

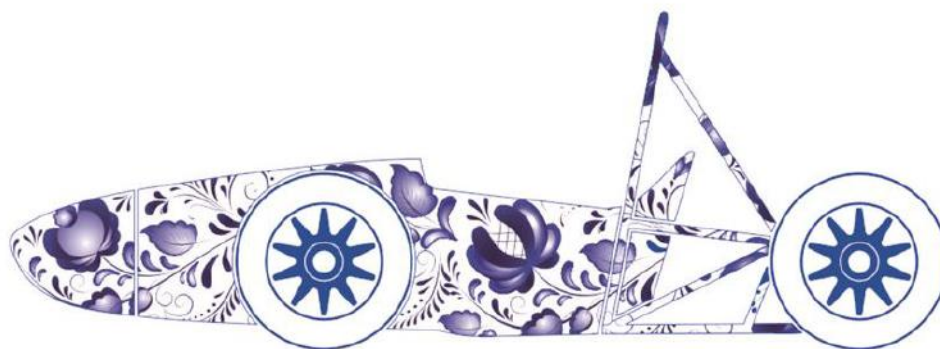


МОСКОВСКИЙ
АВТОМОБИЛЬНО-
ДОРОЖНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)



Ассоциация
Автомобильных
Инженеров

**Сборник трудов
4-го Всероссийского форума
«Студенческие инженерные проекты»**



Москва
МАДИ
2016

МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)

**СБОРНИК ТРУДОВ
4-го ВСЕРОССИЙСКОГО ФОРУМА
«СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ»**

Москва
МАДИ
2016

УДК 378.6.091.313

ББК 74.484.4

С232

С232 Сборник трудов 4-го Всероссийского форума «Студенческие инженерные проекты» / М.: МАДИ, 2016. – 198 с.

В сборнике приведены тезисы и научные статьи, посвященные проблемам и их решениям при разработке студенческих инженерных прототипов для участия в международных соревнованиях. Отражены вопросы по разработке и настройке подвески, систем электрооборудования и электронике, аэродинамических элементов. Рассмотрены технические, экономические, рекламные и маркетинговые аспекты проектов.

УДК 378.6.091.313

ББК 74.484.4

© МАДИ, 2016

Дорогие участники и гости форума!

Мы рады приветствовать Вас в стенах Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). 4-й Всероссийский форум «Студенческие инженерные проекты» открывает для Вас свои двери!

Ассоциация Автомобильных Инженеров, МАДИ и «Академия Formula Student» приложили максимум совместных усилий, чтобы организовать всё качественно и хорошо, и чтобы вы смогли окунуться в неповторимо дружественную и увлекательную атмосферу мировых инженерных движений, уже *покоривших весь мир* и набирающих обороты в России и СНГ. Всероссийский форум собрал рекордное число команд (31) серий: Formula Student (классы Combustion и Electric), Shell Eco Marathon, Baja SAE и Smart Moto. И это несмотря на то, что наши друзья из Одессы, Харькова и Киева в этот раз не смогли приехать.

Хочется отметить, что в этом году уровень статей стал более качественным и содержательным. Мы говорим огромное спасибо за Ваши приложенные усилия и старания. *В рамках 2-дневного форума предусмотрены лекции и мастер-классы* приглашенных экспертов известных компаний.

Уникальность форума позволяет объединить команды университетов из разных регионов СНГ в единое инженерное движение, придать значимость проводимым исследованиям и конструкторским работам не только на соревнованиях, проводимых за рубежом, но и на информационном пространстве России и Украины.

Наличие данных серий проектно-ориентированных инженерных движений – один из путей инновационного развития в подготовке специалистов высочайшего уровня.

Организаторы постарались сделать всё, чтобы форум был полезным, интересным, насыщенным и гостеприимным. Надеемся, что Вы получите только положительные эмоции и приедете в следующем году.

Отдельное спасибо компаниям-партнёрам, благодаря которым этот форум состоялся: **MOTUL**, Picaso 3D, Bosch, ETAS, Формула Студент Академия, SolidWorks Russia, Smart, National Instruments, Autodesk, SKF.

Спасибо, что Вы приехали к нам и принимаете активное участие в студенческих инженерных проектах!

*С уважением,
команда организаторов*

СОДЕРЖАНИЕ

СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ (АВТО И МОТО)	7
FORMULA SAE В РОССИИ	11
В.В. Амельченко. ОТ ДИЗАЙН-КОНЦЕПТА ДО ГОТОВОГО ОБРАЗЦА. РАЗРАБОТКА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОРПУСА БОЛИДА "HYPERBOLOID 1"	13
А.К. Берлизев, И.Г. Мартаков. АНАЛИЗ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО РЫНКА БОЛИДОВ «ФОРМУЛЫ СТУДЕНТ»	17
А.Н. Махиборода, А.Д. Дьяченко. ПРИНЦИП РАБОТЫ БЕСКОЛЛЕКТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА НА БАЗЕ МОТОР-КОЛЕСО	22
С.М. Носов, А.В. Дикевич. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ПРОИЗВОДСТВА С УЧЕТОМ КОЭФФИЦИЕНТА СЕРИЙНОСТИ	27
А.В. Решетов. ОПИСАТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОВОРОТНЫХ КУЛАКОВ АВТОМОБИЛЯ	32
А.А. Ушакова. ИНЖЕНЕРНО-ГОНОЧНАЯ КОМАНДА "SHUKHOV RACING TEAM" КАК PR-СТРАТЕГИЯ ПОПУЛЯРИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА И АВТОМОБИЛЬНЫХ ВИДОВ СПОРТА В МОЛОДЕЖНОЙ СРЕДЕ	35
И.П. Шакалов. АНАЛИЗ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГАСИТЕЛЯ ФРОНТАЛЬНОГО УДАРА	39
О.В. Куковинец, канд.техн.наук Л.С. Феофанова. ОПТИМИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ РАБОТЫ УСТРОЙСТВ С ПРИМЕНЕНИЕМ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ СБОРА ДАННЫХ	43
М.В. Волынкин. ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБТЕКАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ КОНФИГУРАЦИИ МНОГОЩЕЛЕВОГО КРЫЛА СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ	51
М.Л. Шаболин. ПРИМЕНЕНИЕ РАСЧЁТОВ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ АВТОМОБИЛЯ КЛАССА «ФОРМУЛА СТУДЕНТ»	64
В.А. Аксенова, А.Л. Кулагин, Р.В. Деунажев, канд.техн.наук, доц. К.О. Гончаров. ТЕХНОЛОГИИ ЦИФРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА В СОЗДАНИИ КОМПОНЕНТОВ СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ КЛАССА «FORMULA STUDENT»	72
А.Л. Кулагин, Р.В. Деунажев, канд.техн.наук, доц. К.О. Гончаров, канд.техн.наук, доц. А.В. Тумасов, докт.техн.наук, проф. Л.Н. Орлов. КОМПЛЕКСНАЯ РАЗРАБОТКА И ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ СИСТЕМ ПАССИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭЛЕМЕНТОВ СПОРТИВНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ КЛАССА «FORMULA STUDENT» НА ОСНОВЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	75
А.Л. Кулагин, Р.В. Деунажев, канд.техн.наук, доц. К.О. Гончаров. СОЗДАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ КЛАССА «FORMULA STUDENT» НА ОСНОВЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	81

А.П. Брюхов, Д.В. Головин, Н.С. Козырин. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭРГОНОМИКИ ПОСАДОЧНОГО МЕСТА ПИЛОТА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ КРЕСЛА БОЛИДА «ФОРМУЛА СТУДЕНТ» ПНИПУ.....	83
Р.М. Гусейнов, А.О. Пичужкин, Н.В. Камардина. КОМБИНИРОВАННЫЙ АККУМУЛЯТОР	94
А.В.Рубцов, Д.А.Горохова. ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ И МАТЕРИАЛА ДЛЯ АТТЕНЮАТОРА ГОНОЧНОГО БОЛИДА КЛАССА FORMULA STUDENT.....	98
М.Д. Гаджиев А.В. Назаров, А. Акжол Уулу. РЕГУЛИРУЕМЫЙ ПЕДАЛЬНЫЙ УЗЕЛ. МОДУЛЬНАЯ КОНСТРУКЦИЯ.....	102
А.В. Назаров, А. Акжол Уулу. ЭЛЕКТРОННАЯ ДРОССЕЛЬНАЯ ЗАСЛОНКА. ПЕДАЛЬ ГАЗА ИЗ ABS ПЛАСТИКА.	106
Р.Б. Нубаев, А.В. Назаров, А. Акжол Уулу. АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ МАСЛЯНЫЙ ПОДДОН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ШТАТНОЙ СИСТЕМЫ МАСЛОПОДАЧИ	112
Д.А. Шкуркин, А.В. Назаров, А. Акжол Уулу. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕМЁННОЙ ГЛАВНОЙ ПЕРЕДАЧИ С ЗУБЧАТЫМ РЕМНЁМ	115
Д.И. Ганиев, А.А.Гильчик, М.В. Горшков. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ДВИГАТЕЛЯ ДЛЯ БОЛИДА «ФОРМУЛА СТУДЕНТ»	118
Н. М. Домашов. ГЛУШИТЕЛИ ШУМА.....	123
Ю.Р. Ханеева. ПРЕЗЕНТАЦИЯ КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ В ПРОДВИЖЕНИИ ИДЕИ И ПРОДУКТА КОМПАНИИ	131
А.А. Холкина. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ОТЧЕТА О СТОИМОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ГОНОЧНОГО АВТОМОБИЛЯ ФОРМУЛА СТУДЕНТ.....	137
А.И. Кожедёрров. ПРОЕКТ «ФОРМУЛА СТУДЕНТ» КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ГОТОВНОСТИ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ	142
А.А. Орловский. ВИДЫ КОРПУСОВ БОЛИДОВ ФОРМУЛЫ SAE.....	148
К.С. Воложенин. ИНЖЕНЕРНАЯ ПСИХОЛОГИЯ И ЭРГОНОМИКА РАБОЧЕГО ПРОСТРАНСТВА	154
М.О. Ещиганов. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТИПОВ ПОДВЕСОК АВТОМОБИЛЕЙ КЛАССА «FORMULA STUDENT»	158
Т.Ю. Логинов. ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОМАНДЫ ФОРМУЛА СТУДЕНТ.....	163
А.В. Лопухов, А.А. Союстов. РАЗРАБОТКА РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОБОЛИДА КЛАССА «FORMULA STUDENT»	167

Е.Г. Гладков. ВНЕДРЕНИЕ ПРОЕКТИРОВОЧНОЙ ЧАСТИ ЭЛЕКТРОЖГУТА И ОСОБЕННОСТИ ЕГО ЧЕРТЕЖНОГО ИСПОЛНЕНИЯ НА БОЛИДАХ КЛАССА FORMULA ELECTRIC.	171
В.А. Долженков. ВАЖНЫЕ АСПЕКТЫ ПРИ СОЗДАНИИ ПЕРВОГО ЭЛЕКТРОБОЛИДА КЛАССА «ФОРМУЛА СТУДЕНТ»	172
Д.А. Лысых. ОРГАНИЗАЦИЯ ПИТАНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ БОЛИДОВ КЛАССА «ФОРМУЛА СТУДЕНТ»	174
А.М. Мешков, М.О. Грязнов, А.Л. Кулагин, канд.техн.наук К.О. Гончаров. ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ ПОДДОНА КАРТЕРА ДЛЯ БОЛИДА КЛАССА «FORMULASTUDENT»	175
А.Н. Федоров, А.Л. Кулагин, канд.техн.наук К.О. Гончаров. АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ПЕДАЛЬНОГО УЗЛА ГОНОЧНОГО БОЛИДА КЛАССА FORMULA STUDENT	177
Д.В. Головин. РАСЧЕТ И ОПТИМИЗАЦИЯ КРУТИЛЬНОЙ ЖЕСТКОСТИ РАМЫ БОЛИДА «ФОРМУЛА СТУДЕНТ» ПНИПУ	178
К.В. Фетисов. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ГАЗОДИНАМИКИ ПРИ ПРОЕКТИРФОВАНИИ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО ОБВЕСА И КУЗОВА БОЛИДА «ФОРМУЛА СТУДЕНТ» ПНИПУ	179
О.М. Юрченко. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПОДВЕСКЕ АВТОМОБИЛЯ	181
С.Н. Ветров, М.В. Устиненко. ПУТИ РЕШЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ПРОЕКТНЫХ КОМАНД FORMULA SAE И SMARTMOTO CHALLENGE	183
А.Р. Загирова, А.А. Немирович. МАРКЕТИНГОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БОЛИДА	185
И.Р. Наильев, Л.А. Галимова. ОБЗОР ОБ ЭЛЕКТРОМОТОЦИКЛЕ «Е-ТІ»	187
А.С. Васютин. РАЗРАБОТКА ПОДВЕСКИ ЭЛЕКТРОБОЛИДА «ФОРМУЛА СТУДЕНТ» ЮУРГУ	189
Л.А. Чемакин. НОВЫЕ СТАНДАРТЫ SAE/USCAR И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СОЕДИНИТЕЛИ MOLEX ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ	191
СПИСОК УЧАСТНИКОВ	197

СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ (АВТО И МОТО)

Baja SAE



Baja SAE – с этого проекта в США в далеком 1976 году начиналась замечательная серия инженерных проектов. Это класс в котором основной упор делается на конструкцию шасси, рамы и трансмиссии. Каждая из команд, проектирует, рассчитывает и изготавливает свой автомобиль для бездорожья, используя идентичный серийный двигатель Briggs & Stratton (7,5 kW / около 10 л.с.), без возможности изменять его настройки. Класс постоянно развивается, и появляются этапы с возможностью реализовывать абсолютно новые технические идеи, в том числе инженерные решения для преодоления снежных и водных преград!

Основная задача – создать максимально проходимый, динамичный, управляемый и надёжный внедорожный автомобиль для выполнения различных задач на этапах.

Первая команда FRAMBIT MADI появилась в России в 2005 году.

Formula Student

В мире существует великое множество международных студенческих образовательных проектов. По праву самым успешным и популярным с начала восьмидесятых годов является мировая серия Formula SAE (**Formula Student**).

Суть соревнования заключается в том, что студенты должны спроектировать и изготовить небольшой гоночный автомобиль, а потом принять с ним участие в «соревнованиях». По сравнению с Baja SAE (ранее Mini Baja) у молодых инженеров появляется возможность применять больше инновационных электронных и механических систем, использовать композитный монокок, изменять настройки двигателя и многие другие параметры автомобиля, включая его аэродинамические характеристики. Данный класс требует значительно больше интеллектуальных, временных, финансовых и физических затрат. Побеждает не обязательно самый быстрый болид, а команда с наилучшим пакетом общих характеристик, который состоит помимо результатов заездов, из оценки конструкторской разработки, гоночных параметров, логистического и финансового планирования для дальнейшего





производства данной машины. Поэтому все соревнования разбивают на несколько конкурсных этапов (серия динамических и статических тестов). У кого лучше получается комплексно решить поставленную задачу, тот в сумме зарабатывает больше баллов и становится победителем.

Formula Student, пожалуй, не сильно уступает Formula 1 ни в напряженности атмосферы на автодроме, ни в масштабе мероприятия - знаменитости как Дэвид Култхард, Джеф Уиллис, Росс Браун и др. неоднократно занимали судейские кресла наряду с инженерами-представителями таких компаний как BMW, Audi, GM, Ford, Chrysler, Bosch и многих других.

Студенческие команды разрабатывают свои проекты с полным осознанием серьезности и важности соревнований. Неудивительно, что, согласно статистике, каждый третий инженер Formula1 в студенческие годы прошел школу Formula Student.

Основная задача – сделать самый быстрый и сбалансированный автомобиль с бензиновым двигателем при минимальных экономических затратах и доказать это на соревнованиях.

Первая команда появилась в России в 2005 году.

Формула Гибрид



Формула Гибрид – класс автомобилей с гибридными силовыми установками, где необходимо наладить слаженную работу бензинового и электрического двигателей. Большую сложность и простор для инженерного творчества открывает создание системы управления. Болиды имеют возможность использовать такие режимы движения, как «импульсное ускорение» и «рекуперация» энергии при торможении.

Студентам предлагают также рассчитать экологические ресурсы, затрачиваемые на производство каждого автомобиля.

Данное направление является, пожалуй, одним из самых сложных в серии инженерных проектов Formula SAE. Организаторы европейских этапов предпочли развивать классы Combustion и Electric по-отдельности, с тем, чтобы инженеры в будущем смогли объединить свои усилия в создании гибридных автомобилей.

Основная задача – создать максимально динамичный, экономичный, бесшумный, эффективный и экологически безопасный автомобиль с комбинированной энергоустановкой.

Первая команда в России появилась в 2008 году.

Формула Электрик



Формула Электрик – самый молодой и динамично развивающийся класс, направленный на создание самых экологически безопасных автомобилей. Соревнования Formula Student – это зеркало потребностей мировой автомобильной промышленности. С появлением автомобилей появилась

необходимость более бережно относиться к окружающей среде. Студенты конструируют автомобили с самыми современными аккумуляторами с максимальным напряжением до 600 В и пиковой мощностью электродвигателей ограниченной 85 кВт.

Огромное внимание в данном классе уделяется алгоритмам управления, снижению массы автомобиля, эффективности электрической трансмиссии и вопросам электрической активной и пассивной безопасности. Технологии, которые только скор появятся на серийных автомобилях, студенты изучают уже сегодня!

Примечательно, что с 2014 мировой рекорд самого динамичного автомобиля принадлежит электрическому болиду команды GreenTeam из Штутгарта. До 100 км/ч он разогнался всего за 1,779 секунды! Таков результат студенческого электрического автомобиля серии Формула Студент!

Основная задача – создать максимально динамичный, экономичный, бесшумный, эффективный и экологически безопасный автомобиль с электрической тяговой установкой.

Первый Российский болид появился в 2013 году.

Shell Eco-Marathon

Shell Eco-Marathon – это международный проект, направленный на поиск инновационных энергетически эффективных решений, в рамках которого команды университетов проектируют, создают и испытывают инновационные конструкции автомобилей и их двигателей с целью проехать наибольшее расстояние, используя при этом наименьшее количество энергии. Рекорд

экомарафона составляет 3800 км на одном литре топлива. В соревнованиях могут принимать автомобили, имеющие бензиновые, дизельные, водородные и электрические двигатели, в любом случае, при помощи специальных формул и коэффициентов пересчёт ведётся на расход бензина на сто километров. С 2003 года все участники разделены на два класса «концептуальные автомобили» и «урбанистическая концепция». В «урбанистическом» классе принимают участие автомобили, внешне похожие на те, которые мы встречаем на улицах города, в то время как в «концептуальном», в основном трёхколёсные, иглообразные автомобильчики с лежащей посадкой пилота.



Основная задача – создать максимально экономичный и эффективный прототип автомобиля и проехать как можно большее расстояние на одном литре жидкого топлива.

Первый болид в «концептуальном» классе появился в России 2011 году.

SmartMoto Challenge



SmartMoto Challenge – это чемпионат среди лёгких мотоциклов на электрической тяге, которые построены студентами инженерных вузов.

Целью данного проекта является предоставление возможности студентам поработать над реальным проектом по разработке лёгкого электромотоцикла. Участие в проекте способствует приобретению полезных навыков, таких как работа в команде, работа над задачами, с использованием новейших технологий и знаний на рынках завтрашнего дня. С другой стороны, производители из отрасли мотоциклов получают новые идеи и дополнительный источник кадров, имеющих опыт работы.

Обязательной частью является создание бизнес-плана, который объясняет, как команда планирует запуск проекта с точки зрения организации производства, цен, дилерской сети, рынков сбыта.

Основная задача – производство полностью функционального, отвечающего требованиям европейских стандартов электрического мотоцикла для одного или двух пассажиров, заточенного под определенную задачу.

Первая команда в России появилась в МАМИ в 2013 году и сразу выиграла международные соревнования.

FORMULA SAE В РОССИИ

Первооткрывателем Формулы SAE является Московский Автомобильно-Дорожный Государственный Технический Университет (МАДИ), где в 2005 году была основана студенческая инженерная команда SEG MADi Formula Student. Идея принадлежала Сергею Викторовичу Сафроненкову, преподавателю Кафедры инженерной педагогики, который в 2004 году посетил соревнования Формулы Студент в Европе, и, под впечатлением, от увиденного сразу отправился в гости к нескольким крупным европейским командам. Воодушевившись этой идеей, он смог найти поддержку в институте и «зажечь» ею студентов. В итоге уже через год после образования команды, в 2006 году команда МАДИ дебютировала на соревнованиях в Германии, где успешно прошла все испытания со своим первым автомобилем. Получив бесценный опыт и посмотрев на европейские команды, ребята привезли на следующий год совершенно новый автомобиль, получивший название Adrenaline. Организаторы были приятно удивлены, отметив значительный прогресс с инженерной точки зрения.

Эстафету вслед за МАДИ подхватил и МАМИ (сегодня Московский Машиностроительный Университет). Команда МАМИ выступила в 2008-ом году со своим первым автомобилем на этапе в Германии. С тех пор она постоянно выступает на различных зарубежных этапах и улучшает свои результаты. Третий российской командой стала команда Тольяттинского Государственного Университета (ТГУ).

В 2007 году первая российская команда FRAMBIT MADi серии Mini Baja приняла участие в крупнейших соревнованиях серии во Флориде, США. После этапа, С.В. Сафроненков и Сергей Феофанов посетили впервые проводившиеся соревнования Formula Hybrid USA. И в 2007 году была основана новая команда «Формула Гибрид МАДИ», которая уже в 2008 году приняла участие в американском этапе, а осенью того же года на соревнованиях в Италии в Class 3 (класс технических проектов и бизнес презентаций) заняла **1-е место**. В сезонах 2009 и 2010 года команда успешно отстаивала честь России на соревнованиях в США, в 2011 году команда заняла первое место на соревнованиях в Италии в Class 1!

В 2009 году в НГТУ им. Р.Е. Алексеева была основана команда «Amigo», дебют которой на международных соревнованиях состоялся в сезоне 2013 года.

Следом за МАМИ из московских Вузов к участию в международных европейских соревнованиях в 2012 подключился Российский Университет Дружбы Народов (РУДН), где силами студентов инженерного факультета был построен автомобиль.

В 2012 году команда из Челябинска создала свой первый болид.

В 2012 команда Формула Гибрид МАДИ была преобразована в «Formula Electric MADi» и в 2013 представила в Италии первый российский автомобиль

класса Formula Student Electric – «Белуха», передвигающейся исключительно на электрическом приводе.

В сезоне 2013 года количество участников проекта Формула Студент из России значительно увеличилось. На итальянском этапе, проходившем в середине сентября в городке Варано де Мелегари, количество участников из России достигло 7! Этими командами стали: Formula Electric MADI, FDR MAMI, Формула Студент РУДН, Amigo team (НГТУ им. Алексеева), Formula Neftegaz (Тюмень), Формула Студент УРГУПС (Екатеринбург) и четвертая московская команда МГТУ им. Баумана, которая уже на первом своем выступлении смогла показать великолепные результаты наравне с ведущими европейскими командами, и лишь досадная ошибка не позволила «бауманцам» дойти до финиша.

В 2014 году состоялось знаковое событие – был проведён первый полномасштабный международный этап в России – «Formula Student Russia 2014» с приглашением лучших мировых судей серии Formula Student. Успешные соревнования дали мощный импульс к развитию студенческих инженерных движений в России.

И вот теперь число команд, посетивших 4-ю Всероссийскую конференцию «Студенческие инженерные проекты» составило 31 из 14 городов России (и еще 4 команды не смогли приехать по различным причинам). Стоит отметить, что число работ и, главное, качество публикаций существенно выросло. Спасибо за ответственный подход к делу.

Отрадно, что несмотря на очевидно сложные времена, число инженерных команд растёт, что обязательно должно привести к росту качества образования и улучшению результатов российских команд на международной арене.

Организаторы Конференции приложили максимум усилий, чтобы каждый получил пользу и удовольствие от работы на ней. Выражаем искреннюю признательность всем партнёрам и МАДИ, которые сделали возможным организовать все на высоком уровне.

До встречи на 5-й Конференции.

*Искренне ваш,
Оргкомитет.*

4-Й ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ
«СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ»

Москва

2016

УДК 629.371.21.02

**ОТ ДИЗАЙН-КОНЦЕПТА ДО ГОТОВОГО ОБРАЗЦА. РАЗРАБОТКА И
ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОРПУСА БОЛИДА "HYPERBOLOID 1"**

В.В. Амельченко

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

SHUKHOV RACING TEAM

Аннотация

В статье представлено описание разработки и изготовления корпуса для гоночного болида. Актуальность заключается в применении дизайнерских разработок в современном автомобиле. Основой для создания концепции спортивного автомобиля является бионический прототип - форма пограничная между биологией и техникой, позволяющая решать инженерные задачи на основе анализа структуры и деятельности живой природы. Поэтапная разработка корпуса методами цифрового расчета и параметрического прототипирования позволила исключить все дефекты и улучшить качество готового образца. Использование принципов построения и создания корпуса болида на основе бионики и гиперболоидной конструкции В.Г. Шухова позволили разработать оригинальную форму болида, отразившую современный динамично развивающийся мир.

Ключевые слова: корпус, болид, бионика, прототип

Annotation

The article describes the design and construction of the hull for a racing car. The urgency lies in the application of design development in a modern car. The basis for the creation of the concept of a sports car is a prototype bionic - form the border between biology and technology, allowing to solve engineering problems based on analysis of the structure and activities of wildlife. Phased development of housing methods of calculation and parametric digital prototyping allowed to exclude any defects and to improve the quality of the final sample. Used construction principles and the creation of the body of the car based on bionics and hyperboloid structure VG Shukhov helped to create the original form of the car, reflect the modern fast-paced world.

История дизайна спортивных автомобилей – это история становления красоты, воплощённой в последних достижениях науки и техники. Это придание эстетической индивидуальности достижению невиданных скоростей и свободы человека, в условиях сочетания науки и искусства.

В настоящее время болиды продолжают тянуть к технологическим вершинам автомобильную промышленность, постоянно обновляясь и отдавая лучшие наработки массовому производству. Искусство творения облика автомобиля достигло в настоящее время своего расцвета. Дизайн спорт-кара теперь наравне с техническими характеристиками определяет его коммерческий успех.

Задачей отдела эргономики и дизайна команды "Shukhov Racing Team" являлась разработка корпуса болида, концепция которого отражала бы современный мир – динамичный, агрессивный и постоянно развивающийся.

Основой концепции является бионический прототип - форма пограничная между биологией и техникой, позволяющая решать инженерные задачи на основе анализа структуры и деятельности живой природы. В своей творческой деятельности человек постоянно, сознательно или интуитивно, обращается за помощью к живой природе. Причины особого внимания дизайнеров к законам формообразования живой природы заключаются в том, что дизайн как особый вид искусства имеет непосредственную связь с материальной средой, для которой создается дизайнерский образ. Живая природа имеет тенденцию в процессе своего развития стремиться к всемерной экономии энергии, строительного материала и времени. Закон минимума в живой природе обусловлен органической целесообразностью существования. Все это привело к мысли о возможности использования в биодизайне не только внешних очертаний природных форм, но и закономерностей формообразования живых структур в конструктивном плане.

С точки зрения построения формы болида "Hyperboloid 1" основой стали представители океана - акула и касатка. Повторяя их плавные обтекаемые формы и пластику движений, мы разработали концептуальную модель корпуса болида.

Так как команда "Shukhov Racing Team" рождена в стенах технического ВУЗа с великим «шуховским» наследием, техническим прототипом стала гиперboloидная конструкция В.Г. Шухова.

Еще одним из ключевых критериев выбора данной формы корпуса стали габаритные размеры и конфигурация рамной конструкции, разработанной в соответствии с требованиями регламента SAE. Результатом слияния природы, разума и технологии стал конечный дизайн-концепт болида «HYPERBOLOID 1».

На основе габаритных размеров рамной конструкции и дизайн-концепции болида была разработана трёхмерная модель корпуса в «3D Studio MAX» с последующей доработкой и визуализацией в «CINEMA 4D».

Методы цифрового расчёта модели и параметрического прототипирования позволили определить характеристики корпуса и его геометрию, позволили создать поверхность нужной формы и размеров в виде параметрической «заготовки» из насеченных плоскостей. Деревянные плоскости, представляют собой сечения модели, которые были изготовлены из листов фанеры на фрезерном станке и собраны в единую конструкцию. Пустоты в «заготовке» заполнялись монтажной пеной, для окончательной доводки использовалась строительная гипсовая шпатлевка нескольких видов. «Заготовка» выравнивалась и доводилась при помощи различных измерительных элементов высокой точности (штангенциркуль, профильная линейка, лазерные измерительные приборы и пр.). Последним этапом подготовки являлось наложение грунта и шлифование наждачной бумагой с мелким зерном.

На основе имеющейся «заготовки» корпуса была изготовлена составная матрица. За счёт разделительных границ из плотного картона корпус был разделен на сектора. Далее вся «заготовка» была покрыта разделительным воском и другими противoadгезионными составами в несколько слоёв. На поверхность «заготовки» был нанесён матричный гелькоут, который создал твёрдую прослойку, повторяющую форму будущей детали. Для полного застывания гелькоуту была обеспечена выдержка в 72 часа. Далее слой гелькоута был усилен несколькими слоями стекломата, пропитанного полиэфирной смолой, с обязательным закладыванием разделительной границы и удалением пузырьков воздуха между слоями. После полной полимеризации смолы в разделительной границе просверлили отверстия под болтовое соединение. Следующим шагом было снятие матрицы. Затем матрица была отшлифована и отполирована. Места стыков были заложены скульптурным пластилином для обеспечения идеально гладкой поверхности.

Процесс создания готового изделия схож с созданием матрицы, однако имеет свои особенности. Вся площадь матрицы также промазывают антиадгезионными составами. На внутреннюю поверхность с помощью кисти и пульверизатора наносят детальный гелькоут белого цвета. Было правильно рассчитано его время отверждения, так как если процесс будет протекать слишком быстро, то гелькоут начнет вспучиваться и будущая деталь будет с обилием ямок, углублений и различных дефектов. После отверждения гелькоута будущая деталь усиливается слоями стекломата в зависимости от необходимой толщины изделия, его веса, прочностных характеристик и гибкости. По прошествии 24 часов изделие было изъято, соединительные болты раскручены и удалены. Матрица снималась чрезвычайно аккуратно и по частям. Выбранный нами метод предпочтителен в изготовлении единичных образцов.

Последним этапом было шлифование готового изделия, шпатлевание, после чего подготовка к установке на рамную конструкцию и покраска в два цвета. Итоговым штрихом дизайнерской идеи стало нанесение рисунка в виде акульей пасти.

Использованные нами принципы построения и создания корпуса болида на основе бионики и ручного формования стеклопластика позволили нам создать оригинальную форму болида, отразившую современный динамично развивающийся мир.

Список литературы

1. Плетин, Д.А. Особенности конструкции гоночных автомобилей класса Формула. - М.: МАМИ, 2014.
2. Ершов, М.Ю. Эволюция дизайна кузова спортивных автомобилей / М.Ю. Ершов, А.Б. Уваров. - СПб.: СПбГУПТИД, 2011.
3. Филатов, М.И. Оптимизация формы легкового автомобиля по аэродинамическим показателям / М.И. Филатов, Т.Ю. Агеева. - Оренбург: ОГУ, 2009.

4-Й ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ
«СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ»

Москва

2016

УДК 629.371.21:338.242

АНАЛИЗ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО РЫНКА БОЛИДОВ «ФОРМУЛЫ СТУДЕНТ»

А.К. Берлизев, И.Г. Мартаков

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова

SHUKHOV RACING TEAM

Аннотация

В данной статье был произведён анализ потребительского рынка болидов класса «Формула Студент». Актуальность данной темы связана с тем, что за последние несколько лет отечественный автоспорт стал набирать популярность во всех его направлениях и студенческие соревнования стали не исключением. Одна из основных идей данного проекта заключается не только в заинтересованности молодых и креативных студентов в проектировке, создании и участии в соревнованиях «Формула Студент», но и в создании успешной компании для дальнейшей продажи созданных ими болидов и комплектующих для них.

Ключевые слова: анализ, спрос, рынок, потребитель, болид, Формула Студент.

ANALYSIS OF CONSUMER MARKET FIREBALLS "FORMULA STUDENT"

A.K. Berlizev, I.G. Martakov

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov

SHUKHOV RACING TEAM

Annotation

This article analyzed the consumer market class cars "Formula Student". The relevance of this topic is related to the fact that in recent years the domestic motor sport began to gain popularity in all its tracks, and student competitions were not the exception. One of the main ideas of this project is not only in the interest of young and creative students in the design, creation and participation in the competition "Formula Student", but also in creating a successful company for further sale they have created fireballs and components for them.

Keywords: analysis demand, the market, the consumer, car, Formula Student.

«Формула Студент» - это студенческие инженерные соревнования, изначально организованные Сообществом Автомобильных Инженеров в 1978 году в США. В России в настоящее время данный вид соревнований только начинает завоевывать популярность.

Продуктом нашей компании является болид, соответствующий требованиям «Формулы SAE». Кроме того, в ближайшем будущем «Shukhov Motors Ltd.» будет готова обеспечить команды, которые учувствуют в международном проекте «Формула Студент», широким спектром комплектующих и готовых блоков для создания и разработки собственных болидов, а также для авто- и мотолюбителей.

Нашей команде представляется, что участие в гонках формульного типа, вождение формульного болида на треке может быть интересно широкому кругу людей.

Обосновать это можно следующим образом. Во-первых, в России в последние годы возрос интерес как к гонкам вообще, так и к гонкам формульного типа. В настоящее время функционирует Российская Автомобильная Федерация, которая занимается организацией различных гонок, особенно активно развиваются соревнования по картингу. Во-вторых, о росте популярности «формульных» гонок говорит и дебют в 2012 году «Формулы-Masters Россия» (ранее «Формула-Россия») – чемпионата России в классе автомобилей с открытыми колесами.

Кроме того, внимание публики к «формульным» гонкам привлекло то, что 10-12 октября 2014 года впервые в России были проведены соревнования Формулы-1 Гран-при России.

Так, ежегодно аудитория F1 привлекает от 450 до 600 млн. человек по всему миру (в России 12 млн.), - действительно увлечённых и преданных болельщиков, которые хотели бы ощутить себя в роли пилота любимой серии.

На рис. 1, 2, 3 представлены данные об аудитории зрителей данных соревнований (). [1]

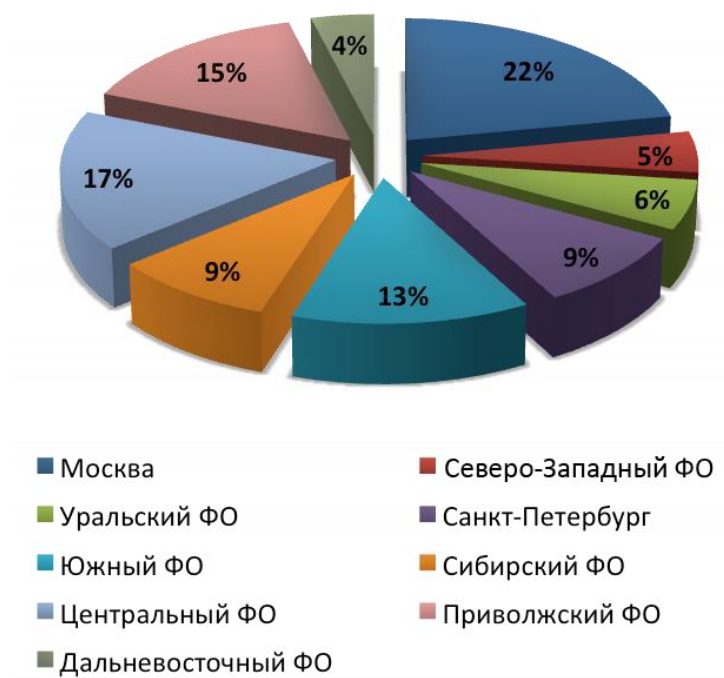
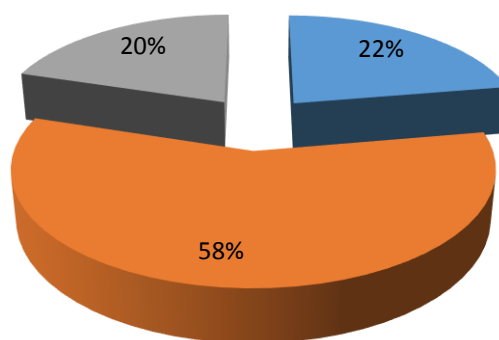


Рис. 1. Аудитория зрителей Формулы-Masters по округам Российской Федерации



Рис. 2. Аудитория зрителей Формулы-Masters по доходу



Возраст (лет):

■ 18-25 ■ 25-45 ■ 45+

Рис. 3. Аудитория зрителей Формулы-Masters по возрасту

Мы считаем, что люди, проявляющие интерес к гонкам Формулы-Masters, являются потенциальными покупателями разработанного нами болида «HYPERBOLOID 1». Соответственно образ наших потенциальных клиентов выглядит следующим образом: клиенты Центрального Федерального, Южного и Приволжского округов России в возрасте от 18 до 25 лет с ежемесячным доходом от 1000\$ до 3000\$. Эта группа потенциальных клиентов будет состоять из автолюбителей или лиц, желающих начать свою профессиональную деятельность в области автоспорта (Формула Студент).

