении), она составляет от 60 до 250 мм. Выбор высоты зависит от клиренса (дорожного просвета) - расстояния от нижней кромки колеса до нижней плоскости днища или порогов. Так как опора домкрата фиксируется на рычагах и порогах, то необходимо подбирать соответствующий домкрат. Этот показатель критичен для автомобилей с небольшим клиренсом, слишком высокий домкрат просто не поместится под машину. Если клиренс автомобиля не превышает 150 мм, лучше отдать предпочтение подкатным или винтовым моделям, они имеют подхват от 60 до 90 мм.

4. Рабочий ход – расстояние между нижним и верхним рабочим положением подхвата.

5. Собственный вес – вес домкрата в рабочем состоянии.

6. Устойчивость домкрата - сохранение рабочего положения независимо от воздействия различных факторов (порыва ветра, неправильной установки, площади опор, жесткости соединения деталей, неровной рабочей поверхности и т.д.).

7. Нижняя опора домкрата за счет формы поверхности предотвращает боковое скольжение и обеспечивает минимальное вдавливание в грунт при заданной грузоподъемности.

8. Усилие на приводной рукоятке — сила, прикладываемая пользователем при поднятии груза. Показатель связан с массой груза, который необходимо поднять, и разновидностью домкрата.

9. Универсальность — возможность использования для поднятия автомобилей всех типов.

Домкраты должны соответствовать ряду требований, изложенных в нормативной документации [1]. Рассмотрим некоторые из них.

Функциональные требования. Характеризуются способностью домкрата выполнять свою функцию, решать две задачи: обеспечение замены колеса; обеспечение движения в случае сложных дорожных условиях, по плохим дорогам и вне дорог.

Требования по надежности. Домкраты относятся к группе 2 неремонтируемых изделий вида 1 (ГОСТ 27.003-90. Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности).

Срок службы – не менее 10 лет. Оценка на долговечность производится по предельному состоянию (выработка до 90% ресурса). Критерии предельного состояния это – трещины, деформации, разрывы на несущих элементах и др. Подтверждается надежность испытаниями, которые проводятся по соответствующим методикам.

Эстетические требования. Домкрат должен быть современным по форме, иметь яркую окраску, соответствовать техническому уровню и смелому дизайну современных автомобилей автозавода.

Требования по эргономике. Домкрат должен находиться в транспортном месте внутри автомобиля и быть доступным без высвобождения салона или багажного отделения. Установка домкрата на штатном месте должна обеспечивать безопасный и оптимальный подъем и опускание автомобиля. Рукоятка должна быть удобной в эксплуатации, не должна касаться поверхности руки и земли при работе.

Требования к коррозионной стойкости и воздействию агрессивных сред.

Требования к экологической безопасности. Рисайклинг.

Требования по безопасности.

Эти пункты будут подробно рассмотрены в пятом разделе работы.

Требования к конструкции с точки зрения логистики. При перевозке деталей и узлов с резьбовыми соединениями они должны быть защищены от попадания влаги и посторонних предметов. Не допускается перевозка в

загрязненных транспортных средствах.

Требования к маркировке и идентификации. На домкрате наносится маркировка, которая должна сохраниться и быть читаемой весь период эксплуатации (срок службы). Содержание маркировки нормируется.

1.2 Классификация конструкций домкратов

В основе классификации домкратов, как и любой другой совокупности, лежат классификационные признаки: грузоподъемность, вес, конструкция, тип привода и др.

В зависимости от мобильности они бывают стационарные и передвижные. В дипломном проекте рассматриваются передвижные домкраты, входящие в комплектацию нового автомобиля.

В зависимости от типа привода домкраты выпускаются механического, гидравлического, электрического и пневматического типов.

Согласно международному стандарту имеются следующие виды приводов для подъёмных устройств:

- ручной (тяга создаётся мышечной силой);
- пневматический (приведение в действие с помощью сжатого воздуха);
- гидравлический (приведение в действие осуществляется с помощью гидравлической жидкости, находящейся под давлением);
- электрический (приведение в действие осуществляется с помощью электрической энергии);
- механизированное подъёмное устройство (подъёмное устройство, приводимое в действие не с помощью физической силы) [4].

Домкраты механического типа (рисунок 1) - подъем груза происходит при вращении рукоятки, причем прикладываются значительные усилия. Данный тип подходит для водителей легковых автомобилей и в случаях редкого применения. Механическое подъёмное устройство согласно немецкому

стандарту - подъёмное устройство, где груз перемещается с помощью ручных, механических средств [4].

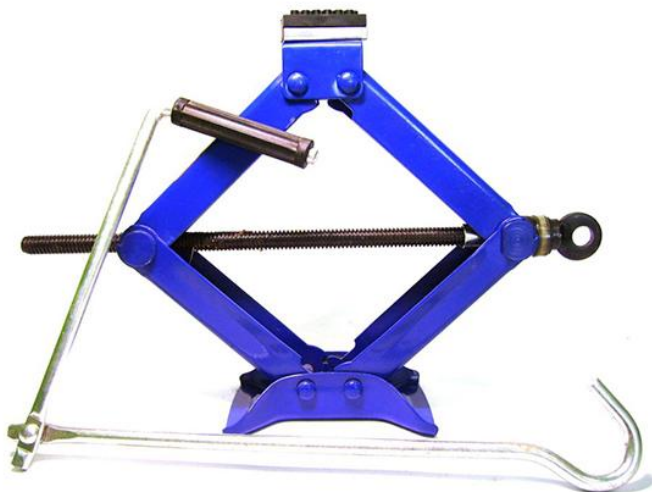


Рисунок 1- Внешний вид домкрата механического типа

Домкраты гидравлического типа (рисунок 2) — подъем груза обеспечивается за счет создания давления в цилиндре с помощью рабочей жидкости, однако в отличие от механических аналогов для поднятия не требуется много усилий. Такие домкраты бывают разной грузоподъемности, имеют простую конструкцию, но отличаются большими размерами. Гидравлические домкраты подходят для частых употреблений, однако, им требуются особые условия перевозки.

В зависимости от конструкции гидравлические домкраты бывают одноплунжерные и двухплунжерные. Наличие различных типов привода позволяет выделить ручные периодического действия и электрические непрерывного действия. Гидравлические подъёмные устройства бывают с захватами или без захватов, со встроенным насосом или без него[4].



Рисунок 2 - Внешний вид домкрата бутылочного гидравлического типа

К наиболее распространенным видам домкратов гидравлического типа можно отнести универсальный одноштоковый бутылочный домкрат, телескопический двухштоковый домкрат, специальный домкрат, двухуровневый (смесь подкатного и бутылочного), гидравлический ромбовый домкрат и универсальный зацепной. Ассортимент указанных видов представлен сегодня многими производителями и отличается большим разнообразием.

Подкатные домкраты (рисунок 3) отлично эксплуатируются для ремонта различных моделей автомобилей. В конструкции подкатного домкрата имеется длинная съемная ручка, которая обеспечивает низкие трудозатраты на поднимание груза. Из низкого стального корпуса на колесиках плунжером выдвигается рычаг с подъемной пятой. Отличается горизонтальным расположением рабочего цилиндра, однако, при работе с таким домкратом необходима ровная и твердая поверхность.



Рисунок 3 - Внешний вид домкрата подкатного гидравлического типа

Домкраты пневматического типа (рисунок 4) — для работы этих устройств необходим источник сжатого воздуха, они требуют минимальные усилия водителя. Работа пневматического домкрата обеспечивается следующей конструкцией: плоская резинокордная оболочка (состоит из специальной ткани), которая увеличивается в объеме во время работы за счет подачи в нее сжатого воздуха, и происходит подъем. Сжатый воздух подается либо из баллонов с инертным газом (сжатым воздухом), либо из компрессоров автомобильных или стационарных. Используют их для работ различной сложности и направленности, на любой поверхности (рыхлый, неровный грунт). Главный недостаток пневматических домкратов - высокая стоимость.



Рисунок 4- Домкрат пневматического типа в действии

Недостатки, которыми обладает надувной домкрат (рисунок 5), вытекают из его конструкции. Постоянное давление в объеме удерживать достаточно трудно, следствием чего будет уменьшение высоты подъема. Надувной домкрат требует бережного отношения, ведь велика вероятность повредить обшивку, кроме того, он имеет ограниченный срок службы, связанный с износом эластичного материала.



Рисунок 5 - Внешний вид домкрата надувного

Домкраты электрического типа (рисунок 6) – современное направление в развитии конструкции домкратов со своими преимуществами и недостатками. Используется комбинация обычного механического изделия и электрического двигателя с редуктором. Такой электрический домкрат имеет грузоподъемность до двух тонн и запитывается от сети автомобиля. Управление им осуществляется с дополнительного пульта, подключение к сети происходит через прикуриватель. Достоинством, которым несомненным обладает электрический домкрат, является простота его использования, он способен функционировать в самых жестких условиях, в которых может оказаться водитель.



Рисунок 6 – Внешний вид домкрата электрического типа

В зависимости от конструкции и назначения домкраты бывают винтовые, реечные, гидравлические и подкатные. Винтовые (рисунок 7) - поднимают автомобиль на высоту до полуметра, отличаются простой конструкцией, хорошими эксплуатационными параметрами, качеством и надежностью, популярны среди автолюбителей. Они имеют грузоподъемность - до 15т., при этом сами имеют небольшой вес. Основными преимуществами винтовых домкратов являются высокая прочность и устойчивость, существенный рабочий ход, низкая цена. Типичным представителем винтового домкрата является домкрат ромбический, используемый в основном для вывешивания одной пары колес.



Рисунок 7 – Внешний вид ромбического домкрата

Реечные (рисунок 8) - относятся к одним из наиболее распространенных для различного рода работ, они просты и удобны в эксплуатации и обслуживании, их можно использовать и в вертикальном, и в горизонтальном положении. Реечные домкраты прекрасно подходят для подъема грузов весом до 6 т, от 6 до 15 т и свыше 15 т, для этих целей используют домкраты одно, двух, или трехступенчатой передачи. Для реечных домкратов характерно то, что конец рейки отогнут на 90 градусов. Они отличаются большим рабочим ходом и высотой подъема. К их достоинствам можно отнести компактность и плавность хода, а также высокий КПД (до 0,85).

Реечные домкраты бывают двух видов: рычажные и зубчатые. Рычажные имеют конструкцию, которая включает качающийся приводной рычаг, выдвигающий рейку. У зубчатых взамен приводного рычага используется шестеренка, которая вращается при помощи приводной рукоятки и выдвигает рейку.



Рисунок 8 – Внешний вид реечного домкрата

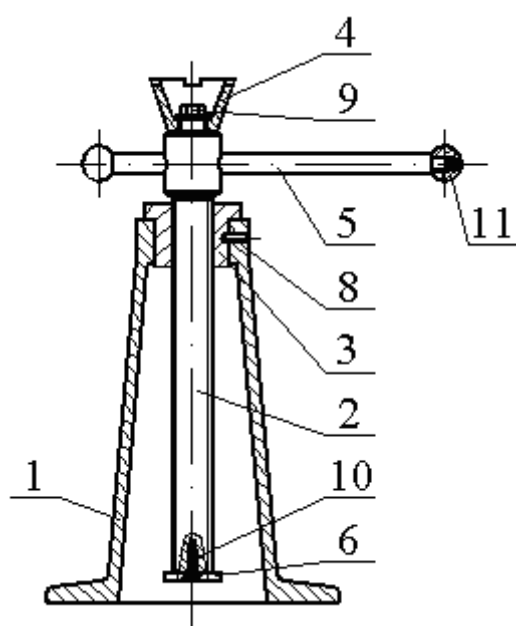
Для упорядочения и систематизации широкого ассортимента домкратов используется метод кодирования, позволяющий каждому домкрату присвоить свою кодировку, условное обозначение. Рассмотрим на конкретном примере.

ДУ50Г200 - ДУ – домкрат универсальный; 50 – грузоподъемность 50; Г – гидравлический возврат поршня; 200 – ход поршня 200 мм.

Первый знак обозначает наименование изделия - домкрат,
второй – модель, Г – грузовой, Т – телескопический, У – универсальный и др.
третий – тип материала,
четвертый- грузоподъемность,
пятый – тип возврата поршня, П – пружинный возврат, Г – гидравлический
возврат, М – гравитационный возврат,
шестой – ход поршня, мм.

1.3 Обзор и тенденции развития конструкции домкратов

Рассмотрим устройство и принцип действия отдельных видов домкратов.
Винтовые домкраты. Работоспособность винтовых механизмов зависит от винта и гайки, которые составляют винтовую пару. Так как подобный домкрат испытывает сильное одностороннее действие нагрузки на винт, в таких конструкциях, чаще всего, применяется упорная резьба. В роли несущих элементов выступают стальной корпус и винт. Удержание груза в нужном положении происходит за счет торможения винта.
Основные элементы винтового домкрата представлены на рисунке 9.

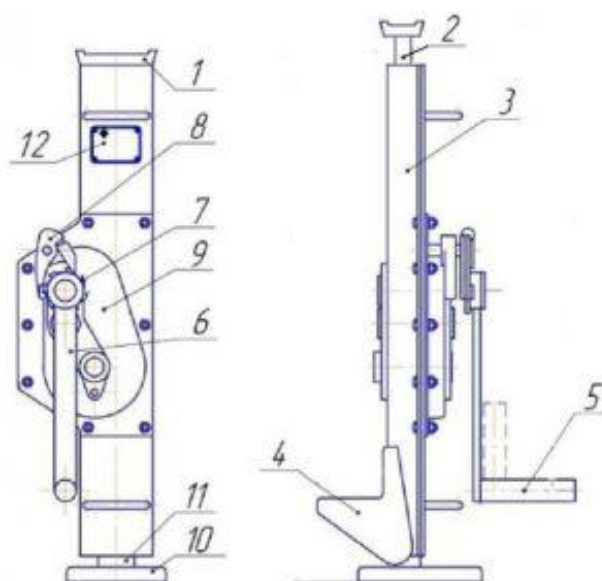


1 - корпус; 2 - винт; 3 - гайка; 4 - пята; 5 - рукоятка; 6 - шайба; крепежные детали: 8 - стопорный винт; 9 - гайка; 10 - винт; 11 – шайба

Рисунок 9 - Конструкция винтового домкрата

Внутри корпуса 1, представляющего собой полый конус, установлена гайка 3. Стопорный винт 8 предотвращает проворачивание или выпадение гайки в зависимости от способа ее установки. Рукоятка 5 приводит в движение винт 2. Вращаясь в неподвижной гайке, винт перемещается поступательно, поднимая или опуская груз в зависимости от направления вращения рукоятки. Груз опирается на пята 4, которая зафиксирована на винте при помощи гайки 9. На поверхности контакта гайки и пяты для уменьшения силы трения применяется смазка. Шайба 6, прикрепленная к нижнему концу винта крепежным винтом 10, не позволяет полностью вывинтить винт из гайки, что обеспечивает безопасность работы.

Реечные домкраты. Основной деталью реечного домкрата является грузонесущая стальная рейка с опорной чашкой для груза. Основные элементы реечного домкрата представлены на рисунке 10.



1 - головка; 2 – зубчатая рейка; 3 - корпус; 4 - лапа; 5,6 - рукоятка; 7,8,9 – храповой механизм; 10 - основание; 11 – втулка; 12- данные изготовителя

Рисунок 10 – Конструкция реечного домкрата

Важная особенность реечного домкрата это низкое расположение подъемной площадки, высота которой может составлять всего 90 мм. Нижний конец рейки (лапа) имеет прямой угол, такая конструкция позволяет поднять груз даже с низко размещенной опорной поверхностью. Поднятый на рейке груз удерживается стопорными устройствами.

Домкраты гидравлические. Основные несущие элементы: корпус, выдвигаемый поршень (плунжер) и рабочая жидкость. Корпус является направляющим цилиндром для поршня и резервуаром для рабочей жидкости (рисунок 11). Усиление от приводной рукоятки передается через рычаг на нагнетающий насос. При движении вверх жидкость из резервуара подается в полость насоса, а при нажатии нагнетается в полость рабочего цилиндра, выдвигая плунжер. Принцип работы любого ручного гидравлического домкрата основан на несжимаемости жидкости и использовании двух рабочих цилиндров разных диаметров по принципу сообщающихся сосудов. При накачивании рабочей жидкости с помощью плунжера с маленьким диаметром происходит увеличение количества рабочей жидкости в большом цилиндре и, соответственно, перемещается груз. Подбирая диаметры поршней и оставляя приемлемую величину усилия на рукоятке, можно сконструировать домкрат гидравлический с грузоподъемностью до 100 тонн.



Рисунок 11 – Элементы конструкции бутылочного гидравлического домкрата

Домкрат механический ромбический (рисунок 7). Сегодня многие автолюбители отдают предпочтение именно этому домкрату по следующим основаниям:

- простая конструкция, состоит из нескольких стальных планок (рычагов) ромбической формы, составляющих единую раму;
- конструкция способствует равномерную нагрузку при подъеме и высокую устойчивость;
- универсальность модели;
- компактность, оперативность подготовки к работе.

Несущий элемент таких домкратов состоит из четырех рычагов, шарнирно соединенных между собой и образующих ромб, по диагонали которого расположен винт. Шарнирно-рычажный механизм образован двумя парами рычагов (верхний и нижний правый, верхний и нижний левый) шарнирно соединенных друг с другом посредством осевого стержня (винта).

Изучение имеющихся аналогов показало, что толщина металла, из которого сделан домкрат, составляет чаще всего 2,0 мм. Толщина металла рычагов - 2,0 мм. Зубья в шарнирных соединениях домкрата выполнены штамповкой, параметры их колеблются, они могут иметь ширину 6,0; 6,2; 8,0

мм, толщина металла, из которого сделаны зубья, составляет 1,8; 2; 2,5 мм. Поднятие (опускание) происходит при изменении углов ромба. Конструкция ромбического домкрата может быть симметричная (рисунок 7) и асимметричная (рисунок 12) [4].



Рисунок 12 - Асимметричная конструкция ромбического домкрата

1.4 Выбор и обоснование принятого варианта конструкции

Многие автомобилисты уже через год после покупки нового автомобиля вынуждены менять домкрат. Некоторые производители легковых автомобилей свою продукцию домкратами или не оснащают, или комплектуют неподходящими. Учитывая, что домкрат входит в комплектацию любого нового автомобиля, и автозавод приобретает домкраты у разных производителей, стала задача разработать домкрат универсальный высокого качества собственного производства. Изучение существующих видов домкратов и типов привода, их технических характеристик и ассортимента, а также состояние покупательского спроса позволило нам сделать вывод, что сегодня автолюбитель отдает предпочтение домкратам ромбического механического типа.

Ромбический домкрат с технической точки зрения имеет ряд значительных преимуществ по сравнению с другими, он надежен благодаря

жесткой конструкции и большой опорной поверхности. Данный домкрат универсален, обладает достаточной грузоподъемностью, чтобы заменить колесо, отличается малыми размерами, компактен, не занимает много места в багажнике. При нарушении условий эксплуатации, превышении допустимой грузоподъемности, происходит основное число поломок по причине предельного износа деталей и узлов. Они отличаются низкой стоимостью. Малая высота подхвата по сравнению с другими делает наиболее предпочтительным его использование для техники при поломках в дорожных условиях.

При разработке домкрата необходимо было учесть следующие характеристики, заявленные в технических требованиях [1]:

- унифицированность домкрата, единое общеклиматическое исполнение для поставок в страны всех климатических зон;

- соблюдение прописанных размерных характеристик: среди них выделим массу домкрата не более 3,0 кг; размеры не более 402x107x149 (Д xШxB); ширина основания домкрата, не менее 50 мм.;

- соблюдение специальных характеристик: конструкция домкрата рычажная в форме ромба; грузоподъемность не менее 1,0т; номинальная высота подъема не менее 410 мм; усилие на рукоятке при подъеме не более 10 кгс; минимальная высота захвата 145 мм; рабочий ресурс не менее 100 циклов; сопротивление винта не более 70 Нм; обеспечивает подъем колеса автомобиля не менее чем на 40-50 мм над дорогой;

- соблюдение прочностных характеристик: материалы и комплектующие должны соответствовать конструкторской документации и иметь документы, подтверждающие их качество; выбор материалов должен осуществляться исходя из условий их прочности и надежности.

В результате проведенной подготовительной и исследовательской работы было принято решение, что расчет необходимых параметров, проектирование и выполнение чертежей будет производиться для ромбического рычажного домкрата грузоподъемностью 1 тонна.

2 Конструкторская часть

2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

Определение тягово-скоростных свойств и топливной экономичности автомобиля необходимо при проектировании новых моделей, а также при выборе типов автомобилей в соответствии с различными условиями эксплуатации. Данная задача решается методами теории автомобиля – науки об эксплуатационных свойствах, которые характеризуют возможность эффективного использования автомобиля в определенных условиях и позволяют оценить, в какой мере его конструкция отвечает этим условиям. Применение теории автомобиля на практике дает возможность повысить производительность автомобиля и снизить себестоимость перевозок. Для этого следует увеличить среднюю скорость движения и уменьшить расход топлива автомобиля [5], [6], [7].

