

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

(институт)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство»

(направленность (профиль))

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему СКБ «Формула Студент». Разработка подъемного устройства для
проведения шиномонтажных работ

Студент(ка)	<u>А.В. Жжонова</u> (И.О. Фамилия)	<u>(личная подпись)</u>
Руководитель	<u>А.В. Бобровский</u> (И.О. Фамилия)	<u>(личная подпись)</u>
Консультанты	<u>ст.преподаватель К.Ш. Нуров</u> (И.О. Фамилия)	<u>(личная подпись)</u>
Безопасность и экологичность технического объекта	<u>к.т.н. Л.Л. Чумаков</u> (И.О. Фамилия)	<u>(личная подпись)</u>
Экономическая эффективность проекта	<u>д.т.н., профессор А.Г. Егоров</u> (И.О. Фамилия)	<u>(личная подпись)</u>

Допустить к защите

Заведующий кафедрой	<u>к.т.н., доцент А.В. Бобровский</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	<u>(личная подпись)</u>
---------------------	---	-------------------------

« _____ » _____ 20 ____ г.
Тольятти 2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(институт)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

« ПЭА »

А.В. Бобровский

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« 27 » января 20 16 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение бакалаврской работы

Студент Жжонова Анна Валерьевна

1. Тема СКБ «Формула Студент». Разработка подъемного устройства для проведения шиномонтажных работ

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы 27-28 июня 2016

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе Чертежи лаборатории Д-112, технический регламент соревнований «Формула Студент», программа развития проекта «Формула Студент»

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов)

Аннотация

Введение

1. Структура проекта «Формула Студент»

2. Разработка конструкции подъемного устройства для проведения

шиномонтажных работ

3. Технологический процесс замены колес для болида «Формула Студент»

4. Безопасность и экологичность технического объекта

5. Экономическая эффективность проекта

Заключение

Список используемых источников

Приложения

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала

1. Объемно планировочное решение лаборатории Д-112	– 1 лист (А1)
2. План участка шиномонтажных работ	– 1 лист (А1)
3. Анализ аналогов подъемных устройств	– 1 лист (А1)
4. Сборочный чертеж оборудования	– 1 лист (А1)
5. Рабочие позиции оборудования	– 1 лист (А1)
6. Технологическая карта замены колес на болиде «Формула Студент»	- 1 лист (А1)
7. Демонстрационный лист	– 1 лист (А1)

6. Консультанты по разделам

Безопасность и экологичность технического объекта	ст. преподаватель К.Ш. Нуров (ученая степень, звание, И.О., фамилия)	(личная подпись)
--	---	------------------

Экономическая эффективность проекта	к.т.н. Л.Л. Чумаков (ученая степень, звание, И.О., фамилия)	(личная подпись)
--	--	------------------

Нормоконтроль	д.т.н., профессор А.Г. Егоров (ученая степень, звание, И.О., фамилия)	(личная подпись)
---------------	--	------------------

7. Дата выдачи задания « 27 » января 20 16 г.

Руководитель квалификационной работы	выпускной	А.В. Бобровский
	(подпись)	(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению	А.В. Жжонова
	(И.О. Фамилия)

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

Институт машиностроения

(институт)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

« ПЭА »

А.В. Бобровский

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« 27 » января 20 16 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения бакалаврской работы

Студента Жжоновой Анны Валерьевны
по теме СКБ «Формула Студент». Разработка подъемного устройства для
проведения шиномонтажных работ

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Структура проекта «Формула Студент»	1.04.16			
Результаты анализа технологического оборудования	15.04.16			
Разработка конструкции подъемного устройства для проведения шиномонтажных работ	1.05.16			
Технологический процесс замены колес для болида «Формула Студент»	14.05.16			
Безопасность и экологичность технического объекта	21.05.16			
Экономическая эффективность проекта	28.05.16			
Оформление и доработка пояснительной записки и листов графической части с учетом замечаний, полученных во время предварительной защиты	6.06.16			

Руководитель выпускной квалификационной работы

(подпись)

А.В. Бобровский

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

А.В. Жжонова

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

В данной бакалаврской работе было разработано устройство для проведения шиномонтажных работ.

В первом разделе проекта представлена структура проекта "Формула Студент". Описывается общая история создания проекта и история его создания в Тольяттинском Государственном Университете. Так же представлена эффективность проекта "Формула Студент" в образовательной программе по подготовке современных инженеров.

Конструкторской частью проекта является разработка устройства для проведения шиномонтажных работ. На данном этапе поэтапно формируются конструкция оборудования, продумывается компоновка и производится расчет оборудования на прочность.

В технологической части проекта разработана технологическая карта по замене колес на болиде "Формула Студент", описаны возможные неисправности и методы их устранения.

Пятый раздел – безопасность и экологичность проекта – содержит описание рабочего места, оборудования, выполняемых операций, мероприятий по созданию здоровых и безопасных условиях труда. Также разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта и идентифицированы экологические факторы.

В экономической части выпускной квалификационной работы была проведена оценка экономической эффективности изменения существующей конструкции оборудования.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1 Структура проекта "Формула Студент"	9
1.1 История создания проекта "Формула Студент"	9
1.2 Введение проекта "Формула Студент" в образовательную систему	10
1.3 Соревнования "Формула Студент"	15
1.4 Описание необходимости разработки оборудования.....	17
2 Разработка конструкции подъемного устройства для проведения шиномонтажных работ.....	20
2.1 Анализ аналогов разрабатываемого оборудования.....	20
2.2 Техническое задание на разработку конструкции для домкрата "Фомула Студент"	29
2.3 Техническое предложение.....	31
2.4 Конструкторские расчеты.....	33
2.4.1 Расчет сил, действующих на конструкцию.....	33
2.4.1.1 Расчет нагрузки на трубу конструкции.....	34
2.4.2 Расчет сил, действующих на измененную конструкцию.....	35
2.4.2.1 Расчет нагрузки на трубу измененной конструкции.....	37
3 Технологический процесс замены колес для болида "Формула Студент"	39
3.1 Параметры диагностирования оборудования.....	39
3.2 Наиболее характерные неисправности.....	39
3.3 Технологический процесс обслуживания болида "Формула Студент"	42
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	46
4.1 Конструкторско - технологические характеристики объекта.....	46
4.2 Идентификация производственных рисков.....	48

4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.....	50
4.4 Обеспечение пожарной и технологической безопасности технического объекта.....	52
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	55
5 Экономическая эффективность проекта.....	60
5.1 Расчет себестоимости оборудования.....	60
5.2 Расчет экономической эффективности производства нового оборудования и срока его окупаемости.....	62
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	64
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	65
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	68

ВВЕДЕНИЕ

Разработка гоночного болида осуществляется в рамках проекта «Formula - Student». «Formula - Student» – международное состязание команд технических вузов, соединяющее в себе элементы образовательного, спортивного и инженерного проекта. Организатор «Formula-Student» – Сообщество автомобильных инженеров SAE.

В мире существует большое множество международных студенческих образовательных проектов. Самым успешным и популярным с начала восьмидесятых годов является мировая серия Formula SAE.

Постоянно растущая потребность в ежедневном обслуживании автомобиля, изменения его конструкции и требования регламента, касающиеся как разработки болида, так и его эксплуатации и обслуживания требуют непрерывного совершенствования производства, создания нового оборудования

Задача данной бакалаврской работы показать один из возможных вариантов технического перевооружения оборудования для обслуживания болида "Формула Студент". Цель технического перевооружения – обеспечить качественное обслуживание автомобиля, снижение доли ручного труда, повышение культуры производства.

Команде формула студент приходится работать в различных условиях, как в лаборатории для сборки болида, так и на соревнованиях при различных погодных условиях. От перечисленных условий зависит степень универсальности оборудования для обслуживания болида.

1 Структура проекта «Формула Студент»

1.1 История создания проекта "Формула Студент"

Тольяттинский государственный университет является постоянным участником международного инженерно-спортивного проекта «Formula – Student» с 2008 года. Формула SAE, более известная в Европе как Формула Студент – это студенческие инженерные соревнования, изначально организованные Сообществом Автомобильных Инженеров (Society of Automotive Engineers, SAE) и входящие в Серию Студенческих Инженерных соревнований (Collegiate Design Series) SAE. С момента своего основания в 1978-ом году международный проект «Formula – Student» охватил более 50 стран мира и в настоящий момент в нём принимают участие более 500

История проекта Formula SAE (зарубежное обозначение Формулы Студент) берёт начало в 1971 г. в США. С тех пор мировой список команд-участниц свыше 500.

Первой командой Formula SAE в России является коллектив Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), где в 2005-ом году была основана студенческая инженерная команда SEG MADI Formula Student.

Затем к этому процессу подключились команда Московского Автомеханического Института (МАМИ) и команда Тольяттинского Государственного Университета (ТГУ)

С 2008 года в ТГУ:

- создана команда SPC «Formula» ТГУ,
- спроектирован и изготовлен гоночный болид «Sprint 01»,
- команда приняла участие в первом этапе российских соревнований Pre-Event в г. Москва (без соблюдения международного регламента),

- организована мастерская,
- создано виртуальное предприятие с проектно-производственной структурой СПС «Formula» ТГУ.

В 2010 г. сформировался PR-отдел команды, произведена модернизация первого болида команды (Sprint 01M), проведена встреча среди российских команд-участниц проекта FS в Тольятти.

В 2011 г. команда приняла участие во Всероссийском молодёжном форуме «Селигер-2011», на котором проектом заинтересовался помощник министра промышленности и торговли РФ.

В 2012 г. проект «Formula Student» получил одобрение Губернатора Самарской области, мэра города Тольятти и министра промышленности, и технологий Самарской области

В 2014-ом году был создан третий болид «White Shark 2014», который успешно выступил на Российском этапе «Formula Student Russia 2014» и в общем зачете занял 8-е место среди 11 команд и 4-ое в гонке Индууро, набрав 326 очков.

1.2 Введение проекта "Формула Студент" в образовательную систему

Суть соревнований заключается в том, что команда студентов, подобно инженерной компании, должна спроектировать, построить, испытать, презентовать перед ведущими инженерами и PR-менеджерами прототип спортивного автомобиля класса Formula Student в соответствии с регламентом.

Основная задача – сделать быстрый и надежный автомобиль с бензиновым двигателем при минимальных экономических затратах.

Главная особенность проекта – создание студентами интересных и высокотехнологичных конструкций своими силами в условиях технических и стоимостных ограничений регламента. Каждый участник соревнования, проходя путь от первых идей до появления готового автомобиля, получает

бесценный опыт работы в команде, может почувствовать себя настоящим профессионалом, что является стартовой площадкой для будущей карьеры.