Несмотря на то, что в настоящий момент вышеупомянутая категория клиентов более подвержена экономически нестабильной ситуации в стране и в мире в целом, по мнению аналитиков компании «Shukhov Motors Ltd.», именно она способна поддержать минимальный спрос на нашу продукцию.

Также нами рассматривается тот факт, что потенциальными покупателями или арендаторами наших болидов будут являться автоспортивные комплексы, которые находятся не только в пределах рассматриваемых нами округов.

Следующей перспективной категорией потенциальных потребителей будут являться клиенты в возрасте от 25 до 45 лет, проживающие в основном на территории Центрального Федерального округа, с ежемесячным доходом свыше 3000\$.

Учитывая то, что наш клиент представляет собой состоятельного и преуспевающего взрослого человека, исключается фактор влияния кризиса в экономике на продвижении нашего товара на рынок. Однако данным лицам мы отвели роль второстепенных потребителей нашего продукта, так как их спрос на продукцию будет в большей мере единичным и непостоянным, что не создает условия для стабильной работы компании «Shukhov Motors Ltd.».

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что в России в настоящее время существует скрытый спрос потребителей как на автомобили

формульного типа, так и на услуги проката автомобилей на готовых авто-спортивных комплексах.

Также наша компания ориентирована на создание не только отечественного сегмента болидов типа «Формула SAE», но и комплектующих для них.

Особенностью российского сегмента Формулы Студент является практически полное отсутствие комплектующих отечественного производства. Сложилась такая ситуация, когда командам приходится заказывать большое количество запчастей и комплектующих из-за границы, что требует больших денежных затрат и времени на ожидание прихода заказов.

Преимущество нашего позиционирования на внутреннем рынке заключается не только в более низком ценовом диапазоне, по сравнению с зарубежными поставщиками, но и в более высокой скорости доставки и возможности максимально удовлетворить требования потребителя.

Список литературы.

Статья «Формула-Masters». – URL: <http://www.formula-champ.ru> (дата обращения: 01.02.2016).

4-Й ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ
«СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ»

Москва

2016

УДК 629.371.21.027:621.313.292

**ПРИНЦИП РАБОТЫ БЕСКОЛЛЕКТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО
ТОКА НА БАЗЕ МОТОР-КОЛЕСО**

А.Н. Махиборода, А.Д. Дьяченко

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова

SHUKHOV RACING TEAM

Аннотация

Авто с электрическими мотор-колесами обладают рядом веских преимуществ перед традиционными. В первую очередь, это отсутствие множества сложных и тяжелых передаточных механизмов между двигателем и колесом — сцепления, трансмиссии, приводных валов и дифференциалов. Во-вторых, отменная динамика: компактные и легкие электрические моторы способны развивать крутящий момент вплоть до 700 Н•м даже на самых низких оборотах. В-третьих, управляемое мотор-колесо делает автомобиль чрезвычайно маневренным — ведь все колеса могут вращаться с разной скоростью и даже в разных направлениях. В-четвертых, значительно упрощается конструкция важнейшей для электромобилей системы регенерации энергии торможения. Основным компонентом мотор-колеса является бесколлекторный электродвигатель постоянного тока. В данной статье рассматривается устройство и общий принцип работы системы управления бесколлекторного электродвигателя.

Ключевые слова: мотор-колесо, электродвигатель, система управления, широтно-импульсная модуляция.

Annotation:

Auto electric motor-wheels have a number of compelling advantages over traditional. First and foremost is the lack of a multitude of complex and heavy gears between the engine and the wheel - the clutch, transmission, drive shafts and differentials. Second, excellent dynamics: the compact and lightweight electric motors are capable of developing a torque of up to 700 N • m even at the lowest speeds. Third, the controlled-wheel motor makes the car extremely agile - after all the wheels can rotate at different speeds, and even in different directions. Fourth, significantly simplifies the design of the most important for the electric braking energy recovery system. The main component of the wheel motor is brushless DC motor. This article describes a device and a common principle of the brushless motor control system.

Двигатель с прямым приводом представляет собой трёхфазный бесколлекторный двигатель постоянного тока (рис. 1), отчасти похожий на шаговый двигатель, но это не совсем так. В иностранной литературе его ещё часто называют BLDC (Brushless Direct Current Motor - бесщёточный мотор постоянного тока), для удобства мы тоже будем применять эту аббревиатуру. Такой двигатель состоит из ротора с постоянными магнитами и статора с обмотками.

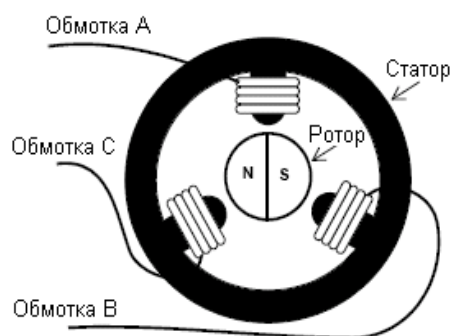


Рис. 1. Бесколлекторный двигатель

Ротор BLDC - вращающаяся часть двигателя. Магниты всегда имеют чётное количество и установлены с чередованием полюсов. Чем сильнее применяемые магниты, тем выше момент силы, развиваемый двигателем на валу.

Статор BLDC - неподвижная часть двигателя. Статор состоит из нескольких листов магнитопроводящей стали, заключённых в пластиковый каркас, который служит изолятором. В целом, каркас статора напоминает круг с зубьями. На каждый зуб статора наматывается катушка. Обмотка трёхфазного бесколлекторного двигателя изготовлена из медной проволоки толщиной 1 мм. Классическая обмотка выполняется одним проводом для одной фазы, то есть все обмотки на зубьях одной фазы соединены последовательно. Обмотки соединяют по схеме «звезда» или «треугольник». В нашем случае обмотки статора будем рассматривать по схеме соединения «звезда», т.е. концы фаз имеют общую точку (рис. 2).

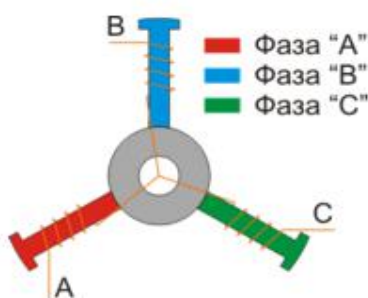


Рис. 2. Схема соединения «звезда»

Поскольку в каждый момент времени работают только две фазы (при включении «звездой»), магнитные силы воздействуют на ротор неравномерно по всей окружности (рис. 3). Силы, воздействующие на ротор, стараются его перекосить, что приводит к увеличению вибраций. Для устранения этого эффекта статор делают с большим количеством зубьев, а обмотку распределяют по зубьям всей окружности статора как можно равномернее (рис. 4).

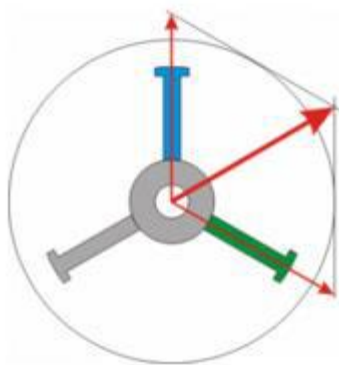


Рис. 3. Воздействие магнитных сил

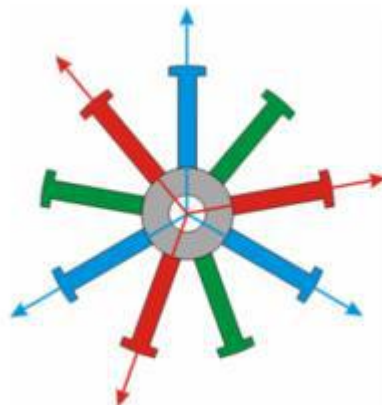


Рис. 4. Распределение магнитных сил

Система управления двигателем BLDC и схема её реализации аналогичны схеме управления трёхфазным асинхронным двигателем. Управление двигателем с прямым приводом построено на инверторе напряжения с широтно-импульсной модуляцией.

Двигатель постоянного тока имеет три вывода (т.е. три фазы), на которые в разный момент времени подаётся "+" и "-" питания. Это реализуется при помощи IGBT (биполярных транзисторов с изолированным затвором), представляющих собой электронные силовые ключи, включённые по мостовой схеме (рис.5).

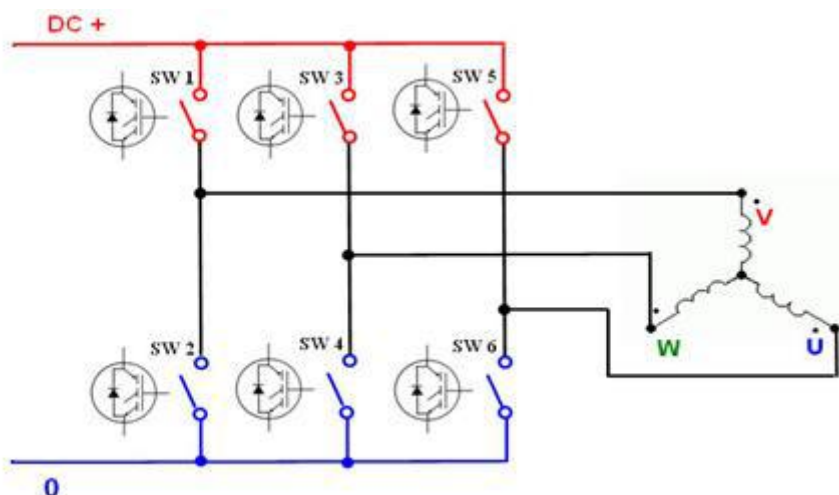


Рис. 5. Условная схема силовой части инвертора и обмоток двигателя, подключённых по схеме "звезда"

Замыкая ключ SW1, подаётся «+» на фазу V, а замыкая ключ SW6, подаётся «-» на фазу U. Таким образом, ток потечет от «+» выпрямителя через фазы V и

U. Для обеспечения обратного направления открываются SW5 и SW2. В этом случае ток потечет от «+» выпрямителя через фазы U и V в обратном направлении. При работе двигателя одновременно должен быть открыт только один верхний и один нижний ключ. При включении ключей, как показано выше, на двигатель подается полное напряжение питания. При этом двигатель развивает максимальные обороты (мощность). Чтобы обеспечить управление двигателем, нужно регулировать напряжение питания двигателя. Изменение действующего напряжения осуществляется с помощью широтно-импульсной модуляции (ШИМ).

Широтно-импульсная модуляция (ШИМ) - это управление средним значением напряжения на нагрузке путём изменения скважности импульсов, управляющих ключом. А скважность - это отношение периода следования (повторения) сигнала к длительности (широте) его импульса.

На рис. 6 представлен график, иллюстрирующий применение трёхуровневой ШИМ для управления электродвигателем, которая используется в приводах асинхронных электродвигателей с переменной частотой. Напряжение от ШИ-модулятора, подаваемое на обмотку двигателя, показано в виде прямоугольных импульсов. Пунктирной линией грубо изображён магнитный поток в статоре двигателя. Магнитный поток имеет приблизительно синусоидальную форму благодаря соответствующему закону ШИМ.

Поэтому ключи открыты не все время, а открываются и закрываются с фиксированной частой, но изменяемой скважностью. Таким образом, изменяется действующее напряжение от нулевого до напряжения питания.

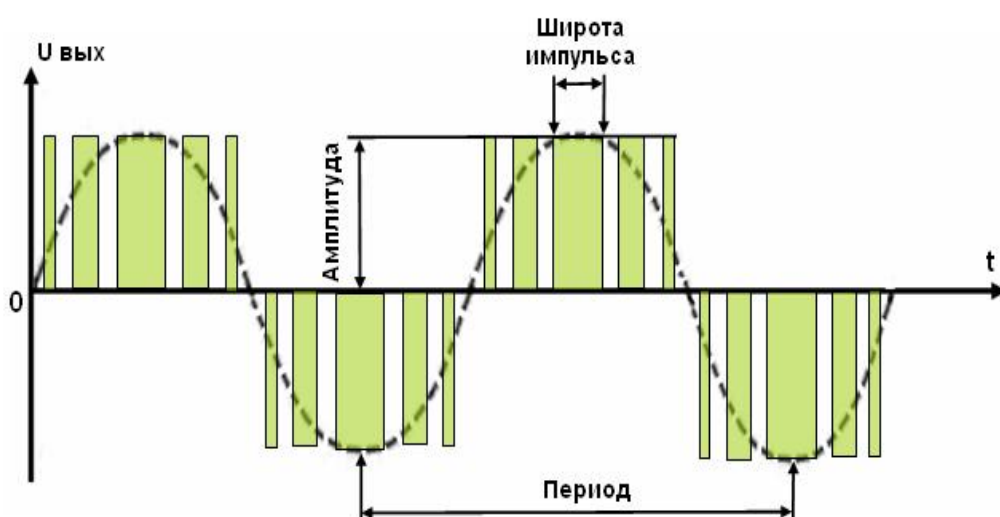


Рис. 6. График, иллюстрирующий напряжение от ШИ-модулятора, подаваемое на обмотку двигателя

Так, например, если ротор двигателя имеет два полюса, то при одном полном обороте магнитного поля на статоре ротор совершает один полный

реальный оборот. При четырех полюсах, чтобы повернуть вал двигателя на один полный оборот, потребуется два оборота магнитного поля на статоре. Чем больше количество полюсов ротора, тем больше потребуется электрических оборотов для вращения вала двигателя на один оборот.

Чтобы добиться управления оборотами двигателя, нужно наложить сигнал ШИМ на сигналы, подаваемые на ключи. Для этого микроконтроллер электронного блока управления программно формирует ШИМ для каждого из ключей IGBT. В программу контроллера, производитель закладывает определённый алгоритм и все данные для управления конкретным двигателем.

Список литературы

1. Formula SAE. – URL:
<http://www.fsaeonline.com/page.aspx?pageid=193613e4-fff1-4ea9-97ec-eb1c07fbe3c0> (дата обращения: 01.02.2016).
2. Популярная механика – URL:
<http://www.popmech.ru/technologies/9009-belka-v-kolese-motor-koleso> (дата обращения: 01.02.2016).
3. Основы электропривода: учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд. МЭИ, 2003. – 224 с.

4-Й ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ
«СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ»

Москва

2016

УДК 629.371.21:658.5

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ПРОИЗВОДСТВА С УЧЕТОМ КОЭФФИЦИЕНТА
СЕРИЙНОСТИ**

С.М. Носов, А.В. Дикевич

Научный руководитель: ст.пр. А.С. Корнеев

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

SHUKHOV RACING TEAM

Аннотация

Международный проект «Formula Student» играет значительную роль не только для студентов, изучающих технические специальности, но и для студентов-экономистов. Наиболее важная задача «Формулы студент» заключается в определении факторов, которые необходимы при организации производственного процесса.

На данный момент производственным результатом команды «SHUKHOV RACING TEAM» является гоночный болид «HYPERBOLOID 1». Экономическим отделом команды было проведено исследование методом «допущения при прочих равных условиях», вследствие чего были явлены следующие показатели: трудоемкость; эффективный фонд времени; производственная мощность.

На основании полученных результатов исследования удалось установить, что производственная мощность равна 18 гоночным болидам в год.

Учитывая имеющуюся технологическую оснащенность, проведен расчет с целью определения коэффициента серийности (типа производства). Полученный коэффициент равен 13 и это означает, что тип производства является среднесерийным.

Ключевые слова: тип производства, коэффициент серийности, трудоемкость, производственная мощность, «допущение при прочих равных условиях», эффективный фонд времени.

**DEFINITION OF TYPE OF PRODUCTION USING THE COEFFICIENTS OF THE
SERIAL**

S.M. Nosov, A.V. Dikevich

Supervisor: art.t. A.S. Korneev

Belgorod State Technological University named after V.G.Shoukhov

«SHUKHOV RACING TEAM»

Annotation

Determining the type of production taking into account the factor is relevant today. This indicator characterizes the complex production conditions. The value of this coefficient is one of the most important parameters for determining the type of production, in other words, is the degree of specialization of jobs. Proper identification of the nature of the projected type of production and the degree of technical equipment, is a difficult task, requiring an understanding of the technology a real production environment, the immediate prospects of development of the enterprise and the ability to carry out serious technical and economic calculations and analyzes [1].

The purpose of the study is to determine the type of production by calculating the coefficient of seriality.

The study used the legal resources of the Russian Federation, the works of Russian scientists, covering this topic, Internet resources.

To conduct the study were used the following methods: modeling, "assumption ceteris paribus", a compilation of information.

Thus, in accordance with the unified system of technical documentation (ESTD), this ratio falls in the group of medium series production.

When medium series limited to a more narrow specialization nomenclature, and production lines and workshops are substantive and technological specialization [5]. In this case, the firm produces highly specialized vehicles, which confirms the loyalty of the calculation.

Keywords: type of production, serial production factor, the complexity of production capacity, "the assumption other things being equal", the effective fund-time.

Определение типа производства с учетом коэффициента серийности является актуальным на сегодняшний день. Данный показатель комплексно характеризует условия производства. Величина этого коэффициента является одним из важнейших параметров для определения типа производства, другими словами, это степень специализации рабочих мест. Правильное определение характера проектируемого типа производства и степени его технической оснащенности является сложной задачей, требующей от технолога понимания реальной производственной обстановки, ближайших перспектив развития предприятия и умения проводить серьезные технико-экономические расчёты и анализы [1].

Цель исследования заключается в определении типа производства посредством расчета коэффициента серийности.

В исследовании использовались правовые ресурсы РФ, труды российских ученых, освещающих данную тему, интернет-ресурсы.

Для проведения исследования использовались следующие методы: моделирование, «допущение при прочих равных условиях», обобщение информации.

Экономическая презентация международного проекта «Formula Student» играет немаловажную роль для студентов, изучающих экономику. Участники соревнований получают прекрасную возможность применения теоретических знаний на практике. Одной из основных задач «Формулы Студент» является возможность научить участников проекта выявлять факторы, которые необходимо учитывать при производстве или разработке нового изделия.

Задача экономистов заключается в исследовании отношений между людьми в процессе производства, обмена, распределения и потребления материальных благ и услуг [2]. Доскональное знание рынка спроса экономистом и его грамотное понимание не оставят компанию без покупателей.

На сегодняшний день «SHUKHOV RACING TEAM» имеет в своем активе гоночный болид «HYPERBOLOID 1», большая часть которого разработана и собрана студентами на базе технологического университета им. В.Г. Шухова.

Экономическим отделом инженерно-гоночной команды БГТУ им. В.Г. Шухова «SHUKHOV RACING TEAM» проведен анализ с помощью метода экономической теории «допущение при прочих равных условиях», согласно которому изменяется только одно явление, а остальные остаются неизменными [2]. В нашем случае допущением является замена студентов на постоянно трудоустроенных работников с 40 часовой рабочей неделей.

По результатам проведенного маркетингового исследования путем экспертного и опытного методов был определен фонд рабочего времени, в результате чего удалось установить, что «при прочих равных условиях» команда «SHUKHOV RACING TEAM» способна собрать 20 гоночных болидов в год.

Определив объем выпуска продукции и производственный календарь на 2016 год, который равен 1974 часам [3], экономический отдел рассчитал трудоемкость (1) и эффективный фонд времени работы предприятия (2) по следующим формулам:

$$t = \frac{P_B}{K_{\Pi}}, \quad (1)$$

где P_B – рабочее время (производственный календарь);

K_{Π} – объем выпускаемой продукции за год.

$$t = \frac{1974}{20} = 98,7 \text{ (ч)}.$$

При расчете «эффективного фонда времени работы предприятия» за среднее время планового простоя было принято 10% производственного календаря [4]:

$$T_{\text{э}} = P_B * (1 - i), \quad (2)$$

где i – плановый простой в процентах от производственного календаря.

$$T_{\text{э}} = 1974 * (1 - 0,1) = 1776,6 \text{ (ч)}$$

Рассчитав показатели трудоемкости и эффективности фонда времени, мы определили производственную мощность предприятия:

$$M = \frac{T_3}{t}, \quad (3)$$

$$M = \frac{1776,6}{98,7} = 18 \text{ (гоночных болидов).}$$

Данная производственная мощность является проектной (плановой), т.е. предусмотренной производственным планом [5].

Учитывая производственные мощности и техническую оснащенность фирмы, можно определить уровень производства и подходящий рынок сбыта, посредством чего был рассчитан коэффициент серийности для основных деталей болида собственного производства:

$$K_c = \frac{K_{д.о.}}{m}, \quad (4)$$

где $K_{д.о.}$ – количество деталиеопераций;

m – количество используемого технологического оборудования, шт.

Поворотные кулаки

При производстве поворотных кулаков применяются 3 вида технологического оборудования и 4 деталиеоперации:

$$K_{c1} = \frac{4}{3} = 1,33.$$

Для производства одного гоночного болида необходимо изготовить 4 поворотных кулака, следовательно, полученный коэффициент увеличиваем в 4 раза.

Дифференциал

Этап производства дифференциала включается в себя 3 деталиеоперации и 2 вида технологического оборудования:

$$K_{c2} = \frac{3}{2} = 1,5.$$

Сидение

Производственный процесс сидения включается в себя 22 деталиеоперации и задействует одно технологическое оборудование:

$$K_{c3} = \frac{22}{1} = 22.$$

Корпус

Производственный процесс изготовления корпуса включает в себя 24 деталиеоперации, при том же количестве используемого технологического оборудования, что и при производстве сидения.

$$K_{c4} = \frac{24}{1} = 24.$$

Руль

При производстве руля использовались два вида технологического оборудования и 6 деталяеопераций:

$$K_{c5} = \frac{6}{2} = 3.$$

Рама

Используются 45 деталяеопераций и 2 вида технологического оборудования:

$$K_{c6} = \frac{45}{2} = 22,5.$$

Суммируем полученные коэффициенты и делим их на количество видов наименований деталей собственного производства:

$$K_c = \frac{K_{c1}+K_{c2}+K_{c3}+K_{c4}+K_{c5}+K_{c6}}{\sum m}.$$

Подставляя значения коэффициентов серийности деталей, получаем:

$$K_c = \frac{(1,33*4)+1,5+22+24+3+22,5}{6} \approx 13.$$

Таким образом, в соответствии с единой системой технической документации (ЕСТД) данный коэффициент попадает в группу среднесерийного производства.

При среднесерийном производстве специализация ограничивается более узкой номенклатурой, а производственные линии и цеха имеют предметную и технологическую специализацию [5]. В нашем случае фирмой производятся узкоспециализированные автомобили, что является подтверждением верности проведенного расчета.

Список литературы

1. Коэффициент закрепления операций (коэффициент серийности) [Электронный ресурс] / Википедия <https://ru.wikipedia.org/>
2. Носова, С.С. Экономическая теория: учебник / С.С. Носова М.: ВЛАДОС, 2003. – 520 с.
3. Производственный календарь на 2016 год [Электронный ресурс]. URL: <https://www.consultant.ru/>
4. Краткий экономический словарь [Электронный ресурс]. URL: <http://economist.academic.ru/>
5. Фролова, Т.А. Экономика предприятия: конспект лекций. / Т.А. Фролова. - Таганрог: изд. ТТИ ФЮУ, 2012. – 128 с.

ОПИСАТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОВОРОТНЫХ КУЛАКОВ АВТОМОБИЛЯ

А.В. Решетов

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова

SHUKHOV RACING TEAM

Аннотация

В статье представлен описательный анализ поворотных кулаков, используемых в гражданском автомобилестроении. Теоретический уклон сделан на гоночные автомобили и болид команды «HYPERBOLID 1», что объясняет актуальность выбранной темы. Цель работы - доступно изложить и объяснить понятие «поворотный кулак», его значимость в системе подвески автомобиля и свойства. Методика исследования - описательный анализ. В ходе работы выяснено, что поворотный кулак является автомобильной частью, которая содержит ступицы колеса или шпинделя и прикрепляется к компонентам подвески. В результате данного исследования понятие "поворотный кулак" было полностью изучено и описано.

Ключевые слова: поворотный кулак, подвеска, колесо.

Annotation

The article presents a descriptive analysis of steering knuckle used in the civil automotive industry. Theoretical bias placed on the race cars and race car teams «HYPERBOLID 1", thus explaining the urgency of the chosen theme. The purpose of work - available to present and explain the concept of the knuckle, its importance in the suspension system of the car and property. Method of research - descriptive analysis. The work revealed that the knuckle is an automotive part, which contains the wheel or spindle and attached to suspension components. As a result of this study, the concept of "knuckle" has been thoroughly studied and described.

Подвеска автомобиля относится к системе связи, которая облегчает управляемость. Поворотный кулак является ключевой частью этой системы. Он установлен на передней подвеске и является основанием для ступицы (Ступица колеса — деталь, предназначена для установки колеса автомобиля на ось), на которую монтируется колесо.

Ключевые компоненты подвески позволяют вашему автомобилю с легкостью поворачивать налево и направо. Они поддерживают стабильность

колес, шин и других частей подвески. Одним из важных компонентов является поворотный кулак. Поворотный кулак – автомобильная часть, которая содержит ступицы колеса или шпинделя и прикрепляется к компонентам подвески. Колеса и шины крепятся к концентратору или к поворотному кулаку. Поворотный кулак может крепиться к верхнему и нижнему рычагу подвески.

Поворотные кулаки бывают самых разных форм и размеров. Их конструкции различаются с учетом всех видов приложений и типов подвески. Они делятся на два основных типа. Один – со ступицей, другой – со шпинделем.

Лучший тип поворотного кулака – тот, который идеально совместим с вашим автомобилем, сочетает в себе такие важные компоненты, как прочность и легкость.

Поворотные кулаки изготавливаются из стали. Это самый распространенный материал, используемый в производстве поворотного кулака. Автомобильный поворотный кулак передает все силы от колеса к шасси транспортного средства, поэтому он должен быть сильным. В гоночных автомобилях он должен быть и легким. Это касается всех компонентов гоночного автомобиля, но для кулака это особенно важно, так как он является частью неподрессоренных масс автомобиля. Меньший вес подвески улучшает амортизацию, повышает управляемость и снижает время прохождения круга.

К неподрессоренным массам относятся: колеса, шины, ступицы колес, тормозные барабаны или диски, рессоры, рычаги подвески, амортизаторы и пружины (согласно стандарту DIN, торсионные валы — уже поддрессоренная масса)

Вес стабилизатора поперечной устойчивости 50/50, то есть половина засчитывается туда, половина туда.

Числовое значение неподрессоренных и поддрессоренных масс необходимо для расчёта характеристик колебаний автомобиля, которые определяют плавность его хода.

В общем случае, чем больше неподрессоренная масса — тем хуже плавность хода, и напротив — чем она меньше, тем ход автомобиля плавней. Точнее говоря, всё зависит от соотношения поддрессоренной и неподрессоренной масс.

При наезде колеса на дорожную неровность оно поднимается и передает усилие на кузов, действуя через упругий элемент. Воздействие этого перемещения колеса на перемещение кузова зависит от того, насколько кузов тяжелее колеса и всего, что соединено с ним, — другими словами, от соотношения поддрессоренных и неподрессоренных масс. Чем меньше величина неподрессоренных масс, тем меньшее воздействие на плавность хода оказывает движение по неровной дороге. Это явилось основной причиной перехода к независимым подвескам, которые не имеют тяжелой балки, соединяющей колеса, и в которых только само колесо и все, что связано с ним, является неподрессоренным.

Большая величина отношения поддрессоренных и недрессоренных масс оказывает влияние не только на плавность хода, но и на способность автомобиля держать дорогу. Чем тяжелее кузов относительно колеса, тем быстрее колесо возвращается на место постоянного контакта, после того как оторвется от дороги при наезде на неровность. Поэтому конструкторы современных автомобилей стремятся максимально снизить величину недрессоренных масс.

Есть следующие мнения на этот счет:

1. Снятие с каждого колеса 1 кг равноценно снятию с кузова 20 кг.
2. Снятие с одного колеса 1 кг равноценно прибавке в 1 л.с

Причина в том, что колесо, кроме того, что движется поступательно с машиной, еще и вращается. И кроме массы имеет момент инерции, то есть к инерции поступательного движения добавляется инерция вращения. Кроме этого все еще зависит от того, за счет чего снижена масса колеса. Если уменьшилась масса частей, близких к оси вращения, — эффект меньше, если ближе к ободу — эффект больше.

Поворотный кулак любого транспортного средства – это очень важный узел. Благодаря ему осуществляется поворот колес. Поворотный кулак используется как точка соединения между поперечной рулевой тягой и колесами. Поворотные кулаки также подключают нижние и верхние шаровые шарниры в автомобиле. Дисковые тормозные системы используют поворотные кулаки как тормозные суппорта крепления.

При построении болида «HYPERBOLID 1» мы старались учесть такой важный момент, как легкость поворотного кулака и его прочность. Остановились на дюралюминии Д16т, так как он крепкий и легкий материал. Поворотные кулаки изготовлены с учетом крепления к ним тормозных суппортов и рулевого рычага. В них устанавливается ступичный подшипник и ступица от ВАЗ 2108.

Список литературы

1. Ходес, И. В. Расчетно-теоретические показатели управляемости автомобиля / И. В. Ходес // Автомобильная промышленность. – 2006. – № 5. – С. 23–25.
2. Ходес, И. В. Компьютерная поддержка активной безопасности АТС / И. В. Ходес, М. В. Бондаренко // Автомобильная промышленность. – 2008. – № 7. – С. 21–23

4-Й ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ
«СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ»

Москва

2016

УДК 796.71-057:331.102.312:62

ИНЖЕНЕРНО-ГОНОЧНАЯ КОМАНДА "SHUKHOV RACING TEAM" КАК PR-СТРАТЕГИЯ ПОПУЛЯРИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА И АВТОМОБИЛЬНЫХ ВИДОВ СПОРТА В МОЛОДЕЖНОЙ СРЕДЕ

А.А. Ушакова

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова

SHUKHOV RACING TEAM

Аннотация

В статье представлена коммуникационная стратегия развития технического творчества путем создания гоночной команды в высшем учебном заведении. Актуальность работы бесспорна ввиду активного развития технического творчества в России в последние несколько лет. Для большего привлечения молодежи к автоспорту и его производным, в БГТУ им. В. Г. Шухова была создана инженерно-гоночная команда "SHUKHOV RACING TEAM". Цель проекта - позиционирование БГТУ им. В.Г. Шухова как университета, в котором можно реализовать самые смелые идеи в сфере технического творчества; и развитие навыков проектной работы у студентов. Методы агитации целевой аудитории - публичные выступления, теле-радио трансляции, информационная поддержка различными СМИ. В результате проведенных мероприятий, состав команды с начала ее существования (2 человека) увеличился почти в 25 раз (на данный момент, число членов команды - 48 человек). История успеха вдохновляет будущих инженеров, и причастным к успешному проекту хотят быть многие. Команда и разработанный ею болид стали «визитной карточкой» университета, примером инновационного подхода в работе студенческих объединений, образцом проектной работы.

Ключевые слова: техническое творчество, команда, автомобиль, спорт, агитация, коммуникационная стратегия.

Annotation

The article presents the communication strategy of development of technical creativity by creating a racing team in high school. Relevance of the work is undeniable because of the active development of technical creativity in Russia in the past few years. For greater involvement of young people in motorsports and its derivatives in the BSTU. Shukhov was created engineering-racing team "SHUKHOV RACING TEAM". The purpose of the project - the positioning of BSTU. VG Shukhov as the university where you can realize the most daring ideas in the field of technical creativity; skills development project work the students. Methods campaign target audience - public speeches, TV and radio broadcasting, information support of various media. As a result of the activities of the team from the beginning of its existence (2 persons)

increased by almost 25 times (at the moment, the number of members of the team of 48 people). Success story inspiring future engineers, and those involved in the project want to be successful by many. The team and the car began to pursue its "hallmark" of the university, an example of an innovative approach in the work of student associations, a model of the project work.

Развитие автомобильного спорта в России стремительным образом набирает обороты. Движимой силой этому являются соревнования "Formula one", проходящие в городе Сочи, участие в которых принимают только профессиональные и именитые гонщики, инженеры, механики. Однако, для любителей скорости, мощных болидов и драйва существует студенческая версия этих соревнований - "Formula Student"! Этот международный проект объединяет пилотов и инженеров всех стран и вузов мира.

Идею развития автомобильных видов спорта поддержали и в БГТУ им. Шухова. 25 сентября 2014 года была создана инженерно-гоночная команда «SHUKHOV RACING TEAM», ставшая «Прорывом года» в этом вузе. Команда создана для популяризации инженерного образования и развития творческого потенциала в молодежной среде, а также для непосредственного участия в различных спортивных соревнованиях.

Зародился проект с инициативы молодых преподавателей транспортно-технологического института, ныне высших руководителей команды. Вдохновившись опытом зарубежных и российских команд, Корнеев Артем и Дикевич Антон начали подбирать команду единомышленников для создания собственного гоночного болида.

Основу проблематики данного проекта составляет мотивация молодежи к техническому творчеству, повышение уровня знаний молодых инженеров и компетентности будущих специалистов. Улучшение навыков вождения автотранспортных средств и, как следствие, повышение уровня безопасности дорожного движения. Популяризация технических видов спорта, конструирование качественного и конкурентоспособного гоночного болида, его продвижение и серийное производство с последующей реализацией.

Целевая аудитория данного проекта весьма обширна в связи с задачами команды - от простого школьника и потенциального студента БГТУ до именитого бизнесмена. Главной целью проекта становится позиционирование БГТУ им. В.Г. Шухова как университета, в котором можно реализовать самые смелые идеи в сфере технического творчества, и развитие навыков проектной работы у студентов, ведь благодаря данному проекту реализовалась главная мечта всех членов команды - построить собственный конкурентоспособный автомобиль.

Для осуществления цели проекта и развития его проблематик, а также увеличения эффективности его работы были составлены обязательные к выполнению задачи:

- 1) Развить интерес молодежи к техническим видам спорта и творчества;

- 2) Продемонстрировать возможность для студентов создать конкурентоспособный проект «с нуля»;
- 3) Показать наглядно синергетический эффект командной работы;
- 4) Привлечь в команду талантливых студентов, а в университет – талантливых абитуриентов;
- 5) Развить коммуникабельность и маркетинговые навыки у студентов.

Девиз команды «От идеи к победе!» полностью отражает коммуникационную стратегию данного проекта. Проект представлен как «история успеха» в развитии. Каждый этап создания болида - от первых набросков и эскизов до воплощения идей в металле и пластике - это целая страница истории проекта, и ввиду этого осуществлялось сопровождение этих этапов презентацией и освещением различными СМИ - от студенческих университетских ресурсов (на первоначальном этапе - сайт вуза, газета, телевидение), до именитых изданий и федеральных каналов и радиостанций.

Распространение информации о проекте осуществлялось также через социальные сети (группа «ВКонтакте», страница в «Instagram»), для проекта создан собственный сайт srt.bstu.ru и фирменный стиль команды. Помимо этого, производятся и регулярные экскурсии для школьников, на которых происходит демонстрация болида, личностное общение членов команды с детьми. Помимо этого, команда «SHUKHOV RACING TEAM» является постоянным гостем различных выставок и экспозиций (дни открытых дверей, университетские праздники), командой регулярно проводятся публичные тренировки и показательные заезды.