Тягово-скоростные свойства определяют динамичность автомобиля – способность перевозить грузы с максимально возможной средней скоростью. Чем выше динамичность автомобиля, тем больше его производительность.

2.1.1 Исходные данные для проведения расчета

Тип автомобиля:	переднеприводный легковой автомобиль 2 класса
Колесная формула:	4x2
Количество человек:	$n = 5$ (чел.)
Длина:	4410 мм.
Ширина:	$B_r = 1764$ мм.
Высота:	$H_r = 1497$ мм.
Масса в снаряженном состоянии:	$m_0 = 1230$ кг.

Шины:	185/65 R 15
Коэффициент аэродинамического сопротивления:	$C_x = 0.38$
Коэффициент сопротивления качению:	$f_0 = 0.010$
Коэффициент преодолеваемого уклона:	$\alpha_{\max} = 0.30$
Максимальная скорость:	$V_{\max} = 175 \text{ км/ч (48,6 м/с)}$
Максимальная частота вращения коленчатого вала:	$\omega_{e \max} = 630 \text{ с}^{-1} \text{ (6016 об/мин)}$
Мощность:	106 л.с.
КПД трансмиссии:	$\eta_{\text{тр}} = 0.92$
Число передач:	5

2.1.2 Определение мощности и момента двигателя

1. Определение полной массы автомобиля.

$$M_A = M_o + M_q \times n + M_{\theta}, \quad (1)$$

где M_o – снаряженная масса автомобиля, кг;

M_q – масса одного человека, кг; =75.

n – количество пассажиров, включая водителя;

M_{θ} – масса багажа на одного человека, кг; =10.

$$M_A = 1230 + 75 \times 5 + 50 = 1655 \text{ кг}$$

2. Определение статического радиуса колеса.

$$r_{cm} = 0.5 \times d + \lambda_z \times H, \quad (2)$$

где $d = 15$ – посадочный диаметр, дюймы (= 0.381 м);

λ_z – коэффициент вертикальной деформации, зависящий от типа шин,
 $\lambda_z = 0.86$;

H/B –соотношение высоты профиля шины к ее ширине, $H/B = 65\%$;

B – ширина профиля шины, м; $B = 0.185$;

H – высота профиля шины, м; $H = 0.65 \times 0.185 = 0.120$;

$$r_{cm} = 0.5 \times 0.381 + 0.86 \times 0.120 = 0.29 \text{ м},$$

$$r_{cm} \approx r_k = 0.29 \text{ м}$$

r_k – радиус качения шины

3. Определение коэффициента обтекаемости.

$$k = C_x \times \rho / 2, \quad (3)$$

где C_x - коэффициент аэродинамического сопротивления;

$\rho = 1.293$ – плотность воздуха в нормальных условиях.

$$k = 0.38 \times 1.293 / 2 = 0.246$$

4. Расчет лобовой площади автомобиля.

$$F = 0.8 \times B_r \times H_r \quad (4)$$

$$F = 0.8 \times 1.76 \times 1.50 = 2.11 \text{ м}^2$$

5. Расчет коэффициента сопротивления качению при малой скорости.

$$f = f_0 \times (1 + v^2 / 2000) \quad (5)$$

$$f = 0.010 \times (1 + 48.6^2 / 2000) = 0.022$$

6. Внешняя скоростная характеристика двигателя.

Используя формулу мощностного баланса, рассчитаем мощность двигателя при максимальной скорости автомобиля с учетом КПД трансмиссии:

$$N_v = 1/\eta_{mp} \times (G_a \times \psi_v \times V_{\max} + C_x / 2 \times \rho \times F \times V_{\max}^3), \quad (6)$$

где ψ_v – коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля. Для легковых автомобилей коэффициент суммарного дорожного сопротивления назначаем равным коэффициенту качения при максимальной скорости.

$$\psi_v = f = 0.022;$$

$$G_a = M_a \times g \text{ – полный вес автомобиля, Н.}$$

$$N_v = 1/0.92 \times (1655 \times 9.81 \times 0.022 \times 48.6 + 0.19 \times 1.293 \times 2.11 \times 48.6^3) = 83546 \text{ Вт}$$

$$N_v \approx 83.55 \text{ кВт}$$

Максимальная мощность двигателя в зависимости от его типа:

$$N_{\max} = \frac{N_v}{a \times \lambda + b \times \lambda^2 - c \times \lambda^3}, \quad (7)$$

где $a = b = c = 1$ – эмпирические коэффициенты для карбюраторного двигателя;

$$\lambda = \frac{\omega_v}{\omega_N} \text{ – отношение частот вращения коленчатого вала при максимальной}$$

скорости к частоте вращения коленчатого вала при максимальной мощности.

$$\text{Принимаем } \lambda = 1.11, \text{ тогда } \omega_N = \frac{\omega_v}{\lambda} = \frac{630}{1.11} = 568 \text{ с}^{-1}$$

$$N_{\max} = \frac{83546}{1 \times 1.11 + 1 \times 1.11^2 - 1 \times 1.11^3} = 85735 \text{ Вт}$$

Эффективная мощность двигателя:

$$N_e = N_{\max} \times [a \times \left(\frac{\omega_e}{\omega_N}\right) + b \times \left(\frac{\omega_e}{\omega_N}\right)^2 - c \times \left(\frac{\omega_e}{\omega_N}\right)^3], \quad (8)$$

где ω_e – текущее значение частоты вращения коленчатого вала;

N_e – текущее значение эффективной мощности двигателя, кВт.

Эффективный момент двигателя:

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \quad (9)$$

Принимаем минимальную частоту вращения коленчатого вала

$$\omega_{\min} = 100 \text{ с}^{-1}$$

Результаты расчетов мощности и крутящего момента двигателя сведем в таблицу 1. На основании данных расчетов построим график внешнескоростной характеристики двигателя (рисунок А.1).

Таблица 1- Результаты расчета мощности и крутящего момента двигателя

ω_e , с ⁻¹	100	153	206	259	312	365	418	471	524	577	630
N_e , кВт	17,28	27,64	38,28	48,79	58,76	67,75	75,36	81,17	84,75	85,70	83,59
M_e , Нм	172,8	180,7	185,8	188,4	188,3	185,6	180,3	172,3	161,7	148,5	132,7

2.1.3 Определение передаточных чисел трансмиссии

Определение передаточного числа главной передачи. Максимальная скорость автомобиля лежит в основе определения передаточного числа главной передачи U_0 .

$$U_0 = \frac{r_k}{U_k} \times \frac{\omega_{\max}}{V_{\max}}, \quad (10)$$

где $\omega_{\max}$ – максимальная угловая скорость коленчатого вала двигателя;

U_k – передаточное число высшей передачи в коробке передач, на которой обеспечивается максимальная скорость автомобиля.

$$U_o = \frac{0.29}{0.78} \times \frac{630}{48.6} = 4.82$$

Определение передаточных чисел коробки передач.

Для обеспечения возможности движения автомобиля при заданном максимальном дорожном сопротивлении тяговая на ведущих колесах P_T должна быть больше силы сопротивления дороги P_d , т.е.

$$U_1 \geq \frac{G_a \times \psi_{\max} \times r_k}{M_{\max} \times \eta_{mp} \times U_0}, \quad (11)$$

где $M_{\max}$ – максимальный эффективный момент двигателя, Нм;

$\psi = \alpha_{\max} + f_0 = 0.30 + 0.01 = 0.31$ – максимальный коэффициент сопротивления дороги. (12)

$$U_1 \geq \frac{16235.6 \times 0.31 \times 0.29}{188.4 \times 0.92 \times 4.82} \geq 1.75$$

Сила сцепления колёс с дорогой должна быть больше тяговой силы на первой передачи для избежания буксования ведущих колес:

$$U_1 \leq \frac{G_{cy} \times \varphi \times r_k}{M_{\max} \times \eta_{mp} \times U_0} \quad (13)$$

где $G_{cy} = m_1 \times G = 1655 \times 9.81 = 16235H$ – сцепной вес автомобиля;

$\varphi = 0.8$ – коэффициент сцепления ведущих колес с дорогой (сухое асфальтовое шоссе в хорошем состоянии), $\varphi = 0.8$.

$$U_1 = \frac{16235 \times 0.8 \times 0.29}{188.4 \times 0.92 \times 4.82} \leq 4.51$$

Принимаем $U_1 = 3.8$ и определим передаточные числа остальных передач.

$$U_{II} = \sqrt[4]{(U_I \times U_V)^3} = \sqrt[4]{(3.8 \times 0.78)^3} = 2.26 \quad (14)$$

$$U_{III} = \sqrt[4]{(U_I \times U_V)^2} = \sqrt[4]{(3.8 \times 0.78)^2} = 1.72 \quad (15)$$

$$U_{IV} = \sqrt[4]{U_I \times U_V} = \sqrt[4]{3.8 \times 0.78} = 1.31 \quad (16)$$

$$U_V = 0.78$$

$$U_{3x} = 1.3 \times U_1 = 1.3 \times 3.8 = 4.92 \quad (17)$$

Передаточные числа коробки передач известны и несколько отличаются от расчетных, примем их за основу в дальнейших расчетах: $U_0 = 3.94$; $U_1 = 3.64$; $U_{II} = 1.95$; $U_{III} = 1.36$; $U_{IV} = 0.94$; $U_V = 0.78$; $U_{3x} = 3.5$.

В соответствии с принятыми числами произведем расчет скорости автомобиля на разных передачах:

$$V = \frac{r_k \times \omega_s}{U_0 + U_k} \quad (18)$$

Результаты сведем в таблицу 2 и построим график скорости автомобиля на разных передачах (рисунок А.2).

2.1.4 Анализ тяговой динамики

Тяговый баланс автомобиля. Сила тяги на ведущих колесах автомобилей в зависимости от скорости автомобиля для каждой передачи определяется:

$$P_T = \frac{U_k \times U_0 \times M_e \times \eta_{mp}}{r_k} \quad (19)$$

Таблица 2- Скорость автомобиля на разных передачах

$\omega_e, \text{с}^{-1}$	Скорость на передаче, м/с				
	1 передача	2 передача	3 передача	4 передача	5 передача
100	2,02	3,77	5,41	7,83	9,44
153	3,09	5,78	8,28	11,98	14,44
206	4,17	7,78	11,15	16,13	19,44
259	5,24	9,78	14,02	20,28	24,44
312	6,31	11,78	16,89	24,43	29,44
365	7,38	13,78	19,75	28,58	34,44
418	8,45	15,78	22,62	32,73	39,44
471	9,52	17,78	25,49	36,88	44,45
524	10,60	19,78	28,36	41,03	49,45
577	11,67	21,78	31,23	45,18	54,45
630	12,74	23,78	34,10	49,33	59,45

При движении автомобиль приобретает силу сопротивления воздуха, которую определяют по формуле:

$$P_B = \frac{1}{2} \times C_x \times \rho \times F \times V^2 \quad (20)$$

Сила сопротивления качению автомобиля:

$$P_d = G_a \times \psi \quad \text{где } \psi = f \quad (21)$$

Суммарная сила сопротивления движению автомобиля:

$$P_{\Sigma} = P_B + P_d \quad (22)$$

Результаты расчетов сведем в таблицу 3и таблицу 4. На основании этих данных строим графики силового баланса (рисунок А.3).

Таблица 3- Значения тяговой силы на разных передачах

n, об/мин	Тяговая сила на ведущих колесах на передаче, Н					Сила сопротивления на 5 передаче, Н		
	1 пер.	2 пер.	3 пер.	4 пер.	5 пер.	P _В	P _Д	P _Σ
955	7861,97	4211,77	2938,25	2030,85	1685,17	46,16	162,35	208,51
1461	8221,37	4403,32	3071,03	2122,63	1761,33	108,05	178,59	286,64
1967	8453,43	4529,64	3159,14	2183,52	1811,86	195,88	194,82	390,70
2473	8571,73	4591,90	3202,55	2213,53	1836,76	309,63	211,06	520,63
2979	8567,18	4590,08	3201,29	2212,66	1836,03	449,32	227,29	676,61
3479	8444,33	4524,20	3155,34	2180,90	1809,68	614,94	259,76	874,70
3996	8203,20	4394,25	3064,71	2118,26	1757,70	806,49	292,23	1098,72
4498	7839,22	4200,24	2929,40	2024,73	1680,09	1023,98	324,70	1348,68
5004	7356,94	3942,15	2749,40	1900,32	1576,86	1267,39	357,17	1624,56
5510	6756,38	3620,00	2524,72	1745,03	1448,00	1536,74	405,88	1942,62
6016	6037,52	3233,78	2255,35	1558,85	1293,51	1832,02	454,58	2286,60

Таблица 4 - Результаты расчета силы сопротивления воздуха в зависимости от скорости движения

1 передача		2 передача		3 передача		4 передача		5 передача	
V , м/с	P _В	V , м/с	P _В	V , м/с	P _В	V , м/с	P _В	V , м/с	P _В
2,02	2,12	3,77	7,37	5,41	15,17	7,83	30,11	9,44	46,16
3,09	4,95	5,78	17,32	8,28	35,54	11,98	74,40	14,44	108,05
4,17	9,01	7,78	31,38	11,15	64,44	16,13	134,87	19,44	195,88
5,24	14,23	9,78	49,58	14,02	101,89	20,28	213,19	24,44	309,63
6,31	20,64	11,78	71,93	16,89	147,84	24,43	309,37	29,44	449,32
7,38	28,23	13,78	98,43	19,75	202,19	28,58	423,40	34,44	614,94
8,45	37,01	15,78	129,08	22,62	265,23	32,73	555,30	39,44	806,49
9,52	46,98	17,78	163,87	25,49	336,80	36,88	705,04	44,45	1023,98
10,60	58,24	19,78	202,81	28,36	416,91	41,03	872,64	49,45	1267,39
11,67	70,60	21,78	245,90	31,23	505,57	45,18	1058,10	54,45	1536,74
12,74	84,13	23,78	293,13	34,10	602,76	49,33	1261,41	59,45	1832,02

2.1.5 Динамические характеристики автомобиля

Динамическим фактором D автомобиля называют отношение разности силы тяги и силы сопротивления воздуха к весу автомобиля. Он показывает, какую величину сопротивления дороги автомобиль может преодолеть и на какой скорости.

$$D = \frac{P_T - P_B}{G_a} \quad (23)$$

Результаты расчетов динамического фактора и коэффициентов сопротивления качению сведены в таблицу 5. На основании этих данных строим график (рисунок А.4).

Таблица 5 - Результаты расчета динамического фактора

n, об/ мин	Динамический фактор D на передаче					Коэффициент сопротивления f				
	1 пер.	2 пер.	3 пер.	4 пер.	5 пер.	1	2	3	4	5
955	0,4841	0,2590	0,1800	0,1232	0,1010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
1461	0,5061	0,2702	0,1870	0,1262	0,1018	0,010	0,010	0,010	0,011	0,011
1967	0,5201	0,2771	0,1906	0,1262	0,0995	0,010	0,010	0,011	0,011	0,012
2473	0,5271	0,2798	0,1910	0,1232	0,0941	0,010	0,010	0,011	0,012	0,013
2979	0,5264	0,2783	0,1881	0,1172	0,0854	0,010	0,011	0,011	0,013	0,014
3486	0,5184	0,2726	0,1819	0,1083	0,0736	0,010	0,011	0,012	0,014	0,016
3992	0,5030	0,2627	0,1724	0,0933	0,0586	0,010	0,011	0,013	0,015	0,018
4498	0,4800	0,2486	0,1597	0,0813	0,0404	0,010	0,012	0,013	0,017	0,020
5004	0,4496	0,2303	0,1437	0,0633	0,0191	0,010	0,012	0,014	0,018	0,022
5510	0,4118	0,2078	0,1244	0,0423	-0,0055	0,011	0,013	0,015	0,020	0,025
6016	0,3667	0,1811	0,1018	0,0183	-0,0332	0,011	0,013	0,016	0,022	0,028

2.1.6 Анализ динамики разгона

Разгон автомобиля. При движении по горизонтальной дороге с твёрдым покрытием хорошего качества определяется ускорение во время разгона, при

этом учитывается максимальное использование мощности двигателя, и отсутствие буксования ведущих колёс. Расчёт производится по формуле:

$$J = \frac{(D - f) \times g}{\delta_{\text{вп}}} \quad (24)$$

$$\delta_{\text{вп}} = 1 + \frac{(I_M \times \eta_{\text{мп}} \times U_{\text{мп}} + I_k) \times g}{G_a \times r_k^2} \quad (25)$$

где I_M – момент инерции вращающихся деталей двигателя;

$$U_{\text{мп}} = U_0 \times U_k \text{ – передаточное число трансмиссии;} \quad (26)$$

I_k – суммарный момент инерции ведущих колес.

Если точное значение I_M и I_k неизвестно то, $\sigma_{\text{вп}}$ определяют по формуле:

$$\delta_{\text{вп}} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \times U_k^2), \quad (27)$$

где U_k – передаточное число коробки передач на данной передаче;

δ_1 – коэффициент учета вращающихся масс колес;

δ_2 – коэффициент учета вращающихся масс двигателя.

$$\delta_1 = \delta_2 = 0.03 - 0.05 \quad (28)$$

Результаты расчетов на каждой передаче коэффициентов учета вращающихся масс:

I передача - $\delta_{\text{вп}} = 1.618$

II передача - $\delta_{\text{вп}} = 1.244$

III передача - $\delta_{\text{вп}} = 1.158$

IV передача - $\delta_{\text{вп}} = 1.109$

V передачи - $\delta_{вр} = 1.064$

Результаты расчетов ускорений и обратных ускорений $1/j$ сведены в таблицу 6. На основании этих данных строим графики (рисунок А.5 и А.6).

Таблица 6 – Результаты расчета ускорения автомобиля при разгоне

n, об/мин	Ускорение на передачи, м/с ²					Величина, обратная ускорению на передаче, с ² /м				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
955	2,717	1,970	1,460	1,015	0,827	0,368	0,508	0,685	0,985	1,210
1461	3,008	2,052	1,499	1,019	0,837	0,332	0,487	0,667	0,981	1,195
1967	3,093	2,106	1,521	1,019	0,807	0,323	0,475	0,657	0,981	1,240
2473	3,135	2,128	1,525	0,984	0,748	0,319	0,470	0,656	1,017	1,337
2979	3,131	2,108	1,500	0,922	0,658	0,319	0,474	0,667	1,085	1,519
3486	3,082	2,063	1,439	0,834	0,531	0,324	0,485	0,695	1,199	1,883
3992	2,989	1,985	1,350	0,693	0,374	0,335	0,504	0,741	1,444	2,671
4498	2,850	1,866	1,243	0,569	0,188	0,351	0,536	0,805	1,758	5,317
5004	2,665	1,721	1,099	0,401	-0,027	0,375	0,581	0,910	2,496	-
5510	2,430	1,536	0,927	0,197	-0,281	0,412	0,651	1,079	5,069	-
6016	2,157	1,326	0,727	-0,033	-0,564	0,464	0,754	1,376	-	-

Время и путь разгона автомобиля. Определяем графоаналитическим способом. Интегрирование заменяем суммой конечных величин.

$$\Delta t = \int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{j} \times d_v \approx \left(\frac{1}{j_{cp}} \right)_2 \times (V_2 - V_1) \quad (29)$$

Результаты расчетов приведены в таблицах 7 и 8. На основании этих данных строим графики (рисунок А.7, А.8, А.9).

Таблица 7- Результат расчета времени разгона автомобиля

V, м/с	0	1,58	4,94	9,14	16,48	21,63	32,24	40,42	44,51
1/J _{cp}	0	0,271	0,249	0,318	0,456	0,61	1,29	2,237	4,179
t, с	0	0,911	1,956	4,290	6,639	13,111	23,663	32,813	49,905

Таблица 8- Результат расчета пути разгона автомобиля

t, c	0	6	12	18	24	30	36	42
$V, м/с$	0	14,82	20,63	26,34	32,24	38,78	41,43	43,21
ΔS	0	88,92	123,78	158,04	193,44	232,68	248,58	259,26
S	0	88,92	212,7	370,74	564,18	796,86	1045,44	1304,7

2.1.7 Мощностной баланс автомобиля

$$N_T = N_e - N_{mp} = N_f + N_n + N_B + N_u \quad (30)$$

где $N_T = N_e \times \eta_{mp}$ – тяговая мощность, или мощность, подаваемая к ведущим колесам;

N_{mp} – мощность, теряемая в агрегатах трансмиссии;

$N_f = P_n \times V$ – мощность, затраченная на преодоление сил сопротивления качению колес;

$N_n = P_n \times V$ – мощность, затраченная на преодоление сил сопротивления подъему;

$N_e = P_e \times V$ – мощность, затраченная на преодоление сил сопротивления воздуха;

$N_u = P_u \times V$ – мощность, затраченная на преодоление силы инерции автомобиля;

$N_\delta = P_\delta \times V = N_f + N_n$ – мощность, затраченная на преодоление сил сопротивления дороги.