ТГУ ведет работы по созданию новой образовательной программы по подготовке современных инженеров с учетом ситуации, быстро меняющихся запросов и высокой меры неопределенности рыночной конъюнктуры, мировой образовательной практики, традиций российской научной школы, а также ориентируясь на накопленный опыт и внутренние ресурсы университета. Одной из задач в рамках реализации инновационной образовательной программы ТГУ является развитие активных методов обучения и международное сотрудничество на уровне реализации новых образовательных программ и признания их результатов. Многие университеты мира совершенствуют образовательные программы и учебные планы, обеспечивают демонстрацию связи предлагаемого учебного материала с будущей инженерной деятельностью, перспективами технического, технологического, экономического и социального развития общества. Новое содержание, а также активные методы обучения и технологии практико-ориентированного обучения в инженерном образовании позволяют обеспечить новое качество, основанное на комплексе инженерных компетенций.

Особую значимость в инновационном инженерном образовании имеет практикоориентированное обучение, примером которого является проект - «Формула – Студент ТГУ». Студенческая работа в проекте осуществляется под руководством преподавателей университета и специалистов инжиниринговых компаний, привлекаемых ТГУ к участию в образовательном процессе. Привлечение представителей потенциальных работодателей к учебному процессу и участию в проекте «Формула – Студент ТГУ» позволяет дать выпускнику университета ряд профессиональных компетенций и практических навыков в соответствии с современными инженерными требованиями. Передаваемый опыт помогает студентам в решении современных организационных и управленческих

проблем, создавать командные коммуникации в работе и обучении; способствуют обмену идеями, опытом работников, выполняющих взаимосвязанные задачи, и формированию чувства ответственности за конечный продукт.

В проекте «Формула – Студент ТГУ» на постоянной основе участвует 15 - 25 студентов (бакалавров, специалистов, магистров) очной и заочной форм обучения, обучающихся по направлениям подготовки, реализуемых в Тольяттинском государственном университете. Участие студента в проекте осуществляется на добровольной основе.

Проект «Формула – Студент ТГУ» («ФС ТГУ») как практико-ориентированная площадка Тольяттинского государственного университета представляет собой образовательную структуру, реализующую и обеспечивающую некоторые модули учебного процесса в ТГУ. Участники проекта «ФС ТГУ» разбиваются на проектные группы в соответствии с решаемыми задачами. В ходе внедрения в учебный процесс разрабатываются специальные модули для образовательных программ. Состав каждого модуля определяется задачами, решаемыми студентом в ходе работы над проектом в соответствующей проектной группе, а также в соответствии с той основной образовательной программой, по которой он обучается в университете (рисунок 1.1). При этом каждый модуль должен декларировать и обеспечивать образовательные результаты, которые фиксируются в рабочей программе дисциплин основной образовательной программы (ООП).

Практико-ориентированные модули, реализующиеся в рамках проекта «ФС ТГУ» являются возможной альтернативой для соответствующих модулей традиционной образовательной программы, в рамках которых решаются подобные задачи (рисунок 1.2). Образовательные результаты модулей проекта «ФС ТГУ» отличаются в этом случае тем, что за счёт выполнения практических работ на реальном материале (например, разработка конструкции узла автомобиля, подготовка презентации проекта

на английском языке и т.д.) студент получает компетенции и навыки применения своих знаний и освоенных инструментов непосредственно в профессиональной практике. Каждый модуль актуализируется одновременно с основной рабочей программой дисциплины или в соответствии с современными тенденциями в развитии рассматриваемых тем и вопросов, но не чаще чем 1 раз в год.

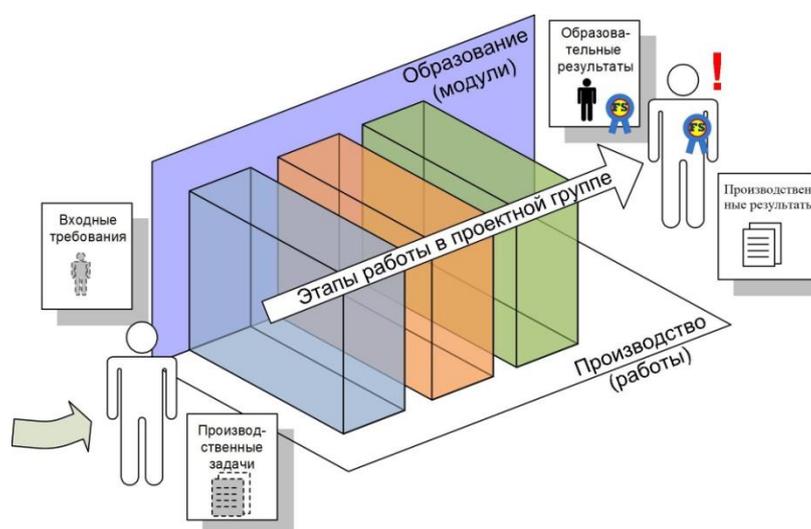


Рисунок 1.1 - Деятельность студента в проекте «Формула – Студент ТГУ»

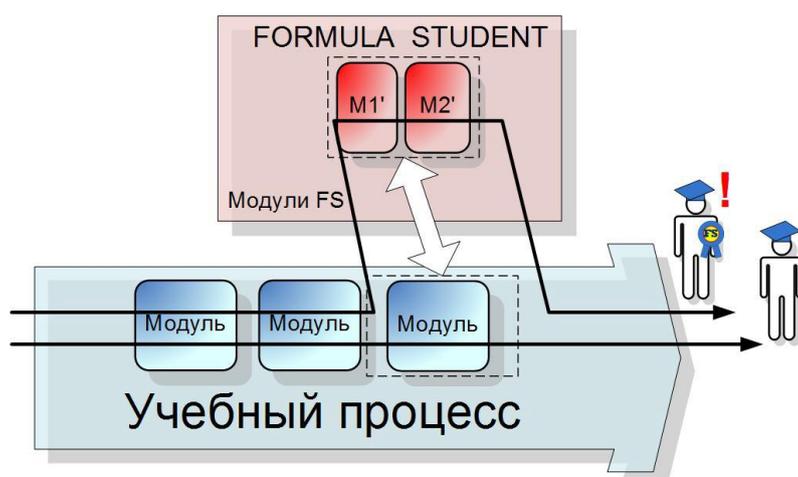


Рисунок 1.2 - Внедрение модулей проекта «ФС ТГУ» в учебный процесс

Для обеспечения эффективности образовательного проекта «ФС ТГУ», как образовательной структуры в рамках университета обеспечивается постоянное обновление участников проекта «ФС ТГУ» – каждый год состав команды обновляется более чем на 50%. Участие студентов в проекте не носит массовый характер и подразумевает обучение по индивидуальному алгоритму в рамках ООП.

По обеспечиваемым результатам практико-ориентированного образования в рамках проекта «ФС ТГУ» выделяется два уровня работ, выполняемых студентом:

– Работа студента-участника проекта. Необходимым и достаточным сроком участия в проекте для получения статуса участника и соответствующей фиксации и оформления приобретённого опыта и выполненных работ является один полный цикл участия в соревнованиях «Formula Student» (от идеи гоночного болида до её воплощения и презентации на этапе соревнований) на общих основаниях в качестве исполнителя определённых задач в проектной группе. На этом уровне студент, обучающийся в мастерской, приобретает профессиональные компетенции (например, для инженеров - способность использовать профессиональный инструментариум CAD/CAM/CAE, ответственность за принятые инженерные решения и др.), компетенцию эффективной работы в мультидисциплинарной команде, некоторые личностные и социально-коммуникационные компетенции.

– Работа студента-ведущего специалиста проектной группы. Необходимым и достаточным условием для присвоения студенту статуса ведущего специалиста на выходе из проекта является организационное и содержательное ведение работ в одной проектной группе в течение одного полного цикла создания автомобиля (ориентировочно 1 год); при этом студент предварительно получил опыт прохождения проекта в качестве участника группы. Приобретаются новые компетенции (организационно-

лидерские, управленческие), и повышается уровень профессиональных (в том числе касающихся постановки профессиональных задач и формирования ТЗ), этических и социально-коммуникационных компетенций.

Проект «ФС ТГУ», как площадка практико-ориентированного обучения в ТГУ, рассматривается как место практической деятельности студентов, продуктом которой является автомобиль и участие в соревнованиях российского и международного этапов проекта Formula Student. В качестве образовательных результатов работы студентов в проекте выступают:

- компетенции, приобретённые выпускниками;
- навыки применения профессиональных инструментов для решения практических задач;
- «портфолио» студентов – набор практических работ, выполненных студентами за время обучения в университете, зафиксированный в формальном документе (Отчет по НИОКР студента) и потенциально интересный для работодателей.

Помимо проектирования автомобиля так же необходимо разрабатывать специальное оборудование предназначенное для его обслуживания.

1.3 Соревнования "Формула Студент"

По сути, каждый этап имитирует проведение технического тендера на производство малой партии гоночных автомобилей. Гонка лишь финальная часть такого этапа. Прежде всего на соревнованиях проходит всесторонняя оценка технической реализации конструкции автомобиля, различные статические и динамические тесты, а так же техническая и бизнес презентации, в ходе которых студенты должны доказать судейской коллегии, что именно их конструкция лучше всего соответствует всем предъявляемым к машине техническим и экономическим требованиям. В связи с этим этап условно можно разделить на статическую и динамическую части.

В статическую часть входят: бизнес презентация, где студенты представляют собой инженерную компанию, принимающую судьи в роли инвесторов, которым необходимо предоставить план на производство серии автомобилей, их реализацию и дальнейшее обслуживание. Тут оценивается как сам план, так и манера его подачи судьям. Далее следует презентация конструкции, которую можно назвать “защитой конструкции”: автомобиль осматривает судейская коллегия и оценивает целесообразность и проработанность технических решений. При этом судьи активно общаются со студентами, которые как раз и должны доказать судьям обоснованность своих решений. Здесь необходимо предоставить максимум конструкторской и технологической документации на автомобиль.

Следующая дисциплина – анализ стоимости, на которой судьи проверяют насколько отчет о стоимости автомобиля, который студенты должны выслать судьям заранее до начала соревнований, соответствует реальности. Так же проходит общение по “домашнему заданию” – в ответ на отправленный отчет судьи предлагают команде какое-либо задание по снижению стоимости автомобиля или отдельного узла, которое необходимо решить до соревнований. В итоге оценивается экономическая целесообразность применяемых решений, а так же проработанность отчета о стоимости и выполнение задания. Для допуска к динамической части соревнований каждый автомобиль должен пройти тщательную техническую комиссию и ряд тестов, в основном связанных с безопасностью. Ко всему, что связано с безопасностью, организаторы всегда подходят очень строго. На технической комиссии судьи проверяют соответствие автомобиля регламенту SAE и непосредственно регламенту этапа. Кроме самого автомобиля проверяется так же и экипировка водителя и наличие у команды средств пожаротушения. Во время комиссии пилот должен продемонстрировать, что автомобиль можно покинуть за короткий промежуток времени в 5 секунд. После этого

проводится тест на наклонном столе на переворот и на протекание различных технических жидкостей. Далее идет тест на уровень шума – он не должен превышать допустимого по регламенту уровня.