Команда занимается и организацией тематических мероприятий и соревнований («Осенний картинг-марафон 2015», «Любительский картинг-турнир на кубок ректора БГТУ им. Шухова», «Ралли 3-й категории БГТУ им. В.Г. Шухова», «Третье ратное поле России»).

Помимо этого, регулярно проводятся мастер-классы по фигурному вождению и управлению болидом (в г. Шебекино - 30.10.15, в пгт. Чернянка - 20.11.15).

Особое внимание уделяется освещению успехов команды на соревнованиях. Достижения команды на тематических соревнованиях "Formula Student" в Москве и Тюмени вызвали большой ажиотаж среди студентов Белгорода, ввиду этого в штаб-квартиру команды организованы экскурсии.

Финансирование производится за счет средств программы развития деятельности студенческих объединений. Бюджет проекта составил 2,5 млн. рублей, из них на пиар направлено 150 тыс. рублей – это сувенирная продукция, полиграфия. На оплату публикаций и сюжетов бюджета не было предусмотрено.

Первоначально состоявшая из двух энтузиастов, в настоящее время команда насчитывает 50 человек. Во время проведения презентации студенческих объединений 1 сентября 2015 года «SHUKHOV RACING TEAM» стала самым популярным объединением, стать ее участником пожелали 90 студентов-первокурсников.

История успеха вдохновляет будущих инженеров, и причастным к успешному проекту хотят быть многие. Команда и разработанный ею болид стали «визитной карточкой» университета, примером инновационного подхода в работе студенческих объединений, образцом проектной работы. Хочется отметить, что успех, которого добился проект за столь малое время существования, попросту невозможен без энтузиазма его участников и грамотной коммуникативной стратегии PR-отдела команды. На данный момент, пресс-служба работает над информированием целевой аудитории о дальнейших планах команды по разработке других автомобилей. Объявлен конкурс на лучшее название и логотип для второго болида среди студентов университета, что привело к притоку новых талантливых кадров в команду.

Список литературы

1. Бардин, В. М. Обучение техническому творчеству как одна из актуальных задач образования / В.М. Бардин - Саранск: МГУ им. Н.П. Огарева, 2012.
2. Руженцева, Н. Б. Стилистика и литературное редактирование рекламных и PR-текстов / Н.Б. Руженцева - М.: Флинта, 2011.
3. Мелентьева Н. И. Технологии маркетинговых коммуникаций / Н.И. Мелентьева - СПб.: СПбГЭУ, 2013.

4-Й ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ
«СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ»

Москва

2016

УДК 629.371.21-752.2

АНАЛИЗ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГАСИТЕЛЯ ФРОНТАЛЬНОГО УДАРА

И.П. Шакалов

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова

SHUKHOV RACING TEAM

Аннотация

В данной статье приведен анализ и рассмотрено поэтапное проектирование гасителя фронтального удара. Актуальность темы бесспорна, так как гаситель фронтального удара является неотъемлемой частью любого болида, а стандартная деталь не всегда подходит и имеет высокую стоимость. Команда "Shukhov Racing Team" решила изготовить гаситель фронтального удара самостоятельно. Для этого был проведен анализ и сравнение различных материалов, из которых явными фаворитами оказались пеноплекс и алюминий. Из выбранных материалов были смоделированы два прототипа итоговой конструкции. Они подверглись испытаниям на специализированном оборудовании в ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ». Данные, полученные по итогам испытаний, показали, что наилучшим вариантом для изготовления гасителя фронтального удара является алюминий. Такая конструкция полностью удовлетворяет всем требованиям регламента SAE и была внедрена в устройство болида нашей команды.

Ключевые слова: гаситель фронтального удара, команда, болид, испытания, SAE, регламент, требования, характеристики.

Annotation

In this article the analysis and design of the absorber is considered phased frontal impact. Relevance of the topic is undeniable, as is the shock absorber front integral part of any car, and a standard part is not always appropriate and has a high cost. Team "Shukhov Racing Team" has decided to make a frontal impact damper independently. For this purpose an analysis and comparison of the different materials of which were clear favorites penoplex and aluminum. From the chosen materials were modeled two prototypes of the final design. They were tested on specialized equipment in GNC RF FGUP "NAMI". Data obtained by the results of tests showed that the best option for making a frontal impact absorber is aluminum. This design meets all requirements of the regulations SAE and was introduced into the car of our team.

Гаситель фронтального удара (ГФУ) - механизм для поглощения кинетической энергии, возникающей в результате фронтального удара транспортного средства. Опираясь на требования регламента SAE, для нашего

болида был спроектирован особый и уникальный ГФУ. При его разработке и изготовлении мы учитывали все необходимые технические требования:

- как минимум 200мм в длину по оси, совпадающей с продольной осью рамы;
- как минимум 100 мм в высоту и 200 мм в ширину на расстоянии 200 мм от передней перегородки;
- не должен проникнуть через переднюю перегородку в случае столкновения.

В ходе разработки было решено применять свой собственный дизайн. Также, для большей безопасности, за гасителем была установлена защитная стальная пластина, удовлетворяющая всем нормам и требованиям, предотвращающая смещение самого деформируемого элемента. При установке на рамную конструкцию применялись только сверхпрочные болты класса 8.8, что позволило нам убедиться в качестве готового ГФУ.

Для выбора лучшей технологии производства и материалов был проведен мониторинг ГФУ других команд, участвующих в подобных соревнованиях. Выяснено, что большинство использует "стандартный" ГФУ, так как он уже удовлетворяет всем критериям и его не нужно изготавливать. Данный гаситель изготовлен из запатентованного и дорогостоящего материала IMPAXX700 и имеет габаритные размеры, неподходящие для нашего болида.

Для изготовления ГФУ нашей командой были выбраны следующие параметры: материалы - "пеноплекс" и "алюминий".

Проектирование ГФУ содержало 2 этапа: разработка чертежей, 3D-моделирование. Для ГФУ из пеноплекса (рис. 1) мы выбрали сегментное строение. 4 сегмента пеноматериала соединены вместе, что позволяет предотвратить скольжение или пространственное смещение. Готовый гаситель обрабатывался на специальном оборудовании посредством "оплавления" свободных краев, что позволило добиться необходимой, округлой и обтекаемой формы. Для ГФУ из алюминия (рис. 2) выбрана конструкция из 2-х элементов, согнутых по форме, удовлетворяющей конструкции болида, и сваренных между собой.

Однако построенные ГФУ должны быть подвержены динамическим испытаниям с целью установки соответствия разработки конструкции нормативным требованиям, которые могут проводиться только с использованием специального оборудования. В России таковое имеет только ГНЦ РФ ФГУП "НАМИ" - ведущая организация Российской Федерации в области машиностроения. При помощи маятникового копра были проведены краш- тесты: груз поднимали на высоту 262см, что обеспечивало требуемую по регла-

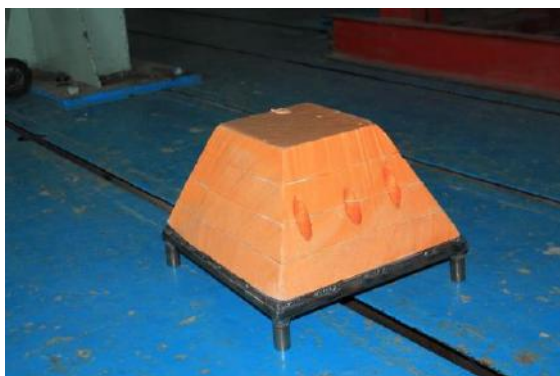


Рис. 1. ГФУ из пеноплекса.



Рис. 2. ГФУ из алюминия.

менту нагрузке, и отпускали. После удара гасители деформировались. Процесс тестирования представлен на слайде. Это позволяет нам детально видеть гашение удара. Также на маятниковом копре были установлены датчики ускорения, а по их данным построены графики (рис. 3). Данные экспериментальные образцы показали разные результаты: ГФУ из пеноплекса поглотил не всю энергию и передал часть энергии на переднюю перегородку, которая претерпела деформацию, а ГФУ из алюминия полностью поглотил энергию удара и уберег переднюю перегородку от нагрузок. Это подтверждает, что алюминиевый ГФУ полностью удовлетворяет требованиям регламента SAE.

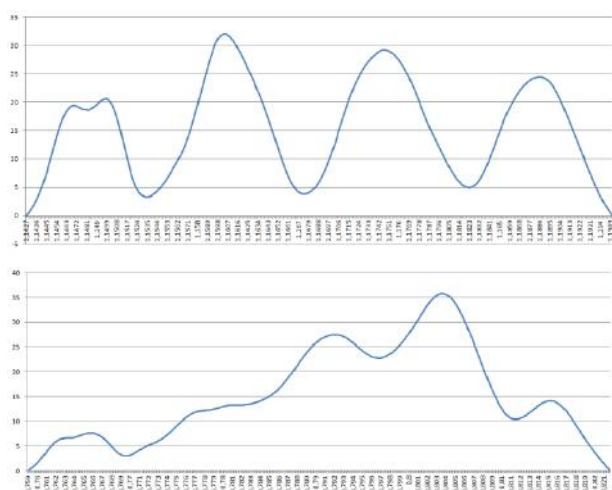


Рис. 3. Графики ускорения (верхний - алюминиевый ГФУ, нижний - ГФУ из пеноплекса)

После всех испытаний составлен отчет, содержащий данные, показывающие, что алюминиевый ГФУ, установленный в передней части болида, врезающийся в жесткий барьер со скоростью 7 м/с, обеспечивает замедление со средним ускорением в 15,5g, а общая поглощенная энергия превышает 7350 Дж. Однако наше изобретение не имеет пределов совершенствования. Ведется проектировка и разработка новых видов гасителей из других материалов и их комбинаций.

Список литературы

1. Formula SAE Rules 2016. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fsaeonline.com/content/2015-16%20FSAE%20Rules%20revision%20in%20progress%20kz%2083114.pdf> (дата обращения: 01.02.2016).
2. ГНЦ РФ ФГУП "НАМИ" [Электронный ресурс]. URL: <http://nami.ru/> (дата обращения: 01.02.2016).
3. Formula SAE [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fsaeonline.com/page.aspx?pageid=193613e4-fff1-4ea9-97ec-eb1c07fbe3c0> (дата обращения: 01.02.2016).

4-Й ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ
«СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ»

Москва

2016

УДК 004.5:005.311

**ОПТИМИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ РАБОТЫ УСТРОЙСТВ С ПРИМЕНЕНИЕМ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ СБОРА ДАННЫХ**

О.В. Куковинец, канд.техн.наук Л.С. Феофанова

Московский автомобильно-дорожный государственный технический
университет

Formula Electric MADI

Аннотация

В этой статье описывается электронное устройство, позволяющее получать и преобразовывать аналоговые сигналы в цифровой вид с последующей их записью на съемный носитель. Это устройство (далее Система сбора данных (ССД)) спроектировано на базе самого распространенного и легко встраиваемого контроллера ATmega32. Неоспоримым преимуществом этой системы перед другими является возможность самостоятельной его сборки и наладке, а также очень гибкой настройки. Это позволяет применять его в различных сферах деятельности: автомобильная, электронная, бытовая и т.д.

Устройство было протестировано на автомобиле Formula Electric и показало хорошие результаты по точности и целостности записываемых данных.

Ключевые слова: микроконтроллер, система сбора данных, датчик, аналоговый сигнал, съемный накопитель.

Annotation

This article describes an electronic device that allows you to receive and convert analog signals to digital form and then writes them to removable drive. This device (the data acquisition system (CCD)) has designed on the most common and easily embedded controller ATmega32. The undeniable advantage of this system over others is the ability of its self-assembly and commissioning, as well as very flexible configuration. This allows you use it in various areas: automotive, electronics, home, etc.

The device has been tested on the car of the Formula Electric and showed good results in terms of accuracy and integrity of the data being written.

Key words: microcontroller, data acquisition system, sensor, analog signal, removable flash drive.

Введение.

Система сбора данных осуществляет функцию преобразования первичных выходных сигналов от одного или нескольких измерительных преобразователей в эквивалентные цифровые сигналы, пригодные для дальнейшей обработки, отображения информации или использования в системах управления. Диапазон применений систем сбора данных исключительно широк – начиная с простого текущего контроля значений одной аналоговой переменной и кончая контролем и управлением сотней параметров в ядерных агрегатах.

Соответственно существуют как очень дешевые системы сбора данных прямого преобразования, так и сложные многоканальные системы, обеспечивающие очень высокую точность и надежность.

Размеры и состав систем для мониторинга и управления процессами широко варьируются - от простых, с одной переменной, до больших распределенных систем управления. Слишком часто термин "управление процессами" используется для обозначения больших и дорогих систем. Однако в действительности есть целый ряд стандартной недорогой аппаратуры и программного обеспечения, которые легко интегрируются в небольшие, но функционально сложные системы управления. Эти недорогие системы годятся не для всех видов управления и автоматизации, но служат альтернативой покупной дорогостоящей аппаратуре и программному обеспечению, переконфигурация которых на несколько приложений может быть затруднена. Идея создания гибких автоматизированных систем сбора данных и управления с использованием модульного аппаратного и программного обеспечения в последнее время стала очень популярной.

Чем же конкретно отличаются "гибкие" автоматизированные системы сбора данных от "негибких"? Прежде всего - свободой пользователя в определении функционального назначения системы. Создает и программирует гибкую систему не производитель ее компонентов, а пользователь, в соответствии со своими задачами. Возможно, на первый взгляд, этот подход кажется почти очевидным, но в нём содержится очень важный смысл - создание системы в точном соответствии с требованиями задачи вместо использования уже готовой системы с максимально, но не абсолютно подходящими для конкретного приложения характеристиками. В этом и заключается новый подход в решении задачи сбора данных и их последующей обработки.

Постановка задачи

Изначально необходимо определить для текущего применения ССД схему измерений. Для этого необходимо построить электрическую эквивалентную схему измерительной цепи с указанием точек подключения измерительных приборов и с указанными на схеме количественными параметрами элементов эквивалентной схемы, которые оказывают существенное влияние на погрешность измерения физической величины. Схема измерений должна отражать значимые влияющие факторы со стороны источника сигнала, со стороны кабеля (соединительных проводов), со стороны цепей нагрузок и подключенных измерительных приборов.

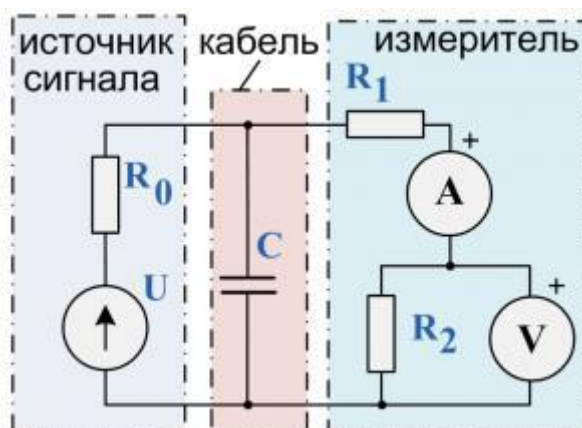


Рис.1.

В типичном примере схемы измерения, приведённой выше, используется вольтметр "V" амперметр "A" (в реальности требуются ещё количественные параметры R_0 , R_1 , R_2 , U , C , а также диапазон частот сигнала). Здесь влияние входного сопротивления вольтметра "V" выражено в значении сопротивления R_2 , влияние входного сопротивления амперметра "A" – в значении R_1 , выходное сопротивление источника сигнала – R_0 , ЭДС источника сигнала – U , ёмкость кабеля – C .

Для обозначения полярности измерения у подключенных приборов знаком "+" обозначают полярность подключения прибора.

Для анализа погрешности измерений физической величины требуется также знать погрешности известных параметров эквивалентной схемы, а также иметь оценку реальной погрешности измерений предполагаемых приборов при данных условиях измерения.

Далее необходимо создать реальную электрическую схему соединений оборудования с предварительным рассмотрением следующих вопросов:

- С учётом типов входов и выходов соединяемого оборудования необходимо решить какое соединение должно являться общим проводом в схеме, и будет ли вообще *общий провод* в данной схеме измерения. Например, дифференциальный вход АЦП, выполняющего роль вольтметра, обязывает иметь цепь *общего провода* AGND, подключенную к *источнику сигнала*, для неперевышения *диапазона синфазного сигнала* на входах X и Y относительно AGND. Или несколько входов с общей землей также обязывают подключить *общий провод* к *общему проводу источника сигнала*. А, например, простой изолированный 2-х проводных вход АЦП не требует наличия общего провода. С другой стороны, *источники сигналов* могут либо иметь *общий провод*, либо не иметь. А в последнем случае, они могут позволять или не позволять искусственно соединить один из полюсов источника сигнала с общим проводом. Решение этой группы вопросов – это нахождение приемлемого способа соединения выходов и входов оборудования, с точки зрения корректности режимов работы этих выходов и входов.

- Требуется решить, необходимо ли сигнальное заземление и какая цепь будет выполнять эту роль. Требуется решить, какая цепь должна быть *экранирована* и как соединять *экран*, если он необходим. Следует учитывать электромагнитную обстановку работы оборудования (наличие рядом расположенных высоковольтных, импульсных, разрядных, сильноточковых устройств), а также нормы электробезопасности.

- Исходя из ответов на предыдущие вопросы, следует уточнить тип кабеля и его характеристики.

Сильное влияние на качество измерений могут оказать нелинейные эффекты, связанные с защитными цепями ограничения напряжения, тока и другими нелинейными компонентами измерительной цепи при воздействии на неё внешних помех.

Сильное влияние на точность измерения может оказать температурная зависимость сопротивления элементов схемы, это влияние составит *дополнительную температурную погрешность* измерения.

При разработке схемы измерений с оценкой внешних влияющих факторов могут быть выдвинуты дополнительные требования к *методу обработки сигнала* с возможным последующим разбиением на этапы аналоговой и цифровой обработки, исходя из оптимальности построения системы и требований технического задания.

Решение поставленных задач и проектирование гибкой ССД

Исходя из вышеизложенных требований была спроектирована электрическая принципиальная схема ССД на базе микроконтроллера Atmega32 (рис.2)

Устройство имеет часы реального времени с резервным источником питания, что позволяет записывать, помимо данных с АЦП, время получения данных. Такая функция может быть полезна при анализе данных и составлении статистики изменения данных.

Настройка системы является очень простой и производится с персонального компьютера по интерфейсу RS-232. После настройки системы в подключении по RS-232 нет необходимости, однако данный интерфейс может использоваться для отладки.

Основой устройства является 8-разрядный микроконтроллер Atmel AVR ATmega32, имеющий 32 КБайт Flash-памяти, 2 КБайт SRAM и богатую периферию. В данном устройстве микроконтроллер работает от внешнего кварцевого резонатора на частоте 16 МГц. Для реализации функции записи времени регистрации данных применена микросхема часов реального времени DS1307 с интерфейсом I2C.

Для питания микроконтроллера и периферии установлен регулятор напряжения 5 В LM7805. По интерфейсу I2C к микроконтроллеру подключена

микросхема часов реального времени с резервным источником питания (батарея типа CR2032).

Для преобразования логических уровней интерфейса RS232 применена специализированная микросхема MAX232 в стандартном включении.

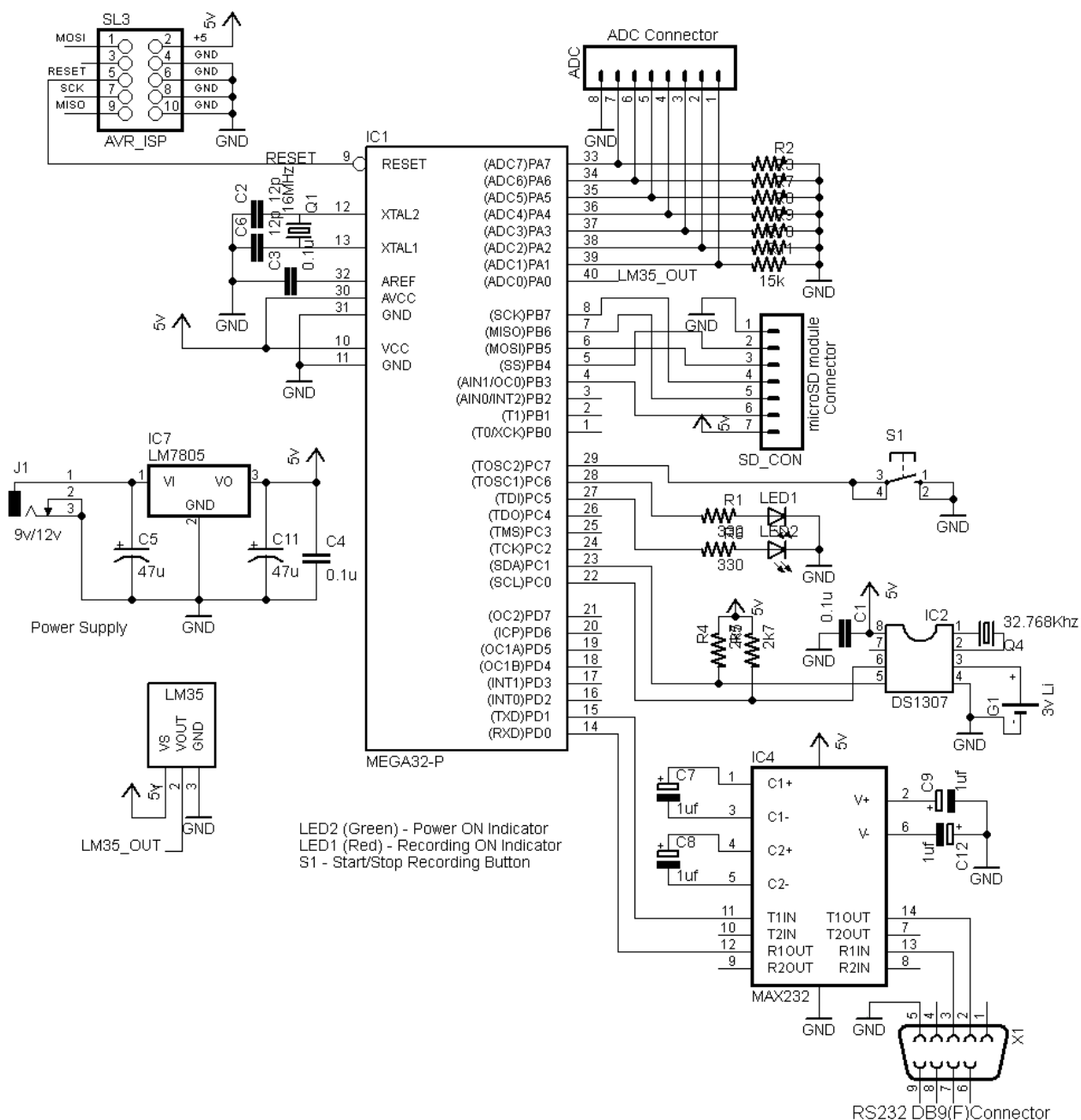


Рис.2.

Надписи на схеме

Power Supply	Источник питания
LED2 (Green) – Power ON Indicator	LED2 (Зеленый) – Индикатор включения питания

LED1 (Red) – Recording ON Indicator	LED1 (Красный) – Индикатор включения записи
S1 – Start/Stop Recording Button	S1 – Кнопка пуска/останова записи
ADC Connector	Разъем АЦП
microSD module Connector	Разъем модуля microSD
RS232 DB9(F) Connector	Разъем RS-232 гнездо DB9F

Результаты работы и выводы.

В результате удалось построить действующий макет устройства, способный в самом простом виде получить до 8 различных аналоговых сигналов, оцифровать их и записать на внешний накопитель в формате .txt.

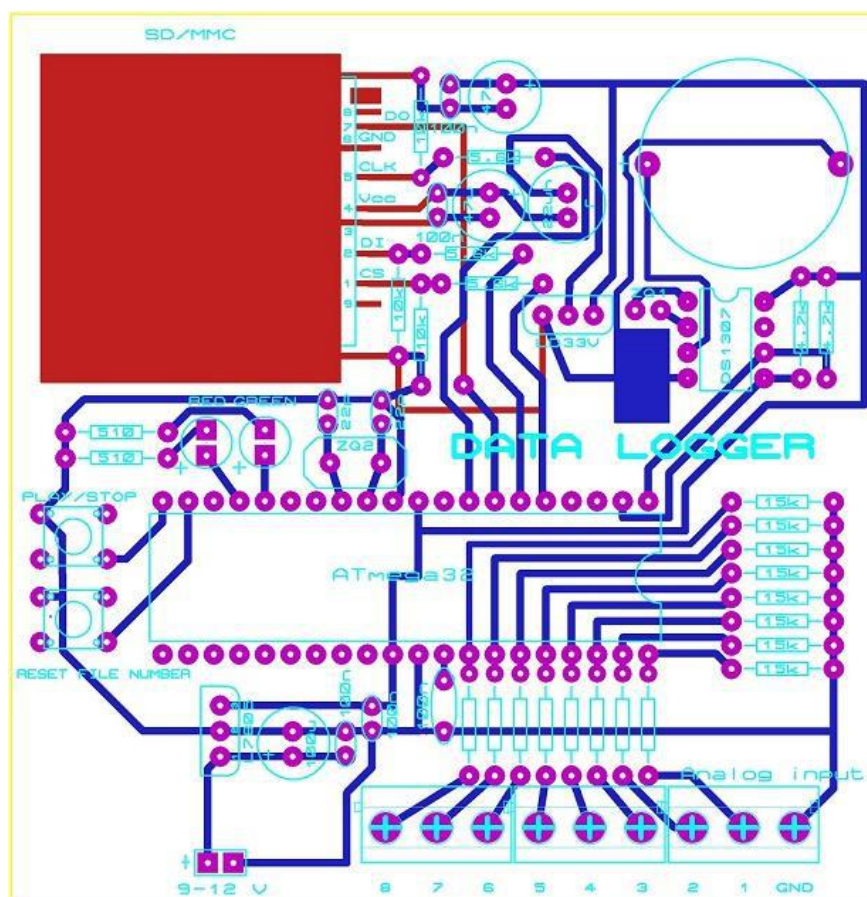


Рис.3. Трассировка печатной платы, используемая при процессе травления.



Рис.4. Общий вид готового устройства.

DATA002 — Блокнот

Файл	Правка	Формат	Вид	Справка	Pragma
1-01/01/2012,00:00:18,	1.372,	0.000,	0.000,	0.000,	0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000
2-01/01/2012,00:00:28,	1.372,	0.000,	0.000,	0.000,	0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000
3-01/01/2012,00:00:38,	1.372,	0.000,	0.000,	0.000,	0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000
4-01/01/2012,00:00:48,	1.372,	0.000,	0.000,	0.000,	0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000
5-01/01/2012,00:00:58,	1.372,	0.000,	0.000,	0.000,	0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000
6-01/01/2012,00:01:08,	1.372,	0.000,	0.000,	0.000,	0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000
7-01/01/2012,00:01:18,	1.372,	0.000,	0.000,	0.000,	0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000
8-01/01/2012,00:01:28,	1.372,	0.000,	0.000,	0.000,	0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000
9-01/01/2012,00:01:38,	1.372,	0.000,	0.000,	0.000,	0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000
10-01/01/2012,00:01:48,	1.372,	0.000,	0.000,	0.000,	0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000
11-01/01/2012,00:01:58,	1.372,	0.000,	0.000,	0.000,	0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000
12-01/01/2012,00:02:08,	1.372,	0.000,	0.000,	0.000,	0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000

Рис.5. Полученные данные.

На основе полученных данных (с учетом их представления в формате .xls) очень легко построить соответствующие необходимые графики и диаграммы с необходимой дискретизацией (параметр дискретизация является настраиваемым в программном обеспечении микроконтроллера). С помощью графиков и диаграмм легко увидеть отклонения в работе алгоритма исследуемого устройства на практике и соответствующим образом откорректировать его.

На практике, на основе работающего устройства и полученных данных на съемном накопителе информации удалось сделать выводы о решении поставленных задач при проектировании ССД. Все изначальные задачи были решены в полном объеме.

Планируется дальнейшее улучшение устройства: добавление фильтров низкой частоты на входах АЦП и улучшение и оптимизация программного обеспечения микроконтроллера.

Список использованной литературы.

Сопряжение датчиков и устройств ввода данных с компьютерами IBM PC: Пер. с англ. / Под ред. У. Томпкинса, Дж. Уэбстера. – М.: Мир, 1992. – 592 с.

Дженнингс Ф. Практическая передача данных: Модемы, сети, протоколы: Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 272 с.

Клингман Э. Проектирование микропроцессорных систем: Пер. с англ. – М.: Мир, 1990. – 576 с.

Модуль цифровой обработки сигналов DSP30: Руководство программиста. – М.: “Инструментальные системы”, 1994. – 124 с.

Модуль аналогового ввода-вывода ADC12/200: Руководство пользователя. – М.: “Инструментальные системы”, 1993. – 55 с.

Операционная система D easy для процессорных модулей ЦОС на базе TMS320C3x. – М.: “Инструментальные системы”, 1994. – 146 с.

Крюков В.В. Цифровая обработка сигналов: Конспект лекций. – Владивосток: ВГУЭиС, 1998. – 140 с.

Применение цифровой обработки сигналов: Пер. с англ. / Под ред. Э. Оппенгейма. – М.: Мир, 1980. – 544 с.

**ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБТЕКАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ
КОНФИГУРАЦИИ МНОГОЩЕЛЕВОГО КРЫЛА СПОРТИВНОГО
АВТОМОБИЛЯ**

М.В. Волынкин

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Bauman Racing Team

Актуальность. Аэродинамические характеристики современного автомобиля являются одними из важнейших показателей его совершенства. Для гражданских автомобилей это в первую очередь оказывает влияние на топливную экономичность и аэро-акустические показатели. В спортивных автомобилях это необходимое условие достижения высоких результатов.

Цель. Улучшение скоростных показателей гоночного автомобиля за счет изменения конфигурации многощелевого крыла.

Методы. В работе широко применяются численные расчеты, основанные на методе конечных объемов, а также сравнительные методы многопараметрической оптимизации.

Выводы. Получена оценка влияния различных аэродинамических элементов в результате численного моделирования в программе Flow Simulation 2015. Построена параметрическая модель и проведена многоэтапная оптимизация конфигурации многощелевого профиля крыла. В результате, прижимная сила крыла возросла более чем на 43% по сравнению с начальной конфигурацией. Аэродинамическое качество осталось в заданных пределах. Изменение конфигурации крыла позволило сократить время прохождения трассы автомобилем на 2.3% не изменяя конструкцию, что в условиях высокой конкуренции является превосходным показателем.

Ключевые слова: аэродинамика, оптимизация, крыло, ВГД.

**COMPUTATIONAL SIMULATION OF FLOW AROUND SLOTTED SPORT CAR'S
WING AND IT'S OPTIMIZATION**

M.V.Volynkin

Bauman Moscow State Technical University

Annotation

The aerodynamic characteristics of a modern car are one of the most important indicators of its perfection. For road vehicles, it primarily affects fuel economy and aero-acoustics performance. For the sports car, it is a necessary condition for achieving good results.

Goal. Improving of speed performance of a racing car by changing the configuration of multislot wing.

Methods. In the article numerical calculations based on the finite volume method and comparative methods of multi-parameter optimization are widely used.

Conclusions. Impact of various aerodynamic elements as a result of the numerical simulation are estimated in Flow Simulation 2015 software. Parametric model is built and a multi-stage optimization of multislot airfoil configuration is carried out. As a result, the downforce of the wing is increased more than 43% compared to the initial configuration. Aerodynamic quality remains within specified limits. Changing the configuration of the wing reduced the track time of the car by 2,3% without changing the structure which is an excellent indicator for a highly competitive environment.

Keywords: aerodynamics, optimization, wing, CFD.

Введение

В 1960-х аэродинамика автомобилей развивалась как важная и относительно недорогая технология, которую могли использовать более мелкие и менее хорошо финансируемые команды для борьбы в числе лидеров. С течением времени аэродинамика автомобилей стала более совершенной, и сегодня все гоночные автомобили проверяются в дорожных аэродинамических трубах как необходимое условие для успешного развития. Несмотря на огромный прогресс, достигнутый в авиакосмической промышленности, влияние аэродинамики на эффективность транспортного средства до сих пор не изучена должным образом [1,2].

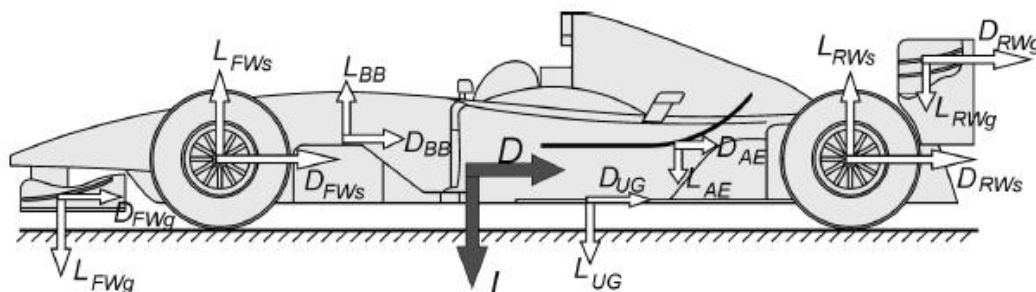


Рис. 1. Схема действия аэродинамических сил: L – прижимная сила; D – сила сопротивления; FWs – переднее колесо; RWs – заднее колесо; FWg – переднее крыло; RWg – заднее крыло; BB – корпус болида; UG – аэродинамическое днище; AE – дополнительные аэродинамические элементы

На гоночный автомобиль, как и на любое тело, движущееся в воздушном потоке, действуют аэродинамические силы. Равнодействующая сила по принципу суперпозиции будет равна векторному произведению сил, действующих на все его части (рис. 1) [3].

Численное моделирование обтекания

При проектировании и совершенствовании аэродинамического облика автомобиля в первую очередь стоит уделять внимание элементам, которые наиболее эффективны среди прочих. Рассмотрим данный вопрос на примере автомобиля класса «Формула Студент». Для дифференциальной оценки работы тех или иных аэродинамических элементов была создана упрощенная 3D-модель (рис. 2) и произведено численное моделирование обтекания болида в программном комплексе «Flow Simulation 2015».

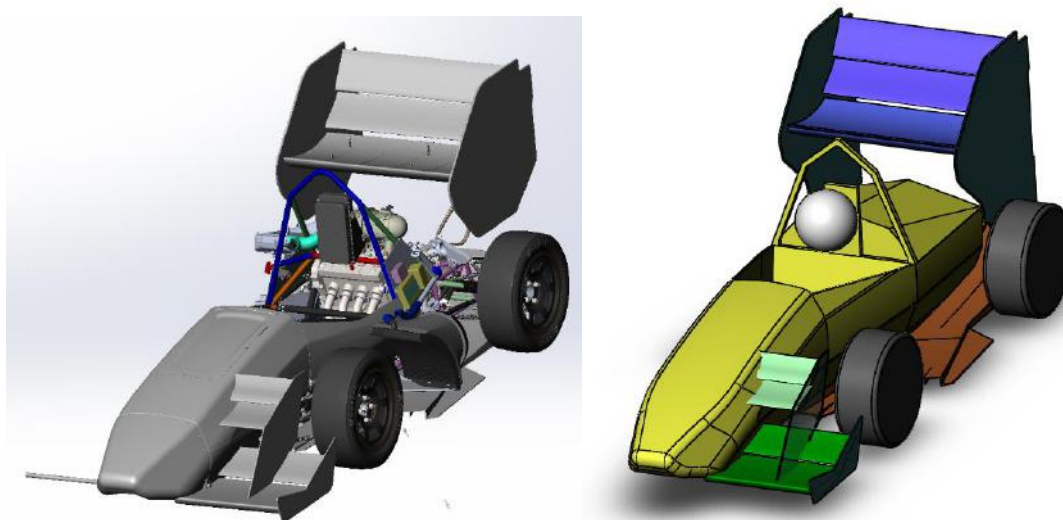


Рис. 2. Полная и упрощенная CAD-модели

Для экономии машинного времени производился расчет на грубой сетке половины автомобиля с заданием в плоскости симметрии автомобиля соответствующего условия. Давление атмосферное, температура 25°C . Подстилающая поверхность (дорога) движется со скоростью набегающего потока – 20 м/с. Поверхность колес вращаются с угловой скоростью 483.8 рад/с в соответствии с равенством окружной скорости – скорости движения подстилающей поверхности. Все поверхности автомобиля – не проницаемые стенки с нулевой скоростью движения частиц на границе. Границы расчетной области – свободные (рис. 3). Расчетная сетка состояла из гексаэдральных элементов и составляла 2508741 элементов (рис. 4).