Результаты расчетов сводим в таблицу 9. Строим графики мощностного баланса (рисунок А.10, А.11).

Таблица 9 – Мощностной баланс автомобиля

$V_{MAX}, м/с$	9,44	14,44	19,44	24,44	29,44	34,44	39,44	44,45	49,45	54,45	59,45
Ne	17,28	27,64	38,29	48,80	58,76	67,76	75,37	81,18	84,76	85,71	83,60
Nt	15,90	25,43	35,22	44,90	54,06	62,34	69,34	74,68	77,98	78,85	76,91
Nв	0,44	1,56	3,81	7,57	13,23	21,18	31,81	45,52	62,67	83,68	108,9
Nд	1,53	2,58	3,79	5,16	6,69	8,95	11,52	14,43	17,67	22,10	27,02
Nв+Nд	1,97	4,14	7,60	12,73	19,92	30,13	43,33	59,95	80,34	105,8	135,9
(Nв+Nд) /Nt	0,12	0,16	0,22	0,28	0,37	0,48	0,62	0,80	1,03	1,34	1,77

2.1.8 Топливоно- экономическая характеристика автомобиля

Рассчитывается расход топлива при движении на высшей передаче с заданными скоростями от минимальной до максимальной. При этом автомобиль движется по горизонтальной дороге. Путевой расход топлива:

$$q_n = \frac{k_{ck} \times k_u \times (P_o + P_e) \times g_{e\min} \times 1.1}{36000 \times p_t \times \eta_{mp}} \quad (31)$$

где k_{ck} – коэффициент, учитывающие соответственно изменения эффективного расхода топлива в зависимости от ω_e ;

k_u – коэффициент, учитывающие соответственно изменения эффективного расхода топлива в зависимости от N двигателя;

$g_{e\min} = 340 г / кВт \times ч.$ – удельный эффективный расход топлива;

$p_m = 0.73 кг/л$ – плотность топлива.

Рассчитанные данные сводим в таблицу 10

Таблица 10 – Результат расчета путевого расхода топлива

$V, м/с$	19,44	24,44	29,44	34,44	39,44	44,45	49,45
k_u	1,35	1,23	1,12	1,07	0,98	0,90	0,87
I	0,108	0,192	0,245	0,340	0,459	0,609	0,804
k_{ck}	1,1	0,95	0,88	0,8	0,79	0,8	0,9
ω_e/ω_N	0,363	0,456	0,549	0,643	0,736	0,829	0,923
g_n	7,207	7,260	7,770	8,337	9,409	10,622	13,830

2.2 Расчеты параметров домкрата

2.2.1 Общие сведения о резьбе и резьбовых соединениях.

Резьба представляет собой чередующие выступы и впадины на поверхности тела вращения, расположенные на винтовой линии [8]. Резьбовые соединения это группа разъёмных соединений, повторная сборка и разборка которых возможна без повреждения их составных частей [9]. Они обладают высокой нагрузочной способностью и надёжностью, высокой степенью стандартизации, удобством в эксплуатации, простотой в изготовлении, малыми размерами и массой, невысокой стоимостью, благодаря чему получили широкое применение [10]. Недостатком их является концентрация напряжения в резьбе, снижающая их прочность. Причиной выхода из строя может быть разрушение резьбы или стержня винта. Основные термины, относящиеся к резьбе и резьбовым соединениям, стандартизованы (ГОСТ 11708-82 Резьба. Термины и определения. Основные нормы взаимозаменяемости) [8].

Основными геометрическими параметрами резьбы являются:

наружный диаметр резьбы d (D), средний диаметр резьбы d_2 (D_2),

внутренний диаметр резьбы d_1 (D_1), номинальный размер резьбы, шаг резьбы P , ход резьбы P_h , угол профиля α , высота исходного профиля H .

Одной из важнейших характеристик резьбы является профиль резьбы – профиль выступа и канавки резьбы в плоскости осевого сечения резьбы. Профиль резьбы включает боковые стороны, вершины и впадины резьбы. Угол образованный смежными боковыми сторонами, называют углом профиля резьбы. В современном машиностроении наиболее широкое распространение получили резьбы трапецеидального, упорного, трапецеидального и прямоугольного профилей (рисунок 13).

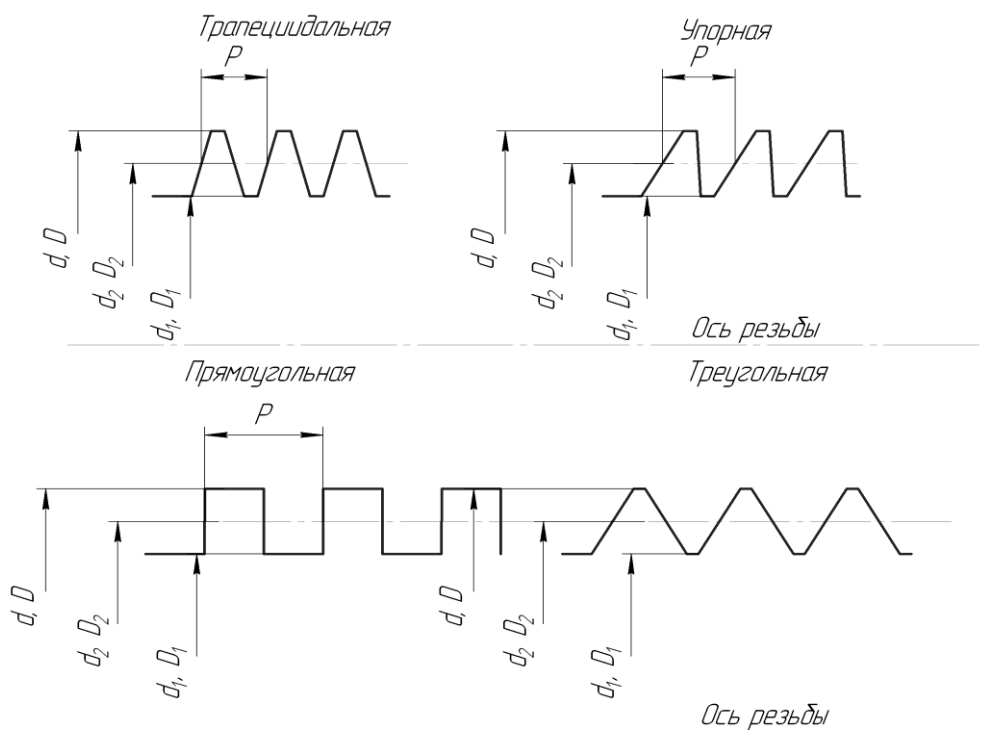


Рисунок 13 – Профили резьбы

Резьбу трапецеидального профиля называют ходовой. Так как трапецеидальная резьба имеет большую прочность и жесткость витка, более технологична и хорошо центруется боковыми поверхностями, она широко применяется при больших нагрузках. Именно поэтому мы в своем расчете остановились на трапецеидальном профиле, он представляет собой равнобокую

трапецию с углом между боковыми сторонами 30град.

Трапецеидальная резьба может быть однозаходной (ГОСТ 24738 – 81. Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба трапецеидальная однозаходная. Основные размеры) и многозаходной (ГОСТ 24739 – 81. Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба трапецеидальная многозаходная).

Трапецеидальную резьбу обозначают буквами Tr , номинальным диаметром и шагом, например: Tr24x5. Важным (как для проектирования, так и для изготовления) параметром резьбы является угол подъема винтовой линии на среднем диаметре d_2 (D_2) – ψ (рисунок 14).

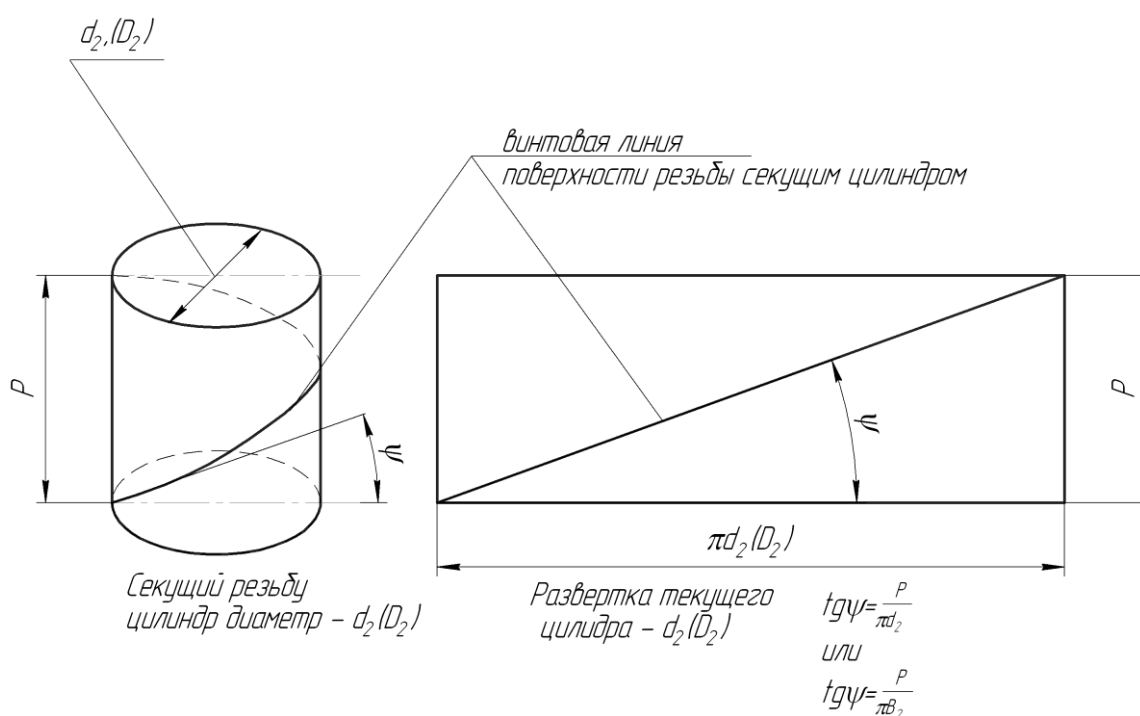


Рисунок 14 – Угол подъема резьбы на среднем диаметре

2.2.2 Исходные данные для расчета

Принцип работы ромбического домкрата заключается в смещении рычагов домкрата относительно шарниров, связывающих их в единую

конструкцию. Данное смещение производится винтовой парой. При закручивании винта сокращается расстояние между боковыми шарнирами 1, а между шарнирами нижней и верхней трапеций 2 – увеличивается (рисунок 15). Шарнирное соединение ромбических домкратов (в нижней и верхней опоре) представляет собой зубчатое зацепление, в котором именно зубья обеспечивают устойчивость конструкции домкрата. Общая высота домкрата при полностью выкрученном винте называется высотой подхвата, а высота при полностью закрученном - высотой подъема.

В основе механизма передача винт – гайка скольжения, которая работает на движение с трением скольжения. Передача служит для преобразования вращательного движения в поступательное, при этом вращение закрепленного от осевых перемещений винта приводит к поступательному перемещению гайки. Механизм должен быть самотормозящим.

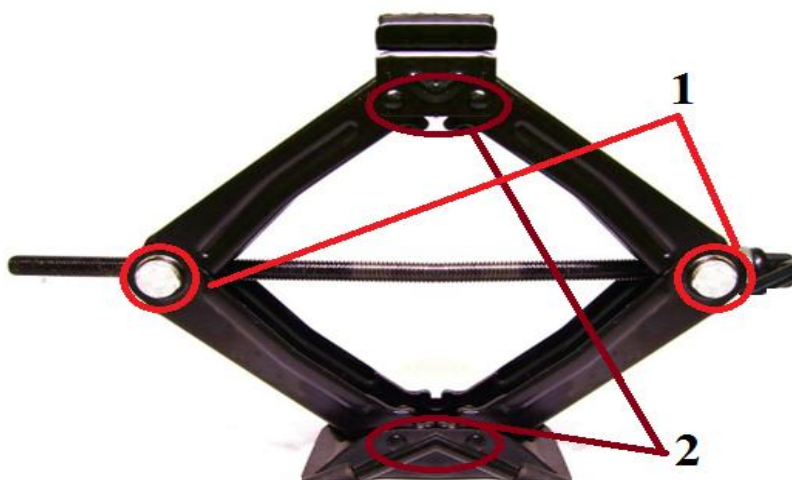


Рисунок 15 - Расположение шарниров ромбического домкрата

При подъеме груза винт испытывает напряжение растяжения. Кроме напряжения растяжения на винт действуют крутящие моменты, обусловленные моментом трения в резьбе пары винт – гайка, который преодолевается

моментом движущих сил. Момент движущих сил создается усилием на рукоятке домкрата [11].

Исходные данные для расчета:

грузоподъемность: 1000кг;

максимальное перемещение гайки по винту (высота подъема груза): 410мм;

ходовая резьба - трапецеидальная однозаходная, размеры которой выбираются по ГОСТ 9484-81;

материал винта: сталь 45;

материал гайки: сталь 45;

режим работы – кратковременный.

Специальные характеристики согласно Техническим требованиям: грузоподъемность, не менее 1,0т; номинальная высота подъема, не менее 410 мм; усилие на рукоятке при подъеме, не более 10 кгс; минимальная высота захвата 145 мм; сопротивление винта, не более 70 Нм; обеспечивает подъем колеса автомобиля не менее чем на 40-50 мм над дорогой. Масса не более 3 кг. Размеры домкрата не должны превышать (Д х Ш х В): 402 х 107 х 149 мм. Внутренний размер скобы вращения винта домкрата должен быть не менее 7 мм (диаметр 6,5 мм). Ширина нижней опоры (основания) домкрата, не менее 50 мм (ширина посадочного места кронштейна 48 мм). Ресурс, не менее 100 циклов (подъемов и опусканий) [10].

На методику расчета влияют конструкторские решения, выбор материала, профиль резьбы и другие факторы. Концентрация напряжения в резьбе снижает прочность резьбовых соединений. Причиной выхода из строя резьбовых соединений является разрушение винта, гайки или резьбы.

Стандартные резьбовые соединения рассчитывают по наименее прочному элементу- стержню винта. По найденному диаметру винта подбирают другие детали резьбового соединения (гайки). Расчет винта зависит от характера нагружения и технологических особенностей сборки резьбовых соединений

(затянутые и незатянутые, с зазором и без него). По характеру нагружения винты подразделяют на статически или циклически нагружаемые, воспринимающие осевую или поперечную нагрузку [10].

Отзывы автолюбителей, анализ результатов эксплуатации показал, что наиболее проблемными деталями у ромбического домкрата являются: рукоятка (при проектировании нужно учитывать форму и допустимое усилие на рукоятке), зубчатое зацепление верхних и нижних рычагов (происходит деформация зубьев) и материал накладки на верхней опоре.

2.2.3 Силовой расчёт домкрата

Находясь под действием нагрузки автомобиля, винт домкрата испытывает напряжение растяжения, причем значение этого напряжения зависит от угла подъема. Для расчета напряжения растяжения винта необходимо рассчитать нагрузку на домкрат. Составляем схему сил действующих на домкрат (рисунок 16).

Для определения нагрузки на домкрат в зависимости от высоты подъёма автомобиля LADA Vesta было проведено испытание [12]. Подъём производили согласно методике по очереди переднее и заднее колесо правого борта. По мере подъема измеряли нагрузку, приходящуюся на опорную площадку.

При испытаниях автомобиль был загружен до полной массы минус масса водителя с развесовкой по осям, которая составила 1580 кг;

- передняя ось 391/423 814кг;

- задняя ось 364/402 766 кг.

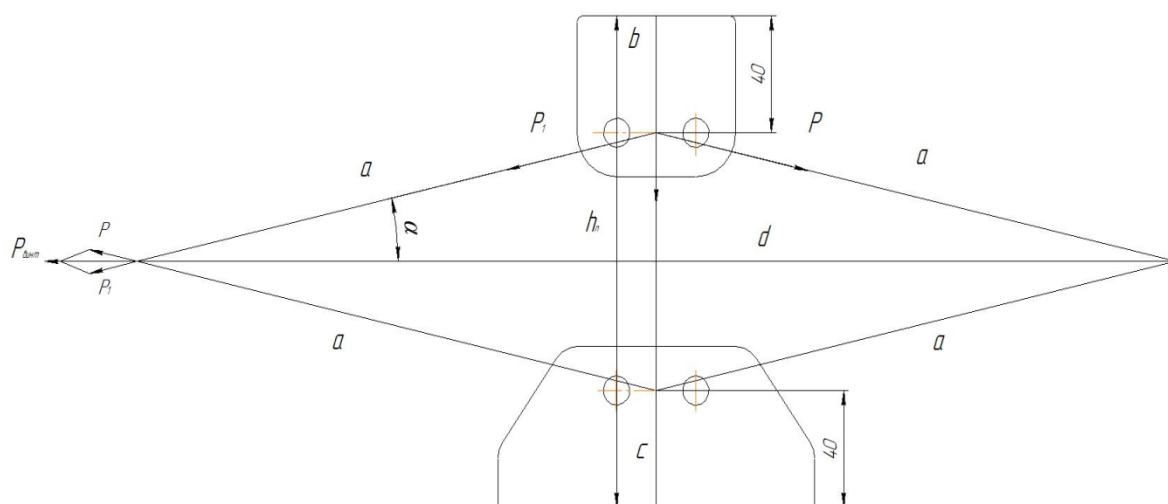


Рисунок 16 – Схема сил действующих на домкрат

В таблице 11 показана нагрузка на опорную площадку при отрыве колеса и подъеме колеса автомобиля на 50 мм. Первоначально производился подъем переднего колеса, затем заднего. По результатам замеров были составлены графики зависимости нагрузки на опорную площадку от высоты подъема автомобиля, которые приведены на рисунках 17,18.

Таблица 11- Нагрузка на опорную площадку при подъеме колес

Положение кузова	Нагрузка на переднюю опорную площадку, кг	Нагрузка на заднюю опорную площадку, кг	Примечание
1	2	3	4
Статика (нагрузка на колесо)	(423)	(402)	
Отрыв колеса	610	642	
Отрыв колеса на 50 мм	697	740	