В завершение – тест на торможение, в котором необходимо показать, что тормозная система может заблокировать все колеса автомобиля и при этом блокировка происходит одновременно и автомобиль не уходит с прямолинейной траектории. После всего автомобиль получает допуск к динамическим дисциплинам соревнования. На протяжении всех соревнований командам дается время для устранения найденных неисправностей. Поэтому на соревнованиях часто можно увидеть команды, работающие над своими автомобилями без сна ночью. В динамические дисциплины входят: разгон на 75 метров, “восьмерка”, автокросс и гонка на выносливость. Среднее время прохождения 75-ти метров около 4,4 секунды и автомобили развивают скорость в конце отрезка в районе 100 км/ч. Рекорд Европы установлен командой Технического Университета Граца на соревнованиях в Италии в 2009-ом году и составляет 3,74 секунды. “Восьмерка” показывает способность автомобиля проходить поворот на высокой скорости. Автокросс – это заезд на один круг по трассе гонки на выносливость и он служит своеобразной квалификацией на нее. Гонка на выносливость проводится на дистанции в 22 км без дозаправок с одной обязательной сменой пилота. По результатам гонки оценивается время прохождения дистанции и топливная экономичность автомобиля, которая тоже является отдельной дисциплиной и приносит свои баллы в копилку команды

1.4 Описание необходимости разработки оборудования

В данной бакалаврской работе будет разрабатываться домкрат для болида "Формула студент". Данное оборудование предназначено для проведения пит-стопов. Так же, в связи с тем, что правилами соревнований запрещено движение автомобилей от собственных двигателей запрещено на

всей территории, кроме тренировочных или гоночных треков, домкрат дополнительно является буксирующим средством. Для болидов "Формула студент" существует регламент Formula SAE, в котором определены требования предъявляемые к конструкции автомобиля. В регламенте прописано правило касающееся места для упора домкрата на болиде.

Требования представленные в регламенте Formula SAE:

Место для упора домкрата должно быть:

1. хорошо видно человеку, стоящему позади автомобиля с расстояния в 1м (3 фута);
2. окрашено в оранжевый цвет;
3. ориентировано горизонтально и перпендикулярно осевой линии автомобиля;
4. сделано из круглой алюминиевой или стальной трубы с внешним диаметром 25 – 29 мм (1 – 1 1/8 дюйма);
5. длиной как минимум 300 мм;
6. открыто для доступа в нижней части на 180° и минимальной длине 280 мм (11 дюймов);

Расположено по высоте так, чтобы:

1. расстояние от нижней поверхности трубы до земли составляло как минимум 75 мм (3 дюйма);
2. при поднятии нижней поверхности трубы на высоту 200 мм (7,9 дюйма) над уровнем земли, полностью вывешенные колеса не касались земли;
3. доступ к трубе сзади должен быть свободен как минимум на 300 мм ее длины.

Так как домкрат является устройством для перемещения автомобиля по участку проведения соревнований, требования относительно этой функции оборудования та же представлены в регламенте:

- Каждый автомобиль должен иметь съемное устройство, прикрепляемое к корме автомобиля, которое позволяет двум людям, стоящим прямо позади автомобиля, толкать автомобиль по участку проведения соревнования.
- Это устройство также должно быть способно снижать скорость, т. е. замедлять и останавливать движение автомобиля вперед и тянуть его назад. Это устройство должно быть представлено на Техническую инспекцию вместе с автомобилем.
- К толкателю должен быть прикреплен огнетушитель так, чтобы им можно было воспользоваться в любой момент времени.

Исходя из требований по расположению места для упора домкрата и требований касающихся буксировки автомобиля, можно выявить некоторые требования к конструкции устройства. Например высота подхвата, высота подъема, параметры для подъемной площадки, наличие зацепов для буксировки и места под огнетушитель. Для гоночных автомобилей серии "Формула Студент" по регламенту запрещено использовать домкраты с автоматическими механизмами. Нет необходимости в большой грузоподъемности домкрата, в связи с небольшим весом болидов по сравнению с обычными легковыми автомобилями.

2 Разработка конструкции подъемного устройства для проведения шиномонтажных работ

2.1. Анализ аналогов разрабатываемого оборудования

Необходимым условием успешной разработки или модернизации технологического оборудования является анализ конструкции известных аналогов разрабатываемого оборудования.

Домкрат - это стационарной, передвижной или переносной грузоподъемный инструмент небольшого размера, предназначенный для плавного подъема и фиксации на определенной высоте тяжелых грузов.

К основным характеристикам домкратов относятся:

- Грузоподъемность — максимальное усилие, развиваемое домкратом (обозначается в килограммах или тоннах).
- Подхват — часть домкрата, предназначенная для упора в автомобиль. Он может быть выполнен в виде откидного или жесткозакрепленного кронштейна, называемого подъемной пятой.
- Опорная площадка — нижняя опорная часть домкрата. К ней предъявляются два требования. Первое — предотвращать боковое скольжение (достигается за счет формы поверхности). Второе — обеспечивать минимальное вдавливание в грунт при заданной грузоподъемности.
- Минимальная (начальная) высота подхвата — наименьшее расстояние по вертикали от опорной площадки до подхвата в его нижнем рабочем положении.
- Максимальная высота подъема — наибольшее расстояние по вертикали от опорной площадки до подхвата при поднятии груза на полную высоту.

– Максимальный рабочий ход — наибольшее перемещение подхвата по вертикали от нижнего до верхнего положения.

– Усилие на приводной рукоятке — сила, которую необходимо прикладывать при поднятии груза. Этот параметр зависит от массы поднимаемого автомобиля и типа домкрата. У некоторых видов меняется в процессе подъема.

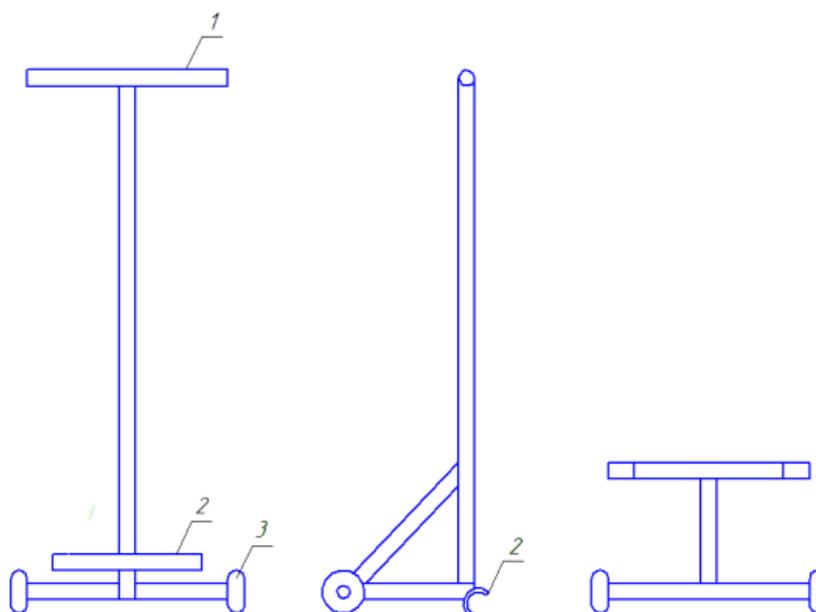
– Устойчивость — способность домкрата сохранять рабочее положение при действии сил, стремящихся сдвинуть автомобиль в продольном или поперечном направлении. Эти силы могут возникнуть при неправильной установке (наклоне) домкрата, из-за уклона дороги или сильного порыва ветра. Устойчивость в основном зависит от площади опорной части и от того, насколько жестко она соединена с другими деталями домкрата.

– Универсальность — приспособленность домкрата для поднятия автомобилей всех типов при различных способах их установки.

Проведенный поиск аналогов показал, что существует несколько разновидностей конструкций домкратов, применяемых на соревнованиях проекта "Формула студент". Все они изготавливаются в единичном экземпляре командой "Формула студент" и представляют собой разные варианты исполнения конструкции.

Первый вариант конструкции принадлежащий команде "Ural State University" представленный на рисунке 2.1. Домкрат выполнен из сварной рамы, имеющей ось, на которой расположены колеса 3, подъемную площадку 2 и Т-образную рукоять 1. Преимуществами первого варианта является простота изготовления конструкции и возможность использования недорогих материалов.

К недостаткам следует отнести неустойчивость конструкции к деформациям в связи с отсутствием дополнительных ребер жесткости, так же домкрат имеет большую массу и не удобен в использовании.



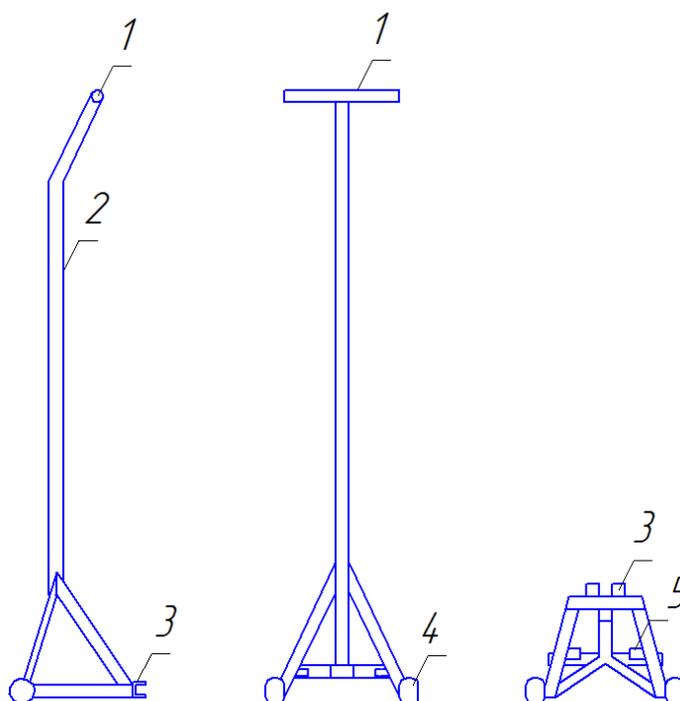
1-рукоять; 2- подъемная площадка; 3-колесная ось

Рисунок 2.1 - Схема домкрата команды "Ural State University"

Второй вариант исполнения конструкции разработан командой "Moscow UMECH МАМГ" и представлен на рисунок 2.2. Домкрат состоит из изогнутого подъемного рычага 2 с рукоятью 1, имеет подъемную площадку выполненную из двух элементов П-образного сечения, колеса 4 и зацепы для буксировки 5.

Достоинствами второго варианта является легкость конструкции, компактность, простота и удобство управления домкратом за счет изогнутого рычага 2 и рукояти 1. К плюсам так же можно отнести возможность буксировки болида с помощью дополнительных зацепов 5.