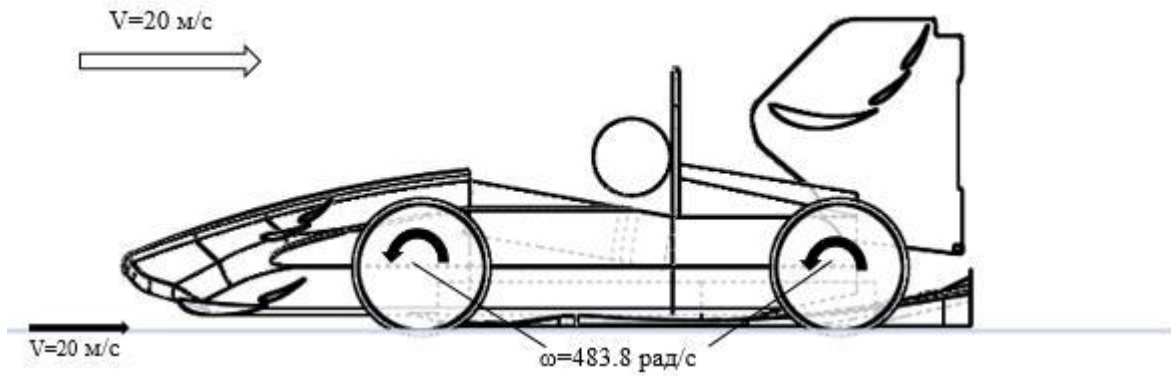


Рис. 3. Схема расчета

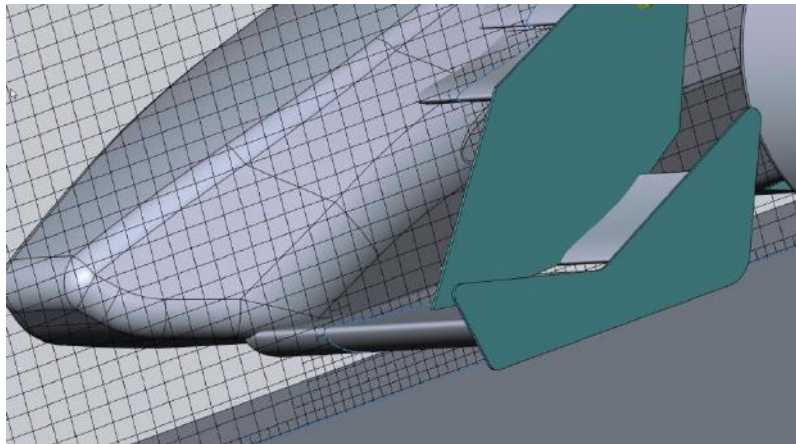


Рис. 4. Фрагмент расчетной сетки

Получены аэродинамические характеристики, действующие на различные аэродинамические элементы гоночного автомобиля (табл. 1), а также поля течения и линии тока (рис. 5).

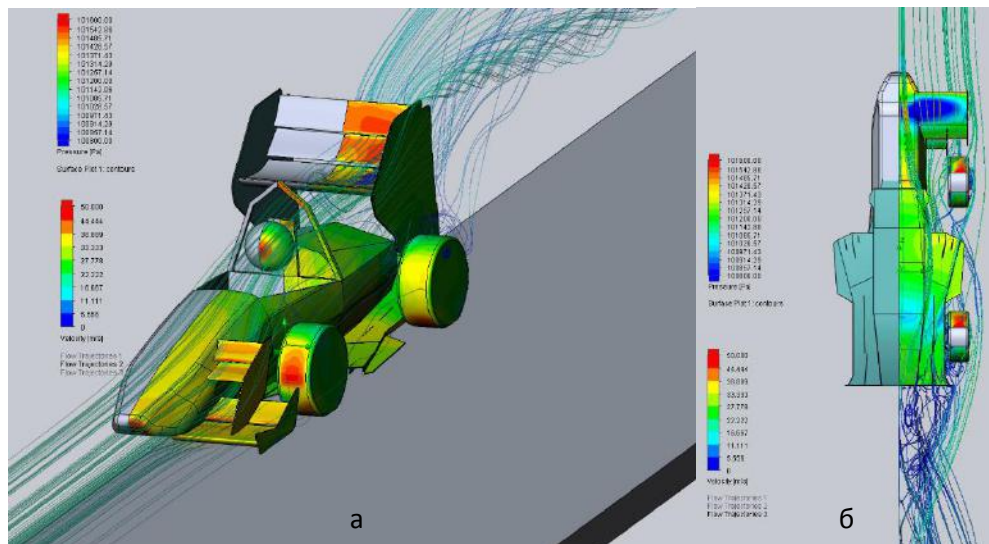


Рис. 5. а- распределение давления и линии тока верхней части автомобиля; б - распределение давления и линии тока нижней части автомобиля

Результаты расчета

Сила сопротивления	
Force (X) 1 - Undertray	2,614758262
Force (X) 2 - Bodywork	54,00949456
Force (X) 3 - FW-Low	1,653259847
Force (X) 4 - RW	20,15267759
Force (X) 5 - FWheel	-8,476980609
Force (X) 6 - RWheel	-6,04354531
Force (X) 7 - Head	4,418997683
Force (X) 8 - FW Top	0,779439559

Таблица 1.

Прижимная сила	
Force (Y) 1 Undertray	75,92720151
Force (Y) 2 - Bodywork	11,91358169
Force (Y) 3 - FW-Low	95,43657899
Force (Y) 4 - RW	85,96628409
Force (Y) 5 - FWheel	-4,142238447
Force (Y) 6 - RWheel	-8,572549989
Force (Y) 7 Head	-0,883303384
Force (Y) 8 - FW Top	18,73619052

Из полученных результатов видно, что антикрылья составляют большую часть от общей прижимной силы автомобиля и также создают наибольшее сопротивление после корпуса болида.

Одним из основных средств, позволяющих существенно улучшить обтекание крыла и повысить его несущие свойства, является использование щелевой механизации, принцип действия которой основан на перераспределении энергии набегающего потока путем перепуска части воздуха повышенного давления с верхней на нижнюю поверхность крыла через профилированные щели. Это приводит к сохранению безотрывного обтекания и соответствующему повышению несущих свойств щелевого крыла при большей относительной кривизне и больших углах атаки по сравнению с не щелевым крылом [5].

Кроме того, для затягивания срыва потока также применяются турбулизаторы, формы которых представлены на рис. 6. Как правило, они немного выше пограничного слоя и, создавая небольшие турбулентные зоны, смешивают внешний поток с пограничным слоем, добавляя ему энергию и тем самым сдвигая точку отрыва [3].

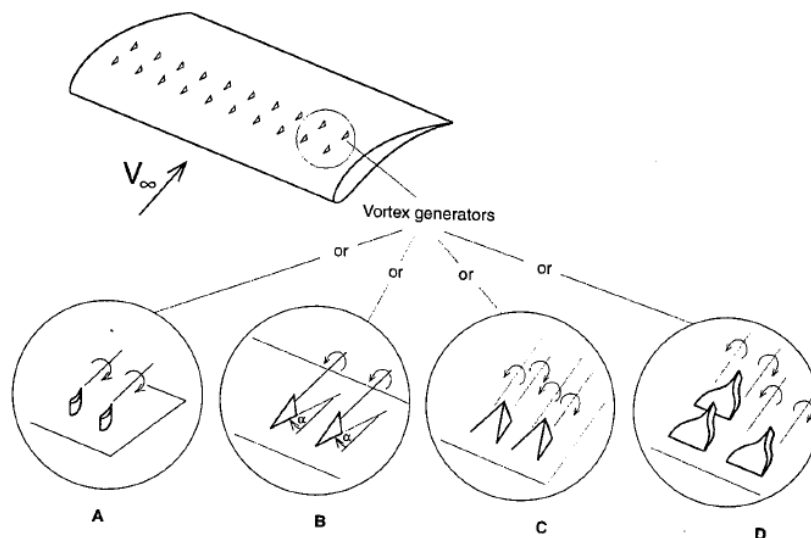


Рис. 6. Турбулизаторы

Классическим решением для повышения эффективности крыла является ограничение крыла торцевыми шайбами, уменьшающими скос потока и тем самым повышающими прижимную силу, одновременно уменьшая индуктивное сопротивление (рис. 7) [3].

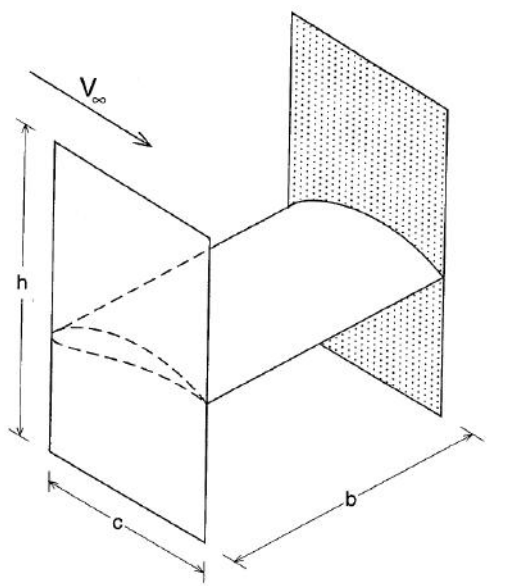


Рис. 7. Крыло с торцевыми шайбами

Увеличить эффективность крыла можно и не изменяя конструкцию, расположив его вблизи подстилающей поверхности. Это решение получило название – «граунд эффект» [4]. На рис. 8 представлена зависимость коэффициента прижимной силы от дорожного просвета.

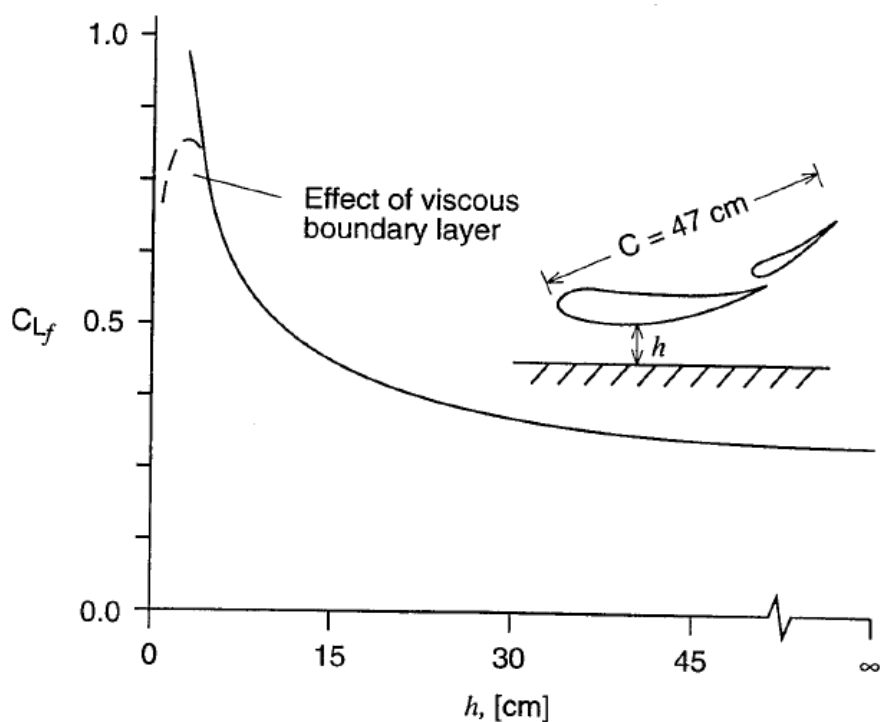


Рис. 8. Зависимость коэффициента прижимной силы от дорожного просвета

В связи с тем, что крыло рассматриваемого автомобиля ограничено шайбами и является щелевым, то для улучшения его показателей проведем оптимизацию взаимоположения профилей.

Оптимизация конфигурации заднего антикрыла

Необходимо определить взаимное положение частей мультиэлементного профиля заднего антикрыла с целью максимизации прижимной силы при умеренном значении аэродинамического качества ($K > 15$). Особенности аэродинамики щелевых крыльев является то, что каждый впереди расположенный элемент крыла оказывает влияние на распределение скоростей на последующих элементах, уменьшая пики разряжения и неблагоприятный градиент давления на этих элементах. В свою очередь последующие элементы индуцируют повышение скорости на впереди расположенных элементах, увеличивая тем самым циркуляцию на этих элементах. Поскольку задняя кромка впереди расположенного элемента находится в области скоростей, значительно превышающих скорость свободного потока, то большие скорости истечения через щель облегчают задачу ликвидации отрыва потока на поверхности щелевого крыла [5].

В CAD программе - SolidWorks составлена базовая конфигурация 2-щелевого мультиэлементного профиля в параметрическом виде (рис. 9), назовем ее Base1, и задана расчетная область.

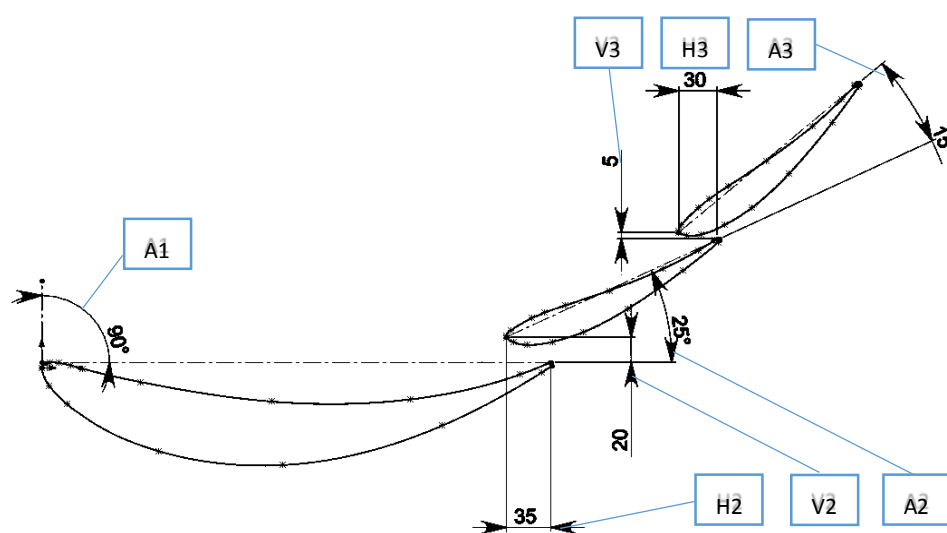


Рис. 9. Параметрическая модель профиля

Значения параметров базовой конфигурации Base1

Таблица 2.

A1	A2	V2	H2	A3	V3	H3
----	----	----	----	----	----	----

90	25	20	35	15	5	30
----	----	----	----	----	---	----

Задача обтекания профиля решалась в двумерной постановке. Расчетная сетка – гибридная (рис. 10). Основные элементы – треугольники. Пристеночный слой – прямоугольники, $Y^+=0.5$, 20 слоев. Объем сетки 100 тыс. элементов. Расчеты проводились численными методами в программе ANSYS FLUENT с использованием алгоритма решения SIMPLE. Эмпирически определено количество итераций, достаточное для сходимости решения – 600. На входе – давление атмосферное (101325 Па), скорость потока воздуха 20 м/с. Плотность 1.225 кг/м³. На выходе – давление атмосферное. На профиле соблюдается условие прилипания. Для разрешения турбулентных течений используется K- ω SST модель турбулентности.

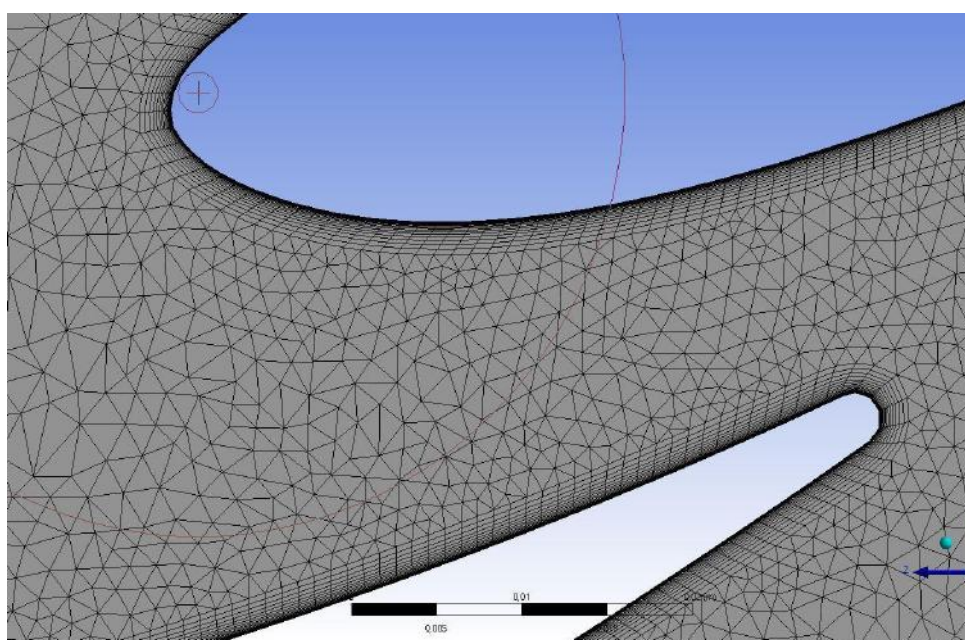


Рис. 10. Фрагмент расчетной сетки

Результаты расчета АДХ и структуры обтекания профилей в конфигурации Base1 представлены в табл. 3 и на рис. 11.

Результаты расчета конфигурации Base 1.

Таблица 3.

Прижимная сила	Качество
407,22	12,66

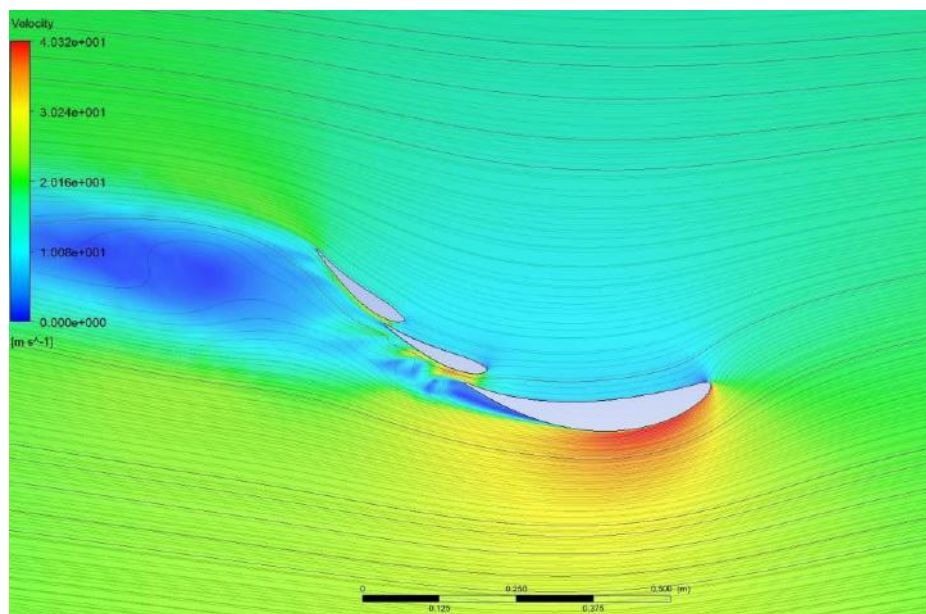


Рис. 11. Распределение скорости и линии тока. Base1

Видно выраженный присоединенный отрыв в кормовой части первого сегмента профиля. Обширный отсоединенный, отрыв за вторым и третьим сегментом, а также явные признаки неустановившегося течения. Такое обтекание не является благоприятным, что подтверждают полученные значения интегральных характеристик.

Алгоритм оптимизации многоцелевого профиля крыла

Процесс оптимизации осуществлялся с помощью модуля Design Explotation, функционал которого позволяет построить поле экспериментов с различной комбинацией указанных параметров в заданных интервалах, оценить чувствительность выходных значений к каждому из параметров, а также выбрать наилучшие комбинацию входных значений в соответствии с требуемыми условиями. В нашем случае такими условиями являются максимизация прижимной силы и сохранение значения аэродинамического качества в диапазоне >15 .

В связи с большим количеством параметров, определяющих конфигурацию профиля, процесс оптимизации разделен на несколько этапов. Это позволило сократить время единичного запуска, повысить надежность хранения данных, при сбоях работы вычислительной станции, а также лучше отследить влияние различных параметров на аэродинамические характеристики профиля.

Первый этап будет включать в себя вариацию параметров A1 и A2.

Исходные данные для построения поля экспериментов

Таблица 4.

A1	A2	V2	H2	A3	V3	H3
70-100	18-35	20	35	15	5	30

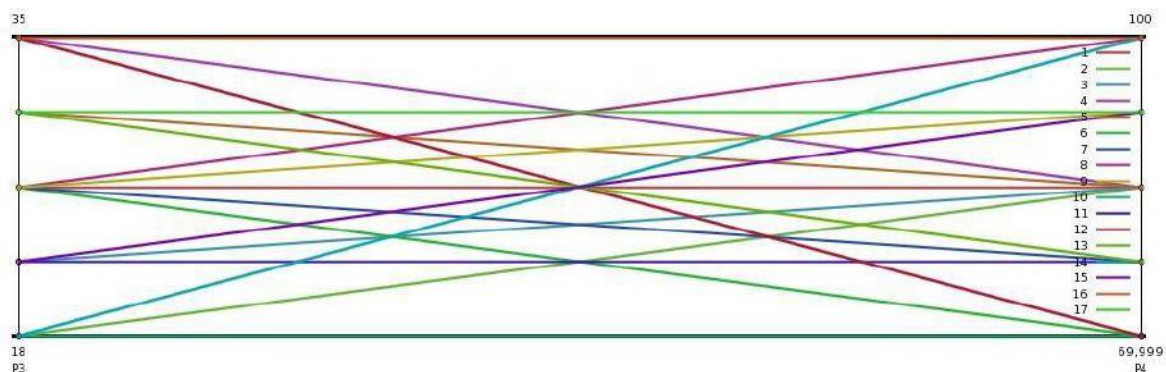


Рис. 12. Визуализация возможных комбинаций значений параметров A2 и A1

Поле экспериментов

Таблица 5.

п/п	A1	A2	Lift	Quality
1	85,00	26,50	378,64	5,92
2	85,00	18,00	371,42	12,71
3	85,00	22,25	401,22	8,61
4	85,00	35,00	359,81	4,42
5	85,00	30,75	451,56	5,25
6	70,00	26,50	333,88	1,28
7	77,50	26,50	342,98	2,44
8	100,00	26,50	396,87	28,86
9	92,50	26,50	425,91	15,37
10	70,00	18,00	387,46	1,62
11	77,50	22,25	336,86	2,79
12	70,00	35,00	509,07	1,38
13	77,50	30,75	402,22	2,42
14	100,00	18,00	316,62	43,61
15	92,50	22,25	404,20	17,96
16	100,00	35,00	435,99	19,26
17	92,50	30,75	443,98	10,85

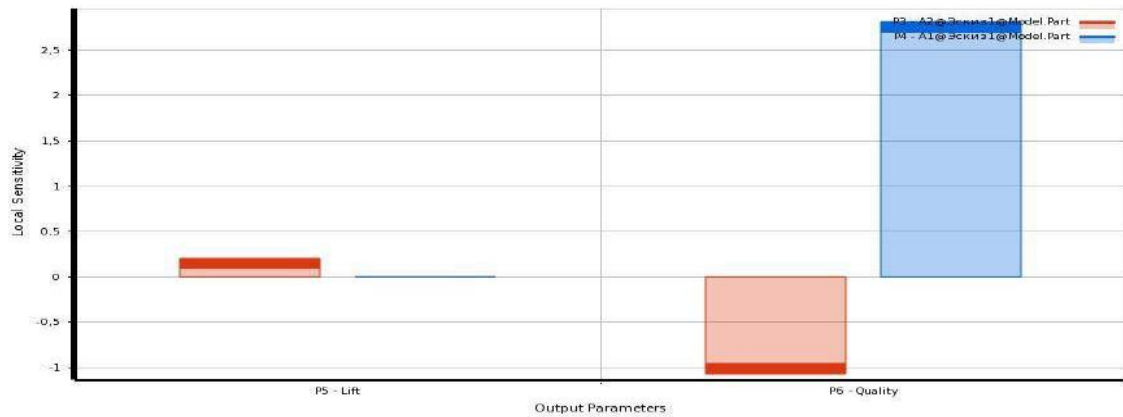


Рис. 13. Чувствительность выходных параметров к изменениям входных значений

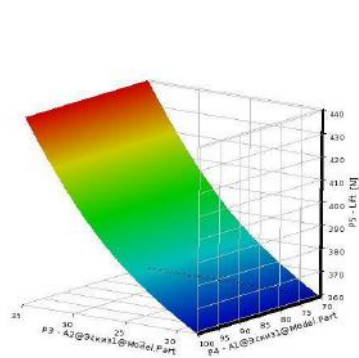


Рис. 14. Зависимость прижимной силы от A1 и A2

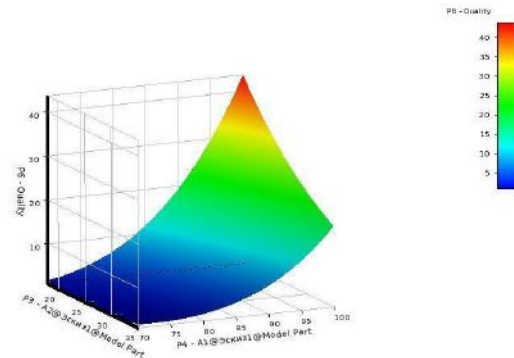


Рис. 15. Зависимость качества от A1 и A2

При многопараметрической оптимизации сложно вручную выбрать наилучший вариант. Поэтому использовались алгоритмы оптимизации модуля Design Exploration.

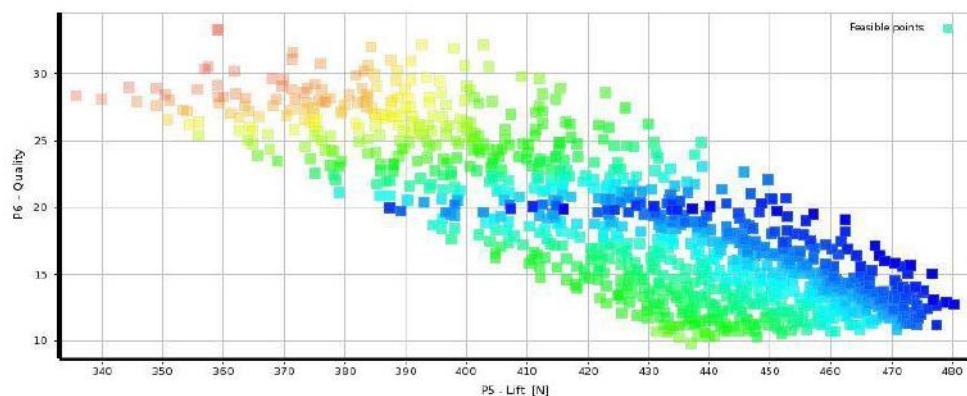


Рис. 15. Наглядное представление множества вариантов желаемых характеристик

На основании полученных данных мы выбираем комбинацию №16 как наилучший вариант. Теперь он – наш базовый вариант Base2.

Таблица 6.

A1	A2	V2	H2	A3	V3	H3
100	35	20	35	15	5	30

По аналогии с первым этапом было проведено еще несколько серий расчетов, но с варьированием других параметров. Конечный вариант представлен на рисунке 16.

Отсоединенный отрыв умеренный. Это характерно для высоконесущих щелевых профилей. Есть локальный отрыв на первом сегменте, аналогичный Base3. Видна многослойная структура потока, преимущественно безотрывно обтекающего поверхность профиля.

Результаты расчета профиля в конечной конфигурации приведены в Табл. 7.

Таблица 7.

Прижимная сила	Качество
525,7	15,57

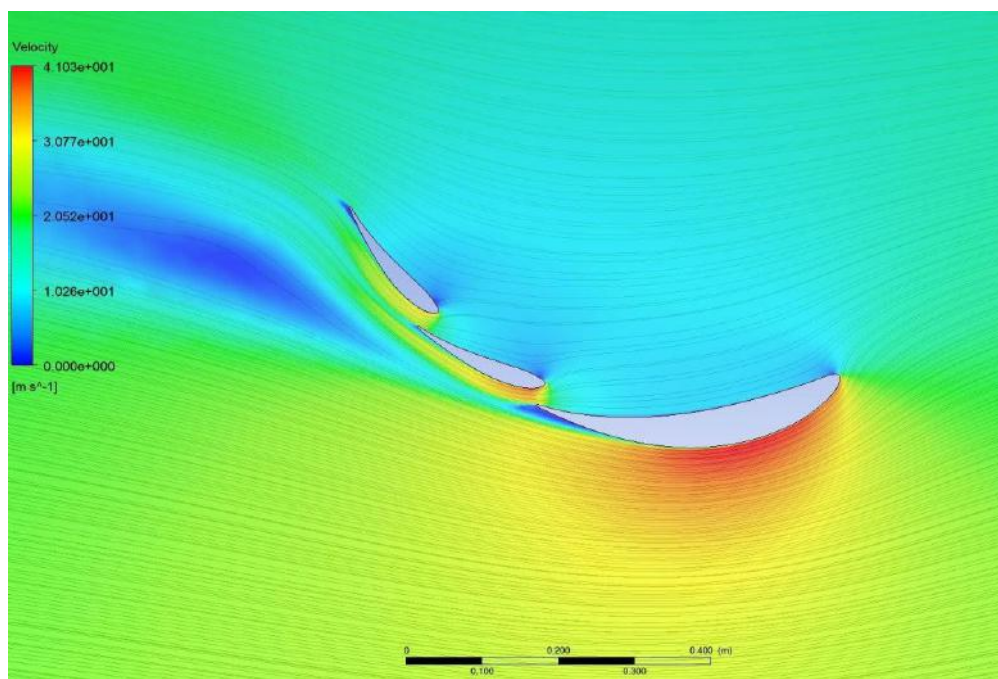


Рис. 16. Распределение скорости и линии тока для конечной конфигурации.

Выводы

1. Произведен обзор аэродинамических элементов спортивного автомобиля. Изучены принципы их работы и влияние на характеристики спортивных машин.

2. Получена оценка влияния различных аэродинамических элементов в результате численного моделирования в программе Flow Simulation 2015. Доказана эффективность применения аэродинамических элементов для низко скоростных высокоманевренных автомобилей путем проведения тягово-динамического расчета.

3. Построена параметрическая модель и проведена многоэтапная оптимизация конфигурации многощелевого профиля крыла.

4. В результате, прижимная сила крыла возросла более чем на 43% по сравнению с начальной конфигурацией. Аэродинамическое качество осталось в заданных пределах.

5. Дальнейшая работа будет продолжаться в направлении увеличения точности расчета, посредством проведения верификационных расчетов для больших углов атаки с отрывными течениями на основании экспериментально полученных данных. Переход с коммерческих программ на свободно распространяемые.

Список литературы

1. Журнал "Формула". - № 3. - 1998г.
2. Аэродинамика автомобиля / под ред. В.Г. Гухо; пер. Н.А. Юниковой. — М.: Машиностроение, 1987. — 424 с.
3. Race car aerodynamics. Joseph Katz. Bentley Publishers. 1995г.
4. Ground effect Aerodynamics of race cars; Vol. 59; Jan 2006; Xin Zhang, Wilem Toet, Jonathan Zerihan.
5. Петров, А.В. Энергетические методы увеличения подъемной силы крыла; Петров А.В. – М. : Изд. Физматлит, 2011.

**ПРИМЕНЕНИЕ РАСЧЁТОВ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И
ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ
АВТОМОБИЛЯ КЛАССА «ФОРМУЛА СТУДЕНТ»**

М.Л. Шаболин

МГТУ им. Н.Э. Баумана

Команда Формула Студент МГТУ им. Н.Э. Баумана

Аннотация

В статье коротко описаны теоретические основы метода топологической оптимизации на базе конечно-элементного моделирования. Приведены способы постановки оптимизационной задачи, даны примеры применения этого метода при проектировании деталей трансмиссии и несущей системы автомобилей BRT-2, BRT-3 и BRT-4 класса «Формула Студент» с описанием расчётных моделей, нагрузочных режимов и интерпретацией полученных результатов.

Annotation

The article briefly describes the theoretical foundations of the method of topology optimization based on finite element. There are ways of optimizing tasks, examples of applying this method in the design of transmission components and a carrier system of cars BRT-2, BRT-3 and BRT-4 class "Formula Student" with a description of computational models, the load operating conditions and interpretation of obtained results.

Введение

Расчёты методом конечных элементов широко применяются в автомобилестроении и смежных отраслях промышленности. За последние 5 – 7 лет в практике конструирования и расчета силовых схем машин широко распространился метод топологической оптимизации на базе конечно-элементного моделирования. Данный метод позволяет на самых ранних стадиях проектирования силовых конструкций получить наиболее выгодные по массе, прочности и жесткости силовые схемы машин и механизмов. Также этот метод можно использовать и на поздних стадиях проектирования для доводки элементов конструкций с целью увеличения их прочности и жёсткости.

Теоретическая часть

Математические основы метода топологической оптимизации с использованием метода конечных элементов изложены в работе Бендсое и Кикучи в 1988 году, среди отечественных ученых можно отметить теоретические работы Комарова В.А., Болдырева А.В. (СГАУ). К текущему моменту метод реализован почти во всех популярных коммерческих программах конечно-элементного анализа, таких, как Altair OptiStruct, FE-Design TOSCA, Msc.Nastran, Ansys, Abaqus и др.

Метод основывается на идее использования тела переменной плотности, которая состоит в назначении варьируемого от 0 до 1 параметра ρ на каждый конечный элемент модели разрешенного для детали пространства. При этом в соответствие этому параметру ставится уменьшенная жесткость конечного элемента, которая выражается, в конечном счете, через модуль упругости материала:

$$\bar{E} = \rho^p E,$$

где: $\bar{E}$ – уменьшенный модуль упругости материала в конечном элементе;

E – исходный модуль упругости материала;

ρ – варьируемый параметр от 0 до 1, также часто называемый «плотностью материала»;

p – степенной показатель, улучшающий дискретность распределения плотности материала в решении.

Есть несколько способов постановки оптимизационной задачи:

1. В качестве целевой функции принимается масса конструкции и задаётся поиск минимума массы при заданных ограничениях по прочности, жесткости, собственным частотам и другим критериям.

2. В качестве целевой функции вместо массы используется величина полной потенциальной энергии деформации модели $\bar{\Pi}(d)$, вычисляемая как:

$$\Pi(d) = \sum_{i=1}^n C_i \Pi(d_i),$$

где: $\Pi(d_i)$ – полная потенциальная энергия деформации модели на i -м расчетном случае;

d_i – поле перемещений узлов конечно-элементной модели;

C_i – весовые коэффициенты для рассматриваемых расчетных случаев.

При этом в ограничениях задают некоторый процент от массы исходного пространства проектирования.

Выбор способа постановки задачи зависит от конечной цели и от возможностей используемой для расчёта программы.

Решением задачи топологической оптимизации является карта распределения «плотности» материала ρ в исходно заданном геометрическом

пространстве проектирования. Такую карту можно интерпретировать как силовую схему и с учетом необходимых технологических и конструктивных поправок использовать для определения формы проектируемой детали.

Необходимо отметить, что для ускорения счета, а также обеспечения хорошей сходимости процесса оптимизации, нужно задать только небольшое количество расчетных случаев, характеризующих наиболее тяжелые условия работы будущей детали (желательно отличающихся между собой по направлениям действий сил).

Ниже приведены примеры применения топологической оптимизации при проектировании деталей автомобилей BRT-2, BRT-3 и BRT-4. При проектировании использовалась система автоматизированного проектирования (САПР) Siemens NX. При постановке оптимизационной задачи использовался 2-й способ, описанный выше.