Нагрузка на опорную площадку при подъеме переднего колеса

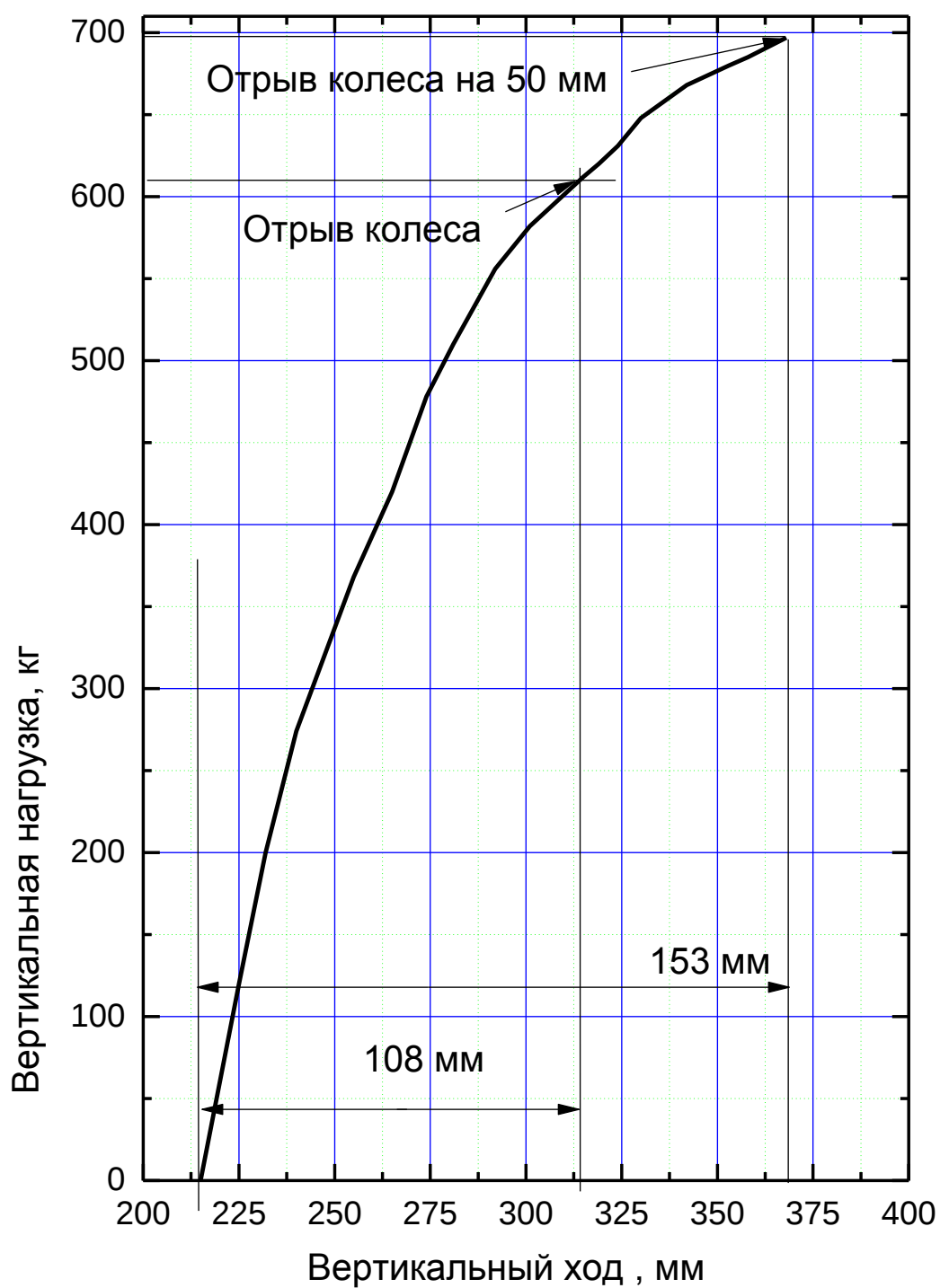


Рисунок17- График зависимости нагрузки от высоты подъема переднего колеса

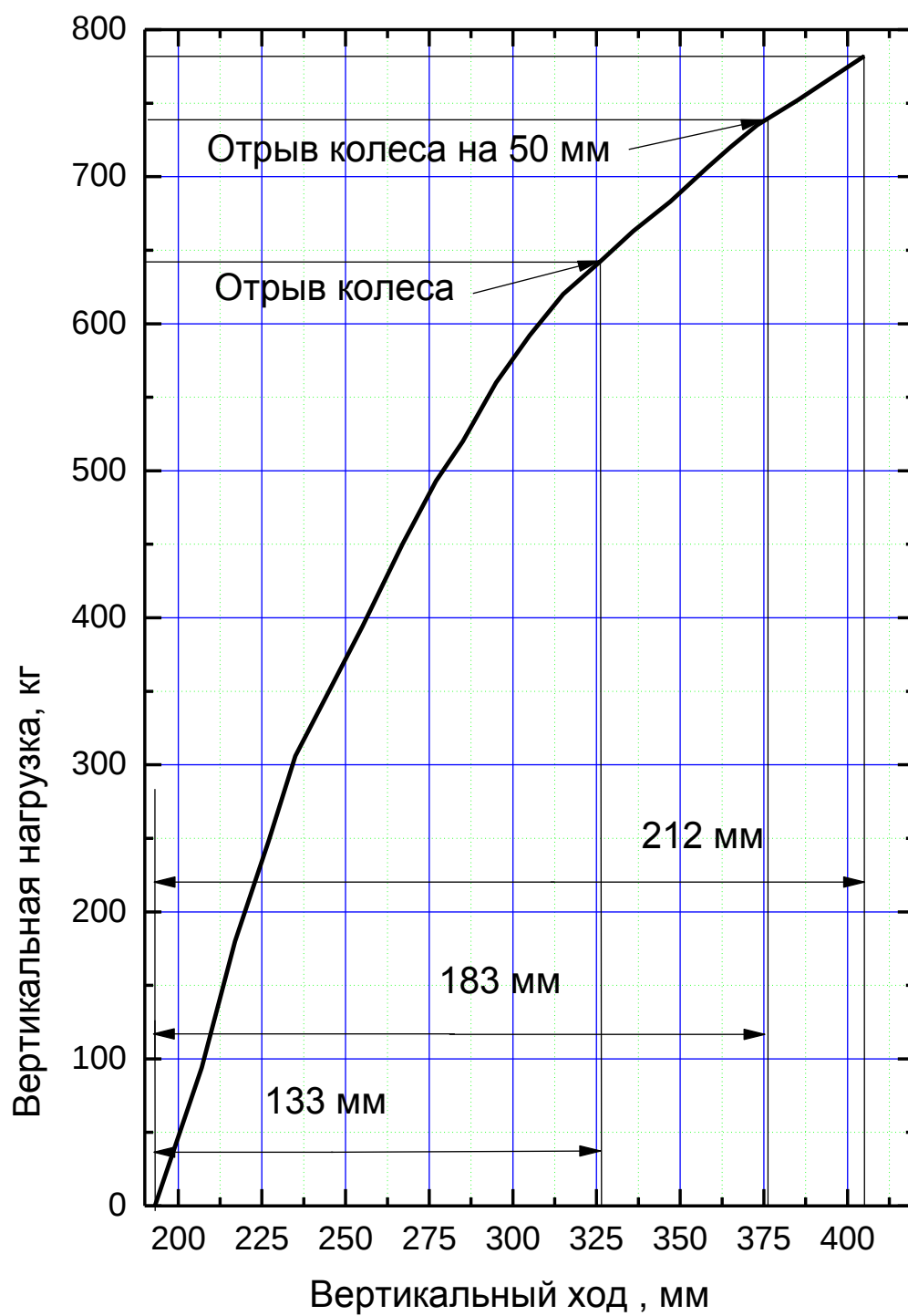


Рисунок 18- График зависимости нагрузки от высоты подъема заднего колеса

Полученные в ходе испытаний данные позволили произвести расчёт следующих параметров:

1. Угла подъёма по формуле:

$$\cos \beta = 1 - \frac{(h_n - b - c)^2}{2a^2} \quad (32)$$

$$\angle \alpha = \frac{\angle \beta}{2}$$

где h_n - высота порога, полученная в результате испытаний, мм ;

b - расчетная величина 40, мм ;

c - расчетная величина 40, мм ;

a - длина рычага, мм ; 205,5.

2. Нагрузки на домкрат

Нагрузка на опорную поверхность до момента отрыва колеса складывается из нагрузки от колеса и нагрузки на домкрат. После отрыва колеса нагрузка на опорной поверхности складывается только из нагрузки на домкрат.

$$R_{zi} = R_{z0} + P_o = 402 + 0 = 402 \quad (33)$$

$$R_{zi} = R_{z0} - \Delta Z \times C_z + P_o$$

R_{zi} - нагрузка на опорную поверхность, кг ;

R_{z0} - нагрузка на опорную поверхность в начале подъёма, кг ;

P_o - нагрузка на домкрат, Н ;

ΔZ - разница высоты арки в точке замера и в начальной точке, мм ;

C_z - жёсткость подвески при разноимённом ходе, для передней оси- 34,58 Н / мм ;

для задней оси- 27,57 Н / мм .

$$C_z = \frac{R_{z0}}{\Delta h} = \frac{3942H}{(804 - 661)_{мм}} = 27,57H / мм \quad (34)$$

$$C_z = \frac{R_{z0}}{\Delta h} = \frac{3942H}{(810 - 696)_{мм}} = 34,58H / мм$$

3. Нагрузки, действующей на винт (растяжение винта)

$$P_1 = \frac{P_o}{2 \sin \alpha}$$

$$P_{винт} = P_1 \times \cos \alpha \times 2$$

$$P_{винт} = P_o \times \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{P_o}{\operatorname{tg} \alpha} \quad (35)$$

Расчет параметров, по указанным формулам, производили в программе Excel и отразили в таблице 12 для переднего колеса и таблице 13 для заднего колеса. Как видно из таблицы, максимальная нагрузка, действующая на винт, составила 8394 Н при угле подъема 37° . Это значение нагрузки на винт будем использовать в дальнейших расчетах.

Таблица 12- Расчет параметров при подъеме заднего колеса

	Заднее колесо					
Высота арки, (мм)	Высота порога, (мм)	Нагрузка на опорную поверхность,(кг)	Угол	Плечо (мм)	Нагрузка на домкрат,(Н)	Растяжение винта
1	2	3	4	5	6	7
661	193	402	16	205.5	0	0
673	207	437	18	205.5	673,84	2073,35
682	217	457	19.50	205.5	1118,61	3196,03
693	227	472	21	205.5	1568,71	4128,18
702	235	487	22	205.5	1964,21	4910,53
713	245	505	23.50	205.5	2444.00	5683,72
723	255	521	25	205.5	2876,60	6120,43
737	267	538	27	205.5	3429,30	6724,12
748	277	555	28.50	205.5	3899,29	7220,91
758	285	572	30	205.5	4341,69	7485,67
770	295	586	31.50	205.5	4809,83	7884,97
782	305	602	33	205.5	5297,57	8150,12
792	315	617	35	205.5	5720,37	8171,96

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4	5	6	7
804	326	642	37	205.5	6295,87	8394,49
816	336	663	38.50	205.5	6501,81	8230,14
827	347	683	40.50	205.5	6697,94	7879,93
838	358	706	42.50	205.5	6923,49	7525,53
850	365	720	44	205.5	7060,79	7279,16
861	373	740	45.50	205.5	7256,92	7135,61
873	385	752	48	205.5	7374,60	6704,18
885	395	767	50	205.5	7521,70	6320,86
897	405	782	52	205.5	7668,80	5991,25

По данным таблицы 12 построим график зависимости нагрузки на опорную поверхность (ось - y) от высоты подъема (ось - x) для заднего колеса (рисунок 19).

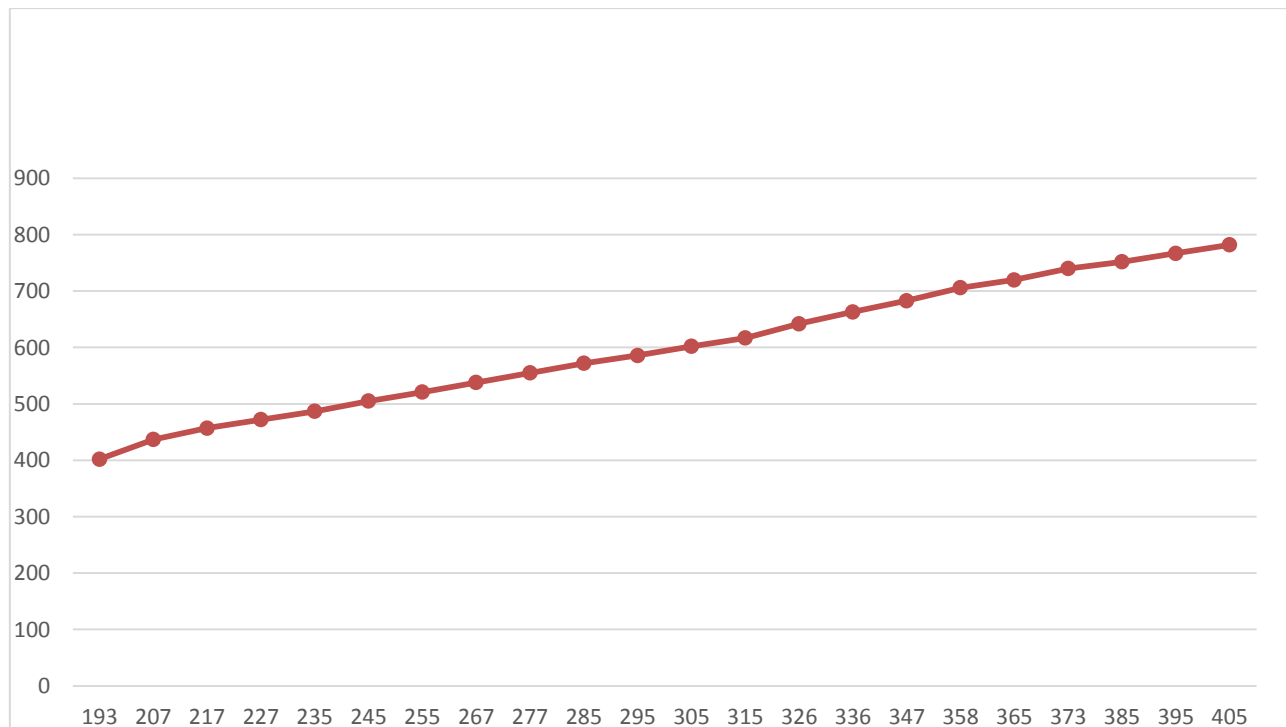


Рисунок 19 – График зависимости нагрузки на опорную поверхность от высоты подъема для заднего колеса

Таблица 13- Расчет параметров при подъеме переднего колеса

	Переднее колесо					
Высота арки, (мм)	Высота порога, (мм)	Нагрузка на опорную поверхность, (кг)	Угол	Плечо, (мм)	Нагрузка на домкрат, (Н)	Растяжение винта
1	2	3	4	5	6	7
696	215	423	19.50	205.5	0	
708	225	434	20.50	205.5	729,04	1970,38
717	230	457	21.50	205.5	1265,82	3245,69
728	240	477	23	205.5	1842,33	4386,50
740	253	504	25	205.5	2522,07	5366,11
753	265	519	27	205.5	3118,71	6115,12
765	275	533	28.50	205.5	3670,96	6798,07
777	281	545	29.50	205.5	4203,60	7374,74
787	292	565	31	205.5	4745,54	7909,23
797	301	581	32.50	205.5	5248,24	8200,37
807	315	602	35	205.5	5799,98	8285,69
810	322	610	36	205.5	5982,05	8308,40
820	325	621	36.50	205.5	6089,93	8229,63
830	330	643	37.50	205.5	6305,68	8221,22
840	340	668	39.50	205.5	6550,84	7988,83
850	353	680	41.50	205.5	6668,52	7577,86
860	360	685	43	205.5	6717,55	7223,17
870	368	697	44.50	205.5	6835,23	6974,72

2.2.4 Расчёт передачи винт-гайка скольжения [12], [13]

Для передачи винт-гайка принимаем самотормозящую трапецеидальную ходовую резьбу.

1. Основной причиной выхода из строя передачи с трением скольжения является износ. Критерием работоспособности и расчёта для ходовой резьбы является износостойкость, связанная с давлением p . Для предотвращения

износа ограничивают расчетное давление в резьбе p допускаемым давлением $[p]$ [13], [14]

$$p = \frac{F}{\pi \times d_2 \times H \times \psi_h} \leq [p], \quad (36)$$

где p – расчетное давление в резьбе, МПа;

F – сила, действующая на винт, Н;

d_2 – средний диаметр резьбы, мм;

H – высота гайки, мм;

ψ_h – отношение рабочей высоты профиля к шагу резьбы, равное 0,5 для трапецеидальной резьбы; $\psi_h = \frac{h}{P}$;

$[p]$ – допускаемое давление в резьбе, МПа, для пары сталь – сталь $[p] = 16$;

h – рабочая высота профиля, мм: $h = 0,5 P$;

P – шаг резьбы, мм.

2. Определим средний диаметр резьбы из условия обеспечения износостойкости, при $\psi_h = \frac{h}{P}$ и $\psi_H = \frac{H}{d_2}$

$$d_2 \geq \sqrt{\frac{F}{\pi \cdot \psi_h \cdot \psi_H \cdot [p]}} = \sqrt{\frac{8394}{3,14 \cdot 0,5 \cdot 2,1 \cdot 16}} = 12,61 \text{ мм} \quad (37)$$

где ψ_H – коэффициент относительной высоты гайки равный в пределах 1,2...2,5 (большие значения принимают для резьбы меньших диаметров).

3. По рассчитанному значению d_2 из соответствующего ГОСТ для выбранного профиля резьбы определяются основные параметры: d , d_3 , P . По ГОСТ 24737-81 на профиль и основные размеры резьбы трапецеидальной примем резьбу Tr14x2, у которой:

– наружный диаметр резьбы $d = 14,0$ мм;

– средний диаметр резьбы $d_2 = 13,0$ мм;

– внутренний диаметр резьбы $d_3 = 11,5$ мм;

– шаг резьбы $P = 2$ мм.

4. Проверка условия самоторможения

Для проверки выбранной резьбы на выполнение условия самоторможения найдем угол подъема винтовой линии ψ по формуле:

$$\psi \leq \varphi$$
$$\psi = \operatorname{arctg} \frac{P}{\pi \cdot d_2}, \quad (38)$$
$$\psi = \operatorname{arctg} \frac{2}{3,14 \times 13} = 2^\circ 48'.$$

Приведенный угол трения находим по формуле:

$$\varphi = \operatorname{arctg} \frac{f}{\cos \gamma}, \quad (39)$$

где f – коэффициент трения в резьбе, для стального винта и стальной гайки $f = 0,10$;

γ – угол наклона рабочей стороны профиля резьбы, для трапецеидальной резьбы $= 15^\circ$.

$$\varphi = \operatorname{arctg} \frac{0,10}{\cos 15^\circ} = 5^\circ 55'.$$

Условие самоторможения $\psi \leq \varphi$ соблюдено.

5. Проверка винтовой передачи на прочность

Спроектированный на основе предварительного расчета винт проверяется на прочность путем сравнения эквивалентного напряжения $y_{\text{экв}}$, учитывающего совместное действие напряжений сжатия (растяжения) $y_{\text{сж}(p)}$ и кручения $\phi_{\text{кр}}$ с допусковым напряжением $[y]_{\text{сж}(p)}$. Для проведения этого расчёта определяется величина крутящего момента. Крутящий момент равен моменту сопротивления в резьбе винта T_B , который найдем по формуле.

Находим эквивалентное напряжение.

$$y_{\text{экв}} = \sqrt{y_{\text{сж}}^2 + \phi_{\text{кр}}^2} \leq [y]_{\text{сж}}, \quad (40)$$

$$\text{где } y_{\text{сж}} = \frac{4 \times F}{\pi \times d_3^2} \quad (41)$$

$$\phi_{кр} = \frac{T_{кр}}{W_p} = \frac{T_B}{0,2 \times d_3^3}$$

(42)

$T_{кр}$ – момент, скручивающий винт, $Hм$;

$W_p = 0,2 \times d_3^3, мм^3$ – полярный момент сопротивления поперечного сечения винта.

$$\begin{aligned} y_{экв} &= \sqrt{y_{сж(р)}^2 + 3 \times \phi_{кр}^2} = \sqrt{\left(\frac{4 \times F}{\pi \times d_3^2}\right)^2 + 3 \times \left(\frac{T_B}{0,2 \times d_3^3}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{4 \times 8.394 \times 10^3}{3,14 \times 11,5^2}\right)^2 + 3 \times \left(\frac{8,36 \times 10^3}{0,2 \times 11,5^3}\right)^2} = \\ &= 93,82 МПа \end{aligned}$$

Статическая прочность винта обеспечена:

$$y_{экв} = 93,82 МПа \leq [y]_{сж} = 240 МПа$$

Допускаемое напряжение растяжения винта находим по формуле:

$$[y]_p = \frac{y_t}{[s]} = \frac{360}{1,5} \cong 240 МПа,$$

где y_t – предел текучести материала винта;

$[s]=1,5$ – минимально допустимый запас прочности винта.

Допускаемое удельное давление в резьбе на сжатие при частой работе принимаем равной $(0,2 \dots 0,3) [y]_p$, т. е.

$$p_{\perp} = 0,2 \cdot p_{\perp} = 0,2 \cdot 240 = 48 МПа.$$

6. Крутящий момент $T_{кр}$ определяется индивидуально для каждой винтовой передачи. $T_{кр}$ - это момент, прикладываемый к винту или гайке для преодоления момента сопротивления в резьбе T_B и момента трения на конце винта, в пяте T_{II} . В некоторых конструкциях в сечениях, работающих на совместное действие сжатия (растяжения) и кручения, $T_{кр}$ равен моменту сопротивления в резьбе винта T_B , в других – этот момент равен моменту трения в пяте T_{II}

$$T_B = F \times \frac{d_2}{2} \times \operatorname{tg}(\psi + \varphi) = 8.394 \times 10^3 \times \frac{13 \times 10^{-3}}{2} \times \operatorname{tg} 8^\circ 43' = 8.36 \times 10^3 Нмм \quad (43)$$

$$T_{\Pi} = \frac{1}{3} F \times f \times \frac{D_{cp.n}}{2} = \frac{1}{3} 8.394 \times 10^3 \times 0,10 \times 7.55 = 2.11 \times 10^3 \text{ Нмм} \quad (44)$$

$$D_{cp.n} = \frac{D + D_1}{2} = \frac{1,7 \times 14 - 2 + 0,6 \times 14}{2} = 15.1 \text{ мм} \quad (45)$$

где $D = (1,7 \dots 1,9) \times d - (2 \dots 4)$ – внутренний диаметр пяты, мм ;

$D_1 = (0,6 \dots 0,7) \times d$ – наружный диаметр пяты, мм .

Значения коэффициента трения в пяте можно принимать по аналогии с коэффициентом трения в резьбе.

2.2.5 Расчёт гайки

Принимаем материал гайки сталь 45и выполним проверочный прочностной расчет резьбы гайки.

1. Высота гайки H находится из условия:

$$H = \psi_H \times d_2 = 2.1 \times 13 = 27.3 \text{ мм} \quad (46)$$

2. Число витков резьбы в гайке вычисляется по формуле:

$$Z = H / P = 27.3 / 2 = 13.65 \quad (47)$$

Примем равным 10.

3. Сравним фактическое напряжение смятия на рабочей поверхности с допусковым.

$$y_{cm} = \frac{F}{\pi \times d_2 \times h \times z} \leq [y]_{cm} \quad (48)$$

$$y_{cm} = \frac{8394}{3.14 \times 0.013 \times 0.00125 \times 10 \times 10^6} = 16.4 \text{ МПа}$$

Условие $y_{cm} \leq [y]_{cm}$ выполнено.