К недостаткам следует отнести сложность и дороговизна изготовления конструкции. Так же домкрат не имеет дополнительных ребер жесткости на основном рабочем рычаге, что ведет к возможной деформации конструкции.



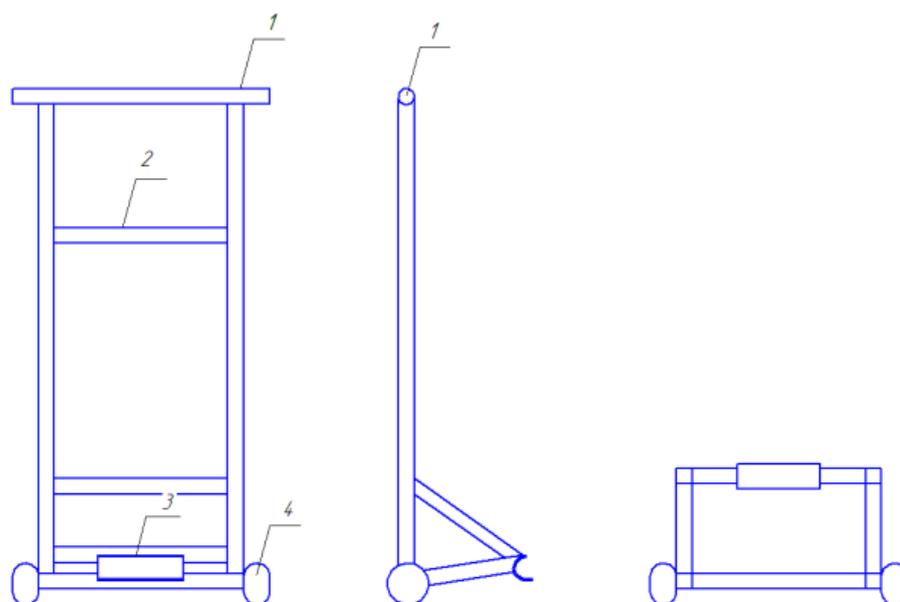
1 - рукоятка; 2 - опорный рычаг; 3 - подъемная площадка;
4 - колесная ось

Рисунок 2. 2 - Схема домкрата команды "Moscow УМЕСН МАМІ"

Третий вариант исполнения конструкции принадлежит команде "MADI - Moscow" и представлен на рисунке 2.3. Домкрат состоит из сварной рамы с дополнительными ребрами жесткости 2, имеет рукоятку для управления 1, колесную ось 4 и площадку для зацепа болида.

Преимуществами третьего варианта является надежность конструкции, удобство в использовании и возможность буксировки болида за счет наличия поперечно приваренных сегментов, расположенных вблизи колесной базы. К достоинствам так же следует отнести простоту исполнения конструкции.

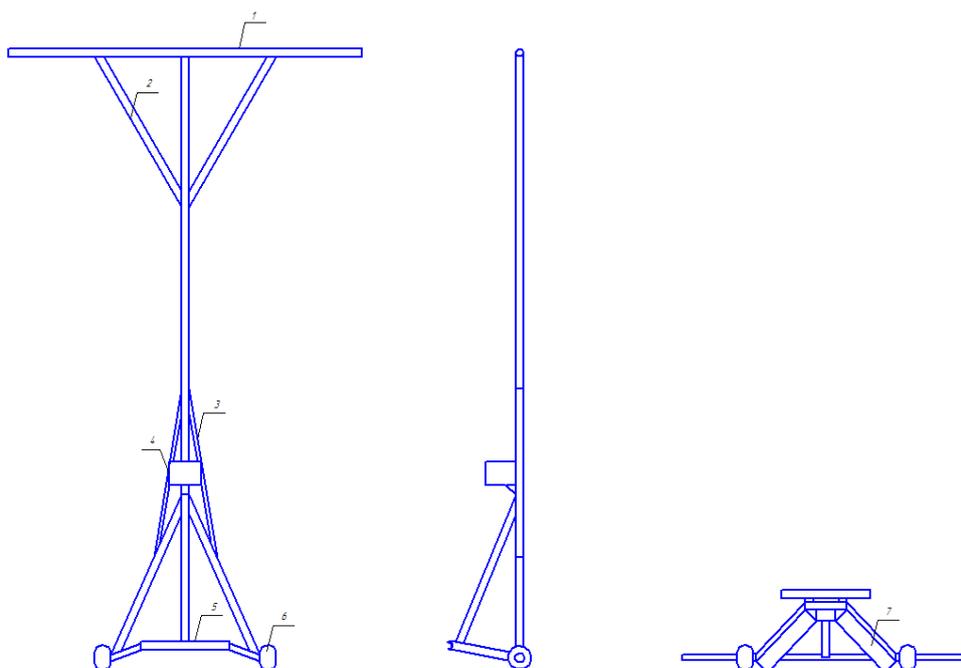
Недостатками третьего варианта являются большие габаритные размеры и неудобства при транспортировке.



1 - рукоять; 2 - ребро жесткости; 3 - подъемная площадка;
4 - колесная ось

Рисунок 2.3 - Схема домкрата команды "MADI - Moscow"

Конструкция домкрата команды "Togliatti Racing Team" представлена на рисунке 2.4. Домкрат состоит из каркасного основания, изготовленного из труб круглого сечения методом сварки, дополнительных ребер жесткости 2 и 3, ручки-толкателя 1, площадки для подъема болида 5, и зацепов для буксировки 7. Так же на сварной конструкции имеется дополнительное место крепления огнетушителя 4 и колесную ось 6. Материал изготовления сталь 20. Преимуществами данного вида конструкции является простота и дешевизна исполнения. К недостаткам следует отнести неустойчивость конструкции к деформациям.



1 - рукоять; 2,3 - ребра жесткости; 4 - место для огнетушителя; 5 - подъемная площадка; 6 - колесная ось; 7 - зацепы для буксировки

Рисунок 2.4 - Схема домкрата команды "Togliatti Racing Team"

Чтобы провести анализ показателей домкрата для болида "Формулы студент" необходимо определить степень значимости показателей оборудования. Для оценки показателей проектируемого оборудования и разбивки степеней значимости составляется таблица 2.1.

Таблица 2.1 - оценки показателей проектируемого оборудования

Оцениваемые показатели	Степень значимости, С
1. Техническая оценка	70 В том числе:

Продолжение таблицы 2.1

1.1 Основные технические и показатели	70 В том числе:
1.1.1. Максимальная высота подъема (см)	10
1.1.2. Минимальная высота подхвата (см)	10
1.1.3.Время подъема (сек)	30
1.1.4. Грузоподъемность (т)	20
2. Экспертная оценка	30 В том числе:
2.1. Цена	10
2.2. Надежность оборудования	20
Итого:	100

Результаты оценки предлагаемого разными поставщиками оборудования вносятся в конъюнктурный лист анализируемого оборудования (табл. 2.2). Назначаются базовые значения показателей качества, соответствующие требуемым образцам оборудования.

Если рост показатель приводит к улучшению качества, уровень качества определяется по формуле:

$$Y_i = C \cdot \frac{P_i}{P_{i0}} \cdot 100\% \quad (1)$$

где Y_i - уровень качества;

C - степень значимости;

P_i - фактическое значение показателей качества;

P_{i0} - базовое значение показателей качества.

Если рост показателя приводит к ухудшению качества, уровень качества определяется по формуле:

$$Y_i = C \cdot \frac{P_{i0}}{P_i} \cdot 100\% \quad (2)$$

С учетом значимости:

$$\Pi_i = C_i \cdot Y_i \quad (3)$$

где Π_i - оценка уровня качества

Лучшим признается то оборудование, которое наберет наибольшую сумму оценок Π_i , определяется по форму

$$\Pi_i = \sum_{i=1}^n C_i Y_i \quad (4)$$

Таблица 2.2 - Конъюнктурный лист оценки технологического оборудования

Конъюнктурный лист анализируемого оборудования														
Показатели	Степень значим. С	Базовое знач. P _{io}	1. Ural State University			2. Moscow UMECH MAMI			3. MADI Moscow			4. Togliatti Racing Team		
			Факт. зн. P ₁	Y ₁	П ₁	Факт. зн. P ₂	Y ₂	П ₂	Факт. зн. P ₃	Y ₃	П ₃	Факт. зн. P ₄	Y ₄	П ₄
1.Максимальная высота подъема (см)	10	20,0	20	100	1000	20	100	1000	20	100	1000	20	100	1000
2.Минимальная высота подхвата (см)	10	7,5	7,0	107	1070	7,5	100	1000	7,6	98	980	7,0	107	1070
3. Время подъема (сек)	30	3	4	75	2250	3	100	3000	5	60	1800	3	100	3000
4. Грузоподъемность(т)	20	0,5	0,4	80	1600	0,55	110	2200	0,6	120	2400	0,6	120	2400
5. Цена (руб)	10	3000	3000	100	1000	5000	71	710	3500	90	900	3000	100	1000
6.Надежность оборудования	20	10	7	70	700	9	90	900	8	80	800	9	90	900
Итого:	100	-	-		620	-		810	-		880			930

После проведения расчетов по всем анализируемым показателям можно составить циклограмму технического уровня оборудования путем откладывания в определенном масштабе значений уровня на линиях, проведенных из общей точки. Технический уровень оборудования определяется определением площади циклограммы. Чем больше площадь циклограммы оборудования, тем выше его технический уровень по сравнению с аналогами. Исходя из сделанных расчетов и показателей циклограммы можно сделать вывод, что из всех анализируемых видов оборудования для разработки новой конструкции принят домкрат команды "Togliatti Racing Team".

2.2. Техническое задание на разработку конструкции домкрата для болида "Формула студент"

Требуется разработать домкрат для болида "Формула студент". Изделие предназначается к эксплуатации как в закрытых помещениях так и на открытом воздухе с твердым половым покрытием (бетонная стяжка, металлическая плитка, асфальтовое покрытие и т.д.). Предназначен для подъема задней оси болида и фиксации в крайнем верхнем положении без приложения дополнительных сил, а так же буксировки автомобиля.

Разработка домкрата для болида "Формула студент" производится по заданию кафедры "Проектирование и эксплуатация автомобилей" Тольяттинского Государственного Университета в рамках выпускной квалификационной работы.

В качестве материалов для разработки устройства служат методические пособия и другая техническая литература.

Технические требования:

Высота рукояти домкрата должна быть не более 1500 мм, прилагаемое усилие человеком на рукоять не должно превышать 200 Н. Рабочее

положение механика – стоя. Элементы соединения конструкции должны быть сварными с использованием круглого профиля, диаметр которого должен быть не более 50 мм. Острые углы устройства рекомендуется скруглить. Место упора домкрата на автомобиль должно иметь площадку формы трубы усеченной по оси диаметра, горизонтально ориентирована под место для упора на автомобиле с длиной не менее 300 мм, диаметром 29 - 31 мм. Минимальная высота подхвата не менее 75 мм, максимальная высота подъема не более 200 мм. Угол между плоскостью рукояти и плоскостью подъемной площадки должен быть менее 90° и не менее 80° , что обеспечивает фиксирование автомобиля в поднятом состоянии без применения дополнительных усилий. По регламенту "Formula SAE" использование автоматических механизмов запрещено. На середине вертикальной штанги рукояти должно быть предусмотрено место для крепления огнетушителя.