1. Кронштейны дифференциала автомобиля BRT-2

Наиболее наглядно результат топологической оптимизации можно продемонстрировать на примере создания детали, работающей под воздействием одного преобладающего усилия, постоянного или слабо изменяющегося направления. Такой деталью является кронштейн дифференциала.

Схема закрепления и нагружения показана на рис. 1. Для ускорения расчёта использовалась оболочечная конечноэлементная модель (КЭМ). Нагрузки, действующие в плоскости кронштейна, домножались на коэффициент, который подбирался из условия равенства узловых перемещений при расчёте оболочечной и твердотельной КЭМ. Нагрузки, действующие не в плоскости кронштейна, при оптимизации игнорировались, но учитывались при проверочном расчёте. В качестве единственного нагрузочного случая для оптимизации был выбран случай передачи через цепную передачу максимального крутящего момента при ускорении автомобиля. При проверочном расчёте дополнительно учитывался случай движения в повороте с максимальным боковым ускорением, при этом большая нагрузка приходится на кронштейн амортизаторов, который закреплён на кронштейнах дифференциала. Динамический характер нагружения учитывался коэффициентом динамичности.

Результат оптимизации в виде карты распределения «плотности» материала, а также 3D-модель кронштейна, построенная на его основе, представлены на рис. 2. Отличия формы, полученной в результате оптимизации, и формы готовой детали обусловлены конструктивными особенностями детали, а также технологическими ограничениями.

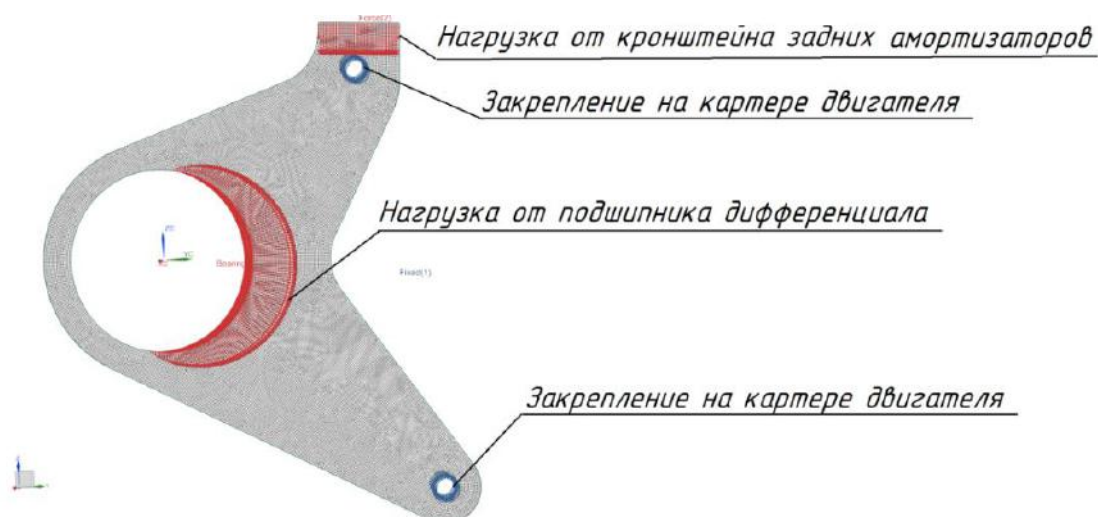


Рис. 1. Схема закрепления и нагружения левого кронштейна дифференциала

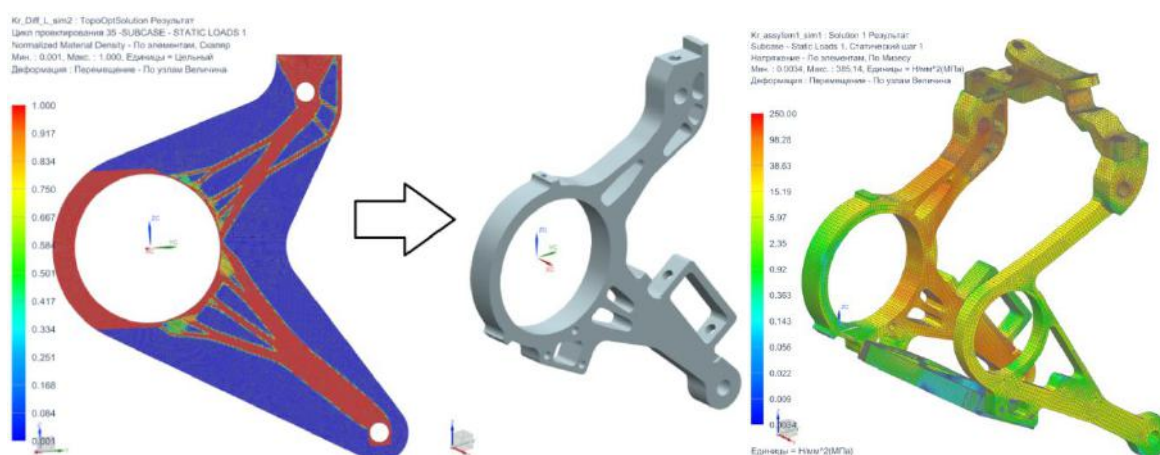


Рис. 2. Результат оптимизации, созданная на его основе 3D модель кронштейна и результаты проверочного расчёта

Стоит отметить, что для получения корректных результатов оптимизации очень важно как можно точнее определить направление, а при использовании ограничений по деформации или напряжениям и значение основных действующих на деталь нагрузок. В данном случае при оптимизации использовалась плоская оболочечная КЭМ и игнорировалась часть нагрузок, поэтому судить о прочности кронштейна по результатам данного расчёта невозможно. Для оценки прочности был проведён проверочный расчёт кронштейнов дифференциала в сборе с кронштейном амортизаторов и масляного насоса. Результаты этого расчёта в виде распределения эквивалентного напряжения также показаны на рис. 2.

2. Кронштейны дифференциала автомобиля BRT-3.

В описанном выше случае особых сложностей с интерпретацией результатов оптимизации не возникло, но так бывает далеко не всегда даже

для деталей с простой схемой нагружения. Характерный пример - кронштейны дифференциала автомобиля BRT-3.

Кронштейны дифференциала автомобиля BRT-3 отличаются от рассмотренных ранее аналогичных деталей автомобиля BRT-2 конструктивным исполнением – эксцентриковый механизм регулировки натяжения цепи вместо третьей звёздочки и кронштейн амортизатора, выполненный заодно с кронштейном дифференциала вместо отдельной детали.

В левой половине рисунка 3 показаны результаты трёх вариантов оптимизации левого кронштейна дифференциала с разными настройками и 3D модель, созданная на основе этих результатов. Стоит отметить, что в оптимизационную задачу был добавлен ещё один нагрузочный случай – торможение двигателем.

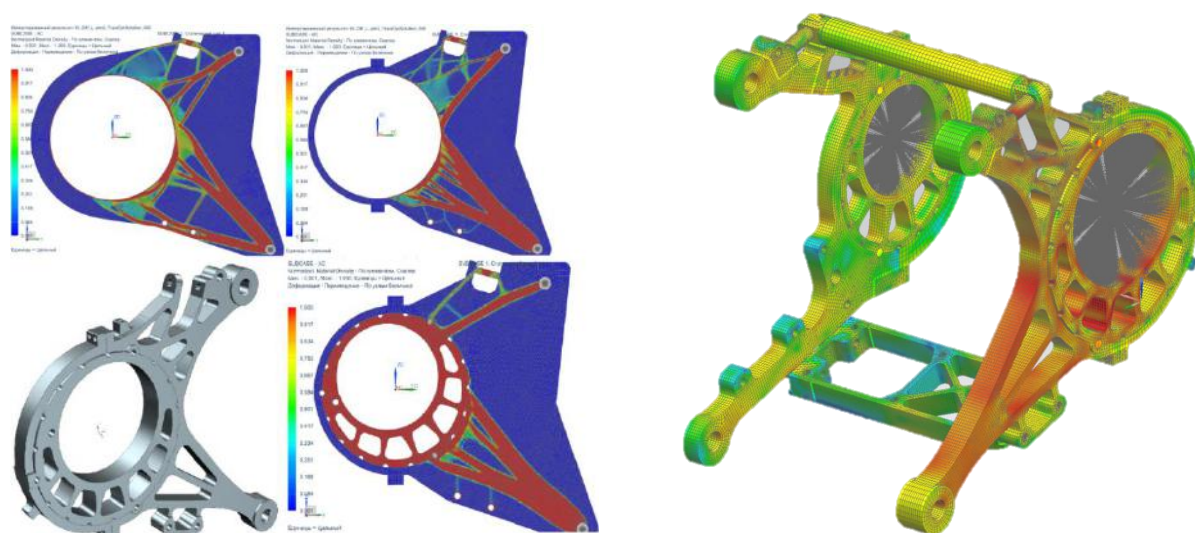


Рис. 3. Результаты оптимизации кронштейна дифференциала и результат проверочного расчёта

В данном случае результаты оптимизации не поддавались однозначной интерпретации, и при выборе силовой схемы детали пришлось больше полагаться на конструкторский опыт. Поэтому форма детали достаточно серьёзно отличается от полученной в результате оптимизации. Но как показал проверочный расчёт, результаты которого в виде распределения эквивалентного напряжения для нагрузочного режима «ускорение» показаны в правой части рис. 3, форма детали была выбрана верно. Сложности при создании КЭМ для оптимизации возникли из-за наличия детали, которая передаёт усилие от подшипника дифференциала на кронштейн и не входит в пространство проектирования – эксцентрика. Адекватно воспроизвести условия контактного взаимодействия «эксцентрик-кронштейн» на оболочечной КЭМ не удалось, а твердотельная КЭМ с контактным взаимодействием не использовалась из-за неприемлемо большого времени счёта.

3. Силовая пластина автомобиля BRT-4.

Описанные выше детали работают в достаточно простых условиях нагружения, поэтому их форма предсказуема и опытный конструктор способен спроектировать подобного типа кронштейн с правильной силовой схемой без применения топологической оптимизации. Однако встречается много статически неопределимых конструкций, подобрать силовую схему для которых бывает чрезвычайно трудно. Вот тут метод топологической оптимизации очень облегчает работу. Ниже приведено описание процесса проектирования силовой пластины автомобиля BRT-4.

Описание расчётной модели.

Силовая пластина крепится к раме четырьмя болтами. На самой пластине расположены точки крепления рычагов подвески, реактивных тяг, амортизаторов, кронштейнов дифференциала и кронштейнов двигателя. Общий вид расчётной модели показан на рис. 4. КЭМ пластины состоит из оболочечных элементов. Кронштейны дифференциала и двигателя смоделированы твердотельными элементами. Рама представлена балочными элементами СВЕАМ.

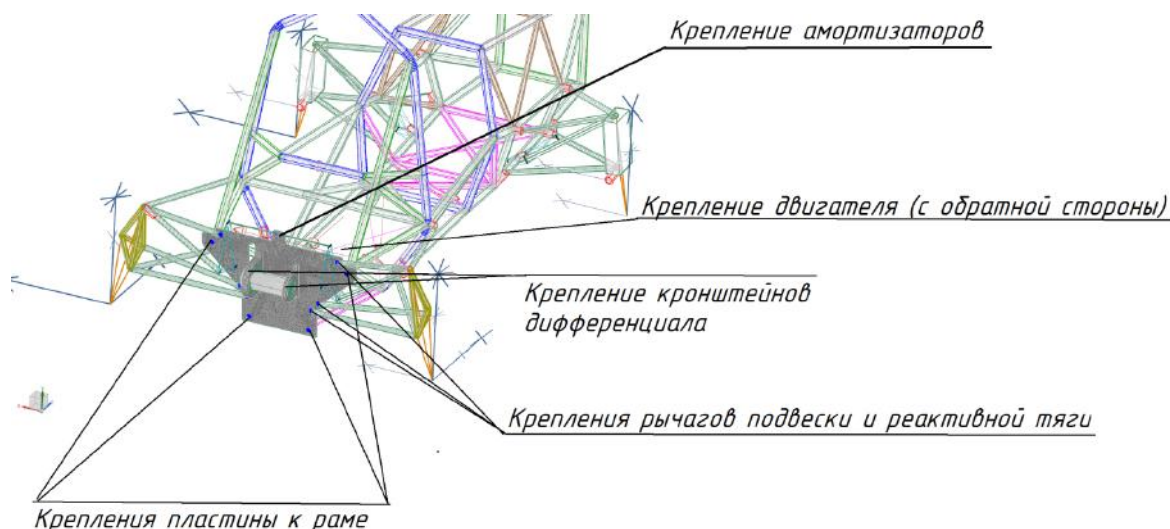


Рис. 4. Расчётная модель

На пластину действуют нагрузки со стороны подвески, трансмиссии, двигателя и рамы. Рассматривались следующие нагрузочные случаи:

- а) Поворот направо. Основное силовое воздействие на пластину идёт со стороны подвески левого борта и рамы.
- б) Поворот налево. Основное силовое воздействие на пластину идёт со стороны подвески правого борта и рамы.
- в) Ускорение. Основное силовое воздействие на пластину идёт со стороны подвески, рамы и двигателя.

Во всех трёх случаях силы инерции приводились к двум точкам – центру масс пилота и двигателя и прикладывались к раме через элементы CROD и RBE2 в местах установки кронштейнов сиденья пилота и кронштейнов двигателя соответственно. Закрепление осуществлялось в пятне контакта колёс с дорогой.

Результаты оптимизации и их интерпретация показаны на рис. 5.

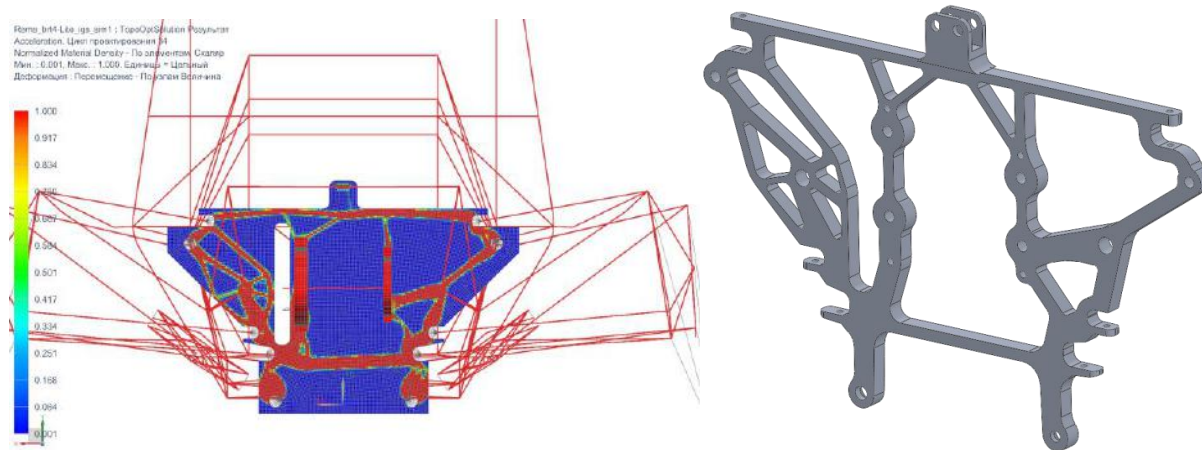


Рис. 5. Результаты оптимизации силовой пластины и их интерпретация

Выводы

1. Использование метода топологической оптимизации на базе конечно-элементного моделирования при проектировании автомобиля класса «Формула Студент» позволяет, с одной стороны, построить более совершенный автомобиль, а с другой - позволяет начинающим инженерам на практике понять, в каких случаях его применение целесообразно, а также научиться грамотно интерпретировать результаты.

2. Задача интерпретации полученных результатов решения (силовой схемы детали) и построение рабочей 3D-модели детали с учетом дополнительных требований по технологии, конструктивных особенностей, является трудоемкой ручной работой, в которой необходим опыт как инженера-конструктора, так и опыт инженера-прочниста.

3. Применение методов топологической оптимизации позволяет добиться снижения массы объектов оптимизации до 30% или повышать их прочность и жесткость на 30-40%. Однако результаты напрямую зависят от точности определения действующих на детали нагрузок, а также от качества КЭМ.

Список литературы

1. Болдырев, А. В. Топологическая оптимизация силовых конструкций на основе модели переменной плотности. / А. В. Болдырев // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. – т. 13. - №1(3). -С. 670-673.

2. Гончаров, NX Advanced Simulation. / П.С. Гончаров, И.А. Артамонов, Т.Ф. Халитов, С.В. Денисихин, Д.Е. Сотник. Инженерный анализ. – М.: ДМК «Пресс», 2012. – 504 с.

ТЕХНОЛОГИИ ЦИФРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА В СОЗДАНИИ КОМПОНЕНТОВ СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ КЛАССА «FORMULA STUDENT»

В.А. Аксенова, А.Л. Кулагин, Р.В. Деунажев, канд.техн.наук, доц. К.О. Гончаров

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

СКБ «Формула Студент»

Одним из направлений по внедрению технологий цифрового производства и быстрого прототипирования являются элементы эргономики кокпита, в частности, кресло пилота. В свою очередь применение технологий цифрового производства обуславливают такие критерии, как анализ технического регламента Formula SAE, выбор программного пакета, формирование эскизной модели. Геометрию кресла обуславливают ряд критериев, описанных в техническом регламенте Formula SAE:

1. Нижняя точка водительского сиденья должна быть не ниже, чем нижняя поверхность лонжеронов рамы, или при наличии продольных труб, соответствующих требованиям для боковых защитных элементов рамы, проходящих ниже, чем нижняя точка сидения.

2. В кокпите, где находится пилот, должна быть обеспечена достаточная теплоизоляция, чтобы водитель не контактировал с какими-либо металлическими или другими поверхностями, нагретыми до температуры большей, чем 60°C.

Так же немаловажным фактором является оценка внутреннего объема кокпита, обусловленного параметрами, которые оцениваются с помощью шаблонов, представленных на рис. 1 и 2.

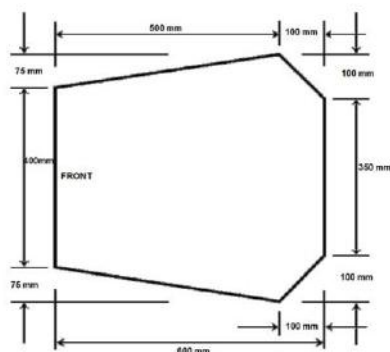


Рис. 1. Шаблон проема кокпита

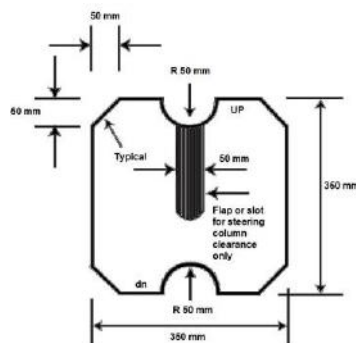


Рис. 2. Шаблон внутреннего поперечного сечения кокпита

Существует два типа положения пилота в кокпите: вертикальное и горизонтальное. Определяются они как угол (менее или более 30 градусов соответственно) между вертикалью и линией, соединяющей два 200 мм круга шаблона 95-го процентиля человека (параметры стандартного человека). В проектируемом втором болиде СКБ «Формула Студент» пилот занимает горизонтальное положение.

Геометрию кресла так же формируют ремни безопасности. Поясной ремень должен проходить через нижнюю часть сиденья с каждой стороны для максимального обхвата тазовой области и далее идти по прямой линии к точке закрепления. Места, где ремни безопасности проходят через отверстия в сидении, должны быть подготовлены к предотвращению истирания ремней.

После всех исследований необходимо было выбрать наиболее удобный для данной задачи программный пакет. При его выборе мы учитывали множество факторов, такие, как точность проектирования и возможность импорта и экспорта в различные форматы. Оптимальным для решения нашей задачи является программный пакет Rhinoceros 5, в котором мы и начали создание модели кресла гоночного болида.

На основе технического регламента и компоновки кокпита проектируемого болида был получен эскиз, то есть набор образующих, формирующих геометрию. На эскизной модели (рис. 3) цифрами 1 и 2 обозначены образующие, которые обеспечивают боковую поддержку пилота, а цифрами 2 и 3 - образующие, обеспечивающие геометрию спинки кресла. Боковая поддержка необходима для плотной посадки пилота в кресле, так как гонка соревнований Formula Student проходит на протяжении 22 км и включает в себя обилие поворотов.

На основе эскизной модели была создана поверхностная модель (рис. 4).

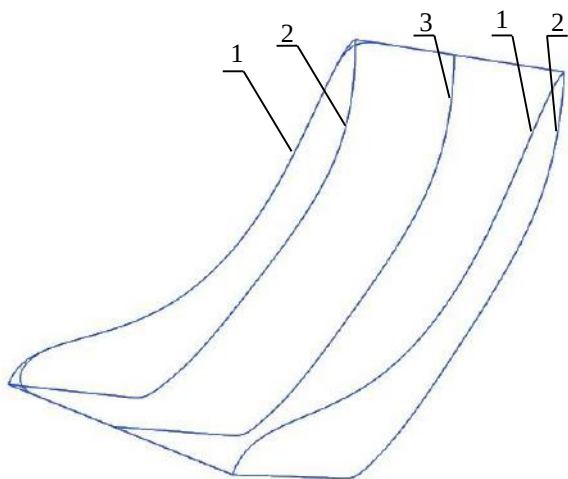


Рис. 3. Эскизная модель



Рис. 4. Поверхностная модель

Следующим этапом является разработка и получение модельной оснастки для создания готового изделия. Модельная оснастка создается из легко



Рис. 5. Оборудование с числовым программным обеспечением

обрабатываемых материалов (МДФ плит), а заданная геометрия обеспечивается оборудованием с числовым программным обеспечением на основе управляющих программ для осуществления механической обработки (рис. 5).

Список литературы

1. Деунажев, Р.В. Создание аэродинамических элементов спортивного автомобиля класса «Формула Студент» посредством быстрого прототипирования / Р.В. Деунажев, А.Л. Кулагин, К.О. Гончаров // Сборник материалов XII Международной молодежной научно-технической конференции «Будущее технической науки»; НГТУ им. Р.Е. Алексеева.- Н.Новгород, 2013.- С. 114-115
2. Кулагин А.Л. Технологии и технологическое оборудование в производстве композиционных материалов // А.Л. Кулагин, Р.В. Деунажев, К.О. Гончаров // Сборник материалов XII Международной молодежной научно-технической конференции «Будущее технической науки»; НГТУ им. Р.Е. Алексеева.- Н.Новгород, 2014 - С. 194 - 195

**КОМПЛЕКСНАЯ РАЗРАБОТКА И ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ СИСТЕМ
ПАССИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭЛЕМЕНТОВ СПОРТИВНЫХ
АВТОМОБИЛЕЙ КЛАССА «FORMULA STUDENT» НА ОСНОВЕ
КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

А.Л. Кулагин, Р.В. Деунажев, канд.техн.наук, доц. К.О. Гончаров, канд.техн.наук,
доц. А.В. Тумасов, докт.техн.наук, проф. Л.Н. Орлов

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
СКБ «Формула Студент»

Аннотация

В статье представлено описание научно-исследовательской работы, выполняемой участниками инженерно-технических соревнований Formula SAE, проводимой на базе НГТУ им. Р.Е. Алексеева. В работе рассматривается комплексный подход в оценке прочности систем пассивной безопасности и элементов спортивных автомобилей класса «Formula Student», выполненных на основе композиционных материалов. Приведен перечень основных мероприятий по формированию расчетно-экспериментальной базы физико-механических свойств различных композиционных материалов с учетом условий эксплуатации и сопряжения с требованиями технического регламента Formula SAE. Рассматриваются вопросы, связанные с технологией, разработкой технологического оборудования и оценкой технологических процессов по созданию изделий на основе композиционных материалов. Приведены результаты апробации разработанного технологического оборудования.

Ключевые слова: композиционные материалы, система пассивной безопасности, углеродное волокно, базальтовое волокно, технологическое оборудование.

**INTEGRATED DEVELOPMENT AND EVALUATION OF STRENGTH
PASSIVE SAFETY SYSTEMS AND ELEMENTS OF A SPORTS CAR CLASS
«FORMULA STUDENT» BASED COMPOSITE MATERIALS**

A.L. Kulagin, R.V. Deunazhev, K.O. Goncharov, A.V. Tumasov, L.N. Orlov
Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev

Annotation

The article describes the research work carried out by members of the engineering competition Formula SAE NSTU n.a. R.E. Alekseev conducted on the basis of them. This paper considers a comprehensive approach in assessing the strength of passive safety systems and elements of the sports car class «Formula Student» made on the basis of composite materials. List of the main events on the formation of settlement and experimental base of physical and mechanical properties of various composite materials based on operating conditions and coupling with the requirements of technical regulations Formula SAE. The issues related to technology, design of process equipment and assessment processes to create products based on composite materials. The results of testing of the developed technological equipment.

Keywords: composite materials, passive safety systems, carbon fiber, basalt fiber manufacturing equipment.

Элементы транспортных средств на основе композиционных материалов могут быть полноценной альтернативой деталей, выполненных из металлов и сплавов, при этом обладать малой массой, высокой прочностью, отсутствием коррозии, что в совокупности повышает эксплуатационные свойства спортивных транспортных средств.

Как правило, композиционный материал представляет собой сочетание двух или более материалов, что в свою очередь обеспечивает более высокие физико-механические свойства по сравнению с индивидуальными характеристиками каждого материала в отдельности.

Применительно к спортивным автомобилям класса «Formula Student» это элементы, выполненные на основе армирующего волокна, пропитанного связующим веществом, так называемой матрицей. Армирующие волокна обеспечивают прочность и жесткость элементов, а матрица – соединение и совместную работу волокон.

Дополнительным фактором, который обусловил применение композиционных материалов для изготовления элементов спортивных автомобилей класса «Formula Student», является жесткость конструкции при минимальных показателях массы по сравнению с аналогичными элементами, выполненными из металлов и сплавов. Также к числу положительных эффектов относится технологическая составляющая процесса получения изделий на основе композиционных материалов, в частности процесс формирования сложных геометрических форм изделий сухим армирующим материалом либо препрегом без использования дорогостоящего инструмента.

Техническим регламентом международных технических соревнований «Formula SAE» предусмотрен ряд требований, направленных на обеспечение пассивной безопасности спортивных автомобилей класса «Formula Student», конструкция которых предусматривает в качестве несущей системы монокок на основе композиционного материала. Ввиду этого основой для разработки несущих систем и элементов спортивных автомобилей класса «Formula Student»,

для соответствия требованиям технического регламента, являются расчетные и экспериментальные подходы к оценке прочности и пассивной безопасности, а также технологические методы создания подобных элементов.

В данной работе, проводимой аспирантами и студентами СКБ «Формула Студент» НГТУ им. Р.Е. Алексеева, имеет место комплексный подход в решении задач по оценке прочности и пассивной безопасности несущих систем и компонентов спортивных автомобилей класса «Formula Student» на основе композиционных материалов. Так же проводятся работы в области разработки технологического оборудования и вопросы создания модельной оснастки для получения изделий на основе композиционных материалов.

Комплекс мероприятий по реализации данной работы включает в себя:

1. Проведение исследований физико-механических свойств композиционных материалов на основе образцов различных геометрических форм при различных режимах нагружения, температурных, климатических условиях и воздействии агрессивных сред (рис. 1).



Рис. 1. Проведение исследований физико-механических свойств композиционных материалов

2. Разработка и создание на базе СКБ «Формула Студент» технологического оборудования для обеспечения процессов создания изделий (образцов) на основе композиционных материалов (рис. 2), а также формирование конструкторской документации и рекомендаций по эксплуатации данного вида оборудования.

3. Формирование технических требований к элементам несущих систем и компонентов транспортных и технологических комплексов на основе композиционных материалов для обеспечения требований пассивной безопасности.



Рис. 2. Разработка и создание на базе СКБ «Формула Студент» технологического оборудования для обеспечения процессов создания изделий (образцов) на основе композиционных материалов

4. Проектирование и расчетная оценка прочности элементов несущих систем и компонентов спортивных автомобилей класса «Formula Student» на основе композиционных материалов (рис. 3).

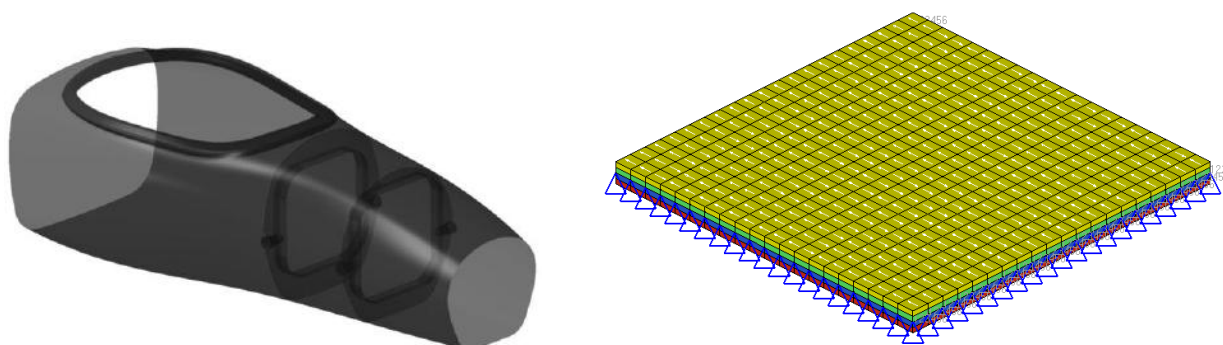


Рис. 3. Проектирование и расчетная оценка прочности элементов несущих систем и компонентов спортивных автомобилей класса «Formula Student» на основе композиционных материалов

6. Разработка технологических процессов и технологической оснастки для создания элементов несущих систем и компонентов спортивных автомобилей класса «Formula Student» на основе композиционных материалов.

7. Создание технологической оснастки для получения элементов несущих систем и компонентов транспортных и технологических комплексов на основе композиционных материалов с использованием технологий цифрового производства и быстрого прототипирования (рис. 4).



Рис. 4. Создание технологической оснастки для получения элементов несущих систем и компонентов с использованием технологий цифрового производства и быстрого прототипирования

8. Создание элементов несущих систем и компонентов спортивных автомобилей класса «Formula Student» на основе углеродных и базальтовых композиционных материалов (рис. 5).



Рис. 5. Создание компонентов спортивных автомобилей класса «Formula Student» на основе композиционных материалов (элементы впускной и выхлопной системы)

Данный комплекс мероприятий направлен на решение задач, связанных с формированием расчетно-экспериментальной базы в рамках тематики работы и разработки и освоения методик расчетной оценки прочности и пассивной безопасности несущих систем и элементов спортивных автомобилей класса «Formula Student» на основе композиционных материалов. Дополнительно данная работа направлена на создание прототипов несущих систем и компонентов спортивных автомобилей класса «Formula Student» на основе композиционных материалов. Данный перечень работ осуществляется при финансовой и инфраструктурной поддержке Института транспортных систем НГТУ им. Р.Е. Алексеева, ООО «ЛУКОЙЛ-Волганефтепродукт» и Министерства промышленности и инноваций Нижегородской области.

Список литературы

1. Орлов, Л.Н. Основы разработки конечно-элементных моделей кузовных конструкций автотранспортных средств. Расчеты на безопасность и прочность / Л.Н. Орлов.- Нижний Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т. им. Р.Е. Алексеева, 2009.- 153 с.
2. Орлов, Л.Н. Оценка пассивной безопасности, прочности кузовных конструкций автомобилей и автобусов / Л.Н. Орлов.- Нижний Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т. им. Р.Е. Алексеева, 2005.- 130 с.
3. Кулагин А.Л. Технологии и технологическое оборудование в производстве композиционных материалов / А.Л. Кулагин, Р.В. Деунажев, К.О. Гончаров // Сборник материалов XIII Международной молодежной научно технической конференции «Будущее технической науки»; НГТУ им. Р.Е. Алексеева.- Н.Новгород, 2014 - С. 194 - 195
4. Formula SAE Rules. SAE International, 2015-16.- 176 p.

**СОЗДАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ СПОРТИВНОГО
АВТОМОБИЛЯ КЛАССА «FORMULA STUDENT» НА ОСНОВЕ
КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

А.Л. Кулагин, Р.В. Деунажев, канд.техн.наук, доц. К.О. Гончаров

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

СКБ «Формула Студент»

Оптимизация конструкции по критериям массы и прочности является одной из главных задач при проектировании транспортных средств в частности спортивных. Оптимизация массы и прочности соответственно обусловлено применяемыми материалами и геометрией детали или конструкции. В большинстве случаев основным материалом деталей и конструкций является металл. При этом альтернативным материалом создания элементов автомобилей, в том числе высоконагруженных, выступают композиционные материалы.

Примером освоения технологии работы с композиционными углеродными и базальтовыми материалами, а также создания и апробации технологического оборудования для вакуумной инфузии композиционных материалов является элемент впускной системы двигателя Yamaha YZF R6 спортивного автомобиля класса «Formula Student».



Рис. 1. Установка для вакуумной инфузии, созданная участниками СКБ «Формула Студент»

Созданная участниками СКБ «Формула Студент» (рис. 1) установка для вакуумной инфузии позволила на начальном этапе апробации установки проводить создание плоских композитных образцов для освоения технологического процесса в части времени полимеризации и расположения дренажной системы распределения связующего вещества.

Первоначально ресивер впускной системы был реализован на основе алюминиевого сплава, но в ходе работ по освоению технологий работы с композиционными материалами стало возможным создание прототипа

аналогичной системы но на основе углерод-полимерной матрицы (рис. 2). Формой для создания впускного ресивера послужила модельная оснастка, выполненная на основе применения технологии быстрого прототипирования. Принимая во внимания условия нагружения впускного ресивера, вызванного разряжением при работе силовой установки, были применены ортогонально направленные ($0^\circ/90^\circ$) высокопрочные углеродные волокна, что обусловлено максимальным использованием прочностных свойств данного материала при воздействии данных эксплуатационных нагрузок.



Рис. 2. Ресивер впускной системы выполненный на основе углеродного волокна

Применение углеродного волокна в качестве основного материала конструкции ресивера впускной системы позволило без потери прочностных качеств добиться общего снижения массы на 360 г. Реализация данной работы в виде создания сложной геометрической формы ресивера и апробация в ходе работы созданного технологического оборудования является дополнительным фактором, способствующим развитию направления проектирования изделий на основе композиционных материалов в рамках работы СКБ «Формула Студент» в НГТУ.

Список литературы:

1. Кулагин, А.Л., Технологии и технологическое оборудование в производстве композиционных материалов / А.Л. Кулагин, Р.В. Деунажев, К.О. Гончаров // Сборник материалов XIII Международной молодежной научно технической конференции «Будущее технической науки»; НГТУ им. Р.Е. Алексеева.- Н.Новгород, 2014 - С. 194 – 195.
2. Кулагин А.Л., Деунажев Р.В., Гончаров К.О. Получение экспериментальных образцов деталей болида класса «FORMULA SAE» на основе углепластиковых композиционных материалов / А.Л. Кулагин, Р.В. Деунажев, К.О. Гончаров // Сборник материалов XIII Международной молодежной научно технической конференции «Будущее технической науки» / НГТУ им. Р.Е. Алексеева.- Н.Новгород, 2014 - С. 504 – 505.

4-Й ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ
«СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ»

Москва

2016

УДК 629.371.21.042:331.101.1

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭРГОНОМИКИ ПОСАДОЧНОГО МЕСТА
ПИЛОТА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ КРЕСЛА БОЛИДА «ФОРМУЛА СТУДЕНТ»
ПНИПУ**

А.П. Брюхов, Д.В. Головин, Н.С. Козырин

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

«Формула Студент» ПНИПУ

Аннотация

Данная работа проводится в рамках разработки гоночного болида класса «Формула Студент» команды ПНИПУ. В статье рассматриваются вопросы оптимизации выбора положения пилота. Определены основные параметры эргономики и антропометрии. Проведен выбор расположения пилота в кресле с учетом этих параметров. Сформулированы требования, предъявляемые к посадочному месту. Работа посвящена решению задач оптимизации эргономических и геометрических параметров кресла, которые оказывают большое влияние на удобство расположения пилота в болиде. Для решения поставленной задачи был произведен анализ основных параметров положений пилотов различных команд. Выявлены необходимые параметры для проектирования кресла болида. Смоделирована конструкция кресла в программном продукте «SolidWorks», благодаря которой были определены места для проушин под ремни безопасности и креплений кресла к раме. Изготовлена оснастка для создания кресла.