4. Проверим высоту гайки на срез витков по формуле:

$$\tau_{cp} = \frac{F}{\pi \times d \times H \times K \times K_T} \leq [\tau]_{cp} \quad (49)$$

где K - коэффициент полноты резьбы (0.65);

K – коэффициент неравномерности нагрузки по виткам резьбы (0.65).

$$\tau_{cp} = \frac{8394}{3.14 \times 0.014 \times 0.0273 \times 0.65 \times 0.65} = 16.55 \text{ МПа}$$

Напряжение среза витков меньше допустимого значения (125МПа).

5. Проверим напряжение изгиба в резьбе гайки

$$y_{изг} = \frac{F \times h / 2}{\pi \times d \times z \times b^2 / 6} \leq [y]_{изг} \quad (50)$$

$$y_{изг} = \frac{8394 \times 0.00125 / 2}{3.14 \times 0.014 \times 10 \times 1.3^2 / 6} = 42.38 \text{ МПа} \leq [y]_{изг}$$

Напряжение изгиба в резьбе не превышает допустимых значений.

6. Наружный диаметр гайки D_r определим из её расчета на растяжение с учётом кручения:

$$y_p = \frac{4 \times F \times k_{kp}}{\pi \times (D^2 - d^2)} \leq [y]_p, \quad (51)$$

$$\text{Откуда } D_r \geq \sqrt{\frac{4 \times F \times k_{kp}}{\pi \times [y]_p} + d^2} = \sqrt{\frac{4 \times 8.394 \times 10^3 \times 1.3}{3.14 \times 240} + 14^2} = 15.94 \text{ мм} \quad (52)$$

$$D_r = 16 \text{ мм}$$

где $k_{kp} = 1.3$ коэффициент, учитывающий кручение гайки;

$[y]_p = 240$ МПа – допускаемое напряжение растяжения для стальных гаек.

Расчет КПД η винтовой пары

$$\eta = \frac{\operatorname{tg} \psi}{\operatorname{tg}(\psi + \varphi)} = \frac{\operatorname{tg} 2^\circ 48'}{\operatorname{tg}(2^\circ 48' + 5^\circ 55')} = 0.32 \quad (53)$$

2.2.6 Расчёт рукоятки

Для изготовления рукоятки выберем ст.45. В расчётах винтовых передач с ручным приводом усилие рабочего на рукоятке $F_{\text{раб}}$ принимаем с учетом заявленных требований равным $F_{\text{раб}} = 90 \text{ Н}$.

Длина рукоятки R_p может быть определена из условия:

$$F_{paб} \times R_p \geq T_p = T_B + T_{II}, \quad (54)$$

где T_p - крутящий момент на рукоятке;

T_B - момент сопротивления в резьбе винта;

T_{II} - момент трения на конце винта, в пяте.

$$R_p \geq \frac{T_B + T_{II}}{F_{paб}} = \frac{8.36 \times 10^3 + 2.11 \times 10^3}{90} = 116.33 \text{ мм} \quad (55)$$

$$R_p = 116.33 + 50 + 0.7d = 182.43 \text{ мм} \quad (56)$$

Длина рукоятки рассчитана с учетом ширины ладони (50мм) и диаметра (23мм), примем ее равной 190мм.

Диаметр рукоятки d_p определим из условия прочности на изгиб:

$$y_u = \frac{F_{paб} \times R_p}{0.1 \times d_p^3} \leq [y]_u \quad (57)$$

$$\text{откуда } d_p \geq \sqrt[3]{\frac{F_{paб} \times R_p}{0.1 \times [y]_u}} = \sqrt[3]{\frac{90 \times 190}{0.1 \times 240}} = 8.93 \text{ мм}$$

где $[y]_u = 240 \text{ МПа}$ – допускаемое напряжение изгиба;

Примем $d_p = 10 \text{ мм}$

3 Технологическая часть

3.1 Анализ технологичности конструкции ромбического домкрата

Технологичность конструкции рассматривают как совокупность конструктивных и технологических решений, которые обеспечивают применение прогрессивной технологии и организации производства, позволяющих получить наименьшую себестоимость и высокое качество изделий при небольших затратах времени, труда и материалов [15]. Конструкции современных ромбических домкратов — это результат совершенствования технических разработок, внедрения новых материалов и методов их обработки, оптимизации эксплуатационных свойств конечного продукта.

На рисунке 20 представлен сборочный чертёж домкрата ромбического рычажного. Основными конструктивными элементами данного домкрата являются: 1- винт, 2- рычаг верхний левый, 3- рычаг нижний левый, 4- опора нижняя, 5- опора верхняя, 6- рычаг верхний правый, 7- рычаг нижний правый.

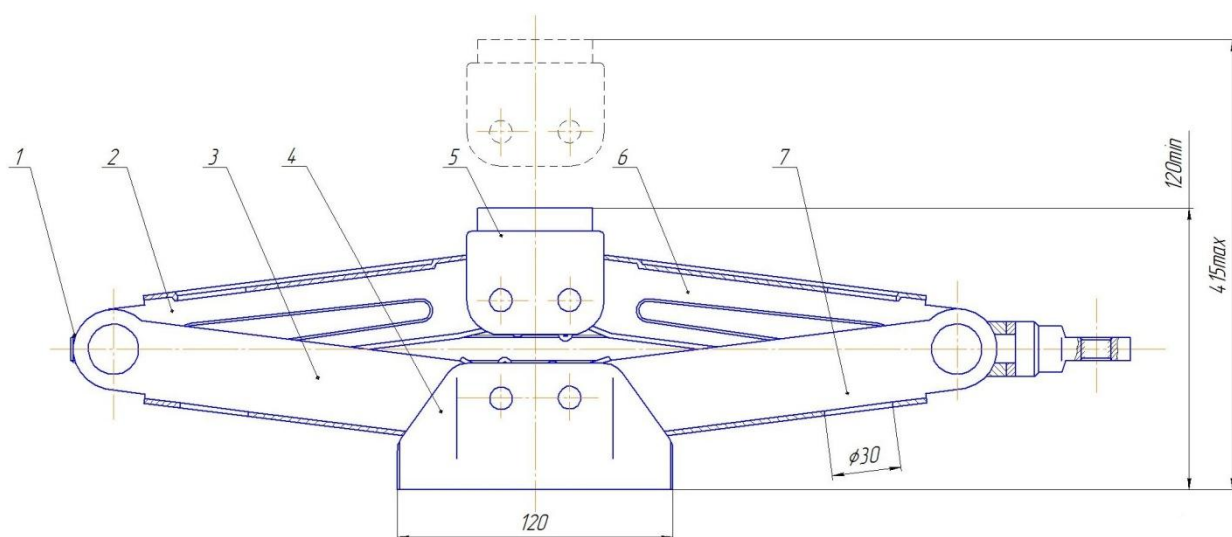


Рисунок 20 – Домкрат ромбический в сборе

Деталь–винт, изготовленный из конструкционной стали марки «Сталь 45», является основной деталью при сборке домкрата ромбического. Основные поверхности детали обрабатываются с высокой точностью и малой шероховатостью поверхности.

По заводскому технологическому процессу заготовка получается из проката, что значительно увеличивает отход металла в стружку и время на обработку. В целом деталь имеет простую форму и не вызывает затруднений при обработке, так как легко обеспечивается доступ ко всем обрабатываемым поверхностям режущим инструментом. Требования к конструкции домкрата, предъявляемые условиями производства, несложны. Технологический процесс сборки домкрата ромбического позволяет производить установку деталей легко, без особых помех со стороны ранее установленных.

Соединение верхней опоры и верхних рычагов осуществляется с помощью развальцовки штифтов. Соединение нижней опоры и нижних рычагов осуществляется с помощью развальцовки штифтов. Эти соединения являются неразъёмными, так как без нарушения разобрать невозможно. Относятся к 3 классу. Соединение винта с осью-гайкой является разъёмным, подвижным соединением, так как разбирается. Соединение винта домкрата с верхним и нижним рычагами осуществляется с помощью отверстия в оси. Это соединение разъёмное.

На основании вышесказанного конструкцию изделия можно считать технологичной.

3.2 Разработка технологического процесса сборки домкрата ромбического рычажного

Сборка любого изделия является важнейшей операцией технологического процесса. Совершенствование технологических методов сборки имеет первостепенное значение, так как на качество готового изделия существенно влияет качество сборочных операций. Последовательность и состав сборки определяют конструкция собираемого изделия и степень дифференциации

операций сборки. Серьезная роль для улучшения качества сборочных работ отводится технологическим схемам сборочных операций, дающим наиболее полное и наглядное представление о сборочных свойствах изделия, о его технологичности и возможностях ограниченности процесса сборки. В простейших случаях схема сборочного состава изделия представляет собой одновременно и технологическую карту сборки. Для сложного изделия целесообразно разработать отдельно укрупненную логическую схему для общей сборки и технологические карты для сборки отдельных сборочных единиц.

Технологическая схема сборки показывает, в какой последовательности необходимо присоединять и закреплять друг к другу элементы, из которых собирается изделие. Технологическая схема сборки — это графическое отображение состава и последовательности сборки деталей в узлы. Она является первичным документом, дающим представление о процессе сборки, на предприятиях разработкой схемы сборки на основании имеющейся конструкторской документации на аналогичные процессы сборки занимается технологическая служба. В случае отсутствия таких действующих процессов сборки технологическую карту разрабатывают с учетом новейших технологий и накопленного опыта в данной области. При проектировании процессов сборки учитываются основные направления развития отрасли, направленные на повышение производительности труда, внедрение современных форм организации сборочных операций, снижение трудоемкости процесса.

Технологическая схема сборки: 1) отражает полную структуру, и порядок комплектования изделия во времени; 2) служит первым этапом проектирования линий сборки (планировки участков сборки); 3) позволяет из множества вариантов сборки выбрать оптимальный вариант; 4) способствует отработке изделия на технологичность; 5) значительно упрощает проектирование всего технологического процесса сборки. При разработке технологической схемы сборки сначала определяется базовая деталь (или узел), уточняется наличие сборочных единиц, затем устанавливается деление изделия на детали [16].

Под деталью при составлении сборки понимают первичный элемент изделия (базовая деталь), характерным признаком которого является отсутствие в нем разъемных и неразъемных соединений. Сборочная же единица представляет собой элемент изделия, состоящий из двух или более деталей, соединенных в одно целое, не распадающееся при перемене положения в узле или подузле.

Характерным отличительным признаком сборочной единицы является – возможность ее сборки независимо от других элементов изделия. Технологическую схему сборки составляем на основе сборочного чертежа изделия. Каждый элемент изделия будем изображать в виде прямоугольника, разделенного на три части. В его верхней части дается наименование изделия, в левой нижней части указываем числовой индекс, соответствующий номеру данного элемента на сборочном чертеже и согласно принятой спецификации, в правой нижней части количество присоединяемых элементов.

Разработанная технологическая схема сборки домкрата представлена на листе графической части.

3.3 Составление перечня сборочных работ

Перечень выполнен в виде таблицы 14, содержащей наименование сборочных работ в последовательности, диктуемой технологической схемой сборки, а также продолжительность каждой операции. Эти работы весьма разнообразны, и их можно определить только при учете и анализе конкретных условий сборки. Продолжительность всех сборочных работ - 9 мин. Производственный участок сборки домкрата включает 3 рабочих места, причем время выполнения операций на каждом рабочем месте составляет 3 мин, что свидетельствует об эффективном использовании рабочего времени.

Таблица 14 – Перечень сборочных работ

№ операции	Содержание работ	Оперативное время (мин.)
1	2	3
1	Осмотреть состояние деталей на наличие недопустимых дефектов, проверить основные размеры.	0.3
2(1- р.м.)	Совместить соосно отверстия под штифты опоры нижней поз.4 с отверстиями рычагов нижних правым поз.8 и левым поз.3 в прессовой оснастке №1.	0.2
3	Вставить 2 нижних штифта поз.9.	0.2
4	Запрессовать штифты на прессе №1, оснастке №1.	0.8
5	Совместить соосно отверстия под штифты опоры верхней поз.5 с отверстиями рычагов верхних левым поз.2 и правым поз.7 в прессовой оснастке №2.	0.2
6	Вставить 2 верхних штифта поз.10.	0.2
7	Запрессовать штифты на прессе №1 и оснастке №2.	0.8
8	Осмотреть на отсутствие недопустимых дефектов и передать собранные узлы на стол сборочный №2	0.5
9 (2-р.м.)	Собрать верхние, нижние рычаги и ось в прессовой оснастке, совместив соосно отверстия под ось и вставив в отверстие ось поз.13.	0.4
10	Запрессовать ось на прессе №2.	0.8
11	Собрать верхние, нижние рычаги с осью и ось-гайку в прессовой оснастке, совместив соосно отверстия под ось-гайку, вставив в отверстие ось-гайку поз.11.	0.4
12	Запрессовать ось-гайку на прессе №2	0.8

Продолжение таблицы 14

1	2	3
13	Осмотреть на отсутствие недопустимых дефектов и передать собранный узел на стол сборочный №3.	0.4
14 (3-р.м.)	Собрать винт поз.1 с хвостовиком поз.16, шайбой поз.15 и бронзовой втулкой поз.14.	0.3
15	Продеть винт через ось поз.13 собранного ромба, ограничительную втулку поз.12 и ввернуть в ось-гайку с резьбой поз. 11 ромба.	0.2
16	Прижать ограничительную втулку к оси с одной стороны, хвостовик с другой стороны и поместить в прессовую оснастку.	0.2
17	Запрессовать ограничительную втулку и хвостовик на прессе.	0.7
18	Осмотреть на отсутствие недопустимых дефектов и передать собранный узел на стол сборочный №4.	0.4
19	Смазать оси смазкой.	0.2
20	Полку опоры верхней протереть ветошью, смоченной ацетоном.	0.1
21	На полку опоры верхней нанести клей в соответствии с инструкцией по применению клея.	0.1
22	Накладку поз.6 кратковременно прижать к полке опоры.	0.1
23	Укомплектовать ромбический домкрат рукояткой поз.17.	0.1
24	Полный контроль внешнего вида домкрата и его функциональности.	0.5
25	Укомплектовать домкрат ромбический с рукояткой в сборе руководством по эксплуатации, гарантийным талоном и упаковать.	0.1
	Итого	9мин.

В таблице 15 представлена карта технологического процесса сборки домкрата.

КАРТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА				Изделие	Домкрат ромбический Черт. _____	Всего листов	3
КТП 00001-00001				Агрегат		лист	1
Разработа л	Харламов Я.А.		20.04.17	Сборка домкрата ромбического Черт. _____	Разряд работы	Норма времени (час)	Расценка
Проверил	Лата В.Н.				3	0,15	
Операц №	Переход №	Наименование операций		Описание работ	Оборудование, приспособления	Материалы, комплектующие (шт. на 1 компл.)	Норма времени (мин.)
005	1	Контрольная		Осмотреть состояние деталей на наличие недопустимых дефектов, проверить основные размеры.	Измерительный инструмент		0,3
010	1	Сборочная		Совместить соосно отверстия под штифты опоры нижней поз.4 с отверстиями рычагов нижних правым и левым в прессовой оснастке №1.	Стол сборочный №1 с прессовой оснасткой №1, №2 и прессом №1	1.Рычаг нижний правый -1. 2. Рычаг нижний левый-1. 3. Опора нижняя-1 4. Штифт нижний- 2.	0.2
	2		Вставить 2 нижних штифта поз.9.	0.2			
	3		Запрессовать штифты на прессе №1, оснастке №1.	0.8			
	4		Совместить соосно отверстия под штифты опоры верхней поз.5 с отверстиями рычагов верхних левым и правым в прессовой оснастке №2.	0.2			
	5		Вставить 2 верхних штифта поз.10.	0.2			
	6		Запрессовать штифты на прессе №1 и оснастке №2.	0.8			
	7		Осмотреть на отсутствие недопустимых дефектов и передать собранные узлы на стол сборочный №2	0.5			

КАРТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА КТП 00001-00001					Всего листов	3
					Лист	2
Операц №	Переход №	Наименование операций	Описание работ	Оборудование, приспособления	Материалы, комплектующие (шт. на 1 компл.)	Норма времени (мин.)
015	1	Сборочная	Собрать верхние, нижние рычаги и ось в прессовой оснастке, совместив соосно отверстия под ось и вставив в отверстие ось поз.13.	Стол сборочный №2 с прессом №2	1. Верхние рычаги 2. Нижние рычаги 3. Ось-1 4. Ось-гайка-1	0.4
	2		Запрессовать ось на прессе №2.			0.8
	3		Собрать верхние, нижние рычаги с осью и ось-гайку в прессовой оснастке, совместив соосно отверстия под ось-гайку, вставив в отверстие ось-гайку поз.11.			0.4
	4		Запрессовать ось-гайку на прессе №2			0.8
	5		Осмотреть на отсутствие недопустимых дефектов и передать собранный узел на стол сборочный №3			0.4
020	1	Сборочная	Собрать винт поз.1 с хвостовиком поз.16, шайбой поз.15 и бронзовой втулкой поз.14.	Стол сборочный №3 с прессом №3	1. Рычаги и оси – ромб. 2. Винт-1 3. Шайба- 1 4. Втулка-1 5.Ограничительная втулка-1	0,3
	2		Продеть винт через ось поз.13 собранного ромба, ограничительную втулку поз.12 и ввернуть в ось-гайку с резьбой поз. 11 ромба.			0,2
	3		Прижать ограничительную втулку к оси с одной стороны, хвостовик с другой стороны и поместить в прессовую оснастку.			0,2
	4		Запрессовать ограничительную втулку и хвостовик на прессе			0,7
	5		Осмотреть на отсутствие недопустимых дефектов и передать собранный узел на стол сборочный №4			0,4

	6		Смазать оси смазкой			0.2
КАРТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА КТП 00001-00001					Всего листов	3
					Лист	3
Операц №	Переход №	Наименование операций	Описание работ	Оборудование, приспособления	Материалы, комплектующие (шт. на 1 комплект)	Норма времени (мин.)
025	1	Сборочная	Полку опоры верхней протереть ветошью, смоченной ацетоном.	Стол сборочный №4	1. Накладка-1 2. Клей ____ 3. Кисть-1 4. Ацетон - 0,1 л 5. Ветошь – 0,1 м2	0,1
	2		На полку опоры верхней нанести клей в соответствии с инструкцией по применению клея			0,1
	3		Накладку поз.6 кратковременно прижать к полке опоры			0.1
030	1	Комплектовочная	Укомплектовать ромбический домкрат рукояткой поз.17.		1.Рукоятка -1 2.Руководство по эксплуатации – 1 3.Гарантийный талон -1 4.Упаковка	0,1
	2		Полный контроль внешнего вида домкрата и его функциональности.			0.5
	3		Укомплектовать домкрат ромбический с рукояткой в сборе инструкцией по эксплуатации, гарантийным талоном и упаковать.			0.1

Для контроля диаметральных размеров используются скобы, кольца, микрометр, штангенциркуль; линейных размеров – штангенциркуль, шаблоны, калибры; отверстий – пробки. Для контроля резьбы применяются комплексные калибры. Шероховатость проверяется профилометром.

К особенностям описанной конструкции можно отнести относительную сложность изготовления домкрата, обусловленную наличием технологической операции - развальцовка концевых участков оси, соединяющей рычаги каждой пары шарнирно-рычажного механизма, что требует специального оборудования и, соответственно, дополнительных финансовых затрат.

Трудоемкость сборки домкрата определяется как сумма времени, затраченного непосредственно на сборку изделия, времени обслуживания и подготовки рабочих мест, а также времени, предоставляемого рабочим для отдыха. Время, затраченное непосредственно на сборку домкрата равно сумме времени выполнения всех переходов.

Суммарную трудоемкость вычисляем используя коэффициенты, учитывающие затраты времени на обслуживание рабочих мест и перерывы:

$$T_{\text{общ}} = 9.00 + 9.00 \times (2 + 4) / 100 = 9.54 \text{ мин} \quad (58)$$

α – часть времени, которая тратится на организационно-техническое обслуживание рабочего места, примем $\alpha = 2\%$;

β – часть времени, которая тратится на перерывы для отдыха рабочих, примем $\beta = 4\%$.

3.4 Определение параметров организационной формы сборки

На выбор организационной формы сборки влияют конструкция изделия, его размеры и масса, объём выпуска изделий и сроки выпуска. Основными организационными формами сборки являются стационарные и подвижные. При стационарной сборке изделие полностью собирается на одном рабочем месте.

При подвижной сборке изделие последовательно перемещается по сборочным местам, на каждом из которых выполняется определённая операция. Подвижная сборка повышает производительность рабочего цикла, снижает себестоимость изделия, сокращает продолжительность рабочего цикла. Для сборки домкрата ромбического применяют подвижную сборку.

Тип производства определяется в зависимости от годового выпуска изделий и ориентировочной определенной суммарной трудоёмкости сборки машины.

$$F_d = D_p \times c \times T_{cm} \times \eta_p, \quad (59)$$

$$F_d = 247 \times 2 \times 8 \times 0.96 = 3794 \text{ час.}$$

где F_d – действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования в две смены;

N – годовой объем выпуска изделий;

c - количество смен в рабочий день;

T_{cm} - продолжительность смены.