Максимальная нагрузка которую должен выдержать домкрат - 300 кг.

В разрабатываемой конструкции должно быть предусмотрена возможность дальнейшего усовершенствования конструкции. Внешние очертания устройства должны отвечать требованиям технической эстетики и передавать функциональный характер. Композиционное решение устройства должно быть таково, что гармоничное соотношение элементов достигается за счет пропорционального сочетания элементов конструкции, пропорциональный подбор габаритов конструкции. Не допускаются выступающие за габариты устройства элементы, если того не требует их функциональное предназначение. Составные части конструкции легко должны подвергаться сборке-разборке при замене деталей или транспортировке. Для защиты от коррозии все основные металлические поверхности должны быть окрашены влаго-маслостойкими красками. Детали вращения должны быть смазаны и защищены от попадания пыли и грязи.

Изделие транспортируется в собранном виде. Материал изготовления - сталь 20.

Примерная себестоимость изделия: 5000 р.

Конструкторская документация на этапе технического проекта согласовывается с руководителем и консультантами по ВКР на кафедре ПЭА.

Техническое предложение согласуется с заказчиком и после его утверждения является основанием для разработки технического проекта.

Основанием для запуска в серию служит испытание опытного образца.

Заинтересованные организации: кафедра ПЭА.

2.3. Техническое предложение

В соответствии с техническим заданием требуется разработать домкрат для болида "Формула - студент". В качестве исходного варианта предложено использовать описание конструкции домкрата команды "Togliatti Racing Team". Задание на разработку выдано кафедрой ПЭА. Домкрат предназначен для поднятия задней оси болида и фиксации в крайнем верхнем положении без приложения дополнительных сил, а так же буксировки автомобиля.

Устройство представляет собой сварную конструкцию имеющую колесную ось, площадку для зацепа задней оси болида и место для крепления огнетушителя.

Домкрат должен обеспечивать фиксацию задней оси болида в поднятом состоянии без дополнительных сил за счет того, что угол между плоскостью рукояти и плоскостью подъемной площадки должен быть менее 90° и не менее 80° . Усилие на рукоять механиком не должно превышать 200Н, что обеспечивается за счет соблюдения отношения пропорций сварной конструкции, указанного в формуле 5.

$$\frac{B}{A} \quad \max \quad (5)$$

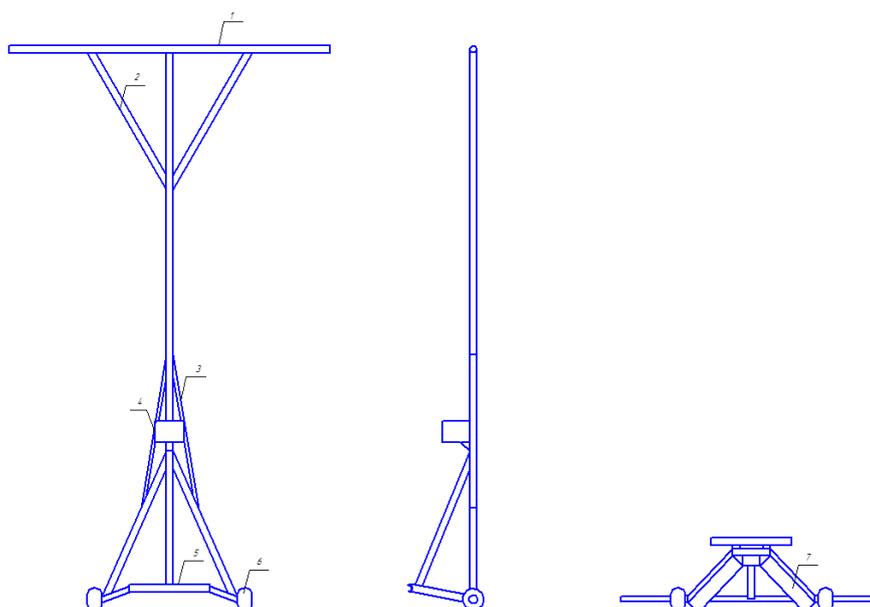
где B - длина рукояти домкрата;

A - длина вылета подъемной площадки.

Домкрат (рисунок 2.3) состоит из каркасного основания, изготовленного из труб круглого сечения методом сварки, дополнительных ребер жесткости 2 и 3, ручки-толкателя 1, площадки для подъема болида 5 и зацепов для буксировки 7. Так же на сварной конструкции имеется дополнительное место крепления огнетушителя 4. Конструкция выполнена передвижной. Материал сварной конструкции сталь 20.

Домкрат работает следующим образом:

Домкрат подкатывается под автомобиль под специально отведенное место, после за счет приложения силы механиком ручка толкателя 1, в следствие чего поднимается задняя ось болида и фиксируется в верхнем крайнем положении. Для буксировки болида используются зацеп 7, который цепляется за специально отведенное на болиде место.



1 - рукоять; 2,3 - ребра жесткости; 4 - место для огнетушителя; 5 - подъемная площадка; 6 - колесная ось; 7 - зацепы для буксировки

Рисунок 2.3 - Схема домкрата команды "Togliatti Racing Team"

Максимальная нагрузка которую должен выдержать домкрат - 300 кг.
Минимальная высота подхвата не менее 75 мм, максимальная высота подъема не более 200 мм.

Габаритные размеры, не более: 1500x 500 x 1600

Масса домкрата, не более: 20 кг

2.4 Конструкторские расчеты

2.4.1 Расчет сил действующих на конструкцию

Рама воспринимает нагрузку от веса автомобиля и от усилия прикладываемого для поднятия автомобиля. Произведем расчет силы прикладываемой для поднятия болида.

Условие равновесие рычага определяется по формуле:

$$F_1 \cdot L_1 = F_2 \cdot L_2 \quad (6)$$

где: F_2 - вес болида, принимаем $F_2 = 3000$ Н;

L_2 - плечо силы F_2 , принимаем $L_2 = 150$ мм;

L_1 - плечо силы F_1 , принимаем $L_1 = 1500$ мм.

Откуда сила F_1 , прикладываемая для поднятия болида, выражается формулой:

$$F_1 = \frac{F_2 \cdot L_2}{L_1} \quad (7)$$

$$F_1 = \frac{3000 \cdot 150}{1500} = 300 \text{ Н.}$$

Схема приложения сил и длин плеч сил показана на Рисунок 2.4.

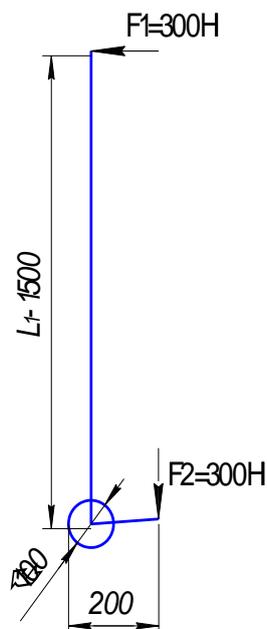


Рисунок 2.4 - Схема приложения сил на конструкцию

2.4.1.1. Расчет нагрузки на трубу конструкции.

Прочностной расчет элементов конструкции определяется по формуле:

$$\sigma_{max} = \frac{M_x}{W_x} \quad (8)$$

где: σ_{max} – максимально допустимое напряжение, для материала Ст 20 принимаем $\sigma_{max}=1400$ кгс/см³;

M_x – изгибающий момент, кгс*см;

W_x – момент сопротивления сечения, см³ :

Принята труба $ГОСТ \frac{25 \times 2 \times 1500_{кр} \Gamma 10704-91}{Б-20 \text{ ГОСТ } 10705-80}$, момент сопротивления сечения для которой рассчитывается по формуле:

$$W_x = \frac{\pi \cdot D^3}{32} (1 - \alpha^4) \quad (9)$$

где: D - внешний диаметр трубы, D = 2.5 см;

α - отношение внутреннего диаметра трубы к внешнему:

$$\alpha = \frac{d}{D} = \frac{2.3}{2.5} = 0.9. \quad (10)$$

$$W_x = \frac{3.14 \cdot 2.5^3}{32} \cdot (1 - 0.9^4) = 0.53 \text{ см}^3;$$

Из формулы 8 находим максимальный изгибающий момент:

$$M_x = \sigma_{max} \cdot W_x = 1400 \cdot 0.53 = 742 \text{ кгс} \cdot \text{см};$$

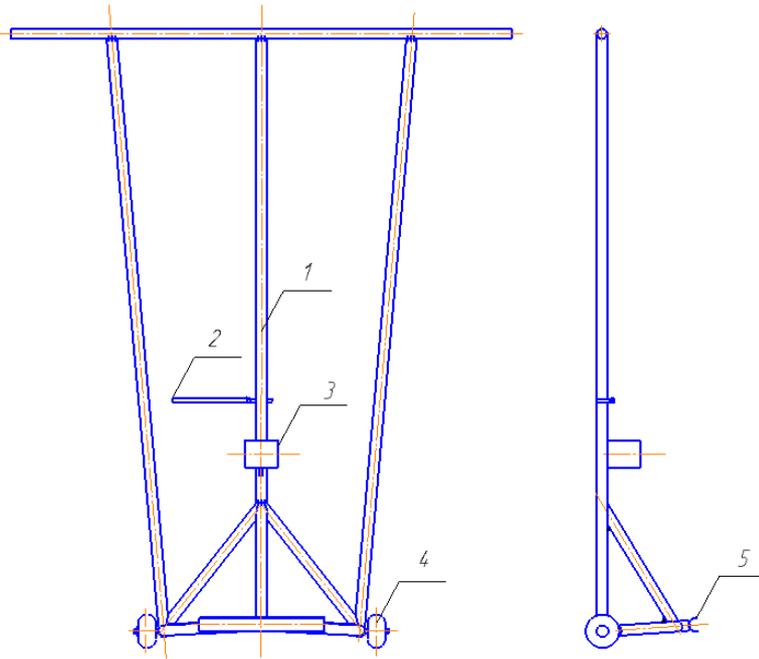
Изгибающий момент на конструкции:

$$M_{факт} = F_2 \cdot L_2 = 300 \cdot 15 = 4500 \text{ кгс} \cdot \text{см}.$$

Из расчета видно, для предложенного варианта конструкции условия прочности не соблюдены, так как $M_x < M_{факт}$, требуется внести изменения в конструкцию и произвести расчет новой конструкции.