Ключевые слова: Формула Студент, FSAE, эргономика, кресло, посадочный макет, модель, SolidWorks.

**DETERMINATION OF PARAMETERS ERGONOMICS SEATS PILOT IN DESIGN
CHAIRS FIREBALLS "FORMULA STUDENT" PNIRPU.**

A.P. Briukhov, D.V. Golovin, N.S. Kozyrin

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

Annotation

This work is carried out within the framework of the development of a racing car class "Formula Student" PNIRPU team. This article discusses how to optimize the choice of the position of the pilot. The main parameters of ergonomics and anthropometry. The election of the pilot arrangement in a chair, taking into account these parameters.

The requirements imposed on the seats. The work is devoted to solving optimization problems and geometric parameters of ergonomic chairs that have a great impact on the convenience of the location of the pilot in the car. To solve this problem was the analysis of the basic parameters of the provisions of the pilots of different teams. Identified the necessary parameters for the design of the car seat. Design chairs modeled in the software product «SolidWorks», through which defined the place for the eyes under the seat belts and seat mounts to the frame. Made snap to create a chair.

Keywords: Formula Student, FSAE, ergonomics, seat, planting layout model, SolidWorks.

Главной задачей эргономики является создание необходимых удобств и комфорта. Как показывает опыт, учет требований эргономики при разработке и проектировании автомобилей позволяет увеличить эффективность их функционирования до 20%, в 2-3 раза повысить безопасность [1]. Ключевым звеном кокпита является кресло, так как от его геометрических и эргономических параметров зависит удобство расположения пилота в болиде. Сидение выполняет защитную роль, оно должно спасать жизнь пилота в аварийных ситуациях. Помимо этого, кресло должно быть удобным, так как пилот должен быть сконцентрирован и не утомляться в течение долгого времени. Для болидов класса «Формула Студент» принято изготавливать кресло с учетом параметров перцентилей – 95-го мужского и 5-го женского. Только собрав воедино все вышеописанные факторы, можно добиться нужного результата.

При проектировании и разработке кресла нужно оперировать множеством параметров – от габаритных размеров кресла до антропометрических особенностей пилота. Для этого был проведен анализ решений других команд. Исходя из него, к проектируемому креслу выдвинут ряд требований:

- приспособленность к горизонтальной посадке пилота;
- универсальность (95й мужской и 5й женский перцентиль);
- оптимальные эргономические параметры;
- минимальная масса;
- минимальная себестоимость;
- наличие отверстий под ремни безопасности;
- наличие мест для креплений кресла на раме.

Также, по отношению к креслу, частью T4.3 регламента соревнований выдвигаются требования, включающие в себя теплоизоляцию и расположение кресла в раме [2].

Процесс создания кресла начинается с выбора посадки пилота. Пилота стараются опустить как можно ниже к земле, чтобы прижать центр тяжести всего болида. При разработке болида класса «Формула Студент» немаловажную роль имеет эргономика посадочного места пилота. Согласно положению T5.5.1 регламента соревнований, тип посадки определяется углом наклона спинки

сиденья [2]. Тенденции в соревнованиях класса Формула Студент, как и во всех автомобильных соревнованиях, сводятся к понижению высоты центра масс. Это прослеживается в применении различных конструктивных решений. Также высоту центра масс можно уменьшить за счет посадки пилота лежа. Именно посадка лежа была выбрана командой Формула Студент ПНИПУ.

По чертежам рамы командой был изготовлен посадочный макет (рис. 1). Для фиксации положения спинки сидения, руля в конструкции макета использованы прорези, что позволяет более точно определиться с необходимыми параметрами. Кроме того добавлена возможность плавной регулировки наклона подушки сидения (рис. 1).



Рис. 1. Макет для анализа положения пилота «Формула Студент» ПНИПУ

Макет для анализа положения пилота позволяет определить и оптимизировать под 95-й перцентиль различные геометрические параметры посадочного места:

- угол наклона, размеры спинки и подушки сидения;
- положение ног пилота;
- положение рулевого колеса;
- расположение педального узла;
- расположение других органов управления;
- расположение ремней безопасности.

В дальнейшем эти параметры позволят согласовать положение пилота с требованиями безопасности и силовыми элементами рамы.

Для анализа посадки пилота на начальном этапе было решено рассмотреть положение гонщиков «Формулы 1» внутри кокпита. В ходе анализа было определено, что угол наклона спинки сидения в болиде «Формула 1» составляет порядка 35°.

Для наглядного сравнения была проанализирована посадка пилота в болиде класса Формула Студент. Анализ показал, что угол наклона спинки сидения в болиде Формула Студент составляет 25° .

Следующим этапом разработки кресла является определение антропометрических особенностей пилота. Антропологические данные помогают целесообразно решить компоновку места пилота в раме, а также понизить физическую нагрузку пилота. Кресло, спроектированное без учета данных параметров, способствует быстрой утомляемости пилота, снижает его производительность [1].

В ходе анализа был установлен оптимальный угол поворота ноги в коленобедренном суставе в зависимости от усилия нижних конечностей. Он составляет $90...120^\circ$. На графике распределения усилия (рис. 2) показаны прикладываемые усилия в зависимости от положения педалей. А – направление максимального усилия; Б – наивыгоднейшее с физиологической точки зрения направление усилия.

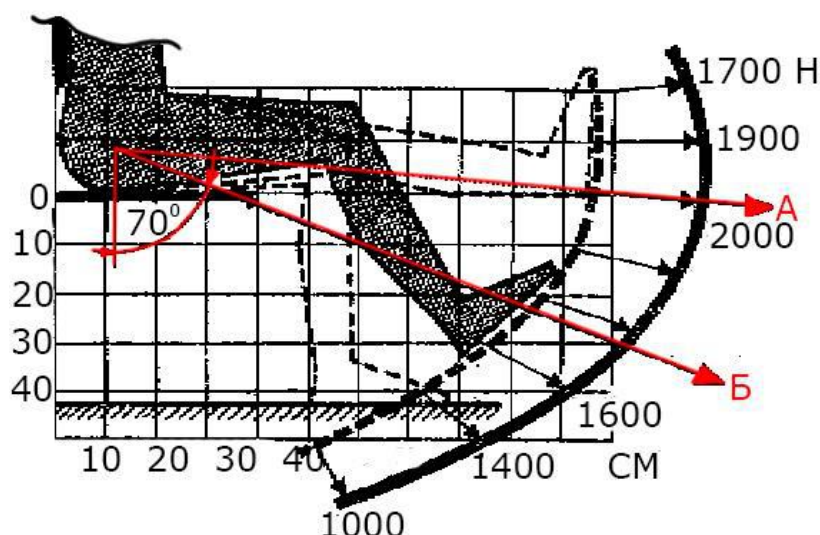


Рис. 2. Усилие, развиваемое нижними конечностями пилота

С учетом пределов сгибания коленного сустава (см. рис. 2), а также графика распределения усилия, развиваемого нижними конечностями (рис. 3), был выбран угол наклона подбедренной подушки кресла относительно горизонтальной оси. Он составил 20° .

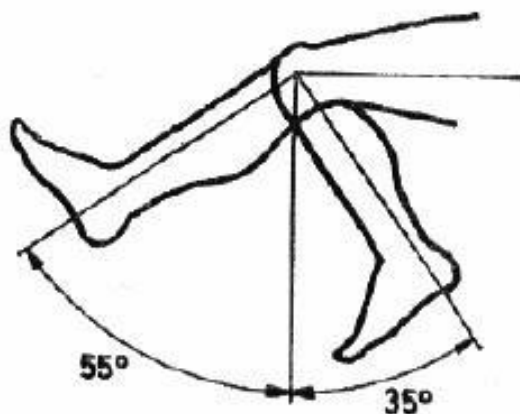


Рис. 3. Пределы сгибания коленного сустава

В результате проведенного анализа определения оптимального положения пилота с использованием макета было принято решение использовать положение пилота лежа. Угол наклона спинки равен 30° , угол наклона подбедренной подушки 20° . Данная посадка обеспечивает достаточное удобство, обзор и позволит, главным образом, уменьшить высоту центра масс автомобиля, что в дальнейшем положительно скажется на управляемости.

Дальнейшим этапом проектирования стало определение геометрических параметров кресла. Для оптимального определения параметров геометрии использовался макет кресла (рис. 4), созданный с учетом антропологических параметров, определенных ранее.

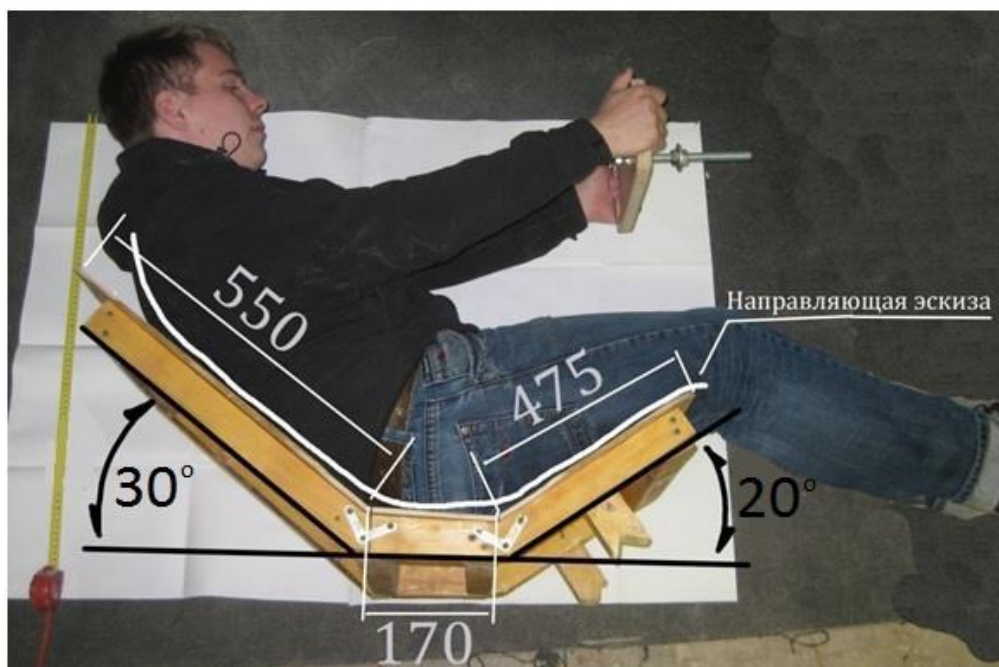


Рис. 4. Определение габаритных размеров с помощью макета кресла

Также при оптимизации геометрических параметров должна соблюдаться компоновка кресла в раме, в особенности согласование расположения кресла и ремней безопасности. Частью Т4.3 регламента соревнований выдвигаются

требования в отношении проушин для ремней безопасности [2]. Оптимальные точки расположения креплений ремней безопасности на раме были определены нашей командой ранее, согласно требованиям регламента.

После согласования между собой всех вышеописанных факторов, создан эскиз будущего кресла (рис. 5) при создании которого использовались геометрические параметры, снятые с посадочного макета, места креплений ремней безопасности, антропологические параметры, а также учитывались требования регламента [2].

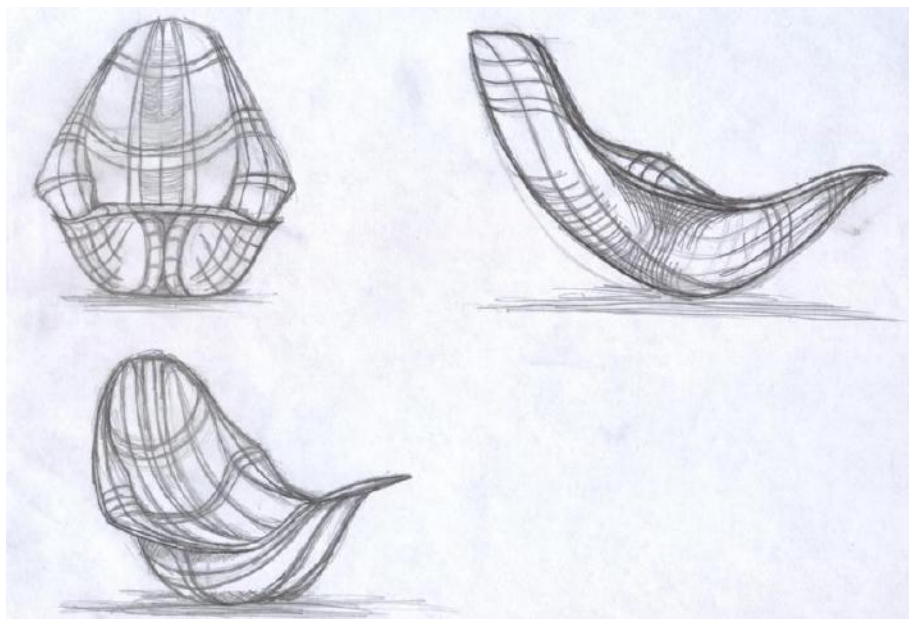


Рис. 5. Эскиз кресла

По имеющемуся эскизу была создана 3D-модель в программном продукте SolidWorks Student Edition. Первым этапом создания модели является эскиз. Он стал основой для будущей модели. Именно по нему задается форма сечения кресла. Эскиз ориентирован на 95-й мужской перцентиль, а также учитывает геометрические и эргономические параметры (рис. 6). Следующий этап – разбивка эскиза плоскостями, в которых будут лежать поперечные профили. В имеющихся плоскостях построены поперечные профили. Далее по поперечным профилям и направляющему эскизу вытянута поверхность, которая будет основой конструкции модели.

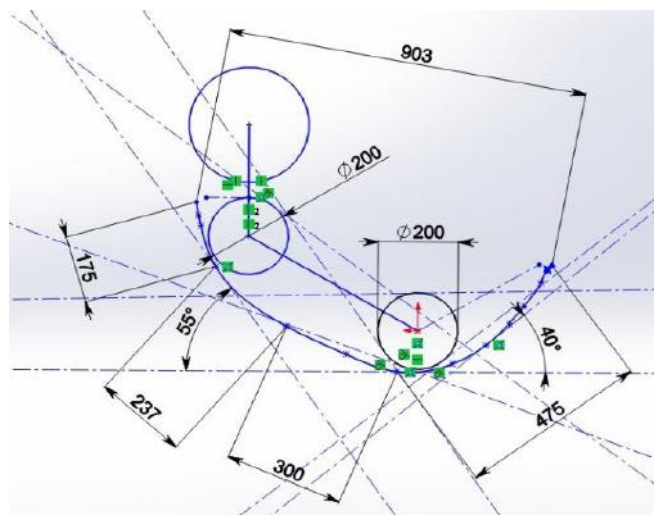


Рис. 6. Эскиз 3D-модели

Завершающим этапом является создание проушин в кресле для ремней безопасности (рис. 7). Места проушин были определены с учетом расположения креплений ремней безопасности.

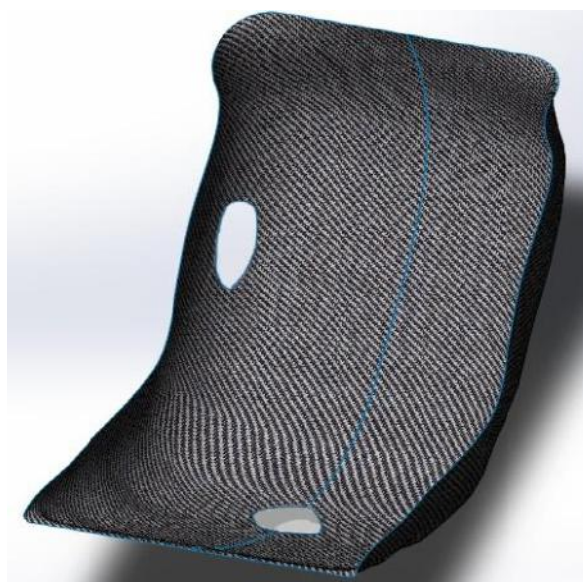


Рис. 7. 3D-модель кресла

В качестве креплений к раме была выбрана конструкция с использованием фланцев (рис. 8). Планки напольных креплений выполнены из алюминия марки АМГ 6, массой 1,2 кг, с возможностью регулировки положения кресла в раме. Регулировка осуществляется посредством отверстий, расположенных непосредственно в самом креплении (рис. 9).

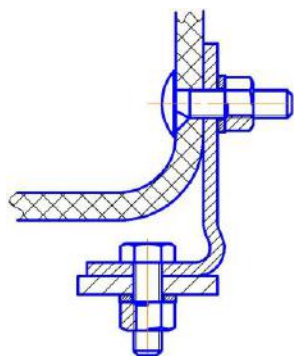


Рис. 8. Способ крепления кресла к раме

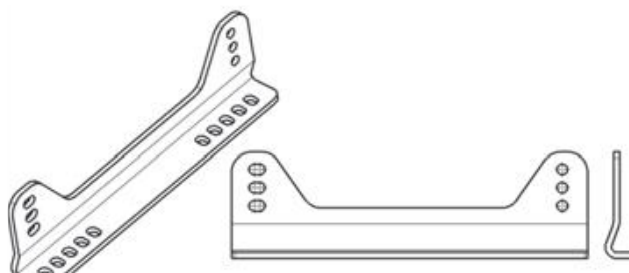


Рис. 9. Способ регулировки кресла в раме

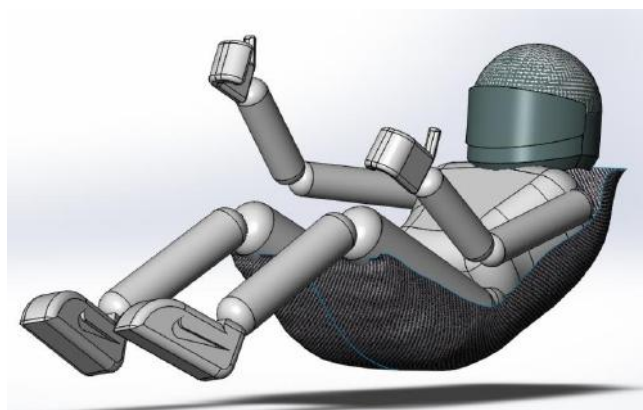


Рис. 10. Модель пилота в кресле

По окончании создания модели кресла была произведена проверка получившейся модели. Проверка производилась путем посадки модели пилота 95-го перцентиля в кресло (рис 10). Результатом проверки являлась оценка геометрических и эргономических параметров модели кресла. Боковая поддержка пилота высотой 160 мм оказалась оптимальной, так как без затруднений устанавливается в раму, а также не мешает рукам пилота при повороте рулевого колеса.

Для изготовления кресла болида «Формула Студент ПНИПУ» было принято использовать полимерные композитные материалы по ряду своих положительных качеств: технических и экономических показателей изделий. При проектировании элементов колесной машины из полимерных композитных материалов необходим иной подход ко многим вопросам проектирования

изделий: выбор материалов и толщины стенок, выбор метода изготовления детали.

Одним из этапов проектирования является выбор материалов, применяемых в конструкции кресла с учетом предъявляемых к нему требований. Частью Т4.5 регламента выдвигаются требования в отношении теплоизоляционных свойств материала кресла [2]. Также к материалам, используемым для сидения были выдвинуты такие требования, как наименьшая масса и необходимая прочность для восприятия нагрузок.

В соответствии с выдвинутыми требованиями решено использовать три слоя композитных материалов. Внешний слой состоит из стеклопластиков с высокой степенью пористости для придания необходимых теплоизоляционных свойств. Средний слой состоит из органопластиков в виде сотового наполнителя, их применение обуславливается такими качествами материала, как прочность и жесткость, а также теплоизоляционными и дает преимущество демпфирующими характеристиками, которые в свою очередь будут гасить колебания, передаваемые на пилота с движителей через раму. В третьем слое, с которым контактирует пилот, используется углеродное волокно, поскольку данный материал обладает высокой усталостной прочностью, и именно данный слой воспринимает основные нагрузки [2]. В качестве связующего вещества были выбраны эпоксидные смолы, поскольку обладают высокими адгезионными характеристикам, позволяют достаточно полно использовать свойства армирующих материалов.

Следующим этапом работы стало изготовление оснастки будущего кресла. Первоначально создается эскиз будущей формы, а именно поперечных сечений и боковых стенок.

По построенному эскизу была создана форма, в основе которой лежит деревянный каркас. Из досок сечением 150x40 мм выпилены поперечные профили. Из листа фанеры толщиной 10 мм изготовлены боковые стенки кресла, которые служат направляющими формы. После скрепления между собой профилей и направляющих происходит подгонка матрицы под пилота, за счет смещения этих частей относительно друг друга. Свободное пространство заливается монтажной пеной для придания формы (рис. 11).

Далее излишки пены были срезаны и залит второй слой пены для оптимального подбора формы. После того как пена высохла, на матрицу нанесен слой гипса для придания окончательной формы и последующей обработки поверхности (рис. 12).



Рис. 11. Изготовление оснастки



Рис. 12. Оснастка

Завершающим шагом является механическая обработка гипса путем шлифовки его до получения оптимальной и гладкой формы.

По изготовленной форме происходит процесс создания сидения методом контактной формовки [3]. Метод заключается в нанесении на подготовленную поверхность формы слоя связующего вещества, затем укладывается слой армирующего материала, пропитываемый связующим веществом. Далее слои последовательно укладываются до получения необходимой толщины. После контактного формования происходит подпрессовка с помощью вакуумного мешка.

В результате проведенной работы были определены оптимальные эргономические параметры посадки пилота в болиде класса Формула Студент. По полученным данным, с учетом анализа решений других команд, было разработано и спроектировано кресло болида класса «Формула Студент». Данная модель удовлетворяет всем выдвигаемым требованиям, а также отвечает оптимальным параметрам эргономики. Произведен первичный анализ характеристик и выбор материалов для сидений болида класса «Формула Студент». Выбран метод изготовления данного кресла. На основании проведенного анализа разработана методика, по которой изготовлена оснастка будущего кресла. Следующим этапом исследований будет определение характеристик применяемых материалов, проведение оценки прочности и создание натурного образца.

Список литературы

1. Петров А.П. Основы эргономики и дизайна в автомобилестроении: учеб пособие. / А.П. Петров. – Курган: Изд Курганского государственного университета, 2004. – 163 с.

2. 2015 Formula SAE Rules. URL: <http://www.fsaonline.com/content /2015-16%20FSAE%20Rules%20revision%2091714%20kz.pdf> (дата обращения 27.07.2015)

3. Raúl Rodríguez Rodríguez. Firewall and driver's seat for Formula Student race car fest 11 // Tallinn, 2011

4. Dundee University Formula Student Team URL: <http://www.socialdigital.dundee.ac.uk/~lfischler/blog/adjustable-racing-car-seat-for-drive-formula-student-racing/> (дата обращения: 25.07.2015)

5. Formula Student Germany URL: <https://www.formulastudent.de/academy/pats-corner/advice-details/article/pats-column-january-3/> (дата обращения: 27.07.2015)

6. Formula Student Germany URL: <https://www.formulastudent.de/academy/pats-corner/advice-details/article/-6a9dfde268/1/> (дата обращения: 27.07.2015)

Об авторах

Брюхов Артём Павлович (Пермь, Россия) – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: waypman@mail.ru).

Головин Данила Вячеславович (Пермь, Россия) – магистрант кафедры «Автомобили и технологические машины» Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: danilagolovin@gmail.ru).

Козырин Никита Сергеевич (Пермь, Россия) – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: мое-94@mail.ru).

About the authors

Artem P. Briukhov (Perm, Russian Federation) – Student, Perm National Research Polytechnic University (29, Komsomolsky av., Perm, 614990, Russian Federation, e mail: waypman@mail.ru).

Danila V. Golovin (Perm, Russian Federation) – Master Student, Department of Automobiles and Technological Machines, Perm National Research Polytechnic University (29, Komsomolsky av., Perm, 614990, Russian Federation, e mail: danilagolovin@gmail.ru).

Nikita S. Kozyrin (Perm, Russian Federation) – Student, Perm National Research Polytechnic University (29, Komsomolsky av., Perm, 614990, Russian Federation, e-mail: мое-94@mail.ru)

4-Й ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ
«СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ»

Москва

2016

УДК 621.43.044.7

КОМБИНИРОВАННЫЙ АККУМУЛЯТОР

Р.М. Гусейнов, А.О. Пичужкин, Н.В. Камардина

Российский университет дружбы народов

Аннотация

Вопрос запасаения электроэнергии в автомобилях с ДВС остаётся актуальным и в настоящее время. Для достижения стабильной работы системы, а также для повышения приёмистости двигателя нами было принято решения заняться глобальной модернизацией данного узла. Чтобы получить аккумулятор, одновременно лёгкий, «мощный» и при этом достаточно ёмкий, необходимо комплексное решение. Для этого за основу аккумулятора были взяты два вида литиевых ячеек, обладающих разными характеристиками [1]. Для получения большой ёмкости при одновременно небольшом весе были использованы Li-Ion ячейки, а для обеспечения возможности пуска ДВС были использованы Li-Po ячейки, рассчитанные на большие токи. В конечном итоге мы получили лёгкий и ёмкий аккумулятор, способный обеспечить работу электросистемы автомобиля на протяжении достаточно длительного промежутка времени без какой-либо регенерации энергии.

Ключевые слова: литий-ионный аккумулятор, литий-железо-сульфидный аккумулятор, последовательное подключение, параллельное подключение, Формула Студент

COMBI BATTERY

R. Guseynov, A. Pichuzhkin, N. Kamardina.

Peoples' Friendship University of Russia

Annotation

Electricity storage issue in vehicles with internal combustion engine is still open today. We decided to upgrade the system completely to obtain the stable system operation and increase the acceleration capability of the engine. A comprehensive consideration is required to get an easy, "powerful" and sufficiently capacious battery at the same time. Two types of lithium cells with different characteristics were used to obtain batteries with desired properties. We used Li-Ion cells to obtain high capacity and low weight, and Li-Po cells to start the engine. The latter type of cells are estimated for high currents. As a result, we have received light and capacious battery providing electrical vehicle operation for a sufficiently long period of time without any energy recovery.

Keywords: Lithium-ion Battery, Li-Po Battery, serial connection, parallel connection, Formula Student

Стандартная система электропитания мотоцикла Yamaha R6 (двигатель которого использовался нашей командой в качестве силовой установки) не способна обеспечить достаточную регенерацию электроэнергии, что приводило к нестабильности работы электросистем автомобиля, а также к постоянной разрядке аккумулятора. Нами было принято решение модернизировать данную систему путём установки аккумулятора, которого хватило бы для работы всей системы на протяжении необходимого промежутка времени без регенерации. Вследствие чего отпала необходимость использования штатного генератора, удаление компонентов которого позволило повысить приёмистость двигателя, ввиду уменьшения вращающихся масс двигателя. Подобная модернизация уже проводилась на мотоциклетных двигателях ещё в Советском Союзе в 70х годах, но в то время не получила должного распространения [2]. Ротор генератора был обрезан на токарном станке, масса срезанной части составила порядка 750 грамм.

В ходе проектирования новой системы электропитания были произведены замеры силы тока в цепи автомобиля с помощью токовых клещей, которая составила порядка 20А при максимальной нагрузке. Основываясь на опыту соревнований, мы пришли к выводу, что время максимальной непрерывной работы гоночного автомобиля составило порядка 40–50 мин во время Endurance, а значит, для поддержания стабильной работы системы необходимо обеспечить ёмкость не менее 20 А/ч. Из этого следует, что для обеспечения требуемого запаса хода необходимо установить в систему вместо генератора и стандартного аккумулятора другой аккумулятор повышенной ёмкости, который при этом справится с большими пиковыми нагрузками во время пуска двигателя, а также обеспечит достаточно большое количество таких пусков. Для выполнения задачи было решено использовать литиевые батареи ввиду повышенного соотношения плотности энергии на единицу объёма и массы. [3, 4, 5].

Следующей нерешённой задачей стал пуск двигателя. В ходе измерений было выявлено, что пусковой ток составляет 110А. В силу ряда особенностей Li-Ion батареи не способны работать на больших токах [6]. Поэтому было решено использовать два различных типа ячеек. Для поддержания работы всей электрической цепи были выбраны Li-Ion ячейки. Во втором же аккумуляторе, необходимом для пуска двигателя и по совместительству резервном, решено было использовать Li-Po, так как данный тип аккумулятора без проблем справляется с большими пиковыми нагрузками. Для этого был приобретён готовый аккумулятор для RC моделей ёмкостью 5Ач.

Для получения необходимой ёмкости основного аккумулятора были протестированы и собраны в блоки (параллельно подключенные ячейки) по 14 штук Li-Ion ячейки 18650. Данные ячейки были испытаны в режиме заряда-разряда устройством LiPro Balance Charger Imax B6. Средняя ёмкость ячеек составила порядка 2050 мА/ч, что при параллельном подключении дало 28 000 мА/ч. Вольтаж каждого блока в номинале составил 3.7В, поэтому для получения

требуемого вольтажа были последовательно соединены 4 блока, что в сумме дало 14.8В. Стоит заметить, что при полной зарядке вольтаж каждого блока составляет 4.2В, а при полной разрядке 3В, что даёт при полностью заряженном и разряженном аккумуляторе 16.8В и 12В соответственно. В ходе тестов данные ячейки разряжались до 2.5В, но это крайне не рекомендуется делать, так как ячейки начинают разрушаться и терять ёмкость. В ходе испытаний было выявлено, что при максимальном и минимальном вольтаже система ведёт себя нормально и сохраняет работоспособность. При общем понижении вольтажа ниже 9.5...10В появляются сбои в работе блока управления двигателем, а также не справляется с нагрузкой топливный насос. В ходе контрольного эксперимента автомобиль продолжал движение в течение 50 мин, сбоев в работе электросистемы выявлено не было.

Для использования стартового аккумулятора в качестве резервного, в случаях полной разрядки основного, а также при просадке вольтажа во время пуска электроклапанов радиатора, была модифицирована электрическая схема автомобиля: резервный аккумулятор был подключен параллельно в основную цепь с помощью реле, которое позволяет осуществлять его включение при необходимости, а основной аккумулятор подключен через диод (рис. 1). Диод был установлен в цепь для устранения возможности перетекания токов из резервного аккумулятора в основной. Это крайне нежелательно ввиду того, что будет происходить зарядка основного аккумулятора очень большими токами из-за чего ячейки аккумулятора будут испытывать повышенную нагрузку и в лучшем случае просто потеряют ёмкость. Управление реле осуществляется с помощью встроенных функций блока управления двигателем DTA и не требует установки дополнительного оборудования и написания специальных программ.

Электрическая схема аккумулятора со стартером и блоком управления представлена на рис. 1.

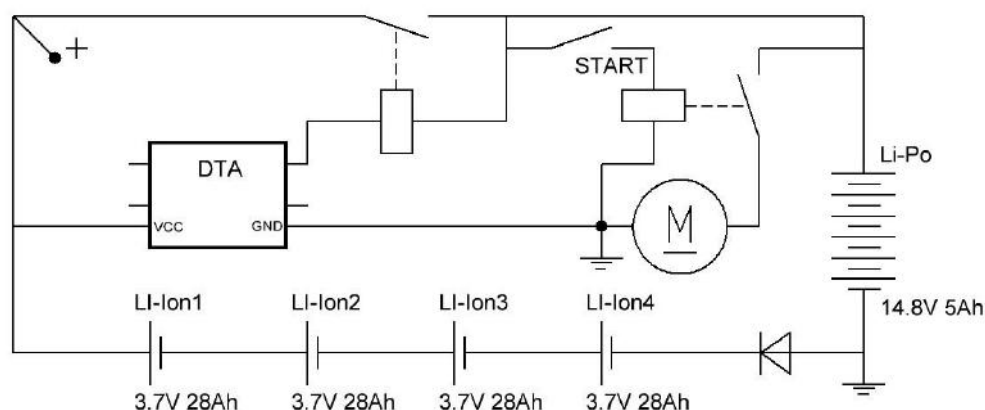


Рис. 1. Электрическая схема аккумулятора со стартером и блоком управления. DTA – блок управления двигателем; START – кнопка старта; M – стартер

В итоге был получен аккумулятор, состоящий из 2-х параллельно подключенных аккумуляторов разной ёмкости. Суммарная же ёмкость составила

33 А/ч. В силу особенности конструкции обеспечить одновременную зарядку аккумуляторов довольно сложно. Поэтому вся конструкция спроектирована с учётом обеспечения возможности быстрой смены разряженных блоков на заряженные. Для зарядки аккумуляторов подобного типа рекомендуется использовать специально предназначенные для это зарядные устройства, позволяющие произвести балансировку блоков аккумулятора, также не стоит забывать, что процесс заряда Li-Po и Li-Ion ячеек отличается и необходимо переключать режимы на соответствующие [7].

Тестовый корпус был изготовлен из алюминия, в который был предусмотрительно вмонтирован вентилятор для обеспечения тока воздуха и охлаждения ячеек. Контроль работы вентилятора осуществляет бортовой компьютер DTA, для этого в корпус установлен датчик температуры. Диод основной батареи закреплён к алюминиевому корпусу, чтобы обеспечить охлаждение первого ввиду его сильного нагрева в процессе работы. При изготовлении корпуса из другого материала, например, углеволокна, рекомендуется заранее предусмотреть охлаждение диода.

Список литературы

1. Курзуков, Н.И. Аккумуляторные батареи: краткий справочник./ Н.И. Курзуков, В.М. Ягнятинский.- М.: За рулем, 2006.
2. Силкин, А.Н. «Пособие механикам мотоциклов» / А.Н. Силкин, Б.С. Карманов.- М.: - 1970.
3. Скундин, А.М. Наноматериалы в современных химических источниках тока / А.М. Скундин, О.А. Брылев.- М.: МГУ, 2011.
4. Хрусталёв, Д.А. Аккумуляторы. // М: Изумруд, 2003.
5. ГОСТ Р МЭК 61960-2007 «Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной и другие некислотные электролиты. Аккумуляторы и аккумуляторные батареи литиевые для портативного применения»
6. Абакумова, Ю.П. Химические источники тока. / Ю.П. Абакумова.- СПб: СПбГУПС, 2004.
7. Scrosati Bruno, Garche Jürgen Lithium batteries: Status, prospects and future // Journal of Power Sources. — 2010.

4-Й ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ
«СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ»

Москва

2016

УДК 629.371.21-027.45

**ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ И МАТЕРИАЛА ДЛЯ
АТТЕНЮАТОРА ГОНОЧНОГО БОЛИДА КЛАССА FORMULA STUDENT**

А.В.Рубцов, Д.А.Горохова

Научный руководитель – доц. А.В.Бобровский

Тольяттинский государственный университет

Togliatti Racing Team

Аннотация

В данной статье представлен обзор различных конструкций аттенюатора и материалов, из которых может быть изготовлен данный элемент болида Формула SAE.

Ключевые слова: аттенюатор, гоночный болид, безопасность, Formula SAE, LS-DYNA.

**CHOICE OF THE OPTIMUM DESIGN AND MATERIAL FOR THE
ATTENUATOR OF THE RACING RACE CAR OF THE CLASS FORMULA
STUDENT**

A.V. Rubtsov, D.A. Gorokhova

research supervisor - Bobrovsky A.V.

Togliatti State University

Annotation

The review of various designs of an attenuator and materials of which this element of a race car of the Formula SAE can be made is presented in this article.

Keywords: attenuator, racing car, safety, Formula SAE, LS-DYNA.

В мире автоспорта очень большое значение уделяется безопасности пилота. В болидах Формулы Студент для выполнения этой задачи служит аттенюатор (рис.1). Аттенюатор - устройство, расположенное в передней части автомобиля и используемое для защиты транспортного средства от повреждения во время столкновения, что предотвращает возникновение повреждений у водителя. Многие команды используют эталонный аттенюатор из энергопоглощающего материала IMPAXX 700 фирмы DOW, отвечающий всем требованиям регламента. Такой деформируемый элемент имеет определённую конструкцию и габариты.



Рис.1. Бойлд команды Togliatti Racing Team

Цель данного исследования состоит в том, чтобы подобрать лучший энергопоглощающий материал, который позволит изготовить более компактный attenuator, отвечающий всем правилам регламента, что в дальнейшем даст возможность снизить вес гоночного болида и создать незаурядный дизайн передней части кузова.