В год на одном посту может быть изготовлено:

$$3794 \times 60 / 9.54 = 23862 \text{ штук}$$

Для выполнения годовой программы выпуска домкратов (150000штук) потребуется 6 постов сборки.

Для среднесерийного, крупносерийного и массового производства следует определить такт выпуска изделий. Принимаем среднесерийный тип производства. Учитывая, что продолжительность операций на каждом рабочем месте равная, то на одном посту из трех человек каждые 3 мин. выходит один домкрат. Расчет такта выпуска [17] производится по формуле:

$$T_{\text{в}} = \frac{F_{\text{д}} \times 60 \times c}{N} = \frac{3794 \times 60 \times 2}{150000} = 3.0 \text{ мин.} \quad (60)$$

Такт выпуска должен быть кратным или равным на всех операциях. Обеспечение этого условия требует выравнивания трудоемкости операций, т.е. их синхронизации. Для уменьшения разброса трудоемкости используется два метода:

- укрупнение операций малой трудоемкости, поручив их поочередное выполнение одному рабочему;
- разделение длительных операций несколькими исполнителями.

3.5 Выводы

Таким образом, заключительным и важнейшим этапом изготовления домкрата является сборка. В процессе сборки выявляются расчетные и конструкторские ошибки или погрешности, нарушения технологических процессов, просчеты в подборе материалов и др. В проекте спроектирован технологический процесс сборки домкрата ромбического рычажного. Проведен анализ технологичности конструкции, разработана технологическая схема сборки изделия. Разработан технологический процесс сборки изделия. Был составлен перечень сборочных работ.

4 Анализ экономической эффективности объекта

Домкрат является инструментом, который входит в комплектацию любого нового легкового автомобиля. Сегодня автозавод закупает домкраты у различных производителей, диапазон закупочных цен весьма широк. Следует также отметить имеющиеся со стороны автолюбителей претензии к качеству домкратов. С целью улучшения ситуации была поставлена задача разработать домкрат собственного производства.

В данной главе представлен расчет себестоимости проектируемого домкрата, определены точки безубыточности, т.е. установлены объемы продаж домкратов, при которых предприятие покрывает свои затраты. Дается оценка показателей эффективности проекта в целом, характеризующих с экономической точки зрения технические, конструкторские и технологические решения [18]. Разработка и создание производства домкратов позволяет решить ряд задач, среди которых:

коммерческие - освоить производство домкратов, отвечающих международным требованиям по безопасности и экологичности, и прекратить их закупки у разных производителей;

экономические – за счет нового производства получить дополнительную прибыль;

социальные – создать дополнительные рабочие места.

4.1 Расчет себестоимости проектируемого домкрата, точки безубыточности

Исходные данные для расчета себестоимости проектируемого домкрата были получены от руководителя дипломного проекта и консультанта кафедры управления инновациями и маркетинг и сведены в таблицу 16 [19].

Таблица 16 – Исходные данные для расчета себестоимости проектируемого домкрата

Наименование показателей	Единица измерения	Обозначение	Значения
1	2	3	4
Годовой объем производства	шт.	$V_{год}$	150000
Коэффициенты транспортно – заготовительных расходов	%	$K_{тзр}$	1.45
Коэффициент возвратных отходов	%	$K_{вот}$	1.00
Страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС	%	$E_{ст.в}$	30
Коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве	%	$K_{вып}$	12
Коэффициент премий и доплат за работу на производстве	%	$K_{прем.}$	23
Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования	%	$E_{обор.}$	175
Коэффициент расходов на инструмент и оснастку	%	$E_{инстр}$	3
Общепроизводственные (цеховые) расходы	%	$E_{цех}$	125
Коэффициент общезаводских расходов	%	$E_{об.завод}$	200
Коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов	%	$E_{ком}$	5
Цена электроэнергии	руб.	$C_{э}$	2.582(1кВт/час)

4.1.1 Расчет затрат по статьям

Расчет статьи затрат “Сырье и материалы” производится по формуле:

$$M = C_{M_i} \cdot Q_{M_i} \cdot \left(1 + \frac{K_{тзр}}{100} - \frac{K_{вот}}{100} \right), \quad (61)$$

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

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

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

(принимается равный 1.45%)

$K_{от}$ – коэффициент возвратных отходов, % (принимается равный 1%).

Расчет рекомендуется выполнять в табличной форме.

Таблица 17- Расчет затрат на сырье и материалы

Наименование материалов	Норма расхода	Средняя цена, руб.	Сумма, руб.
1	2	3	4
Сталь 45, кг	2.0	26.00	52.00
Проволока Ст. 3, кг	0.3	22.00	6.60
Бронза, кг	0.1	540.00	54.00
Химикаты, л	0.4	37.00	14.80
Грунтовка, л	0.5	47.00	23.50
Краска, кг	0.15	152.00	22.80
Текстильные материалы (ветошь), кг	0.5	10.00	5.00
Итого:			178.70
Транспортно-заготовительные			2.59
Возвратные отходы			1.79
ВСЕГО:			179.50

Расчет статьи затрат «Основная заработная плата производственных рабочих» производится по формуле:

$$З_о = З_т \cdot \left(1 + \frac{K_{прем.}}{100}\right), \quad (62)$$

где $З_т$ – тарифная заработная плата, руб., которая рассчитывается по формуле:

$$З_т = C_p \cdot m, \quad (63)$$

где C_p – часовая тарифная ставка, руб;

m – трудоемкость выполнения операции, час;

$K_{прем.}$ – коэффициент премий и доплат, связанных с работой на производстве, %.

Расчет рекомендуется выполнять дифференцированно по видам работ в табличной форме (таблица 18).

Расчет статьи затрат «Дополнительная заработная плата производственных рабочих» выполняется по формуле:

$$З_{доп.} = З_о \times K_{вып.} = 116.51 \times 0.12 = 13.98 \text{ руб} \quad (64)$$

где $K_{вып.}$ – коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве, % .

Расчет статьи затрат «Страховые взносы» выполняется по формуле:

$$C_{ст.в} = З_о + З_{доп.} \times E_{ст.в} = (116.51 + 13.98) \times 0.3 = 39.15 \text{ руб.} \quad (65)$$

где $E_{ст.в}$ – коэффициент отчислений страховых взносов, %.

Расчет статьи затрат «Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования» выполняется по формуле:

$$C_{сод.обор.} = З_о \times E_{обор.} = 116.51 \times 1.75 = 203.89 \text{ руб} \quad (66)$$

где $E_{обор.}$ – коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, %.

Расчет статьи затрат «Цеховые расходы» выполняется по формуле:

$$C_{\text{цех}} = Z_O \times E_{\text{цех}} = 116.51 \times 1.25 = 145.64 \text{ руб} \quad (67)$$

где $E_{\text{цех}}$ - коэффициент цеховых расходов, %.

Таблица 18 - Расчет основной заработной платы производственных рабочих

Виды операций	Разряд работы	Трудоемкость	Часовая тарифная ставка, руб.	Тарифная зарплата, руб.
1	2	3	4	5
Контрольные	3	0.10	66.71	6.67
Комплектовочные	3	0.06	66.71	4.00
Сборочные	4	0.15	72.24	10.84
Испытательные	5	0.20	79.89	15.98
Гибочные	4	0.04	72.24	2.89
Токарные	4	0.20	72.24	14.45
Сверлильные	4	0.12	72.24	8.67
Транспортировочные	4	0.02	72.24	1.44
Штамповка	5	0.10	79.89	7.99
Фрезерные	5	0.15	79.89	11.98
Покрасочные	3	0.147	66.71	9.81
ИТОГО:				94.72
Премияльные				21.79
Основная зарплата				116.51

Расчет статьи затрат «Расходы на инструмент и оснастку» выполняется по формуле:

$$C_{инстр} = Z_O \times E_{инстр} = 116.51 \times 0.03 = 3.50 \text{ руб} \quad (68)$$

где $E_{инстр}$ - коэффициент расходов на инструмент и оснастку, %.

4.1.2 Расчет себестоимости и цены

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{цех/c} = M + Z_O + Z_{доп.} + C_{ст.в} + C_{сод.обор.} + C_{цех} + C_{инстр} = 179.50 + 116.51 + 13.98 + 39.15 + 203.89 + 145.64 + 3.50 = 702.17 \text{ руб}$$

Расчет статьи затрат «Общезаводские расходы» выполняется по формуле:

$$C_{об.завод} = Z_O \times E_{об.завод} = 116.51 \times 2.0 = 233.02 \text{ руб} \quad (69)$$

где $E_{об.завод}$ - коэффициент общезаводских расходов, % .

Расчетную цену определяем в следующей последовательности.

Расчет общезаводской себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{об.завод.с/c} = C_{об.завод} + C_{цех/c} = 702.17 + 233.02 = 935.19 \text{ руб} \quad (70)$$

Расчет статьи «Коммерческие расходы» выполняется по формуле;

$$C_{ком.} = C_{об.завод.с/c} \times E_{ко} = 935.19 \times 0.05 = 46.76 \text{ руб} \quad (71)$$

где $E_{ком}$ - коэффициент коммерческий расходов, % .

Расчет полной себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{пол.} = C_{об.завод.с/c} + C_{ком.} = 935.19 + 46.76 = 981.95 \text{ руб} \quad (72)$$

Затраты на производство проектируемого домкрата сведены в таблицу 19.

Таблица 19 - Калькуляция себестоимости проектируемого домкрата

Наименование показателей	Обозначение	Затраты на единицу изделия (проект)
1	2	3
Стоимость основных материалов	M	179.50
Основная заработная плата производственных рабочих	$З_o$	116.51
Дополнительная заработная плата производственных рабочих	$З_{доп.}$	13.98
Отчисления в единый социальный налог	$C_{соц.н.}$	39.15
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	$C_{сод.обор.}$	203.89
Цеховые расходы	$C_{цех.}$	145.64
Расходы на инструмент и оснастку	$C_{инстр.}$	3.50
Цеховая себестоимость	$C_{цех.с/с}$	702.17
Общезаводские расходы	$C_{об.завод.}$	233.02
Общезаводская себестоимость	$C_{об.заводо.с/с}$	935.19
Коммерческие расходы	$C_{ком.}$	46.76
Полная себестоимость	$C_{пол.}$	981.95
Цена расчетная	$Ц_{РАС}$	1100.00

4.1.3 Расчет точки безубыточности (порога прибыли)

Для определения объема продаж, при котором организация будет способна покрыть все свои расходы без получения прибыли, используются аналитический и графический методы определения критического объема производства [18].

Точка критического объема производства зависит от трех факторов:

- продажной цены производимого продукта;

- переменных издержек производства, реализации и управления;
- фиксированных издержек производства, реализации и управления.

В точке критического объема (точке безубыточности производства) прибыль равна нулю, а объем продаж покрывает переменные ($Z_{пер}$) и постоянные ($Z_{пост}$) издержки.

Тогда математическая формула безубыточности будет иметь следующий вид:

$$Ц_{отп} \cdot V_{год} = Z_{пост} + Z_{пер уд} \cdot V_{год}, \quad (73)$$

Где - $Ц_{отп}$ - цена продукции;

$V_{год}$ - объем производства;

$Z_{пост}$ - постоянные издержки;

$Z_{пер уд}$ – переменные удельные издержки.

Определение переменных затрат на единицу проектируемого изделия.

$$Z_{ПЕРЕМ.УД.б.н.} = M + Пн + Z_О + Z_{ДОП.} + C_{с.в.} = 179.50 + 116.51 + 13.98 + 39.15 = 349.14 \text{ руб} \quad (74)$$

на годовую программу выпуска изделия

$$Z_{ПЕРЕМ.н.} = Z_{ПЕРЕМ.УД} \times V_{ГОД} = 349.14 \times 150000 = 52371000 \text{ руб} \quad (75)$$

Определение постоянных затрат на единицу проектируемого изделия.

$$Z_{ПОСТ.УД.б.н.} = C_{СОД.ОБОР} + C_{ИНСТР} + C_{ЦЕХ} + C_{ОБ.ЗАВОД} + C_{КОМ} = 203.89 + 145.64 + 3.50 + 233.02 + 46.76 = 632.81 \text{ руб} \quad (76)$$

на годовую программу выпуска изделия

$$Z_{ПОСТ.б.н.} = Z_{ПОСТ.УД} \times V_{ГОД} = 632.81 \times 150000 = 94921500 \text{ руб} \quad (77)$$

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия:

$$C_{ПОЛ.Г.н.} = C_{ПОЛ.н.} \times V_{ГОД} = 981.95 \times 150000 = 147292500 \text{ руб} \quad (78)$$

Расчет критического объема продаж

$$A_{КРИТ} = \frac{Z_{ПОСТ.н.}}{Ц_{ОТП.н.} - Z_{ПЕРЕМ.УД.н.}} = 94921500 / 1100.00 - 349.14 = 126417 \text{ штук} \quad (79)$$

Примем равным – 126420штук.

Определение точки безубыточности графическим методом.

Графический метод определения критической точки объема производства проектируемого изделия представлен на рисунке 21.

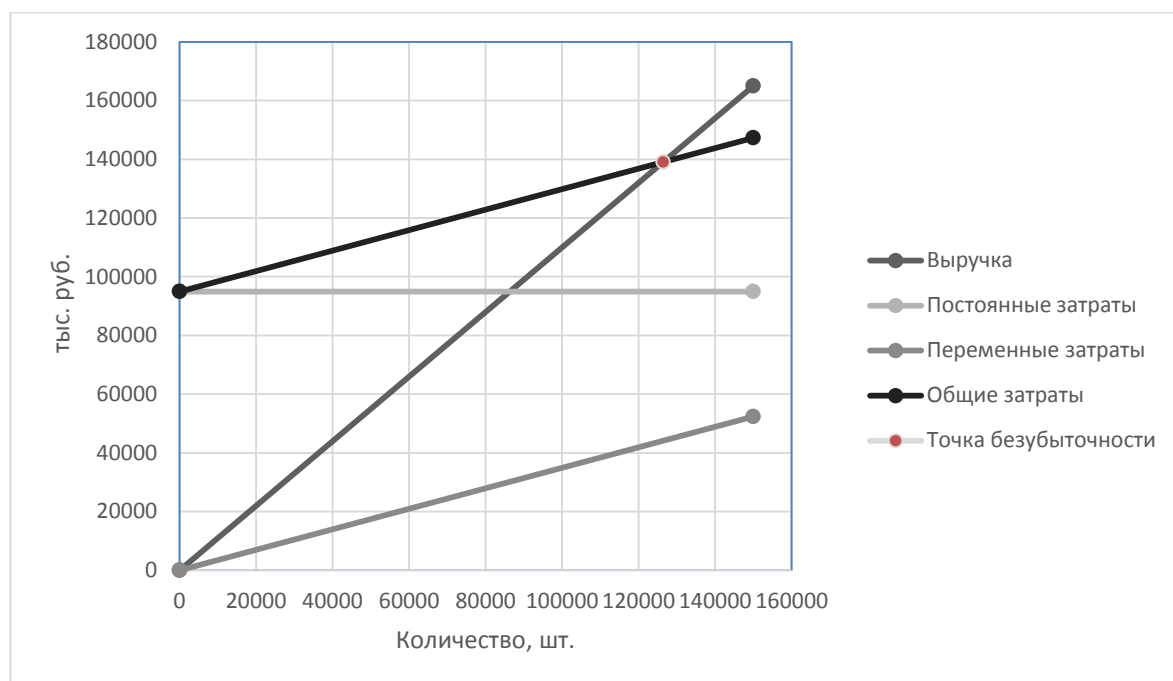


Рисунок 21- График безубыточной точки объема производства домкрата

4.2 Расчет коммерческой эффективности проекта

В качестве основных показателей, используемых для расчета эффективности инвестиционного проекта в целом, характеризующих с экономической точки зрения технические, технологические и организационные проектные решения, рассчитываются:

- чистый доход;
- чистый дисконтированный доход;
- потребность в дополнительном финансировании (расчет капиталобразующих инвестиций);

- индексы доходности инвестиций;
- срок окупаемости.

Условия финансовой реализуемости и показатели эффективности рассчитываются на основании денежного потока, конкретные составляющие которого зависят от оцениваемого вида эффективности [19].

Для определения объема продаж в течение расчетного периода вычисляется прирост объема производства по годам. Объем продукции увеличивается нарастающим итогом равномерно на Δ , которое рассчитывается по следующей формуле:

$$\Delta = \frac{V_{\text{МАК}} - A_{\text{КРИТ}}}{n - 1} = (150000 - 126420) / 5 = 4716 \text{ шт/год}$$

где $V_{\text{МАК}} = V_{\text{год}}$ – максимальный объем продукции, шт.;

$A_{\text{КРИТ}}$ – критический объем продаж проектируемого изделия, шт.;

n – количество лет, с учетом предпроизводственной подготовки.

(80)

а) выручка по годам:

$$V_{\text{прод}i} = A_{\text{крит}} + \Delta - \text{объем продаж в } i - \text{году.} \quad (81)$$

$$V_{\text{прод}1} = 126420 + 4716 = 131136$$

$$V_{\text{прод}2} = 131136 + 4716 = 135852$$

$$V_{\text{прод}3} = 135852 + 4716 = 140568$$

$$V_{\text{прод}4} = 140568 + 4716 = 145284$$

$$V_{\text{прод}5} = 145284 + 4716 = 150000$$

Вычислим выручку по годам.

$$\text{Выручка}_1 = 1100 \times 131136 = 144249600 \text{ руб}$$

$$\text{Выручка}_2 = 1100 \times 135852 = 149437200 \text{ руб}$$

$$\text{Выручка}_3 = 1100 \times 140568 = 154624800 \text{ руб}$$

$$\text{Выручка}_4 = 1100 \times 145284 = 159812400 \text{руб}$$

$$\text{Выручка}_5 = 1100 \times 150000 = 165000000 \text{руб}$$

б) переменные затраты по годам :

на единицу изделия найдены по формуле 68 и составили 349.14руб.

на годовую программу выпуска изделия

$$Z_{\text{перем},i} = Z_{\text{перем},\text{уд}} \times V_{\text{прод},i}, \quad (82)$$

Проектируемый вариант

$$Z_{\text{перем},1} = 349.14 \times 131136 = 45784823 \text{руб}$$

$$Z_{\text{перем},2} = 349.14 \times 135852 = 47431367 \text{руб}$$

$$Z_{\text{перем},3} = 349.14 \times 140568 = 49077912 \text{руб}$$

$$Z_{\text{перем},4} = 349.14 \times 145284 = 50724456 \text{руб}$$

$$Z_{\text{перем},5} = 349.14 \times 150000 = 52371000 \text{руб}$$

в) постоянные затраты определяются по формуле 70 и 71.

$$Z_{\text{пост.б}(n)} = Z_{\text{пост.уд.б}(n)} \cdot V_{\text{год}} = 94921500 \text{руб},$$

где $V_{\text{год}}$ – максимальный объем продаж, шт;

г) определение амортизационных отчислений.

$$A_{\text{м}} = A_{\text{м.уд.}} \cdot V_{\text{год}} = 26.96 \times 150000 = 4044000 \text{руб} \quad (83)$$

где $V_{\text{год}}$ - максимальный объем продаж, шт;

найдем амортизационные отчисления:

$$A_{\text{м.уд.}} = (C_{\text{СОД.ОБОР}} + C_{\text{ИНСТР}}) \times H_A / 100, \text{ руб.} = (203.89 + 3.50) \times 0.13 = 26.96 \text{руб}$$

где H_A – доля амортизационных отчислений, % (84)

д) полная себестоимость по годам:

$$C_{пол.i} = Z_{перем.i} + Z_{пост.} \quad (85)$$

Проектируемый вариант

$$C_{пол.1} = 45784823 + 94921500 = 140706323 \text{ руб}$$

$$C_{пол.2} = 47431367 + 94921500 = 142352867 \text{ руб}$$

$$C_{пол.3} = 49077912 + 94921500 = 143999412 \text{ руб}$$

$$C_{пол.4} = 50724456 + 94921500 = 145645956 \text{ руб}$$

$$C_{пол.5} = 52371000 + 94921500 = 147292500 \text{ руб}$$

е) налогооблагаемая прибыль по годам:

$$Пр.обл.i = Выручка_{i.n} - C_{пол.i.n}, \quad (86)$$

$$Пр.обл._1 = 144249600 - 140706323 = 3543277 \text{ руб}$$

$$Пр.обл._2 = 149437200 - 142352867 = 7083333 \text{ руб}$$

$$Пр.обл._3 = 154624800 - 143999412 = 10625388 \text{ руб}$$

$$Пр.обл._4 = 159812400 - 145645956 = 14166444 \text{ руб}$$

$$Пр.обл._5 = 165000000 - 147292500 = 17707500 \text{ руб}$$

ж) налог на прибыль взимается в размере 20% от налогооблагаемой прибыли по годам:

$$H_{np.i} = Пр.обл.i \times 0,20. \quad (87)$$

$$H_{np.1} = 3543277 \times 0.20 = 708655 \text{ руб}$$

$$H_{np.2} = 7083333 \times 0.20 = 1416666 \text{ руб}$$

$$H_{np.3} = 10625388 \times 0.20 = 2125078 \text{ руб}$$

$$H_{np.4} = 14166444 \times 0.20 = 2833289 \text{руб}$$

$$H_{np.5} = 17707500 \times 0.20 = 3541500 \text{руб}$$

з) прибыль чистая по годам:

$$Пр.ч._i = Пр.обл._i - H_{np.i}, \quad (88)$$

$$Пр.ч_1 = 3543277 - 708655 = 2834622 \text{руб}$$

$$Пр.ч_2 = 7083333 - 1416666 = 5666667 \text{руб}$$

$$Пр.ч_3 = 10625388 - 2125078 = 8500310 \text{руб}$$

$$Пр.ч_4 = 14166444 - 2833289 = 11333155 \text{руб}$$

$$Пр.ч_5 = 17707500 - 3541500 = 14166000 \text{руб}$$

Следовательно, текущий чистый доход (накопленное сальдо) по годам составит:

$$ЧД_i = Пр.ч_i + A_M \quad (89)$$

Дисконтирование осуществляется путем умножения значений денежного потока на коэффициент дисконтирования, который рассчитывается по формуле:

$$\alpha_{t_i} = \frac{1}{(1 + E_{cm_i})^t}; \quad (90)$$

где: $E_{cm.i}$ – процентная ставка на капитал;

t – год приведения затрат и результатов (расчетный год).