2.4.2 Расчет сил действующих на измененную конструкцию

Для увеличения прочности сварной конструкции необходимо добавить дополнительные трубы, идущие от рукояти домкрата к колесной оси, что исключает возможность деформации центральной трубы от напряжения при изгибе. Так же принято изменить диаметр колеса $d_{кол} = 200\text{мм}$, за счет чего меняется длина плеча $L_2=100\text{мм}$, так как высота максимальная высота подъема автомобиля 200мм. Измененная конструкция показана на рисунке 2.5. Домкрат состоит из сворной конструкции 1, ремня 2 и места для крепления огнетушителя 3, колесной оси 4 и места для зацепа болида 5.



1 - подъемный рычаг; 2 - ремень для фиксации домкрата; 3 - место для огнетушителя 4 - колесная ось; 5 - подъемная площадка

Рисунок 2.5 - Схема измененной конструкции домкрата команды "Togliatti Racing Team"

Произведем расчет силы F_1 , прилагаемой для поднятия болида:

$$F_1 = \frac{F_2 \cdot L_2}{L_1} = \frac{3000 \cdot 100}{1500} = 200H;$$

Схема приложения сил и длин плеч сил показана на рисунке 2.6.

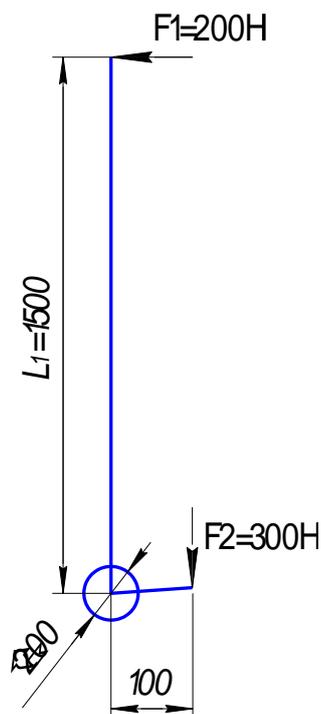


Рисунок 2.6 - Схема приложения сил и длин плеч сил

2.4.2.1 Расчет нагрузки на трубу измененной конструкции.

Конструкция воспринимает нагрузку от веса автомобиля. Произведем расчет нагрузки на трубу домкрата, исходя из условия, что на каждую из труб приходится нагрузка от трети веса автомобиля.

Момент сопротивления сечения на всех трубах конструкции рассчитывается по формуле:

$$W_x = 3 \cdot \frac{\pi \cdot D^3}{32} \cdot 1 - \alpha^4 \quad (11)$$

$$W_x = 3 \cdot \frac{3.14 \cdot 2.5^3}{32} \cdot 1 - 0.9^4 = 1,59 \text{ см}^3;$$

Из формулы 4 находим максимальный изгибающий момент:

σ_{\max} – максимально допустимое напряжение, для материала Ст 20 принимаем $\sigma_{\max} = 1400 \text{ кгс/см}^2$.

$$M_x = \sigma_{max} \cdot W_x = 1400 \cdot 1.59 = 2226 \text{ кгс} \cdot \text{см};$$

Изгибающий момент конструкции определяется по формуле:

$$M_{факт} = \frac{F_2 \cdot L_2}{3} \quad (12)$$

$$M_{факт} = \frac{300 \cdot 10}{3} = 1000 \text{ кгс} \cdot \text{см}.$$

Из расчета видно, что условие $M_x > M_{фак}$ соблюдается и условия прочности удовлетворяют характеристикам материала, даже с условием обеспечения запаса прочности.

3. Технологический процесс обслуживания болида «Формула Студент»

3.1 Параметры диагностирования оборудования

Для домкрата для обслуживания болида "Формула Студент" основными параметрами диагностирования являются:

- целостность лакокрасочного покрытия;
- неизменность геометрии;
- целостность конструкции.

Приняв во внимание все эти параметры, можно сделать вывод об общем техническом состоянии домкрата. Неудовлетворительное состояние тех или иных параметров может свидетельствовать о неисправности.

Домкрат используется только на твердых ровных поверхностях. Максимальная нагрузка на конструкцию не должна превышать 300кг. Домкрат предназначен только для болидов "Формула Студент", так как является специально разработанным оборудованием. В данном разделе в технологической карте описывается процесс замены колес на болиде "Формула Студент"

3.2. Наиболее характерные неисправности.

В процессе эксплуатации автомобиля могут возникнуть неисправности колес и шин, которые представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - возможные неисправности колес и шин

Неисправности	Причины неисправности:	Устранение неисправностей
Биение колеса	неравномерный износ протектора по окружности	заменить колесо
	деформация обода	выправить обод или заменить новым;
	повреждение шины	заменить шину и отбалансировать колесо
	Недопустимый зазор в подшипниках ступицы колеса	Отрегулировать зазор
Повреждение шины	Излом на борту шины из-за деформации обода	Отремонтировать или заменить обод новым; при сильном повреждении шину заменить
	Обрыв нитей корда каркаса по краям протектора из-за перегрузки автомобиля	Не перегружать автомобиль, шину заменить
	Разрыв покрышки при ударе вследствие завышенного давления в шине	Заменить шину новой, установить нормальное давление

Продолжение таблицы 3.1

	Повреждение боковин, причиняемое цепями противоскольжения, непригодными для данных шин	Пользоваться цепями соответствующего типа
Визг шин на виражах	Ненормальное давление в шинах	Довести давление до нормы
	Неправильная установка углов передних колес	Отрегулировать углы
	Поворотный кулак или рычаги подвески деформированы	Заменить деформированный поворотный кулак и рычаги подвески
Неравномерный износ протектора	Увод на поворотах, происходящий от неисправности подвесок	Отремонтировать подвески
	Дисбаланс колес	Отбалансировать колеса
	Неравномерное торможение колес	Отрегулировать тормозную систему
	Не работают амортизаторы	Отремонтировать амортизаторы или заменить их
	Нарушен угол развала колес (износ только с одной стороны протектора)	Отрегулировать угол развала колес

Продолжение таблицы 3.1

Пониженное давление воздуха в шинах (большой износ по краям протектора)	Установить нормальное давление
Повышенное давление воздуха в шинах (большой износ в средней зоне протектора)	Установить нормальное давление
Занижено схождение передних колес (изнашивается внутренний край протектора)	Отрегулировать схождение колес
Увеличено схождение передних колес (износ наружного края протектора)	Отрегулировать схождение колес
Нарушена регулировка рулевого управления, что вызывает неодинаковое схождение правого и левого колес (износ на внутреннем крае протектора одного колеса и на наружном - другого)	Отрегулировать углы установки колес и схождение. Проверить, не деформированы ли детали рулевого управления и подвески

3.3 Технологический процесс обслуживания болида "Формула Студент".

На разрабатываемом в рамках выпускной квалификационной работы оборудовании осуществляется поднятие задней оси болида и его буксировка. В технологическом процессе предполагается замена колес болида "Формула Студент".

Работы производятся в следующей последовательности. Домкрат подкатывают к болиду. Подъемной площадкой домкрата цепляют место для

упора домкрата на болиде и опускают рукоять домкрата до уровня земли. С помощью гайковерта снимают болты крепления колеса. Снимают колеса, проверяют места крепления колеса на автомобиле, после ставят другие колеса. Далее закручивают болты крепления колеса до момента 120 Н*м. После поднимают рукоять домкрата и откатывают его.

Основные этапы замены колеса сведены в технологическую карту и представлены в таблице 3.3.1

Таблица 3.2- Технологическая карта замены колес на болиде "Формула Студент"

Наименование и содержание работы	Кол-во точек воздействия	Место выполнения работы	Приборы и инструменты	Трудоемкость, чел-мин	Технические требования
1 Подготовка автомобиля	-	-	-	4.1	-
1.1 Внешний осмотр болида	1	Сверху, сбоку	-	1.3	-
1.2 Проверить крепление маста упора домкрата	1	Снизу	-	2.3	Не допускается наличие механических повреждений
1.3 Проверить внешнее состояние домкрата	1	Сверху, сбоку, снизу	-	0.5	Не допускается нарушение геометрии конструкции и наличие трещин

Продолжение таблицы 3.2

2 Подготовка к замене колес	-	-	-	2.7	-
2.1 Подкатить домкрат к месту упора домкрата на болиде	1	Сзади снизу	-	0.5	-
2.2 Подъемной площадкой домкрата зацепить место для упора домкрата на болиде	1	Сзади снизу	-	1	Не допускается большое смещение подъемной площадки
2.3 Опустить рукоять домкрата	1	Сзади	-	1.2	Рукоять домкрата должна находиться на земле
3 Замена колес на болиде	-	-	-	12.1	-
3.1 Открутить болты крепления колеса	4	Сбоку	Гайковёрт, головка на 19	3	-
3.2 Снять болты	4	Сбоку	-	0.5	-
3.3 Снять колесо	1	Сбоку	-	2.3	-
3.4 Проверить место крепления колеса	1	Сбоку	-	1.3	Не допускается механически х дефектов мест крепления

Продолжение таблицы 3.2

3.5 Установить новое колесо	1	Сбоку	-	1.5	Совместить отверстия крепления на колесе с отверстиями крепления колеса на болиде
3.6 Установить болты в место крепления	4	Сбоку	-	0.5	-
3.7 Затянуть болты	4	Сбоку	Гайковёрт, головка на 19	3	Момент затяжки 120 Н*м
4 Снятие болида с домкрата	-	Сбоку	-	0.8	-
4.1 Поднять рукоять домкрата	1	Сзади	-	0.5	Рукоять должна быть в вертикальном положении
4.2 Отсоединить подъемную площадку домкрата от места для упора домкрата на болиде	1	Сзади	-	0.3	-

Общая трудоемкость 19,1 чел.-мин (0,31 чел.-час)

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1. Конструкторско-технологическая характеристика объекта

Профессиональная деятельность человека связана с применением оборудования вызывающего различной степени появление возможных рисков.

Охрана труда - система законодательных актов, социально-экономических, технических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающие безопасность, сохранения здоровья и работоспособность человека в процессе труда.

Задача охраны труда в нашей стране и во всем мире – свести к минимуму вероятность поражения или заболевания работающего с одновременным обеспечением комфорта при максимальной производительности труда, т.к. производственные условия во многих сферах деятельности человека характеризуются наличием опасных и вредных производственных факторов.

При выполнении бакалаврской работы актуальны решения вопросов обеспечения безопасности проектируемого объекта в процессе его дальнейшей эксплуатации в отношении функционирования инженерно-технического и технологического оборудования осуществления технологического процесса, функционирования устройства как, с точки зрения, негативного воздействия техногенных факторов на человека, так и на среду (рабочую и окружающую), а также включает вопросы учета минимизации содержания в составе материалов деталей технического устройства вредных и опасных веществ, возможность проведения его безопасной утилизации по завершению жизненного цикла проектируемого технического устройства.