После проведения обзора литературы, было выделено несколько основных материалов, имеющих различные механические свойства: алюминиевые соты, соты из углепластика и пробковое дерево.

Согласно правилу T 3.21 Formula SAE attenuator должен быть:

- установлен спереди от передней перегородки;
- как минимум 200 мм в длину (7.8 дюймов) по оси, совпадающей с продольной осью рамы;
- как минимум 100 мм (3.9 дюймов) в высоту и 200 мм (7.8 дюймов) в ширину при измерении на расстоянии 200 мм (7.8 дюймов) от передней перегородки;
- таким, который не может проникнуть через переднюю перегородку в случае столкновения;
- прочно и надёжно прикреплен к передней перегородке, входящей в несущую конструкцию рамы.

Во всех автомобилях в attenuator должна быть встроена 4-миллиметровая защитная пластина из твёрдого алюминия или 1.5-миллиметровая защитная пластина из твёрдой стали. Если attenuator и пластина (образующие attenuator в сборе) прикреплены к передней перегородке болтами, то они должны быть того же размера, что и внешние габариты передней перегородки. Если же attenuator в сборе приварен к передней перегородке, то он должен иметь длину как минимум до осевой линии труб передней перегородки во всех направлениях.

Если attenuator в сборе не встроен в раму (то есть не приварен), то он должен крепиться к передней перегородке как минимум на 4 8мм болта класса 8.8 (5/16 дюйма класса SAE Grade 5).

Крепление аттенюатора в сборе должно обеспечивать достаточный путь передачи нагрузки для поперечной и вертикальной нагрузок в случае ударов, смещённых от центра и оси.

Также, согласно немецкому регламенту 2016 года, дополнительно к правилу FSAE 2016 Rule T 3.20.2 требуется, чтобы аттенюатор имел закрытую переднюю секцию.

Для того, чтобы понять, какая должна быть создана конструкция, было проведено исследование с целью сравнить аттенюаторы, используемые на автомобилях других команд. Много различных проектов использовались ранее.

В 2007-м году на автомобиле одной из команд Формула Студент использовался аттенюатор в виде прямоугольной призмы, сделанный из алюминиевых сот. Прочность на сжатие этой конструкции по расчётам составила 2,65 МПа. Дизайн их аттенюатора позволил уменьшить вес приблизительно на 47,6%, что является огромным улучшением по сравнению с прошлым годом. Интересен факт, который был выявлен в ходе этого проекта, говорит о том, что при испытании их конструкции возникал резкий скачок усилия при сжатии. Они решили эту проблему предварительным сжатием сот, чтобы иметь намного более плавную передачу энергии во время воздействия. Призма была присоединена к раме пластиной из углепластика, которая обладает значительно более низкой массой, чем стальная. Их метод крепления при помощи конструкционного метакрилатного клея Plexus также позволил снизить вес аттенюатора. Команда из университета Нью-Хэмпшира также придумала подобный дизайн, который соответствовал критериям регламента Формула Студент. На гоночном болиде Вустерского политехнического института тоже использовался аттенюатор из алюминиевых сот.

Джовану Обрадовичу и др. удалось промоделировать аттенюатор из углепластика с использованием LS-DYNA. Проводимый экспериментальный анализ показал стабильное поведение структуры носового обтекателя при ударе, но используемый материал был очень дорогой. Изготовление такой конструкции – очень трудоёмкий процесс, что значительно увеличивает стоимость готового изделия.

Оксфордский университет Брукса получил премию в области инноваций за дизайн их аттенюатора, который был сделан из пробкового дерева. Никаких точных данных по конструкции их аттенюатора найти не удалось, но он, должно быть, соответствовал стандартам, прописанным в регламенте FSAE.

В результате была выбрана конструкция аттенюатора из алюминиевых сот. Далее будут проведены моделирование в LS-DYNA и физические испытания аттенюатора.

Список литературы:

1. Devender Kumar, Sachin Kumar, Gagandeep Singh, Naman Khanna Drop Test Analysis of Impact Attenuator for Formula SAE Car.

2. Serge Abrate, Bruno Castanié, Yapa D. S. Rajapakse Dynamic Failure of Composite and Sandwich Structures.
3. 2015 Formula SAE Rules. // SAE International, 2014.

4-Й ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ
«СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ»

Москва

2016

УДК 629.371.21-514.3

РЕГУЛИРУЕМЫЙ ПЕДАЛЬНЫЙ УЗЕЛ. МОДУЛЬНАЯ КОНСТРУКЦИЯ.

М.Д. Гаджиев А.В. Назаров, А. Акжол Уулу

Тюменский государственный нефтегазовый университет

Аннотация

Актуальность: В условиях гоночного трека необходимо, чтобы пилот был сосредоточен только на управлении болидом. Исходя из этого, ему должно быть максимально комфортно и легко в управлении. Поэтому система быстрого регулирования положения pedalного узла очень важна для обеспечения наилучших условий, в которых находится пилот.

Цель: Создание pedalного узла, регулируемого в течение одной минуты и имеющий pedal газа в виде съемного модуля, для ее настройки и калибровки.

Материалы и методы: Основной используемый материалы - сталь 20, ABS пластик. В конструкции используем два тормозных цилиндра, у которых шток может двигаться только в осевом направлении. Изготовление основных компонентов pedalного узла производилось с использованием лазерной резки, фрезеровки и токарной обработки.

Результаты: Данная система регулирования позволяет установить нужное положение менее чем за одну минуту. Вес pedalного узла составляет 1,5 кг. Длина хода узла-120 мм.

Вывод: Был разработан более легкий и практичный pedalный узел.

Ключевые слова: регулируемый pedalный узел, модуль педали газа, болид класса Формула SAE.

ADJUSTABLE PEDAL BOX. MODULAR DESIGN

M. Gadzhiev A. Nazarov, A.Akzhol Uulu

Tyumen State Oil and Gas University

Annotation

In the conditions of a racing track, it is necessary that the pilot was concentrated only on steering of a race car. Proceeding from it, it has to be most comfortable and easy for it in steering. Therefore, the system of fast regulation of provision of pedal knot is very important for providing the best conditions in which there is a pilot.

Purpose: Creation of the pedal box regulated within 1 minute and having a gas pedal in the form of the removable module, for its control and calibration.

Materials and methods: Main used materials - steel 20, ABS of plasticity. In a design we use two brake cylinders at which the rod can move only in the axial direction. Production of the main components of pedal box were made with use of the laser are sharp, milling and turning.

Results: This system of regulation allows to establish the necessary situation less than in 1 minute. The weight of pedal knot makes 1,5 kg. Mm knot-120 stroke length.

Conclusion: Easier and practical pedal knot was developed

Keywords: adjustable pedal box, gas pedal module, race car of the class Formula SAE.

Система регулировки педального узла - это опция, которая предназначена для возможности перемещения педалей по отношению к водителю, что повышает удобство управления автомобилем для пилотов различного роста. Позиция педалей может быть отрегулирована без нарушения безопасности или комфорта пользования педалями. Перемещение педалей не изменяет требуемого усилия при их нажатии.

В качестве объекта исследования был выбран болид класса Формула SAE. Что представляет собой болид класса Формула SAE?

Болид класса Формула SAE представляет собой небольшой гоночный автомобиль, собранный студентами, имеющий четыре открытых колеса с приводом на заднюю ось и не находящихся на одной линии. Такая схема компоновки подобна той, что используется на соревнованиях класса «Формула 1» (рис. 1.)

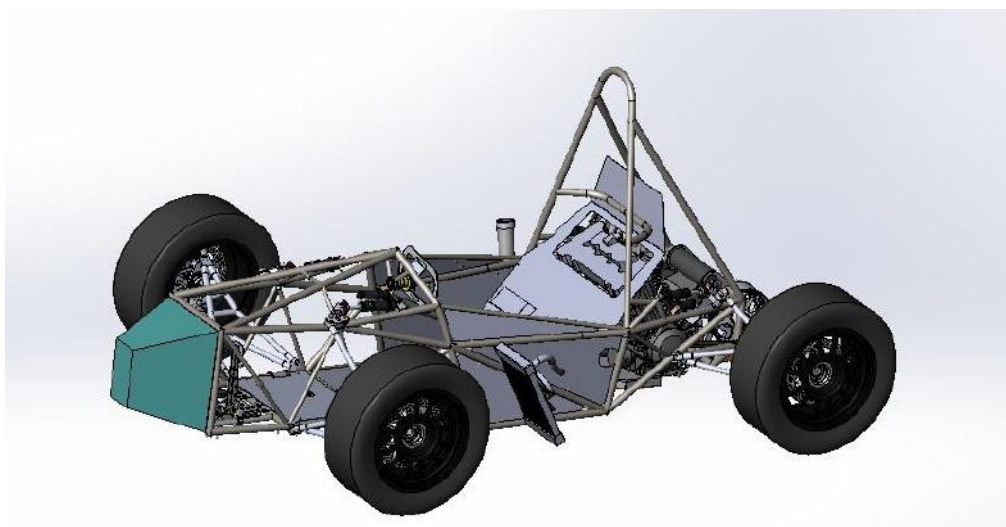


Рис. 1. Болид класса Формула SAE

Рассматривая данный тип автомобиля, необходимо решить проблему создания быстро регулируемого педального узла модульной конструкции, обеспечивающего удобство его использования для разных пилотов, а с 2015 года имеющий возможность использовать электронную педаль газа.

Задача: Педальный узел, регулируемый в течение одной минуты и имеющий педаль газа в виде съемного модуля, для ее настройки и калибровки.

Была разработана уникальная система быстрого регулирования положения педального узла, в основе которой – педаль тормоза, смонтированная на двух направляющих (рис. 2), а также модуль педали газа.

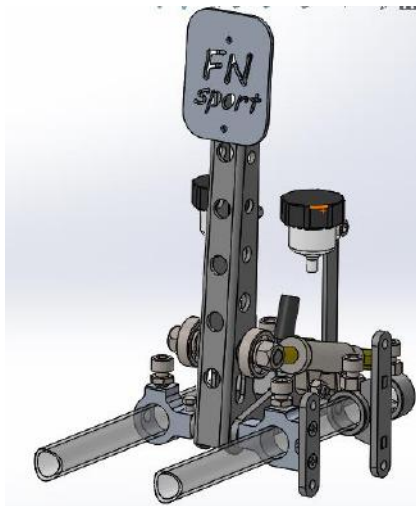


Рис. 2. Педаль тормоза

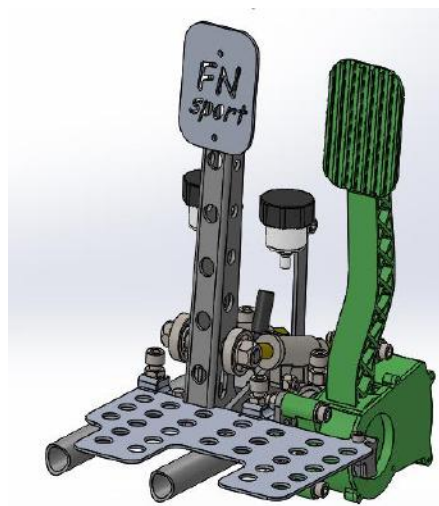


Рис. 3. Педальный узел в сборе

смонтированная на двух направляющих

Данная система регулирования позволяет установить нужное положение менее, чем за одну минуту. Для этого необходимо ослабить всего 5 болтов. Вес педального узла составляет 1,5 кг. Длина хода узла – 120 мм.

Изготовление основных компонентов педального узла производилось с использованием лазерной резки, фрезеровки и токарной обработки. В конструкции использовались два тормозных цилиндра, у которых шток может двигаться только в осевом направлении. В связи с этим нам пришлось использовать подшипник, через который передается усилие от педали на цилиндр.

В результате мы получили более легкий и практичный педальный узел (рис. 3.).

Список литературы

1. Регулируемые педали. - URL: <http://www.wjjeeps.com/rus/pedals.htm>
2. Педальный механизм. - URL: <http://vnx.su/content/avto/skoda/octavia/2-58-9-pedalnyj-mehanizm.html>
3. Хусаинов, А.Ш. Пассивная безопасность автомобиля: учебник /А.Ш. Хусаинов; Ульяновск: УлГТУ, 2011. – 115 с.

Сведения об авторах

Гаджиев Магомедрашид Джалалидинович – студент группы ЭДНб-12-4 ТюмГНГУ «Тюменский государственный нефтегазовый университет», Институт

геологии и нефтегазодобычи, Россия, г.Тюмень, ул. 50 лет Октября, 38, т.: 89323238079, gmagomedrashid@mail.ru

Назаров Антон Владимирович – аспирант кафедры САТМ ТюмГНГУ «Тюменский государственный нефтегазовый университет», Институт Транспорта, Россия, г. Тюмень, ул. Мельникайте, 72, т.: 89222482522, nazarov.anton@bk.ru

Акжол Уулу Алтынбек, аспирант кафедры САТМ ТюмГНГУ «Тюменский государственный нефтегазовый университет», Институт Транспорта, Россия, г. Тюмень, ул. Мельникайте, 72, т.: 89324889988, altynbek93@mail.ru

4-Й ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ
«СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ»

Москва

2016

УДК 621.43-465.5

**ЭЛЕКТРОННАЯ ДРОССЕЛЬНАЯ ЗАСЛОНКА. ПЕДАЛЬ ГАЗА ИЗ ABS
ПЛАСТИКА**

А.В. Назаров, А. Акжол Уулу

Тюменский государственный нефтегазовый университет

Аннотация

Изложены анализ состояния вопроса, общая методика исследований, разработка конструкции, результаты экспериментального прототипирования. Основная цель – обеспечить возможность использовать электронную дроссельную заслонку, разрабатываемую к использованию с 2015 года.

Данное техническое решение позволит решить ряд задач:

- уйти от использования тросика газа, тем самым упростить возможность реализации регулируемого педального узла;
- открыть широкие возможности настройки алгоритмов работы дроссельной заслонки, а также возможность ограничивать угол открытия дросселя на заданном уровне;
- уменьшить количество составных частей;
- снизить массу.

Ключевые слова: электронная дроссельная заслонка; педаль газа; аппаратная платформа; дизайн; акселератор.

ELECTRONIC THROTTLE. THE GAS PEDAL MADE OF ABS PLASTIC

A. Nazarov, A. Akzhol Uulu

TSOGU «Tyumen State Oil and Gas University»

Annotation

Presented analysis of the issue, the general methodology of research, the development of design, results of an experimental prototype. The main goal - to provide the possibility to use an electronic throttle valve, approved for use in 2015. This solution would solve a number of problems:

- Move away from the use of a rope of gas, thereby to simplify the possibility of implementing an adjustable pedal assembly;
- Open opportunities to customize algorithms throttle, as well as the ability to restrict the opening angle of the throttle at a given level;
- To reduce the number of component parts;

- Reduce the weight;

Keywords: electronic throttle; gas pedal; hardware platform; design; accelerator.

Электронный дроссель, как и традиционная механическая заслонка, контролирует поступление воздуха в камеру внутреннего сгорания двигателя автомобиля. Нажимая на педаль газа, водитель меняет положение заслонки (рис. 1.), установленной в корпусе, имеющем форму трубы, через которую проходит поток воздуха переменной силы [1].



Рис. 1. Схема работы электронной дроссельной заслонки

В сезоне 2014-2015гг. решили попробовать создать электронную дроссельную заслонку. Основная цель – избавиться от тросика газа. В совокупности с системой пневмопереключения передач освободить педальный узел от механической связи с исполнительными устройствами.

В ходе реализации данной цели сформулировали ряд задач, попутно решаемых с внедрением данной системы:

- снижение массы педального узла за счет отсутствия третьей педали, меньшего количества элементов, а также педали газа из ABS пластика;
- педаль газа в виде съемного модуля для обеспечения плавного перехода от традиционных и проверенных механических систем к электронным, так как данная конструкция позволяет использовать модуль механической педали газа с тросиком;
- разработка системы быстрого регулирования положения педального узла, «освобожденного» от тросиков;
- создать возможность программного управления уровнем открытия дроссельной заслонки, а также различные программы управления;
- разработать блок управления заслонкой на основе аппаратной платформы ARDUINO или другом типе микропроцессоров;

- разработать уникальный дизайн педали газа и применить для ее реализации технологию 3D-печати ABS пластиком.
- поддержать внедрение новшеств в формате соревнований Formula Student;

Итак, что же есть на данный момент?

Для начала было решено разработать дизайн регулируемого pedalного узла, в основе которого педаль тормоза. Данный остов будет таким же и на реализованной системе. В сезоне 2014-2015 гг. к нему был смонтирован модуль механической педали газа. В настоящий момент на нем закреплен модуль электронной педали уникального дизайна для проведения дальнейших испытаний. За основу данного модуля была взята педаль акселератора от Chevrolet Niva (рис.2).



Рис. 2. Педаль акселератора от Chevrolet Niva

Проанализировав конструкцию, создали свой аналог, в котором ножка педали развернута на 180°, так как родной конструктив предполагает подвесную систему закрепления акселератора. В нашем же случае педаль газа имеет напольную систему закрепления, с этим был связан ряд сложностей при разработке дизайна. От серийной педали нам потребовались лишь собачка с контактами(белая), плата с двойным датчиком и крышка датчика (рис. 3.).



Рис. 3. Собачка с контактами(белая) и плата с двойным датчиком

В итоге, используя комплектующие серийной педали, спроектировали модуль акселератора, который в дальнейшем был распечатан из ABS пластика (рис. 4).

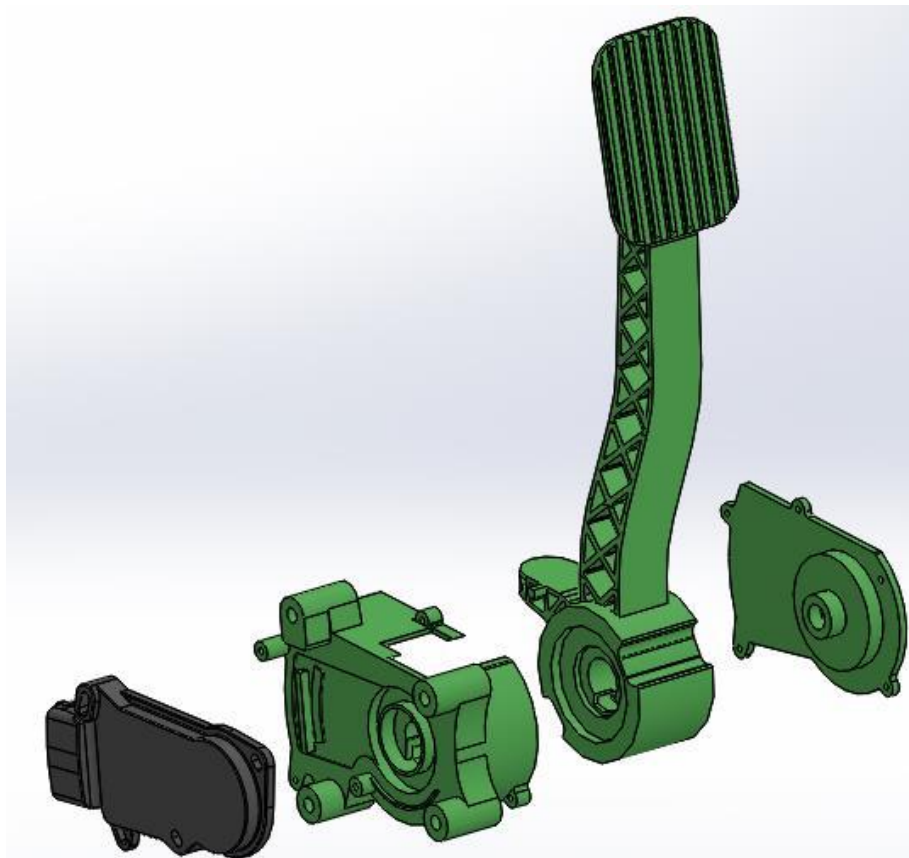


Рис. 4. Модуль педали акселератора

Конструктивно модуль состоит из 5 основным частей. Крышки датчика, двух половин корпуса с 2-мя возвратными пружинами (не показаны), контактной собачки (не показана) и самой педали.

После реализации модуля акселератора дошла очередь до самой дроссельной заслонки. За основу была взята электронная заслонка от ЛАДА Калина (рис. 5).



Рис. 5. Электронная заслонка от ЛАДА Калина

Данная заслонка была подвергнута минимальному количеству изменений, суть которых в некоторой доработке креплений. В таком виде она установлена на болид.

В итоге осталось реализовать блок управления заслонкой, который в настоящий момент реализуется на платформе ARDUINO.

Одна из очень приятных особенностей модульности конструкции состоит в том, что и педаль акселератора, и заслонку можно снять без демонтажа других систем: открутил пару болтов, снял несколько разъемов – и готово. Это очень помогает при работе над блоком управления данной системы.

Список литературы

1. [http:// https://blamper.ru/auto/wiki/dvigatel/elektronnaya-drosselnaya-zaslonka-2907-автоэксперт «Blamper»](http://https://blamper.ru/auto/wiki/dvigatel/elektronnaya-drosselnaya-zaslonka-2907-автоэксперт «Blamper»).
2. http://www.em-grand.ru/post-yelektronnyyi_drossel.html - «Автодоктор»
3. http://www.ixbt.com/printer/3d/3d_tech.shtml - «ixbt.com»
4. Kimberly Sheppard. 3D Printing – Unabridged Guide. – Tebbo; Unabridged edition (September 10, 2012) – 174 p.
5. Программа самообучения 2016. Электронный привод акселератора. Устройство и принцип действия // Volkswagen&Audi, 2016 – 36 p.

Сведения об авторах

Назаров Антон Владимирович – аспирант кафедры САТМ ТюмГНГУ «Тюменский государственный нефтегазовый университет», Институт Транспорта, Россия, г. Тюмень, ул. Мельникайте, 72, т.: 89222482522, nazarov.anton@bk.ru

Акжол Уулу Алтынбек, аспирант кафедры САТМ ТюмГНГУ «Тюменский государственный нефтегазовый университет», Институт Транспорта, Россия, г. Тюмень, ул. Мельникайте, 72, т.: 89324889988, altynbek93@mail.ru

**АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ МАСЛЯНЫЙ ПОДДОН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ШТАТНОЙ СИСТЕМЫ МАСЛОПОДАЧИ**

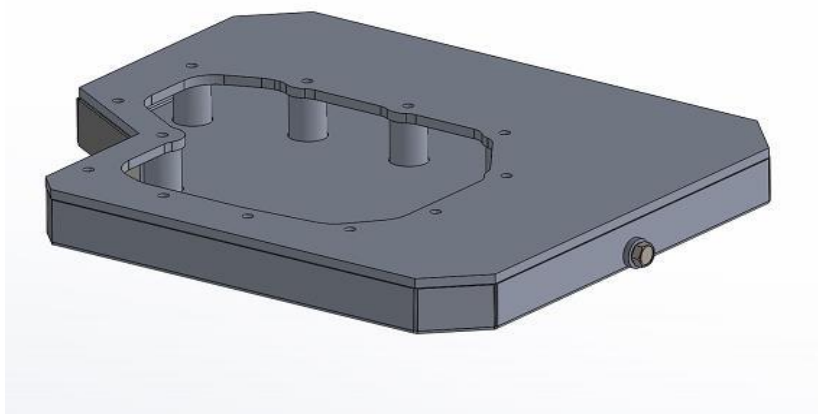
Р.Б. Нубаев, А.В. Назаров, А. Акжол Уулу

Тюменский государственный нефтегазовый университет

Аннотация

Изложено решение проблемы понижения центра тяжести двигателя (Honda cbr600rr) и всего болида в целом.

Ключевые слова: центр тяжести, масляный поддон, масляная система.

*Рис. 1.*

В рамках соревнований Формула Студент был построен гоночный автомобиль, для которого очень важна управляемость. Основным путем улучшения управляемости автомобиля является снижение его центра тяжести. Так как двигатель является одной из наиболее тяжелых частей автомобиля, то было принято решение снизить его центр тяжести, что в свою очередь приведет к общему его понижению. Для достижения данной цели было решено сделать поддон собственной конструкции.

Общая форма масляного поддона напоминает ванну небольших размеров. Основное назначение поддона картера – сбор масла, циркулирующего в системе смазки двигателя. Дополнительная функция – сбор мелких абразивных частиц, образующихся в результате трения металлических деталей. Избыток масла, не задействованного в данную секунду в рабочем процессе, собирается в поддоне картера, откуда его захватывает маслозаборник, чтобы пустить в дальнейшую циркуляцию.

Маслозаборник находится на небольшом расстоянии от дна поддона, а не на самом дне, чтобы металлическая стружка и другие продукты износа не попадали в каналы системы смазки. Мелкие частицы металла накапливаются на дне поддона, их можно удалить из двигателя, сняв поддон.

Мы преследовали цель понизить центр тяжести нашего двигателя (Honda cbr600rr) и всего болида в целом.

Штатный масляный поддон был слишком высоким, его высота составляла 150мм. На основе анализа существующих решений систем с сухим картером было выявлено что они очень дорогостоящие, а также усложняют конструкцию автомобиля и увеличивают его массу. Учитывая эти соображения, было принято решение разработать масляный поддон уникальной конструкции, которая обеспечит понижение центра тяжести при сохранении объема масла, а также позволит использовать штатную систему маслоподачи. В итоге система должна получится простой, без лишних компонентов, а также экономически выгодной с точки зрения изготовления.

Конструктивно наш масляный поддон состоит из плиты (6мм толщиной), чашки, сделанной методом гибки развертки (1,5мм), 12 колодцев из алюминиевой трубы, масляной пробки и втулки из масляной пробки. Плита была изготовлена из 6мм листового алюминия для обеспечения жесткости конструкции и плотного прилегания плоскости поддона к плоскости картера двигателя. Чаша поддона изготовлена из 1,5мм листового алюминия для снижения общей массы поддона.

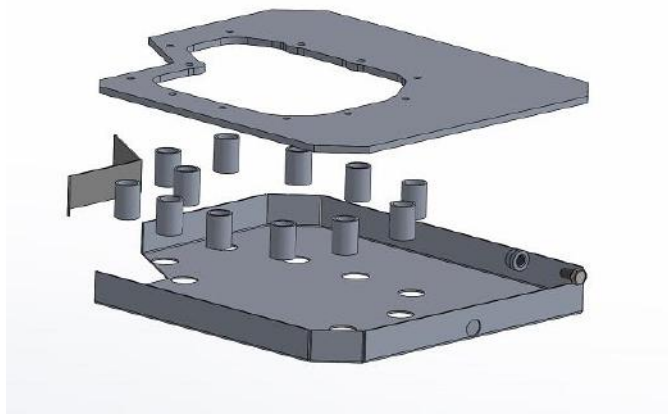


Рис. 2.

Характеристики поддона: высота 35 мм; объем 2,8 литра и вес 1,7 кг.

У штатного поддона высота 150 мм, объем 2,5 литра и вес 0,5 кг. В системах с сухим картером высота крышки картера составляет 30 мм. Таким образом по геометрическим габаритам спроектированный масляный поддон практически не уступает системам с сухим картером.

Основные компоненты поддона (плита, чашка) изготавливались с помощью технологии лазерной резки, а также гибки. Изначально были вырезаны развертки данных компонентов, после чего они были нужным образом согнуты. Колодцы были нарезаны из алюминиевой трубки необходимой длины. На токарном станке

была выточена втулка масляной пробки, сама же масляная пробка — это стандартный болт М10. Последним этапом сборки стало выполнение сварочных работ, которые производились с использованием специальных оправок и поддерживающих элементов для фиксации нужной геометрии поддона, а также для избежания увода конструкции в процессе сварки.

В конструкции родной системы подачи масла подверглись изменению лишь маслоприемник и патрубок высокого давления.

Плюсы: экономическая эффективность, использование штатной системы масло подачи без дополнительного маслососа, масляного бака, а также простота изготовления.

Минусы: вес получился больше штатного на 1,2кг, но при этом прибавка в весе все же меньше чем, если бы мы использовали систему маслоподачи с сухим картером. Данная система была успешно испытана на нашем болиде 2015 года.

В результате мы получили довольно простой способ понизить центр тяжести и уйти от использования дополнительного маслососа и маслобака.

Сведения об авторах

Нубаев Руслан Булатович – студент кафедры Кибернетических систем ТюмГНГУ «Тюменский государственный нефтегазовый университет», Институт Геологии и Нефтегазодобычи, Россия, г. Тюмень, ул. Мельникайте, 72, т.: 89058574247, nubaevruslan@gmail.com

Назаров Антон Владимирович – аспирант кафедры САТМ ТюмГНГУ «Тюменский государственный нефтегазовый университет», Институт Транспорта, Россия, г. Тюмень, ул. Мельникайте, 72, т.: 89222482522, nazarov.anton@bk.ru

Акжол Уулу Алтынбек, аспирант кафедры САТМ ТюмГНГУ «Тюменский государственный нефтегазовый университет», Институт Транспорта, Россия, г. Тюмень, ул. Мельникайте, 72, Altynbek1993@gmail.com

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕМЁННОЙ ГЛАВНОЙ ПЕРЕДАЧИ С ЗУБЧАТЫМ
РЕМНЁМ**

Д.А. Шкуркин, А.В. Назаров, А. Акжол Уулу
Тюменский государственный нефтегазовый университет

USING THE MAIN TRANSMISSION BELTS AND TOOTHED BELT

D. Shkurkin, A. Nazarov, A. Akzhol Uulu
Tyumen State Oil and Gas University

Главная передача — зубчатый или цепной механизм трансмиссии автомобилей и других самоходных машин, служащий для увеличения крутящего момента и передачи его к ведущим колёсам под углом 90° .

Объектом исследования был выбран болид класса Формула SAE. Болид класса Формула SAE представляет собой небольшой гоночный автомобиль, собранный студентами, имеющий четыре открытых колеса с приводом на заднюю ось, и не находящихся на одной линии. Такая схема компоновки подобна той, что используется на соревнованиях «Формула 1».

В этом году наша команда использовала ременную главную передачу с зубчатым ремнём (рис. 1). Основная цель — снижение массы. Большую часть веса экономит зубчатый ремень, его вес составляет 150 гр. При использовании цепной главной передачи масса цепи приблизительно равна 1,5 кг. Еще небольшой вклад в снижение веса за счет более легких зубчатых шкивов из дюралюминия. Вес малого шкива составляет 165 г. Большого - 630 г. Вес цепных звездочек 200 и 800 г соответственно.

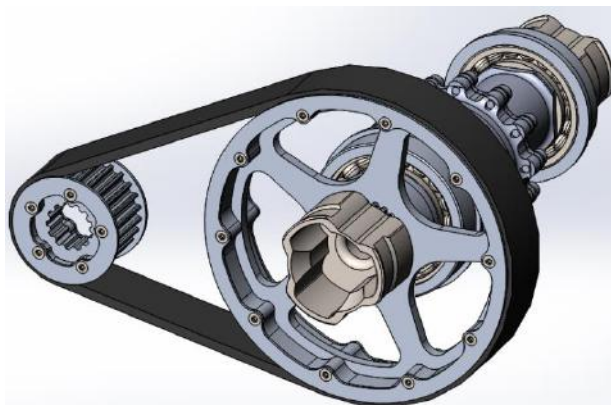


Рис. 1. Ременная главная передача в сборе в программе SolidWorks

Также использование ременной главной передачи в направлении Formula Student Combustion можно считать новшеством. В основном данную конструкцию используют в направлениях электрических болидов.

Конструкция ременной главной передачи состоит из двух шкивов разных диаметров, которые соединяются ремнем и передают крутящий момент от двигателя к колесам.

Маленький и большой шкив изготавливали, используя метод эрозионной резки металлов для получения точного профиля внутренних шлицов и внешних зубьев шкива. В итоге это позволило добиться плотной посадки шкива на вал двигателя без биения и слабины.

Для определения профиля зубьев маленького шкива использовали 3D измерительную машину и промерили профиль зуба с точностью до 0,01 мм. Измерения происходили щупом со специальным рубиновым наконечником. После замеров был сделан точный профиль вала в CAD-модели (рис. 2).

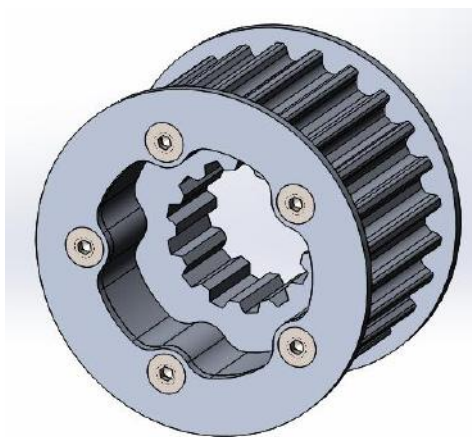


Рис.2. Маленький шкив в программе SolidWorks

При изготовлении внутренних шлицов большого шкива пользовались программой для построения зубчатых передач GearTrax, в которой задали нужные стандарты, и программа построила точный эвольвентный профиль шлицов (рис. 3).



Рис. 3. Большой шкив в программе SolidWorks

Профиль внешних зубьев шкивов использовали фирмы производителя ремней Gaits. На их официальном сайте скачали модель одного зуба, который потом копировали. Межосевое расстояние рассчитывали также с помощью программы помощника, которая позволяет добиться оптимального натяжения ремня без использования натяжного ролика. При сборке это расстояние выставлялось с помощью специального шаблона.

В итоге была получена более легкая конструкция в отличие от цепной главной передачи. Благодаря этому решению общий вес уменьшился приблизительно на 2 кг.

Данная система прошла испытания на выносливость и максимальную нагрузку. В результате можно сделать вывод, что ременная главная передача является эффективной и надежной для гоночного болида класса Formula Student.

Сведения об авторах

Шкуркин Дмитрий Александрович – студент группы ТюмГНГУ «Тюменский государственный нефтегазовый университет», ИПТИ, группа: Упмб 12, Россия г.Тюмень, т.: 89323238079, Dimmma94@gmail.com.

Назаров Антон Владимирович, – аспирант кафедры САТМ ТюмГНГУ «Тюменский государственный нефтегазовый университет», Институт Транспорта, Россия, г. Тюмень, ул. Мельникайте, 72, т.: 89222482522, nazarov.anton@bk.ru.

Акжол Уулу Алтынбек – аспирант кафедры САТМ ТюмГНГУ «Тюменский государственный нефтегазовый университет», Институт Транспорта, Россия, г. Тюмень, ул. Мельникайте, 72, т.: 89324889988, altynbek93@mail.ru.

4-Й ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ
«СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ»

Москва

2016

УДК 629.371.21:621.43

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ДВИГАТЕЛЯ ДЛЯ БОЛИДА «ФОРМУЛА
СТУДЕНТ»**

Д.И. Ганиев, А.А. Гильчик, М.В. Горшков

Уфимский государственный авиационный технический университет

UGATU Racing team

Аннотация

В работе рассматривается возможность использования различных двигателей для болида «Формула Студент». Проводится анализ технических характеристик, а также приведены диаграммы сравнения двигателей YamahaYZF-R6; HondaCBR600RR; SuzukiGXS-R600; KawasakiNinjaZX-6R. Приводится обоснование выбора двигателя Honda CBR600RR.

Ключевые слова: двигатель, мощность, крутящий момент, скоростная характеристика.

**JUSTIFICATION OF THE CHOICE OF ENGINE FOR THE BOLLID
"FORMULA STUDENT"**

D.I.Ganiev, A.A.Gilchik, M.V.Gorshkov

Ufa State Aviation Technical University

Annotation

The article considered of different engines for the bolide "Formula Student". Produced The analysis of the technical characteristics and are diagrams comparing the engine YamahaYZF-R6; HondaCBR600RR; SuzukiGXS-R600; KawasakiNinjaZX-6R. The produced rationale the selection of the engine Honda CBR600RR.

Keywords: engine, power, torque, speed characteristic.

Незаменимым участником всех гоночных соревнований является болид. Сердце болида автогонок – двигатель, над выбором которого в первую очередь задумываются участники инженерных студенческих команд.

Мотор - наиболее сложный элемент всего болида, обладающий огромной мощностью и состоящий примерно из 1300 деталей, что и делает его настолько дорогостоящей единицей. Невообразимое количество оборотов (19000 об/мин) и колоссальные температуры вызывают проблему надежности мотора. Поэтому каждая инженерная команда должна очень серьезно подходить к выбору двигателя [1].