Определяя коэффициент дисконтирования, обычно исходят из гарантированного уровня рентабельности финансовых инвестиций, который обеспечивается государственным банком или операциями с ценными бумагами. Поскольку это табличные данные заносим их сразу в таблицу.

Рассчитываем дисконтированное сальдо потока реальных денег по формуле:

$$ДСП_{t_i} = ЧД_{t_i} \alpha_{t_i} \text{ €}_{ст. i}; \quad (91)$$

Потребность в капиталобразующих инвестициях рассчитываем по формуле:

$$J_o = K_{инв} \times \sum C_{пол. i. н.} \quad (92)$$

$$J_o = 0.022 \times 719997058 = 15839935$$

где: $K_{инв.}$ – коэффициент капиталобразующих инвестиций, равен 0, 022.

Чистый дисконтированный доход рассчитываем по формуле:

$$ЧДД_t = \sum_{i=0}^T ДСП_{t_i} - J_o = 34240510 - 15839935 = 18400575; \quad (93)$$

Индекс доходности инвестиций определяем по формуле:

$$JD = \frac{ЧДД_1}{J_o} = 18400575 / 15839935 = 1.16;$$

Находим срок окупаемости проекта

$$T_{окуп.} = \frac{J_o}{ЧДД_1} = 0.86; \quad (94)$$

Результаты расчетов показателей коммерческой эффективности проектируемого домкрата для автомобиля сводятся в таблицу 20.

Таблица 20 - Показатели коммерческой эффективности проектируемого домкрата для автомобиля

Наименование показателей	ГОДЫ					
	0	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7
Объем продаж $V_{prod,i}$ (шт.)		131136	135852	140568	145284	150000
Расчетная цена за единицу продукции $C_{расч.}$ (руб.)		1100				
Выручка, (руб.)		144249600	149437200	154624800	159812400	165000000
Переменные затраты, $З_{перем.п}$ (руб.)		45784823	47431367	49077912	50724456	52371000
Амортизация, A_m (руб.)		4044000				
Постоянные затраты, (руб.) $З_{пост.п.}$		94921500				
Полная себестоимость, $C_{пол.п.}$ (руб.)		140706323	142352867	143999412	145645956	147292500
Налогооблагаемая прибыль, (руб.)		3543277	7083333	10625388	14166444	17707500
Налог на прибыль, (руб.)		708655	1416666	2125078	2833289	3541500
Прибыль чистая, (руб.)		2834622	5666667	8500310	11333155	14166000
Текущий чистый доход, $ЧД$, (руб.)		3239022	6071067	8904710	11737555	18614400
Коэффициент дисконтирования α_{t_1} при $E_{ст.1}$ (10%)		0,909	0,826	0,753	0,683	0,621

Продолжение таблицы 20

1	2	3	4	5	6	7
Дисконтированное сальдо потока реальных денег, (руб.) $ДСП_1$		2944270	5014701	6705247	8016750	11559542
Капиталообразующие инвестиции, J_o (руб.)	15839935					
Суммарное дисконтированное сальдо, (руб.) $\sum ДСП_1$		34240510				
Чистый дисконтированный доход, $ЧДД_t$ (руб.)		18400575				
Индекс доходности инвестиций, JD		1.16				
Срок окупаемости проекта $T_{окуп.}$, год		0.86				

Затем строится график соотношения между объемом производства и прибылью
рисунок 22.

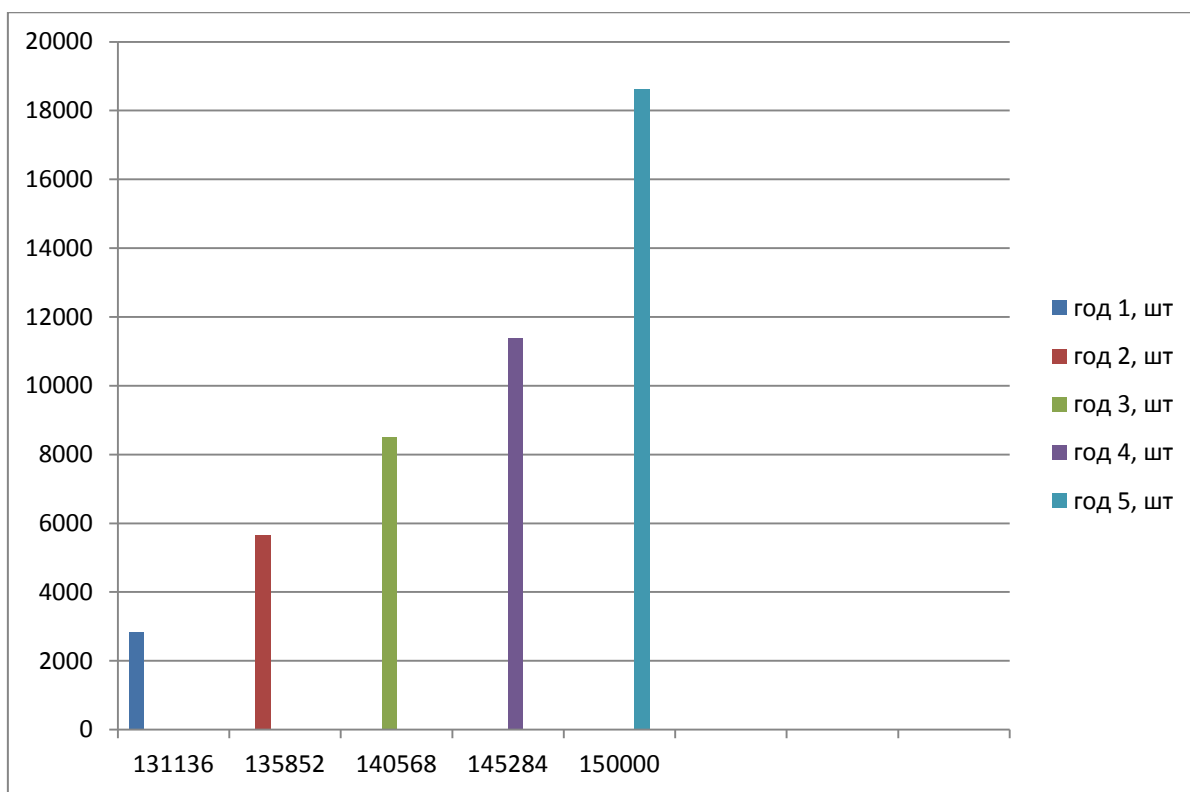


Рисунок 22- Соотношение объема производства и прибыли

4.3 Выводы

Подводя итог вышесказанному можно сделать следующий вывод. Домкрат ромбический является важнейшим инструментом, которым комплектуется новый автомобиль. Он имеет некоторые преимущества по сравнению с домкратами другого типа. Производство его на автозаводе представляется целесообразным и весьма выгодным. Годовой объем производства может составить 150000 штук. Полная себестоимость составляет по расчетам 981.95 руб., в том числе цеховые, общезаводские и коммерческие расходы составили 425.42руб. (68.4%), стоимость материалов - 179.50руб. (18.3%), зарплата производственных рабочих – 130.49руб. (13.3%). Таким образом, резерв понижения стоимости домкратов видится в снижении расходов на цеховые, общезаводские и коммерческие расходы.

Для оценки любого бизнес-проекта на уровень инвестиционной

привлекательности следует рассмотреть следующие показатели: чистый дисконтированный доход, индекс доходности и дисконтированный период окупаемости.

1. Так как чистый дисконтированный доход является одной из главных целей в развитии предприятия и характеризует возможный прирост экономического потенциала предприятия, нужно оценить и проанализировать полученную величину ЧДД. Основное назначение данного показателя - дать четкое понимание того, стоит ли вкладывать деньги в тот или иной инвестиционный проект. Это дает возможность увидеть реальную эффективность вложений и ту выгоду, которую можно получить от реализации каждого проекта. Инвестор наглядно видит прибыль, а значит, может с уверенностью отдать предпочтение одному из альтернативных вложений - тому, у которого ЧДД больше. В нашем случае это 18.4 млн. руб.

2. Индекс доходности инвестиций показывает относительную «отдачу» проекта и тесно связан с чистым дисконтированным доходом. Показатель индекс доходности является фундаментальным в системе выбора инвестиционного проекта, он позволяет провести сравнительный анализ инвестиционных проектов различных по масштабу. Если показатель больше 1, то инвестиционный проект принимается для дальнейшего инвестиционного анализа. У нас он равен 1,16 - значит инвестиционный проект рентабельный.

3. Срок окупаемости - период времени, необходимый для того, чтобы доходы, генерируемые инвестициями, покрыли затраты на инвестиции. У нас срок окупаемости проекта равен 0.86 (почти год). Это означает, что проект малорискованный.

Разработка конструкторской документации и внедрение домкратов в производство влечет за собой снижение себестоимости продукции, что позволяет увеличить дополнительную прибыль от реализации.

Можно сделать вывод о целесообразности и экономической эффективности данной разработки.

5 Безопасность и экологичность объекта

5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта.

Техническим объектом дипломного проекта является домкрат, который с конструктивно-технологической точки зрения характеризуется прилагаемым технологическим паспортом (таблица 21).

Таблица 21 - Технологический паспорт технического объекта

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	2	3	4	5
Разработка домкрата	Расчетно-конструкторская	Инженер-конструктор	Компьютер с программным обеспечением	
Подготовительные	Транспортировочная, комплектовочная	Слесарь	Электрокара, грузоподъемность 0,5-3т, тележки	Сталь, бронза
	Штамповка	Штамповщик	Пресс, штамп	Сталь
	Гибочная	Штамповщик	Универсальные прессы	Сталь
	Токарная	Токарь	Токарный полуавтомат	Сталь
	Сверлильная	Сверловщик	Сверлильный станок, многорезцовый станок	Сталь
	Контрольная	Слесарь	Измерительный инструмент	Сталь

Продолжение таблицы 21

1	2	3	4	5
	Фрезерная	Фрезеровщик	Фрезерный с ЧПУ	Сталь
	Покрасочная	Маляр	Пневматический распылитель, краскопульт	Грунт, краска
Технологическая сборка	Сборочная	Слесарь-сборщик	Пневматический гайковерт, стол сборочный	Смазочные материалы, ветошь, металл
	Испытательная	Слесарь-испытатель	Испытательные стенды	Металл

5.2 Идентификация профессиональных рисков, методы и средства их снижения

Изучение технологических процессов изготовления домкратов позволило выявить опасные и вредные производственные факторы.

Опасный производственный фактор – фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях, приводит к травме или к другому внезапному, резкому ухудшению его здоровья (ГОСТ12.0.003 - 74).

Под воздействием опасных факторов может произойти поражение током, механическое повреждение частей тела, появляется возможность развития профессиональных заболеваний, заболеваний кожного покрова, органов дыхания. Устранение причин опасных факторов или их профилактика позволяют снизить производственный травматизм и число несчастных случаев со смертельным исходом.

Вредный производственный фактор – фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях, приводит к заболеванию или снижению работоспособности (ГОСТ12.0.003 - 74). Влияние этих

факторов вызывает повышенную утомляемость, при неправильной организации рабочего места может развиваться профессиональное заболевание.

Результаты выполнения идентификации профессиональных рисков приводим в табличном виде (таблица 22).

Таблица 22 - Идентификация профессиональных рисков

Производственно-и/или эксплуатационно-технологическая операция	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
1	2	3
Токарная, сверлильная	Движущие машины и механизмы, передвигающиеся изделия, материалы, заготовки	Технологическое оборудование, обрабатывающий инструмент
Токарная, сверлильная	Острые кромки, заусенцы	Режущий инструмент
Сборочная	Подвижные, разогретые элементы производственного оборудования	Нагретые поверхности, пламя
Механическая обработка металла	Отлетающие частицы обрабатываемых материалов (стружка)	Отходы обработки
Токарная, сверлильная	Опасный уровень напряжения в электрической цепи	Электрические сети, электроустановки, распределители, электроприводы и др.
Покрасочная	Повышенная запыленность, загазованность в рабочей зоне	Лакокрасочные материалы
Рабочее место на операциях	Недостаточная освещенность рабочего места, отсутствие или недостаток естественного света	Дополнительное размещение светильников
Штамповка, сборочная	Повышенный уровень шума или вибрации на рабочем месте	Пневмоинструмент
Конструирование	Излучение	Компьютер
Рабочее место на операциях	Относительная влажность, повышенная или пониженная температура	Поверхности нагревательного оборудования, система отопления

Для создания безопасных условий труда на предприятии разработан комплекс организационных мероприятий, среди которых проведение различных видов инструктажа в зависимости от сроков работы (вводный, первичный, повторный), планировочные и технические мероприятия на участках работы и подбор средств индивидуальной защиты. Все эти мероприятия направлены на частичное снижение или полное устранение опасного или вредного производственного фактора. Результаты сведены в таблицу 23.

Таблица 23 - Организационно-технические методы и технические средства (технические устройства) устранения (снижения) негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3
Движущие машины и механизмы, передвигающиеся изделия, материалы, заготовки	Оградительные устройства, знаки безопасности	Специальная обувь
Острые кромки, заусенцы	Контроль за технологическими операциями	Рукавицы, перчатки
Подвижные, разогретые элементы производственного оборудования	Оградительные устройства, знаки безопасности	Специальная одежда
Отлетающие частицы обрабатываемых материалов (стружка)	Контроль за работой оборудования, ограждения	Средства защиты лица, глаз

Продолжение таблицы 23

1	2	3
Опасный уровень напряжения в электрической цепи	Ограждения, сигнализация, изолирующие устройства, заземление, зануление и т.д.	Предохранительные приспособления – пояса, диэлектрические коврики; ручные захваты; манипуляторы; наколенники и т. д.
Повышенная запыленность, загазованность воздуха в рабочей зоне	Контроль за работой оборудования, поддержание санитарного режима	Пневмомаски, пневмошлемы, респираторы, противогазы
Недостаточная освещенность рабочего места, отсутствие или недостаток естественного света, зрительное перенапряжение	Обеспечение освещенности по нормативу, размещение доп. светильников	Индивидуальные источники света
Повышенный уровень шума или вибрации на рабочем месте	Проведение шумоизоляции	Приобретение инд. наушников, противогаз вибропоглощающий
Излучение, эмоциональные перегрузки	Выполнение требований к помещению, мебели, освещению	Соблюдение режима труда и отдыха, специальная одежда
Относительная влажность, повышенная или пониженная температура	Соблюдение влажностно-температурного режима, кондиционирование, приточно-вытяжная вентиляция, отопление	Индивидуальные отопительные приборы

5.3. Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Под пожарной безопасностью подразумевается такое состояние объекта, при котором с большой вероятностью предотвращается возможность возникновения пожара, а в случае его возникновения обеспечивается эффективная защита персонала. Пожарная безопасность производственных предприятий предусматривает разработку и осуществление систем

предупреждения пожаров и систем пожарной защиты. Для предотвращения пожара необходимо, прежде всего, исключить возможность образования горючей среды, а также предотвратить возникновение в горючей среде источников зажигания. Эти задачи решаются еще на стадии проектирования технологических процессов и оборудования, а также и в процессе эксплуатации. По пожароопасности рассматриваемое помещение относится к категории Д с непожароопасными технологическими процессами, с негорячими материалами. Однако, для предупреждения пожаров и их профилактики предпринимаются ряд мер. Разработаны мероприятия по противопожарному режиму, в определенных местах размещены планы эвакуации. Контролируется состояние эвакуационных выходов для быстрого покидания людьми. Для безопасной эвакуации обслуживающего персонала из помещения расстояние от наиболее удаленного рабочего места до эвакуационного выхода принимают равным 50м для одноэтажных зданий и 40м для двух и более этажных. Предприятие оснащено первичными средствами пожаротушения (огнетушителями, пожарными щитами с инвентарем). Для указания местонахождения пожарной техники и огнетушащих средств, применяются знаки, которые размещаются на видных местах.

Идентификация опасных факторов пожара включает:

1. Классификацию пожаров по виду используемого горючего материала. Пожары по виду горючего материала подразделяются на следующие классы:

- 1) пожары твердых горючих веществ и материалов (А);
- 2) пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В);
- 3) пожары газов (С);
- 4) пожары металлов (D);
- 5) пожары горючих веществ и материалов электроустановок, находящихся под напряжением (Е);
- 6) пожары ядерных материалов, радиоактивных отходов и

радиоактивных веществ (F) [20].

2. Классификацию пожаров по сложности их тушения. По сложности тушения пожары подразделяются на следующие категории:

Вызов №0 – поступило сообщение о задымлении или пожаре. На место вызова выехало одно отделение, но ничего не обнаружили (ложный вызов).

Вызов №1 – поступило сообщение о задымлении или пожаре. На место вызова выехало два отделения на двух основных пожарных автомобилях (автоцистернах). Обнаружен пожар. Приступили к тушению.

Вызов №1 БИС – подтверждено сообщение о пожаре. При нехватке сил и средств дополнительно запрашиваются в помощь еще два отделения. Всего на месте пожара работают четыре отделения.

Вызов №2 – подтверждено сообщение о пожаре. При большой площади горения, нехватке сил и средств, отсутствии водоисточников и других проблемах, запрашиваются дополнительно еще два отделения из соседних районов. Всего на месте пожара работают шесть отделений.

Вызов №3 – подтверждено сообщение о пожаре, сложная обстановка, запрошены дополнительные силы. Обстоятельства, аналогичные вызову 2. Всего на месте пожара работают 10 отделений.

Вызов №4 – подтверждено сообщение о пожаре, сложная обстановка, запрошены дополнительные силы. На месте пожара работают 13 отделений.

Вызов №5 – подтверждено сообщение о пожаре, сложная обстановка, запрошены дополнительные силы. На месте пожара работают 15 отделений.

3. Классификацию опасных факторов пожара. К опасным факторам пожара, воздействующим на людей и имущество, относятся[20]:

- 1) пламя и искры;
- 2) тепловой поток;
- 3) повышенная температура окружающей среды;
- 4) повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения;
- 5) пониженная концентрация кислорода;
- 6) снижение видимости в дыму.

К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся:

1) осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, строений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;

2) радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;

3) вынос высокого напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;

4) опасные факторы взрыва, происшедшего вследствие пожара;

5) воздействие огнетушащих веществ.

В процессе разработки организационно-технических мероприятий, включающих обеспечение пожарной безопасности заданного технического объекта, следует учитывать эти факторы. По результатам выполненной идентификации опасных факторов пожара оформили таблицу 24 [21].

Таблица 24 - Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5
Участок разработки	Компьютер	А и Е	Пониженное содержание кислорода	Затрудненность дыхания, вынос высокого напряжения
			Токсичные продукты горения	Отравление, головокружение, потеря сознания
Подготовительные	Технологическое оборудование	А,Д,Е	Повышенная температура окружающей среды	Выделение тепловой энергии, факторы взрыва, происшедшего вследствие пожара, воздействие огнетушащих веществ
			Дым	Потеря видимости в дыму

Продолжение таблицы 24

1	2	3	4	5
			Пламя и искры	Тепловой поток
			Токсичные продукты горения	Отравление, головокружение, потеря сознания
Сборочные	Технологическое оборудование	А, Д, Е	Пламя и искры, тепловой поток, повышенная температура и концентрация токсичных продуктов горения, пониженная концентрация кислорода, снижение видимости в дыму	Осколки, части разрушившихся зданий, технологических установок, оборудования и иного имущества, вынос высокого напряжения на токопроводящие части оборудования, воздействие огнетушащих веществ

Для обеспечения пожарной безопасности заданного технического объекта разрабатываются и приобретаются технические средства для защиты от пожара. Проводится охранно-пожарная сигнализация и система оповещения на крупных предприятиях, диспетчерская связь.