В данной бакалаврской работе разрабатывается шиномонтажный участок, располагающееся в лаборатории Д-112. В лаборатории шиномонтажное отделение предназначено для проведения монтажа - демонтажа шин, восстановления шин и дисков, накачивания колес, снятие и установки колес. Технологический паспорт объекта представлен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

Технологический процесс	Технологическая операция ,	Наименование должности работника	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
Подготовка колес	Мойка колес	Монтировщик шин	Автоматическая мойка колес	Моющие химические вещества
Демонтажные работы	Снятие и установка шины на диск колеса	Монтировщик шин	Станок для монтажа и демонтажа шин легковых автомобилей	-
Работы по восстановлению шин	Вулканизация шин	Монтировщик шин	Вулканизатор	Вулканизирующие агенты (сера, пероксид, оксид металлов и т.п.)
Работы по восстановлению дисков	Прокатка дисков	Монтировщик шин	Станок для правки дисков колес	-

Продолжение таблицы 4.1

Балансировка колес	Установка грузов на диск	Монтировщик шин	Станок для балансировки колёс автомобилей	Алюминиевые набивные грузы
--------------------	--------------------------	-----------------	---	----------------------------

4.2. Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Необходимо определить наличие опасных и вредных производственных факторов и их источник. Все факторы и их источники показаны в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков.

Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
Мойка колес	Химические: загрязнение химическими веществами поверхностей оборудования и материалов	Моющие средства применяемые на мойках колес, грязь на колесах

Продолжение таблицы 4.2

<p>Снятие и установка шины на диск колеса</p>	<p>Физические: повышенный уровень шума на рабочем месте, запыленность воздуха рабочей зоны</p>	<p>Станок для монтажа и демонтажа шин легковых автомобилей</p>
<p>Вулканизация шин</p>	<p>Физические: повышенное значение напряжения в электрической цепи, запыленность воздуха рабочей зоны, повышенный уровень шума на рабочем месте</p>	<p>Вулканизатор, вулканизирующие агенты (сера, пероксид, оксид металлов и т.п.)</p>
<p>Прокатка дисков</p>	<p>Физические: повышенное значение напряжения в электрической цепи, повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок, инструментов и оборудования</p>	<p>Станок для правки дисков колес</p>

Продолжение таблицы 4.2

Установка грузов на диск	Физические: повышенное значение напряжения в электрической цепи, повышенный уровень вибрации	Станок для балансировки колёс автомобилей
--------------------------	---	---

4.3. Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Методы и средства защиты выбираются по действующим на данный момент времени нормативным документам и сводятся в таблицу 4.3.

Таблица 4.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
Физические:		
повышенный уровень шума на рабочем месте	Уменьшение шума в источнике шума (смазывание трущихся деталей), рациональная планировка рабочих участков	Средства защиты органов слуха (наушники, противозумные шлемы, противозумные вкладыши)

Продолжение таблицы 4.3

запыленность воздуха рабочей зоны	Средства нормализации воздушной среды (вытяжные шкафы и зонты, отвод отработавших газов на улицу	Средства защиты органов дыхания (респираторы)
повышенное значение напряжения в электрической цепи	Надзор во время работы, инструктаж, защитное заземление, предохранительные устройства, знаки безопасности	Спецобувь, рукавицы, комбинезоны и т.д.
повышенный уровень вибрации	Уменьшение вибрации в источнике вибрации, рациональная планировка рабочих участков	Спецобувь, рукавицы, комбинезоны и т.д.
Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок, инструментов и оборудования	Рациональная планировка отделения и расстановка оборудования	Спецодежда (куртка, брюки, фартуки, комбинезоны, рукавицы, перчатки)
Химические:		
загрязнение химическими веществами поверхностей оборудования и материалов	Герметизация оборудования, замена устаревшего оборудования, ремонт технологического оборудования	Средства защиты органов дыхания (респираторы), спецодежда(фартуки), средства защиты рук (мази и пасты)

4.4. Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта

В данном подразделе проводится идентификация потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара с разработкой технических средств и/или организационных методов по обеспечению (улучшению) пожарной безопасности технического объекта. Идентификация классов пожара показана в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Участок уборочно-моечных работ	Мойка колес	В	Повышенная концентрация токсичных продуктов горения	Опасные факторы взрыва, возникающие вследствие происшедшего пожара
Шиномонтажный участок	Вулканизатор	А	Повышенная температура окружающей среды	вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

Для выполнения данного раздела необходимо подобрать использование эффективных технических средств, организационно-технических методов, принятых мер защиты от пожара - согласно действующим нормативным документам. Технические средства обеспечения пожарной безопасности внесены в таблицу 4.5.

Таблица 4.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Вода	-	Автоматическая водяная стационарная установка пожаротушения	Приборы приемного-контрольные пожарные	Огнетушитель	средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения (защитные маски, очки)	Лопата	Пожарная сигнализация
Песок				Пожарный кран		Лом	План эвакуации
Кошма						Багор	

Далее разрабатываются организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению возникновения пожара или опасных факторов способствующих возникновению пожара, которые заносятся в таблицу 4.6.

Таблица 4.6 – Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Мойка колес	проверка соблюдения противопожарных правил инспектором по пожарной безопасности, проведение периодических чисток аппаратов и рабочих мест	Средства и способы предупреждения возникновения, пожаров и взрывов должны исключать возможность возгорания ЛВЖ и ГСМ
Снятие и установка шин	регулярный противопожарный инструктаж рабочих; проверка соблюдения противопожарных правил инспектором по пожарной безопасности, электрооборудование закрыто и заземлено.	Средства и способы предупреждения возникновения, пожаров и взрывов должны исключать возникновение замыкания электроцепи

Продолжение таблицы 4.6

Вулканизация	<p>проведение периодических чисток аппаратов и оборудования от горючих пылей в сроки, установленные нормативно-технической документацией на аппараты и оборудование; своевременный плановый ремонт систем предупреждения пожаров и взрывов и систем противопожарной защиты и взрывозащиты.</p>	<p>Средства и способы предупреждения возникновения, пожаров и взрывов должны исключать образование внутри аппаратов и оборудования горючей среды или появление в горючей среде источников зажигания.</p>
--------------	--	--

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.

В данном подразделе проводится идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при реализации технологического процесса. Вредные факторы показаны в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технологического процесса	Воздействие технического объекта на атмосферу	Воздействие технического объекта на гидросферу	Воздействие технического объекта на литосферу
Подготовка колес	Мойка колес с применением моющих химических средств	выбросы в атмосферу химических веществ	Загрязнение сточных вод моющими средствами, ГСМ и СОЖ	Попадание в почву моющих средств, ГСМ и СОЖ
Работы по восстановлению шин	Вулканизация шин с применением вулканизирующих агентов	пыль ингредиентов и образующиеся при вулканизации газообразные вещества в составе вентиляционных выбросов попадают в окружающую	Попадание в сточные воды газообразных веществ, образующихся в процессе вулканизации и	Осаживание газообразных выбросов и пыли

Разрабатываются конкретные технические и организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду производимом данным техническим объектом в процессе его производства, технической эксплуатации и

конечной утилизации по завершению его жизненного цикла. Все мероприятия внесены в таблицу 4.8.

Таблица 4.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технологической операции	Изготовление специального технологического оборудования
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Для снижения вредного воздействия АТП на окружающую среду необходимо правильно организовать вентиляцию помещений. Для защиты атмосферы от загрязнения пылью и туманами используют пыле- и туманоулавливающие аппараты и системы.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Для очистки сточных вод применяют механические, биологические, химические, физико-химические и термические способы. Из очистных установок наиболее часто используют установки работающие на принципе простого отстаивания и фильтрации, бензомасленных уловителей, гидроэлеваторы с гидроциклонами. Из маслоуловителей масло сливают в бак и отправляют на перерабатывающие предприятия. Для предотвращения сильно загрязненной воды в канализацию сточные воды необходимо предварительно очистить. Первоначальная стадия очистки стоков является процеживание.

Продолжение таблицы 4.8

	<p>Оно предназначено для выделения из сточной воды крупных не растворимых примесей, а также мелких волокнистых загрязнений, которые в процессе длительной обработки стоков препятствуют нормальной работе очистного оборудования.</p> <p>При отстаивании одновременно удаляют маслосодержащие примеси с помощью специальных маслоуловителей. После отстаивания механические примеси удаляют в гидроциклонах. После очистки часть сточных вод повторно используют для мойки автомобилей. Сточные воды после очистки подвергаются периодическому контролю.</p>
<p>Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу</p>	<p>Главным источником загрязнений почвы являются технические отходы. Основными направлениями ликвидации и переработки твердых отходов (кроме металлолома) является вывоз и захоронение на полигонах, сжигание, складирование и хранение на территории предприятия до появления новых технологий переработки их в полезный продукт. Лом перерабатывают и вновь используют как сырье. В настоящее время широко используют захоронение отходов в специально подготовленных местах, но при этом занимают большие площади, и может произойти загрязнение грунтовых вод.</p>

1. В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика шиномонтажного участка, перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое и инженерно-техническое оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы, комплектующие изделия и производимые изделия.

2. Проведена идентификация профессиональных рисков на шиномонтажном участке, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ. В качестве опасных и вредных производственных факторов идентифицированы следующие: вибрация при работе с ручным механизированным инструментом, повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны, испарение химических веществ.

3. Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, а именно рациональная планировка отделения и расстановка оборудования, контроль за правильным использованием средств защиты, средства нормализации воздушной среды (вытяжные шкафы и зонты, отвод отработавших газов на улицу, контроль за правильным использованием средств виброзащиты, нормирование рабочего времени. Подобраны средства индивидуальной защиты для работников (таблица 4.3.1).

4. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности (таблица 4.4.1). Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности (таблица 4.4.2). Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте (таблица 4.4.3).

5. Идентифицированы экологические факторы (таблица 4.5.1) и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте (таблица 4.5.2).

5 Экономическая эффективность проекта

Переход к рыночной экономике, появление большого разнообразия организационно-правовых форм предприятий, вовлечение в сферу торговой деятельности значительной части населения, развитие конкуренции, необходимость широкого внедрения современного оборудования и прогрессивных технологий обусловили потребность в новых подходах к организации коммерческой деятельности и технологических процессов на предприятиях торговли, в широком развитии частной инициативы и предпринимательства. В данной выпускной квалификационной работе производится проектирование подъемного устройства для проведения шиномонтажных работ для болида "Формула студент".

Задачами следует считать:

1. Расчет себестоимости оборудования, взятого за базу для разработки, и себестоимости нового оборудования;
2. Расчет экономической эффективности производства нового оборудования;
3. Расчет срока окупаемости после введения нового оборудования в эксплуатацию.

5.1 Расчет себестоимости оборудования

Расчет затрат по статье "Сырье и материалы" производится по формуле:

$$C = C_m * Q_m * (1 + K_{tz} / 100), \quad (13)$$

где: С - стоимость необходимого количества материала;

C_m - цена материала;

Q_m - норма расхода материала;

K_{tz} - коэффициент транспортно-заготовительных расходов, $K_{tz} = 0,2$.