Перечень различных средств пожарной безопасности представлен в таблице 25.

Таблица 25 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент механизированный и немеханизированный
1	2	3	4	5	6	7
Огнетушители ОПУ- 2, 3,4,5,8. ОУ - 1,2,3,5,10.	Пожарные машины	Установка автоматического газового и водяного пожаротушения	Устройства световой и звуковой сигнализации	Гидрант, колонки, подставки краны, рукава, стволы	Средства защиты органов дыхания и зрения	Немеханизированный пожарный инструмент: пожарные багры, ломы, топоры, крюки
Вода песок, лопата, топор, асбестовое полотно	Пожарные мотопомпы	Внутренний противопожарный водопровод	АУПТ	Рукавные мостики, задержки, зажимы, кассеты	Средства защиты пожарных	Механизированный: разжимы гидравлические, ножницы, резак арматурный
Внутренний пожарный кран	Пожарные авиационные средства	Водяные завесы		Пожарные пеносмесители	КИМГЗ	Насос ручной, насосная станция
Пожарный щит (щит пожарный Комби)		Система оповещения о пожаре		Спец. оборудование для утилизации огнетушащих веществ	Набор ФЭСТ, самоспасатель КЗ Феникс	
Пожарный щит с песком				Средства индивидуальной защиты	Спасательное устройство Моноспас	

По результатам разработки оформили таблицу 26.

Таблица 26 - Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, оборудования	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
1	2	3
Сборочные	Своевременное и качественное проведение профилактических работ, ремонта, модернизации и реконструкции энергетического оборудования	Проведение профилактических работ по графику, персональная ответственность
	Наличие сертификатов по пожарной безопасности на оборудование, оснастку и инструмент	Покупка только сертифицированного оборудования
	Проведение всех видов инструктажей	Согласно утвержденному регламенту
	Разработка плана эвакуации при пожаре	Размещение его на видном месте (1 раз в 5 лет)
	Своевременно обновлять средства пожаротушения	Наличие средств пожаротушения
	Размещать знаки, предписывающие и указательные на эвакуационных дверях	Наличие знаков (шланг для пожаротушения, знак огнетушителя, пожарная лестница, запасной выход и др.)
	Размещение наглядной агитации по пожарной безопасности	Наличие агитации (плакаты первичные средства пожаротушения, пожарная безопасность, общие меры безопасности и др.)

Обобщив и проанализировав результаты идентификации профессиональных рисков, факторов пожара, подготовили мероприятия обеспечения безопасных условий труда для расчетно-конструкторской и сборочной операций (таблицы 27 и 28 [21]).

Таблица 27 - Мероприятия обеспечения безопасных условий труда для расчетно-конструкторской операции

Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационно-технические мероприятия частичного снижения, полного устранения этих факторов	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3
Излучение, электромагнитное поле	Организация и оснащение рабочего места по нормативу	Соблюдение режима труда и отдыха, специальная одежда
Недостаточная освещенность	Обеспечение по нормативу освещенности, чистки окон, источников света	Индивидуальные источники света
Повышенная или пониженная температура	Отопление, кондиционирование	Инд. отопительные приборы, вентиляторы, ионизаторы воздуха
Статическое напряжение	Соблюдение требований к мебели	Регламентация перерывов в работе
Опасный уровень напряжения в электрической сети	Заземление	Резиновые коврики
Эмоциональные перегрузки	Комнаты эмоциональной разгрузки, теннисные столы	Соблюдение режима труда и отдыха
Зрительное напряжение	Профилактические медицинские осмотры	Регламентация перерывов в работе
Бытовые отходы	Договора на вывоз бытовых отходов	Соблюдение санитарных норм
Факторы пожара	Наличие плана эвакуации, агитационных знаков	Респираторы, маски

Таблица 28 - Мероприятия обеспечения безопасных условий труда для сборочной операции

Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационно-технические мероприятия частичного снижения, полного устранения этих факторов	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3
Повышенный уровень шума или вибрации на рабочем месте	Проведение шумоизоляции	Приобретение инд. наушников, противогаз вибропоглощающий
Недостаточная освещенность	Обеспечение по нормативу освещенности, чистки окон, источников света	Индивидуальные источники света
Повышенная или пониженная температура	Отопление, кондиционирование	Инд. отопительные приборы, вентиляторы, ионизаторы воздуха
Острые кромки, заусенцы	Контроль за технологическими операциями	Рукавицы, перчатки
Опасный уровень напряжения в электрической сети	Заземление	Резиновые коврики
Движущие машины и механизмы, передвигающиеся изделия, материалы, заготовки	Оградительные устройства, знаки безопасности	Специальная обувь
Зрительное напряжение	Профилактические медицинские осмотры	Регламентация перерывов в работе
Бытовые отходы	Договора на вывоз бытовых отходов	Соблюдение санитарных норм
Факторы пожара	Наличие плана эвакуации, агитационных знаков, обновление их	Респираторы, маски

Для успешного функционирования производственного процесса на предприятии подобрана рациональная структура производства, обеспечена последовательность осуществления технологических процессов и соблюдения охраны труда. В дипломном проекте рассматривается сборочный участок, где планируется сборка домкратов рычажных. Участок сборки домкрата, план которого представлен на рисунке 23, расположен в зоне обрабатывающих цехов сборочного цеха. Он оборудован системой вентиляции и отопления, применяется система общеобменной приточно – вытяжной вентиляции совместно с местными отсосами на рабочих местах и система воздушного отопления. Элементы конструкции домкрата, детали и крепежные изделия подвозятся в контейнерах электрокарами к месту сборки.

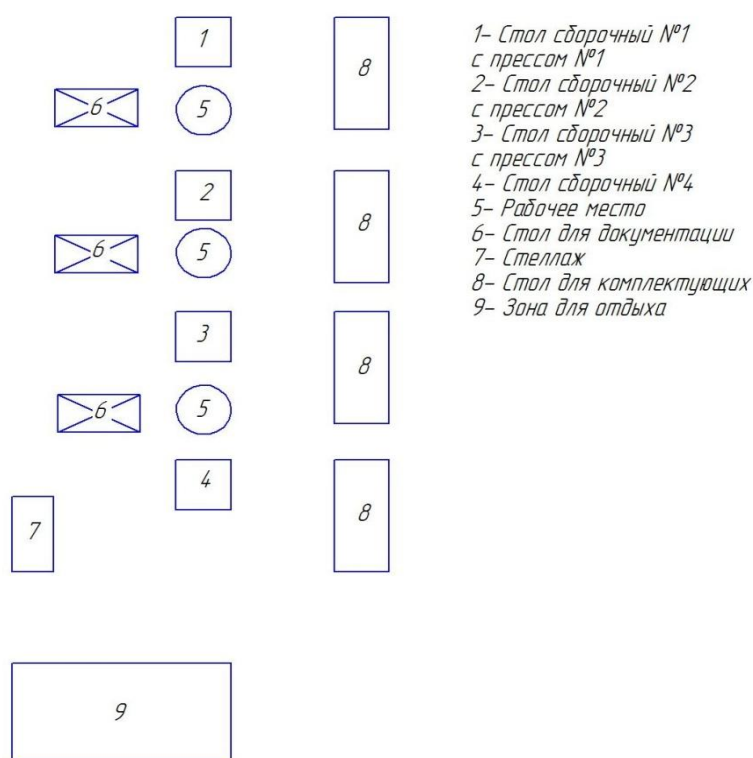


Рисунок 23 – Эскиз участка сборки

5.4 Требования безопасности для домкратов ромбических

Требования безопасности изложены в инструкции по охране труда при работе с домкратом, утвержденной правительством в 2004 г. В инструкции

подробно определены требования охраны труда перед началом работ с домкратом, во время работы, в аварийных ситуациях и по окончании работ. Соблюдение всех пунктов инструкции позволяет эксплуатировать домкрат без травм.

Для безопасной эксплуатации домкратов, кроме требований охраны труда, необходимо знать инструкцию (руководство) завода-изготовителя по эксплуатации; устройство и назначение домкрата, параметры и техническую характеристику; сроки и результаты проведенного технического обслуживания; безопасные приемы работы с домкратом. Домкраты разрешается использовать только после испытания, которое должно производиться на статическую нагрузку, превышающую предельную паспортную грузоподъемность не менее чем на 10%. Под этой нагрузкой домкрат должен находиться в течение 10 мин. Испытания домкратов производят не реже одного раза в год.

При положительном результате испытания соответствующая запись заносится в паспорт, и домкрат разрешается применять в работе. Верхняя опора домкрата должна иметь такую форму, которая не допускала бы соскальзывания поднимаемых грузов. Ручные рычажно-реечные домкраты должны быть снабжены устройствами, исключающими самопроизвольное опускание груза при снятии усилия с рычага или рукоятки. При производстве работ освобождать домкраты из-под поднятого груза и переставлять их можно лишь после того, когда груз будет надежно укреплен в поднятом положении. Не допускается эксплуатировать неисправные домкраты и нагружать их выше паспортной грузоподъемности.

Техническое обслуживание домкрата заключается в содержании домкрата в чистоте. Требуется регулярно, не реже чем каждые 3 месяца, смазывать движущие части домкрата. Необходимо следить за тем, чтобы на подвижных деталях домкрата отсутствовали грязь и следы коррозии.

Для безопасной эксплуатации домкратов в розничной торговле представлен разнообразный ассортимент принадлежностей для них.

Ознакомимся с этими принадлежностями (рисунок 24) и будем рекомендовать автолюбителям их совместное использование.

опора ремонтная



опора ремонтная складная



подушки для домкрата в ассортименте



башмак противооткатный

металлический и резиновый



Рисунок 24 – Принадлежности для домкрата

Учитывая вышеизложенные требования к домкратам, нами было разработано руководство по эксплуатации домкрата ромбического рычажного (Приложение), которое должно вкладываться в упаковку готового изделия [18].

5.5 Экологическая экспертиза объекта

Экологическая экспертиза – система комплексной оценки возможных экологических и социально – экономических последствий осуществления проекта и реконструкции, направленная на предотвращение их отрицательного влияния на окружающую среду. При проектировании и принятии решения по выбору конструкции и материалов домкратов следует учитывать современные экологические требования и критерии в автомобилестроении, повышающие экологическую безопасность автомобиля. Для этих целей рекомендуется применять материалы с высоким экологическим приоритетом [1]. Минимизировать количество материалов в домкрате, по возможности, сделать его на базе одного материала. При выборе применяемых креплений использовать таблицу приоритетности крепежных соединений [1]. Применять материалы, обеспечивающие выполнение требований по ограничению эмиссии летучих органических соединений и запаха. Соблюдать рекомендации процентного содержания РВВ в соответствии с нормативами. Предприятие – изготовитель должен составлять форму – отчет, прилагаемую к ТУ, где отражается состав материалов изделия и содержание РВВ. Экологические требования к домкрату прописаны в технических требованиях [1].

В данном проекте разработан и предложен к внедрению в производство домкрат ромбический рычажный. Домкрат, как отдельный объект не является экологически вредным, не предполагает вредные выбросы, загрязнения, не является источником шума и вибрации. Однако, идентификация негативных экологических факторов, возникающих в

процессе проектирования и разработки конструкторской документации, изготовления и эксплуатации домкратов показала их наличие. Результаты идентификации отражены в таблице 29.

Таблица 29 - Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, производственно- технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологическог о процесса	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу
1	2	3	4	5
Домкрат рычажный ромбический	Покрасочная	Загрязнение воздуха парами лакокрасочных веществ		
	Механическая обработка металлов	Загрязнение пылью	Загрязнение отходами металлообработки за счет выброса сточных вод, образованных в результате электрохимическо й обработки, при охлаждении поверхности, при работе электротехническ ого оборудования	Загрязнение почвы металл. стружкой
	Сборочная	Загрязнение окружающей среды от излучения тепловой энергии, шума, вибрации		

Все твердые отходы, остающиеся после производства домкратов, подлежат дальнейшей утилизации и вывозятся централизованно на основании договоров специализированными организациями. Металлические отходы (стальные обрезки, стружка, опилки) перерабатываются на самом предприятии, идут на переплавку. Подвижные соединения винт – гайка подвергаются обработке специальными смазками, не оказывающими отрицательное влияние на лакокрасочное покрытие кузова автомобиля и домкрата. По результатам разработки мероприятий оформили таблицу 30.

Таблица 30 - Организационно-технические мероприятия по снижению негативного воздействия технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	Участок сборки домкрата рычажного
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Повышение герметичности оборудования, разработка пыле- и газоочистки, рассеивание загрязняющих веществ с помощью вентиляционных труб, детальная проработка технологического процесса.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Все процессы, где применяется вода, должны быть замкнутые или иметь очистные сооружения.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Заключение договоров на вывоз мусора специализированной организацией, переплавка металлических отходов.

5.6 Выводы

В разделе «Безопасность и экологичность объекта» приведены некоторые технологические процессы, должности работников, технологическое оборудование, связанные с процессом разработки и сборки домкрата ромбического. Проведена идентификация профессиональных

рисков по осуществляемому технологическому процессу, выполняемым технологическим операциям. В качестве опасных и вредных производственных факторов идентифицированы следующие: движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования; зрительное перенапряжение; недостаточный уровень освещенности на рабочем месте; эмоциональные перегрузки. Разработан комплекс организационно-технических мероприятий для снижения профессиональных рисков. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности. Приведены требования к безопасности для домкратов ромбических рычажных. Разработано руководство по эксплуатации указанных домкратов. Проведена идентификация экологических факторов, особо выделена экологическая безопасность домкратов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог вышесказанному, можно сделать следующее заключение. Домкрат является неотъемлемой частью комплектации любого нового легкового автомобиля и служит для его подъема при замене колес. Ассортимент домкратов весьма разнообразен и представлен в зависимости от конструкции и технических характеристик множеством видов и типов. В основе классификации домкратов выступают тип привода, грузоподъемность, вес, конструкция и другие классификационные признаки. В зависимости от типа привода домкраты выпускаются механического, гидравлического, электрического и пневматического типов. В зависимости от конструкции и назначения домкраты бывают винтовые, реечные, гидравлические и подкатные. Рассмотрев устройство и принцип действия домкратов винтовых, реечных, гидравлических, пневматических, ромбических, изучив их технические характеристики и проанализировав покупательский спрос, мы пришли к выводу, что сегодня предпочтение по всем заявленным параметрам и функциональным требованиям имеют домкраты механического типа передвижные ромбические. У таких домкратов шарнирно – рычажный механизм, образованный двумя парами рычагов, шарнирно соединенных друг с другом посредством винта. Подобные домкраты отличаются простотой конструкции, компактны, удобны в пользовании, отличаются невысокой стоимостью, небольшим весом, надежны, так как имеют устойчивую конструкцию. Учитывая все это, было принято решение разработать расчетно – конструкторскую документацию для домкратов ромбических рычажных грузоподъемностью 1 тонна. В ходе выполнения конструкторской части сделан тяговый расчет автомобиля LADA Vesta, расчет передачи винт-гайка скольжения домкрата, КПД винтовой пары. Для определения нагрузки на домкрат в зависимости от высоты подъема было проведено испытание, результаты которого использовались в расчетах [23], [24], [25], [26]. Подготовлены два сборочных

чертежа, сделана детализовка всех деталей.

В технологическом разделе разработана технологическая схема сборки, составлена карта технологического процесса сборки. В экономическом разделе рассчитана себестоимость проектируемого домкрата. Годовой объем производства домкратов может составить 150000 штук. Критический объем продаж, при котором покрываются все затраты, 126420 штук.

В разделе «Безопасность и экологичность объекта» представлен паспорт технологических процессов. Проведена идентификация профессиональных рисков, методов и средств их снижения. Выявлены опасные и вредные производственные факторы. Подробно раскрыт вопрос обеспечения пожарной безопасности. Особое место уделено требованиям безопасности для домкратов ромбических. Разработано руководство по эксплуатации домкрата ромбического рычажного.

В целом можно сделать заключение о полном соответствии предъявленным к проекту требованиям. Поставленная цель достигнута, задачи решены.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Домкрат для автомобиля. Технические требования. Публичное акционерное общество АВТОВАЗ, 2017. -12 с.
- 2 Калачев, С.Л. Товароведение и экспертиза транспортных средств личного пользования: учебник / С.Л. Калачев. - М. : ИТК «Дашков и К^О», 2012. – 312 с.
- 3 Волгин, В.В. Продавец запасных частей: учебник / В.В. Волгин. – 4-е изд. - М. : ИТК «Дашков и К^О», 2013. – 608 с.
- 4 Передвижные или нестационарные подъёмные устройства и подобное оборудование. DIN EN 1494, ICS 53.020.99 вместо DIN EN 1494:2001-04, 2009. – 45 с.
- 5 Черепанов, Л.А. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля: электронное учебное пособие / Л.А. Черепанов. - Тольятти: ТГУ, 2016. - 40с.
- 6 Вахламов, В.К. Автомобили: Эксплуатационные свойства: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.К. Вахламов. – 3-е изд., стер. - М. : ИЦ «Академия», 2007. – 240 с.
- 7 Вахламов, В.К. Автомобили: Теория и конструкция автомобиля и двигателя: Учебник для студ. / В.К. Вахламов, М.Г. Шатров, А.А. Юрчевский. - М. : ИЦ «Академия», 2003. – 816 с.
- 8 Резьбы и резьбовые соединения: методические указания / А.Я. Швец, А.Ю. Калинин, О.А. Яковук. – М. : МГТУ «МАМИ», 2011. – 41с.
- 9 Волжанова, О.А. Резьбовые соединения: учеб. – метод. пособие / Ижевск : Изд-во «Удмуртский университет», 2012. - 63 с.
- 10 Детали машин и основы конструирования: под ред. М.Н. Ерохин. - М. : КолосС, 2005. - 462 с.
- 11 Соломатин, Н.С. Испытания узлов, агрегатов и систем автомобиля: учебное пособие / Н.С. Соломатин; ТГУ каф. «Проектирование и эксплуатация автомобилей». – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2013. - 143 с.

12 Варганов, В.О. Расчет передач винт-гайка: учебное пособие / В.О. Варганов, М.В. Колычев, В.М. Гребенникова. - ГОУ ВПО СПб ГТУРП. – СПб., 2009. – 44 с.

13 Анурьев, В.И. Справочник конструктора машиностроителя: в 3-х т.: Т 1/В.И. Анурьев. – М. : Машиностроение, 2001. – 920 с.

14 Скутнев, В.М. Основы конструирования и расчета автомобиля: учеб. пособие / В.М. Скутнев. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2012. – 295 с.

15 Малкин, В.С., Живоглядов, Н.И., Андреева, Е.Е. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования: учебное пособие по курсовому проектированию для студентов специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство»/ В.С. Малкин [и др.]. – Тольятти : ТГУ, 2005. – 108 с.

16 Черемисин, А.С. Разработка технологических процессов сборки в автостроении: методические указания к технологической части дипломного проекта для студентов спец. «Автомобиле- и тракторостроение» / А.С. Черемисин. - Тольятти : Изд-во ТГУ, 2005. – 32 с.

17 Булычев, В.А, Михайлов, А.В. Расчет сборочный размерных цепей. Синхронизация операций сборки по такту выпуска: метод. указания к практическим занятиям / В.А. Булычев, А.В. Михайлов. - ТолПИ, 1999. – 32 с.

18 Фатхутдинов, Р.А. Организация производства: учебник/Р. А. Фатхутдинов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2007. – 544 с.

19 Капрова, В.Г. Техничко-экономическое обоснование дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений для студентов спец. «Автомобиле - и тракторостроение» / В.Г. Капрова. - Тольятти: ТГУ, 2005. - 48 с.

20 Горина, Л.Н., Фесина, М.И. Раздел выпускной квалификационной работы. «Безопасность и экологичность технического объекта»: учебно-методическое пособие /Л.Н. Горина, М.И. Фесина. - Тольятти: Изд-во ТГУ, 2016. – 51с.

21 Егоров, А.Г., Виткалов, В.Г., Уполовникова, Г.Н., Живоглядова, И.А. Правила оформления выпускных квалификационных работ по программам подготовки бакалавра и специалиста: учебно-методическое пособие / А.Г. Егоров [и др.]. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2013. – 46 с.

22 A.K. Legg and Peter T. Gill, Vauxhall/Opel Corsa Service and Repair Manual/Haynes Publishing, 2004.

23 John Case, Strength of Materials and Structures/Arnold, a member of the Hodder Headline Group, 1999.

24 Dr. Karl-Heinrich Grote, Dr. Erik Antonsson, Springer Handbook of Mechanical Engineering/ Springer, 2008.

25 Erik Oberg, Franklin D. Jones, Holbrook L. Horton, and Henry H. Ryffel, Machinery's Handbook (29th Edition)/Industrial Press, New York, 2012.

26 Catalin Alexandru, Vlad Totu, Method for the multi-criteria optimization of car wheel suspension mechanisms / Ingeniería e Investigación, 2016.