Расчет затрат на сырье и материалы для базового и проектируемого вариантов оборудования приведен в таблице 5.1 и таблице 5.2.

Таблица 5.1 - затраты на сырье и материалы для базового варианта оборудования

Показатели	Един. измер.	Норма расхода	Средняя цена за единицу, руб	Базовый вариант
Труба стальная Ст - 20, 25x2x1500кр, ГОСТ 10705-80	М	3,870	159	615,33
Грунт по металлу	л	2	150	300
Краска термостойкая	л	1,5	390	585
Колесо 100x40	шт	2	395	790
Итого:				2290,33

Таблица 5.2 - затраты на сырье и материалы для базового варианта оборудования

Показатели	Един. измер.	Норма расхода	Средняя цена за единицу, руб	Проектный вариант
Труба стальная Ст - 20, 25x2x1500кр, ГОСТ 10705-80	М	7,780	159	1237,02
Грунт по металлу	л	2	150	300
Краска термостойкая	л	2	390	780
Колесо 100x40	шт	2	395	790
Итого:				3107,02

5.2 Расчет экономической эффективности производства нового оборудования и срока его окупаемости

В результате модернизации оборудования, срок его эксплуатации увеличивается в два раза, что составит 5 лет.

$$T_{\text{экспл}}^{\text{б}} = 2 \text{ года};$$

$$T_{\text{экспл}}^{\text{н}} = 5 \text{ лет}$$

где $T_{\text{экспл}}^{\text{б}}$ - срок эксплуатации базового оборудования;

$T_{\text{экспл}}^{\text{н}}$ - срок эксплуатации нового оборудования.

Цена ремонта оборудования:

$$C_{\text{рем}}^{\text{б}} = 2390 \text{ р};$$

$$C_{\text{рем}}^{\text{н}} = 957 \text{ р},$$

где $C_{\text{рем}}^{\text{б}}$ - цена ремонта базового оборудования;

$C_{\text{рем}}^{\text{н}}$ - цена ремонта нового оборудования.

Экономическая эффективность рассчитывается по формуле:

$$\text{Эффект} = C_{\text{рем}}^{\text{б}} - C_{\text{рем}}^{\text{н}}; \quad (14)$$

$$\text{Эффект} = 2390 - 957 = 1433 \text{ р}.$$

Срок окупаемости нового оборудования рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{н}} - C_{\text{б}}}{\text{Эффект}}; \quad (15)$$

где $C_{\text{н}}$ - стоимость нового оборудования;

Сб - стоимость базового оборудования.

$$T_{ок} = \frac{3107,02 - 2290,33}{1433} = 0,56;$$

Анализ полученных экономических показателей и выводы.

В данной выпускной квалификационной работе производится проектирование подъемного устройства для проведения шиномонтажных работ для болида "Формула студент" на базе уже существующего оборудования.

В рамках бакалаврской работы был произведен расчет себестоимости технологического оборудования – устройство для проведения шиномонтажных работ.

Себестоимость изготовления нового устройства составляет 3107,02 рублей. Экономическая эффективность внедрения нового оборудования составит 1443 рубля.

Внедрение нового оборудования является выгодным, так как увеличивается срок эксплуатации в два раза, что составит 5 лет. Так же уменьшаются затраты на ремонт.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной бакалаврской работе произведено описание структуры проекта "Формула студент". В частности, представлена история создания проекта как на мировом уровне, так и в Тольяттинском Государственном Университете. Показана система введения проекта "Формула Студент" в образовательный процесс. Описано проведение соревнований и обоснована необходимость создания нового оборудования для проведения шиномонтажных работ.

Разработано устройство для проведение шиномонтажных работ для болида "Формула Студент". Проведен анализ аналогов существующего оборудования. В ходе конструкторских расчетов было выявлено, что конструкция оборудования полностью соответствует требованиям к эксплуатации.

При рассмотрении на безопасность и экологичность технологической операции, выполняемой на участке выяснилось, что предприятие удовлетворяет всем нормативам и требованиям.

В ходе экономических расчетов была выявлена эффективность проекта. Срок окупаемости данной установки 0,56 года. Полная себестоимость изготовления стенда – 3107.02 руб.

В целом, анализы и расчеты показали, что данная выпускная квалификационная работа соответствует всем техническим решениям и может быть использован для производства нового устройства для проведения шиномонтажных работ для болида "Формула Студент" в Тольяттинском Государственном Университете"

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. **Епишкин, В.Е.** Проектирование станций технического обслуживания автомобилей : учебно-методическое пособие по выполнению курсового проектирования по дисциплине "Проектирование предприятий автомобильного транспорта" / В. Е. Епишкин, А. П. Караченцев, В. Г. Остапец ; ТГУ ; Институт машиностроения ; каф. "Проектирование и эксплуатация автомобилей". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2012. - 194 с. : ил. - Библиогр.: с. 108-109. - Прил.: с. 110-192. - 66-58.
2. **Петин Ю. П.** Техническая эксплуатация автомобилей : учебно-методическое пособие по курсовому проектированию / Ю. П. Петин, Е. Е. Андреева ; ТГУ ; Институт машиностроения ; каф. "Проектирование и эксплуатация автомобилей". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 116 с. : ил. - Библиогр.: с. 78-79. - Прил.: с. 80-116. - 65-50.
3. **Малкин, В.С.** Проектирования и эксплуатации технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта: учебно-методическое пособие к курсовому проекту бакалавров направления подготовки 190600.62 (23.03.03) «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», специальность «Автомобили и автомобильное хозяйство» [Текст] / В.С. Малкин; - Тольятти: ТГУ, 2015. – 53с.
4. **Бондаренко, Е.В.** Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования : учебник / Е.В. Бондаренко, Р. Р. Фаскиев. - Гриф УМО. - М. : Академия, 2012. - 304 с.
5. **Масуев, М.А.** Проектирование предприятий автомобильного транспорта: учеб. пособие для вузов. - Гриф УМО. - М.: Академия, 2007. - 220 с.
6. **Домашов, Н.М.** Основы проектирования гоночного болида [Текст] / Н.М. Домашов // Сборник трудов 3-го Всероссийского форума "Студенческие инженерные проекты". / Москва, 2015. С. 15 - 20.

7. **Малкин, В. С.** Техническая диагностика : учеб. пособие / В. С. Малкин. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 267 с. : ил. - Библиогр.: с. 264. - Прил.: с. 245-263. - ISBN 978-5-8114-1457-4 : 527-20.
8. **Аринин, И. Н.** Техническая эксплуатация автомобилей : учеб. пособие для вузов / И. Н. Аринин, С. И. Коновалов, Ю. В. Баженов. - Гриф МО. - Ростов н/Д. : Феникс, 2004. - 314 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 310-311. - ISBN 5-222-05101-3 : 79-00.
9. **Автомобильный справочник** / Б. С. Васильев [и др.] ; под общ. ред. В. М. Приходько. - М. : Машиностроение, 2004. - 704 с. : ил. - Библиогр.: с. 696. - Прил.: с. 483-695. - ISBN 5-217-03197-2 : 460-00.
10. **Сарбаев, В. И.** Механизация производственных процессов технического обслуживания и ремонта автомобилей : учеб. пособие / В. И. Сарбаев, С. С. Се-ливанов, В. Н. Коноплев. - М. : РИЦ МГИУ, 2003. - 284 с. : ил. - Библиогр.: с. 284. - ISBN 5-276-00365-3 : 72-56.
11. **Горина, Л.Н.** Раздел выпускной квалификационной работы "Безопасность и экологичность технического объекта": Учебно-методическое пособие [Текст] / Л.Н. Горина, М.И. Фесина; ТГУ, 2016. - 32с.
12. **Горина, Л.Н.** Инженерные расчеты уровней опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах : учеб. пособие / Л. Н. Горина, В. Е. Ульянова, М. И. Фесина ; ТГУ ; каф. управления промышленной и экологиче-ской безопасностью. - Гриф УМО. - Тольятти : ТГУ, 2007. - 134 с. : ил. - Биб-лио-гр.: с. 134. - 25-80.
13. **ГОСТ Р 12.3.047-2012 Национальный стандарт Российской Федерации.** ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля [Текст]. -Взамен ГОСТ Р 12.3.047-98; Введ. 2014 - 01 - 01. Изд-во стандартов, 2012. - IV, 54с.: ил.; 29 см.
14. **Белов, С.В.** Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов / С.В. Белов, В.А. Девисиллов, А.В. Ильницкая, и др.; Под общей редакцией С.В. Белова.— 8-е издание, стереотипное — М.: Высшая школа, 2009. — 616 с.

15. **Чумаков, Л.Л.**, Раздел выпускной квалификационной работы "Экономическая эффективность проекта": Учебно-методическое пособие [Текст] / Л.Л. Чумаков; ТГУ, 2016. - 37с
16. **SAE International** , Formula SAE Rules [Текст]. / SAE International. - 2015. - 177с.;
17. **Greenteam TU Stuttgartat FS China 2014**, Formula Student. An international success story. [Текст]- Formula student Germany, Magazine/ Hockenheim 2015, - pp.66-67
18. **Clark,P**, The Car Design Decision Stage [Текст], Technical Introduction for New Teams/ 2014. - pp 14-15.
19. **Greenteam TU Stuttgartat FS China 2014**, Formula Student. An international success story.- Formula student Germany, Magazine, Hockenheim 2015 pp.66-67
20. **Hughes, M.** Life in the pits, Formula one desing, 2010, pp 159-161

ПРИЛОЖЕНИЯ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Документация							
			16.ПБ.ПиЭА.037.61.00.СБ	Сборочный чертеж	1		
			16.ПБ.ПиЭА.037.61.00.ПЗ	Пояснительная записка	1		
Сборочные единицы							
	1		16.ПБ.ПиЭА.037.61.01.СБ	Домкрат	1		
	2		16.ПБ.ПиЭА.037.61.02.СБ	Ремень	1		
Стандартные изделия							
	3		16.ПБ.ПиЭА.037.61.03.СБ	Колесо	2		
	4		16.ПБ.ПиЭА.037.61.04.СБ	Стопорное кольцо ГОСТ 13943-86	2		
	5		16.ПБ.ПиЭА.037.61.05.СБ	Гайка М20 ГОСТ 11371-78	2		
	6		16.ПБ.ПиЭА.037.61.06.СБ	Упорное кольцо	2		
	7		16.ПБ.ПиЭА.037.61.07.СБ	Подшипник 0000320 ГОСТ 8338-75	4		
16.ПБ.ПиЭА.037.61.00.СП							
Изм./лист		№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.		Жданова			СКБ "Формула Студент". Разработка подъемного устройства для проведения шиномонтажных работ		
Проб.		Бабровский					
Н.контр.		Егоров			ТГУ, ИнМаш, гр.ЭТКБ-1201		
Утв.		Бабровский					
					Лит.	Лист	Листов
						1	1
Копировал					Формат А4		