Выбор двигателя должен осуществляться согласно требованиям, предъявляемым командой к гоночному болиду, и регламенту соревнований.

В соответствии с регламентом соревнований «Формула Студент 2015» [2] двигатель должен обладать следующими характеристиками:

- объем двигателя не больше 610 см³;
- система питания – бензин;
- четырехтактный;
- наличие во впускной системе ограничителя потока воздуха (диаметр проходного сечения 20 мм);
- доступность (низкая стоимость, большое количество предложений, наличие технических характеристик);
- максимально малые массогабаритные характеристики;
- максимально возможная мощность;
- плавность работы при различных частотах оборотов коленчатого вала.

Анализ технических характеристик выявил, что данным требованиям удовлетворяют двигатели следующих марок:

- Yamaha YZF-R6;
- Honda CBR600RR;
- Suzuki GXS-R600;
- Kawasaki Ninja ZX-6R,

А также ряд других двигатели, которые не рассматривались в виду низкой доступности и недостатка данных об их работе. Например, одноцилиндровый двигатель мотоцикла Husqvarna TC 449. Он имеет наилучшие массогабаритные характеристики и большие значения крутящего момента, однако этот двигатель сложно найти в продаже, кроме того, имеется недостаток исходных данных о его работе, поэтому он не рассматривается.

Для принятия решения о выборе двигателя были проанализированы мощностные характеристики. Графические зависимости мощностей двигателей от частоты вращения коленчатого вала представлены на рис. 1, 2.

Анализу подвергались BCX (эффективная мощность) следующих двигателей: Yamaha YZF-R6; Honda CBR600RR; Suzuki GXS-R600; Kawasaki Ninja ZX-6R [3,4].

Согласно имеющейся BCX (см. рис. 1) была произведена оцифровка результатов для каждого двигателя и разработана информационная карта.

В соответствии со значениями, полученными из информационных карт, были построены BCX (литровой момент), представленные на рис. 2.

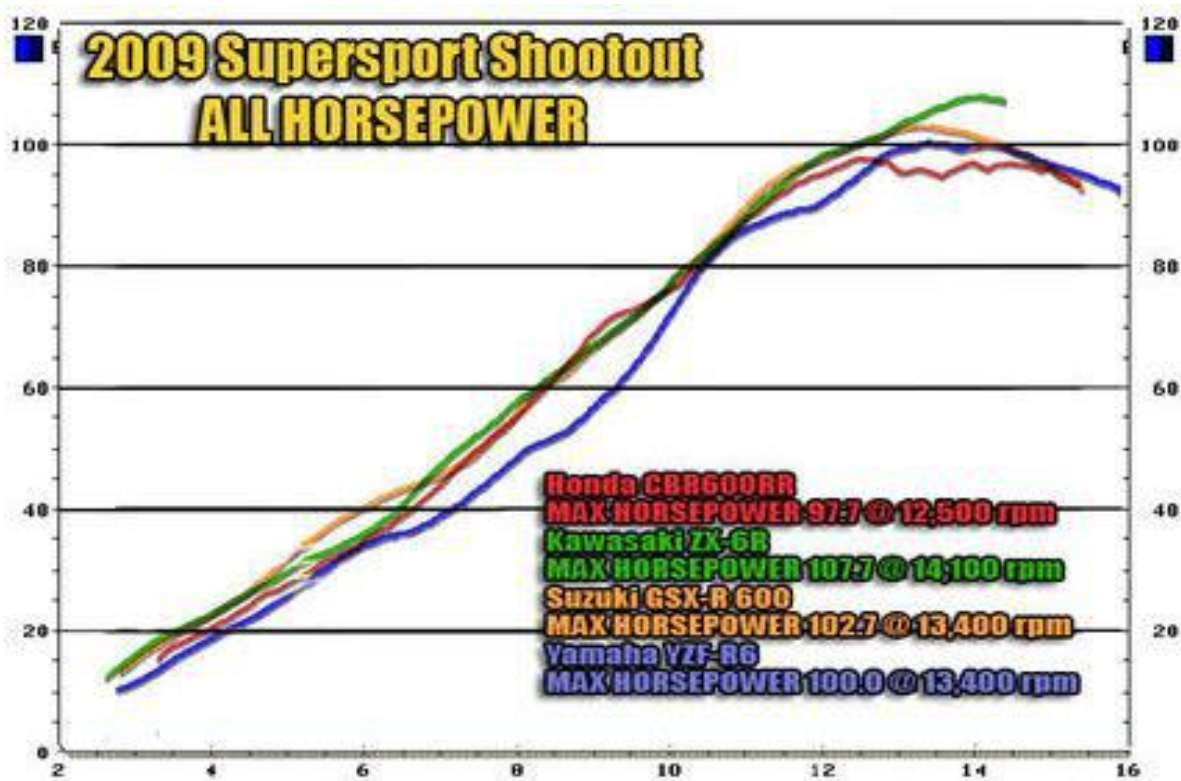


Рис. 1. Внешняя скоростная характеристика (эффективная мощность)

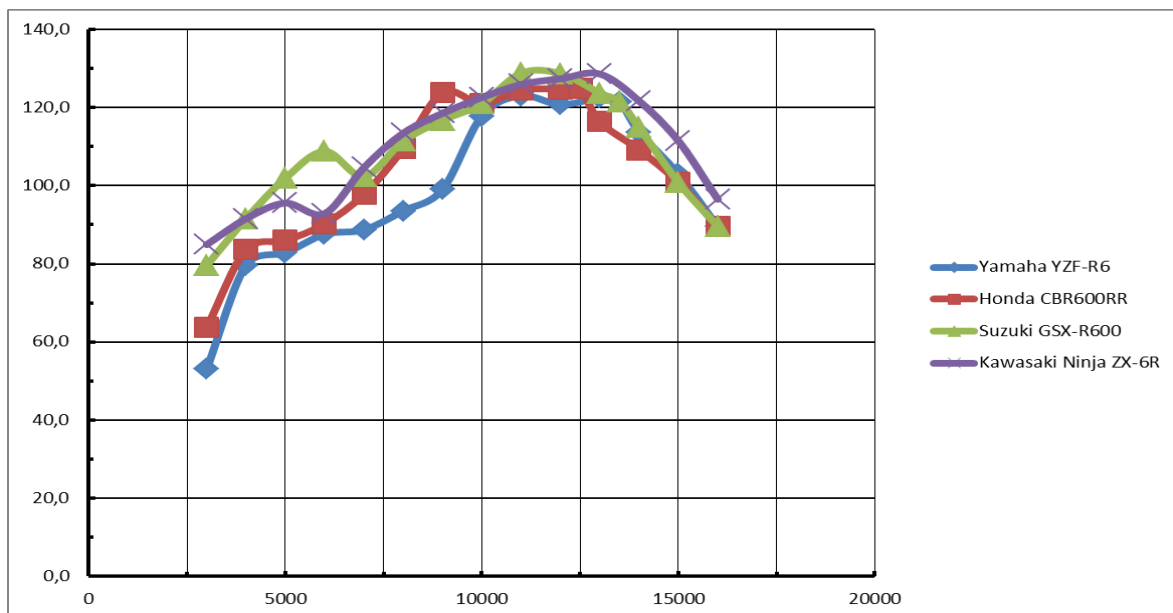


Рис. 2. Внешняя скоростная характеристика (литровой момент)

Для более точного анализа проведено сравнение крутящего момента и максимально возможное развитие скорости для всех 4-х двигателей. Диаграммы сравнения $F_{мл}$ и F_n приведены на рис. 3-5.

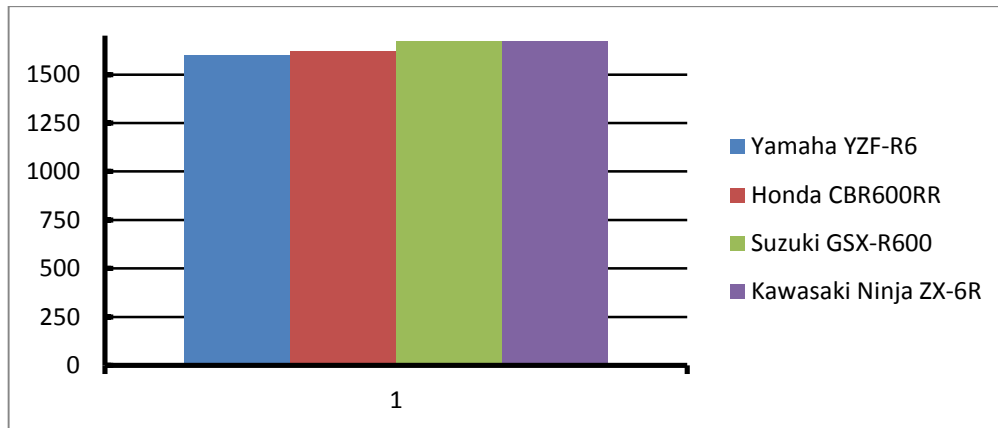


Рис. 3. Диаграмма сравнения площадей над графиком

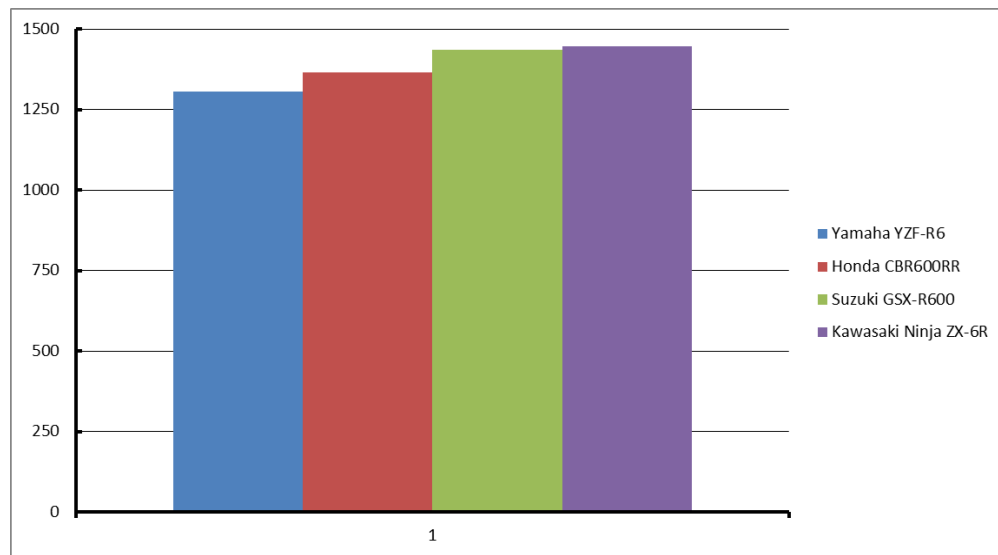


Рис. 4. Диаграмма сравнения площадей под графиком

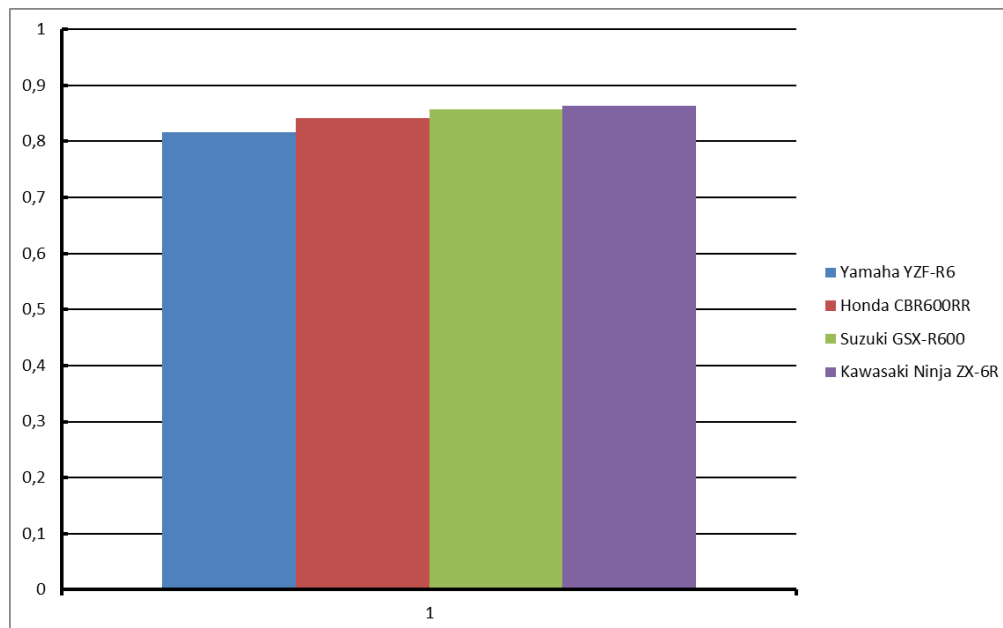


Рис. 5. Диаграмма сравнения K_f (отношение площадей)

Таким образом, согласно полученным данным имеем:

- максимальный литровой момент имеет двигатель Suzuki GSX-R600, $M_{\max}=128,8 \text{ Н м/л}$;
- минимальный литровой момент имеет двигатель Yamaha YZF-R6, $M_{\min}=123 \text{ Н м/л}$;
- максимальный крутящий момент имеет двигатель Suzuki GSX-R600, $N_{\max}=77,3 \text{ Н м}$;
- минимальный крутящий момент имеет двигатель Yamaha YZF-R6, $N_{\min}=73,8 \text{ Н м}$;
- максимальный коэффициент $K_f=0,865$, двигателя Kawasaki Ninja ZX-6R.
- разница между литровым и крутящим моментом двигателя Suzuki, по сравнению с Honda составляет 3,1%;
- разница между коэффициентом K_f двигателя Kawasaki и коэффициентом K_f двигателя Honda составляет 2,65%.

По результатам анализа выбран двигатель Honda CBR600RR. Данный двигатель обладает рядом достоинств. Во-первых, мотор данной марки является распространенным, а значит, более доступным. Во-вторых, двигатель Honda CBR600RR имеет небольшую стоимость. А так как разница коэффициентов K_f Honda по сравнению с коэффициентами K_f других моделей двигателей не превышает 3%, то двигатель данной марки не будет уступать по мощности заявленным выше маркам.

Двигатель Honda CBR600RR – это 4-цилиндровым двигатель жидкостного охлаждения, выдающим 120 л.с. мощности и 66 Нм крутящего момента. Мотор настроен на работу в верхнем диапазоне работы и показывает максимальные характеристики на 11 000...13 000 об/мин [5].

Согласно приведенным выше сравнительным характеристикам, данный двигатель идеально подойдет для использования в гоночном болиде, проектируемом студенческой инженерной командой UGATU Racing Team.

Список литературы

1. Wikipedia.org: свободная универсальная интернет-энциклопедия [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki.htm>, свободный.
2. FS-russia.com: Регламент Формула студент [Электронный ресурс]. –URL: <http://www.fs-russia.com/#!rules/cpk9>, свободный.
3. Научная электронная библиотека «SpringerLink» [Электронный ресурс] // SpringerLink.com: электр. науч. библиот. [сайт].-URL:<http://link.springer.com/>
4. KawasakiNinja ZX6R [Электронный ресурс] // Motosvit: [сайт]. URL:[http://motosvit.com/Kawasaki Ninja ZX-6R.html](http://motosvit.com/Kawasaki%20Ninja%20ZX-6R.html)
5. Обзор мотоцикла Honda CBR600RR. [Электронный ресурс].-URL: http://bikeswiki.ru/Honda_CBR600RR

4-Й ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ
«СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ»

Москва

2016

УДК 621.43.065

ГЛУШИТЕЛИ ШУМА

Н.М. Домашов

Уральский государственный университет путей сообщения

FS_USURT

Аннотация

Поскольку высокий шум вредно влияет на организм человека, то есть необходимость снизить его. При создании автомобиля с минимальной потерей мощности, вызванной сопротивлениями движению выхлопных газов в глушителе шума, стоит актуальная проблема необходимости определения размеров глушителя при снижении уровня шума. Целью данной исследовательской работы является выведение формулы, отражающей зависимость снижения уровня шума от геометрических размеров глушителя. В данной статье представлено: краткое описание параметров шума, дано сравнение различных уровней шума с потенциальными источниками, описание различных конструкций глушителей, а также приведены результаты эксперимента по проверке формулы для расчета вентиляционных глушителей.

Ключевые слова: шум, двигатель, уровень звукового давления, выхлопная система, глушитель, ограничитель, отражатель, резонатор, поглотитель, Формула Студент.

CAR MUFFLER

N. M. Domashov

Ural State University of Railway Transport

Team FS_USURT

Annotation

Since the high noise adversely affects the human body there is a need to reduce it. By car for minimum power loss caused by the resistance to the movement of exhaust gases in the silencer is an urgent problem need to determine the size of the muffler with a decrease in the required level of noise. The purpose of this research is to derive the formula reflects the level of noise reduction on the geometry of the muffler. This article is presented: a brief description of the parameters of the noise, a comparison of different levels of noise from potential sources, description of the various designs of silencers, as well as the results of an experiment to verify the formula for calculating ventilation silencers.

Keywords: the noise of the engine, the sound pressure level, exhaust system, muffler, stopper, deflector, resonator, absorber, Formula Student.

ВВЕДЕНИЕ

Шум автомобилей, механизмов и машин с двигателями мешает работе и отдыху людей. Он вредно воздействует на органы слуха и нервную систему операторов машин, снижает производительность труда, мешает восприятию полезных звуковых сигналов, человеческой речи. Обычно нормируется внешний и внутренний шум машины. Уровень шума двигателя может служить показателем качества машины, культуры производства и применяемой технологии, его отдельные характеристики используют в качестве диагностических параметров [1].

ШУМ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ, ХАРАКТЕРИСТИКИ И ИСТОЧНИКИ

Шум двигателя представляет собой акустическое излучение, производимое им при работе. Шум представляет собой звук с набором составляющих различной частоты. Важнейшими характеристиками звука являются: звуковое давление p — переменная часть давления, возникающая при прохождении звуковой волны в среде; сила звука I — количество звуковой энергии, прошедшее через единичную площадку, перпендикулярную направлению распространения звука, Вт/м²; звуковая мощность W — общее количество энергии, излучаемой двигателем в окружающее пространство в виде звука и прошедшей через поверхность полусферы радиуса r в единицу времени, Вт; уровень звукового давления — десятичный логарифм отношения силы звука к пороговому значению: $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м² или двадцатикратный логарифм отношения звукового давления к пороговому значению: $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па. Его измеряют в децибелах (дБ), (1) [1]:

$$L = 10 \lg \left(\frac{I}{I_0} \right) = 20 \lg \left(\frac{p}{p_0} \right). \quad (1)$$

Уровни звукового давления от различных источников [2]:

- 0 дБ SPL — специальная измерительная камера; ничего не слышно;
- 10 дБ SPL — почти не слышно — шёпот, тиканье часов, тихий шелест листьев;
- 30 дБ SPL — тихо — настенные часы, максимально допустимый шум ночью;
- 50 дБ SPL — отчётливо слышно — разговор средней громкости, тихая улица;
- 70 дБ SPL — шумно — громкие разговоры на расстоянии 1 м, шум пишущей машинки, шумная улица;
- 90 дБ SPL — очень шумно — громкие крики, пневматический отбойный молоток, тяжёлый дизельный грузовик на расстоянии 7 м;

– 110 дБ SPL — крайне шумно — шум работающего трактора на расстоянии 1 м, громкая музыка, вертолёт;

– 120 дБ SPL — почти невыносимо — болевой порог, гром, отбойный молоток, вузузела на расстоянии 1 м, шум на стадионе;

– 140 дБ SPL — травма внутреннего уха — взлёт реактивного самолёта на расстоянии 25 м, максимальная громкость на рок-концерте;

– 160 дБ SPL — шок, травмы, возможен разрыв барабанной перепонки — выстрел из ружья близко от уха;

– 180 дБ SPL — световумовая граната, воздушная ударная волна давлением 0.02 МПа, длительный звук с таким давлением вызывает смерть;

Причинами возникновения шума в двигателе являются: аэродинамическое взаимодействие газовой среды на входе в двигатель и на выходе из него, а также движущихся тел (вентилятора) с газовой средой; взаимодействие колеблющихся поверхностей двигателя с окружающей средой. Источниками шума двигателя являются процессы, одновременно или последовательно возникающие при осуществлении рабочего цикла [3].

БОРЬБА С ШУМОМ

Уменьшение шума с учетом основополагающих принципов акустики следует начинать в первую очередь с подавления наиболее громких источников. Колебательная энергия от источника ее возникновения до поверхностей, которые ее излучают, распространяется через детали двигателя. Для ее снижения можно или препятствовать распространению по конструкции (виброизоляция), или поглощать ее на пути распространения (вибропоглощение) с помощью ввода в конструкцию поглотителей колебательной энергии в виде специальных вибродемпфирующих материалов или устройств [3].

Снизить шум работающего двигателя в составе автомобиля можно путем создания препятствий на пути его распространения (звукоизоляция) и нанесением на поверхности, воспринимающие шум, специальных шумопоглощающих покрытий (звукопоглощение) [3].

Методы борьбы с шумом аэродинамического происхождения аналогичны: создание конструкций с требуемым уровнем шума (вентилятор, корпуса воздушного фильтра и глушителя), применение глушителей шума, основанных на формировании совокупности резонансных объемов и на использовании специальных материалов, обеспечивающих звукопоглощение [3].

Самым сильным источником шума в двигателе является система выпуска отработанных газов (выпускная система). Поэтому самым важным в борьбе с шумом излучаемым автомобилем является борьба с шумом выпускной системы. Для этого применяются глушители различного типа [3].

Для начала кратко о выхлопной системе автомобиля.

Выхлопная система — система выпуска отработанных газов. Включает выпускной коллектор, каталитический конвертер (на современных машинах) и глушитель [4].

Выпускной коллектор — часть навесного оборудования двигателя внутреннего сгорания. Выпускной коллектор предназначен для сбора выхлопных газов с нескольких цилиндров в одну трубу. С одной стороны, коллектор крепится непосредственно к двигателю внутреннего сгорания, с другой — к катализатору или, если катализатор не установлен, к выхлопной трубе. В связи со специфичностью расположения коллектора он работает в достаточно экстремальных условиях. Температура выхлопных газов может достигать нескольких тысяч градусов [4].

ГЛУШИТЕЛЬ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ

Глушитель — устройство для снижения шума от выходящих в атмосферу газов или воздуха из различных устройств [4].

В системах вентиляции используются шумоглушители для снижения передаваемого по вентиляционным каналам шума от вентиляционного оборудования.

Оружейный глушитель уменьшает шум выстрела.

Мы же рассматриваем глушители шума выпуска двигателей внутреннего сгорания, в частности автомобильные глушители.

По способу работы глушители надо разделить на четыре группы. Это ограничители, отражатели, резонаторы и поглотители.

Ограничитель (рис. 1). Принцип его работы прост. В корпусе глушителя имеется существенное сужение диаметра трубы — некое акустическое сопротивление, а за ним сразу большой объем, аналог емкости. Продавливая через сопротивление звук, мы колебания сглаживаем объемом. Энергия рассеивается в дросселе, нагревая газ. Чем больше сопротивление (меньше отверстие), тем эффективней сглаживание. Но тем больше сопротивление потоку. Несомненно, плохой глушитель. Однако в качестве предварительного глушителя в системе — довольно распространенная конструкция [5].

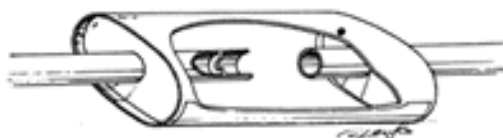


Рис. 1. Глушитель-ограничитель

Отражатель (рис. 2). В корпусе глушителя организуется большое количество акустических зеркал, от которых звуковые волны отражаются. Известно, что при каждом отражении часть энергии теряется, тратится на нагрев зеркала. Если устроить для звука целый лабиринт из зеркал, то в конце концов мы рассеем почти всю энергию и наружу выйдет весьма ослабленный звук. По такому принципу строятся пистолетные глушители. Значительно лучшая конструкция, однако так как в недрах корпуса мы заставим также газовый поток

менять направление, то все равно создадим некоторое сопротивление выхлопным газам. Такая конструкция чаще всего применяется в оконечных глушителях стандартных систем на гражданских автомобилях [5].



Рис. 2. Глушитель-отражатель

Резонатор (рис. 3). Глушители резонаторного типа используют замкнутые полости, расположенные рядом с трубопроводом и соединенные с ним рядом отверстий. Часто в одном корпусе бывает два неравных объема, разделенных глухой перегородкой. Каждое отверстие вместе с замкнутой полостью является резонатором, возбуждающим колебания собственной частоты. Условия распространения резонансной частоты резко меняются, и она эффективно гасится вследствие трения частиц газа в отверстиях. Такие глушители эффективно в малых размерах гасят низкие частоты и применяются в основном в качестве предварительных (первых) в выпускных системах. Существенного сопротивления потоку не оказывают, т.к. сечение не уменьшают [5].

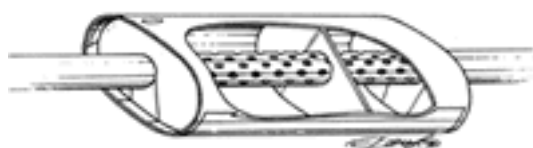


Рис. 3. Глушитель-резонатор

Поглотитель (рис. 4). Способ работы поглотителей заключается в поглощении акустических волн неким пористым материалом. Если мы звук направим, например, в стекловату, то он вызовет колебания волокон ваты и трение волокон друг о друга. Таким образом, звуковые колебания будут преобразованы в тепло. Поглотители позволяют построить конструкцию глушителя без уменьшения сечения трубопровода и даже без изгибов, окружив трубу с прорезанными в ней отверстиями слоем поглощающего материала. Такой глушитель будет иметь минимально возможное сопротивление потоку, однако он хуже всего снижает шум. Но несмотря на это именно этот тип глушителей применяется в автоспорте, поскольку сопротивления, создаваемые данным глушителем, почти не влияют на мощность двигателя, которая в свою очередь зависит от диаметра выхлопной трубы [5].

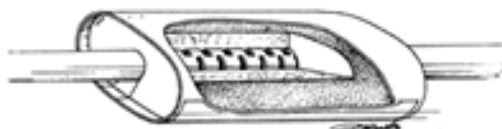


Рис. 4. Глушитель-поглотитель

РАСЧЕТ ГЛУШИТЕЛЯ. ПРОВЕРКА РЕЗУЛЬТАТОВ

В работе я буду рассматривать болид Формула Студент УрГУПС 2015.

По причине множества ограничений мощности автомобиля мы стремимся добиться минимального ее снижения. Поэтому самый лучший тип – это поглотитель.

Затухание в трубчатом глушителе поглотительного типа ΔL приближенно можно определить, используя формулу Белова (2):

$$\Delta L = 1,1 \cdot \alpha_{\text{экв}} \cdot \frac{\Pi \cdot l}{S}, \quad (2)$$

где Π – периметр проходного сечения, м;

l – длина глушителя, м;

S – площадь проходного сечения, м²;

$\alpha_{\text{экв}}$ – эквивалентный коэффициент звукопоглощения облицовки.

Для трубчатых глушителей с внутренним диаметром D и длиной l , затухание определяется по формуле (3):

$$L = 4,4 \cdot \alpha_{\text{экв}} \cdot \frac{l}{D}. \quad (3)$$

Мной был проведен неучтенный эксперимент по проверки данной формулы. Для проверки использовался болид Формула Студент 2015, на котором установлен двигатель HONDACBR 600.

В соревнованиях Формула Студент Регламент гласит, что уровень звукового давления автомобиля не должен превышать 110 ДБа при 11 000 об/мин. Измерения должны проходить на расстоянии 1 м от окончания выхлопной системы [6].

Мной был измерен шум двигателя без глушителя, он составил:

- 2000 об/мин – 100,2 ДБа;
- 11000 об/мин – 122 ДБа.

Не сложно посчитать что нам необходимо было снизить шум минимум на 12 ДБа. Используя формулу Белова и исходя из габаритов болида был спроектирован глушитель:

- длинна – 230 мм;
- внутренний диаметр – 64 мм;
- материал набивки – каменная вата, $\alpha=0,8$;
- внутренняя труба была сделана из сетки, размеры ячеек 3х8 мм;

По расчетам получилось, что $L = 12.65$ ДБ.

Изготовив образец глушителя (рис. 5), я провел повторные испытания.

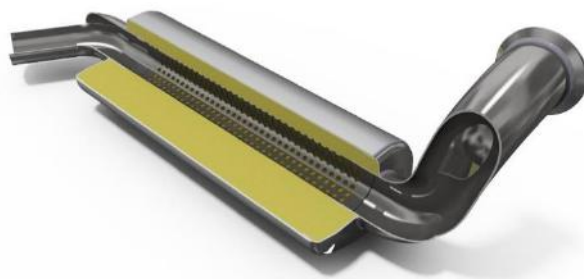


Рис. 5. Глушитель экспериментальный

Результаты повторного замера:

- 2000 об/мин – 95 ДБа (5,2 ДБа);
- 11000 об/мин – 114 ДБа (8 ДБа).

ВЫВОДЫ

После проведенной работы можно сделать вывод, что формула Белова не адаптирована под автомобильные глушители. Существует необходимость адаптации этой формулы.

Дальнейшая работа будет проводиться в следующих направлениях:

- Выявление зависимости уровня звукового давления от оборотов двигателя;
- Углубленная проверка достоверности формулы Белова;
- Определение зависимости эффективности работы глушителя от геометрических размеров: диаметр трубы, размер перфорации, частота перфорации, материал набивки, размер банки...

Список литературы

1. Григорьева, В. А. – Динамическая теория звука / В.А. Григорьева.- М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1960 – 370 с.
2. Туревский, И. С. – Теория автомобиля: учеб. пособие / И. С. Туревский. – М.: Высш. шк., 2005. – 240 с.
3. Вахламов, В. К. – Автомобили: Основы конструкции: уч. для студ. высш. учеб. заведений / В. К. Вахламов – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 528 с.
4. Высоцкий, М. С. – Автомобили: Основы проектирования: Учеб. пособие для вузов. / М.С. Высоцкий – Минск.: Высш. шк., 1987. – 152 с.: ил.
5. 2015 Formula SAE® Rules
6. Лапшин, В.Ф. Курс лекции по предмету математическое моделирование / В.Ф. Лапшин. - Екатеринбург: УрГПС 2012.

7. Плахоти С. А. Правила дипломного проектирования, оформления и представления к защите дипломных проектов и работ: учеб-метод. пособие / С.А. Плахоти.- Екатеринбург: УрГУПС, 2011. – 80 с.

**ПРЕЗЕНТАЦИЯ КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ В ПРОДВИЖЕНИИ
ИДЕИ И ПРОДУКТА КОМПАНИИ**

Ю.Р. Ханеева

Уральский государственный университет путей сообщения

FS_USURT

Аннотация

Актуальность: В современных условиях люди при презентации чаще всего уделяют внимание предмету исследования, забывая о том, как они презентуют свои исследования и работы публике и какое впечатление производят. Данное исследование показывает степень значимости презентации для успеха компании, а также позволяет ознакомиться с основными правилами и советами грамотной подготовки выступления.

Цель исследования: формулировка оптимальных условий создания успешной презентации, а также формирование общественного мнения по поводу того, что может существенно повлиять на результат презентации.

Материалы и методы: в данном исследовании использовался анализ работ российских и зарубежных авторов о презентациях и о выступлениях TED. Также проведён онлайн опрос с помощью ресурса Google Forms среди российских студентов и анализ результатов данного опроса. В опросе приняли участие 130 человек, выявлены следующие результаты: большинство респондентов выразило уверенность в том, что ключевые аспекты успешной презентации - внешний вид выступающего, наличие зрительного контакта и яркое запоминающееся вступление. В свою очередь визуальное оформление презентации не является ключевым критерием.

Ключевые слова: презентация, правила презентации, опрос, критерии успешности презентации, структура презентации.

Annotation

Relevance: the Relevance of this article lies in the fact that in modern conditions the people during presentations pay attention to the subject of the study, forgetting about how they present their research to the public and what impression it produces. This study shows the degree of importance of the presentation for the company's success and also allows you to familiarize yourself with the basic rules and advice about how to make a high-quality presentation.

The purpose of the research: formulation of optimum conditions for creation of successful presentations, and the formulation of public opinion about factors that affect the result of the presentation.

Materials and methods: this study used data analysis of works by Russian and foreign authors on presentations and TED talks. Also the research includes an online survey using Google Forms among Russian students and the analysis of the results of this survey. The survey involved 130 people and identified the following results: the majority of respondents expressed the opinion that the key aspects of a successful presentation are appearance of the speaker, the presence of eye contact and a simple yet striking entry. In turn the visual design of the presentation is not the key criterion.

Keywords: presentation, rules of presentations, survey, success criteria of the presentation, structure of the presentation.

Цель данного исследования – оценка значимости подготовки и проведения презентации, изучение отдельных аспектов подготовки при формировании имиджа компании и последующем продвижении продукции и бренда.

Основной деятельностью любой компании является производство определенного продукта или услуги. Так, при создании гоночных болидов продуктом деятельности является сам гоночный болид. Однако давно доказано, что огромное влияние как на успех кампании, так и на успех продукта оказывает презентация, представляющая его. Презентация является своеобразным инструментом, позволяющим произвести нужное впечатление как на инвесторов, так и на целевую аудиторию потребителей.

Существует множество способов сделать презентацию запоминающейся и яркой, накладывающей нужный отпечаток в сознании публики. Они проявляются по разному: от внешности до способа донесения информации. Итак, основные правила грамотного проведения презентации:

1. Показывайте свою увлеченность и связь с аудиторией. Сложно казаться расслабленным, если на самом деле это не так. Будьте честны с аудиторией и показывайте свою искреннюю увлеченность делом.

2. В заголовке следует писать главную мысль слайда, которую он доказывает [1]

3. Фокусируйтесь на желаниях публики. Ваша презентация изначально должна выстраиваться вокруг того, что публика хочет извлечь из нее. В процессе подготовки презентации необходимо периодически ставить себя на место будущих слушателей: следуйте принципу «рассказать то, что интересует их, а не то, что Вы можете рассказать». К примеру, презентуя гоночный болид членам жюри, играющим роль потенциальных инвесторов в категории бизнес-презентаций, учитывайте их интересы в инвестициях, сроках окупаемости и дополнительных выгодах.

4. Не усложняйте презентацию и не отклоняйтесь от ключевой темы. Если в течение выступления Вы планируете произнести то, что не внесет

значительного вклада в ключевую мысль - исключите данный пункт из своей презентации.

5. Сохраняйте зрительный контакт с публикой. При условии, что спикер налаживает зрительный контакт с каждым, сидящим в зале, публика неосознанно все больше вовлекается в тему доклада и слушает с большей заинтересованностью и отдачей. Также улыбайтесь: улыбка располагает. Важно поддерживать взаимодействие, самый простой пример которого – вопросы, задаваемые публике. Первая фаза задает тон выступления. Улыбнитесь и начните со смешной шутки или интересной истории. [2]

6. Начинайте презентацию максимально уверенно. Первые секунды презентации предопределяют то, насколько внимательно Вас будут слушать. Примером успешного и необычного начала может служить интересная история, шутка, вопрос в зал или первый слайд, цепляющий внимание (выбор инструмента зависит от обстоятельств и условий выступления, от публики).

7. Следите за временем презентации. Если существует определенный лимит – предварительно необходимо удостовериться, что Ваша презентация соответствует заданным параметрам [3].

8. Будьте готовы к вопросам. Если Вы догадываетесь, с чем будут связаны вопросы – сделайте ответы на них более яркими, подкрепив дополнительными слайдами, которые будут расположены после финального слайда презентации. Они напомнят Вам необходимую для ответа информацию, а также будут свидетельствовать о достойной подготовке.

Трехчастная структура

В качестве основы для своих выступлений многие успешные ораторы TED берут именно трехчастную структуру (рис. 1). Карта сообщений строится следующим образом: ориентируйтесь в первую очередь на главную мысль всего повествования. После этого необходимо подобрать три сообщения с историями, примерами и разнообразной статистикой. Составьте промаркированный список сопроводительных примеров для каждой из трех мыслей. Подробное описание каждого из примеров не является обязательным условием, главное – чтобы карта сообщений умещалась на одной странице. Подобная структура донесения информации может быть очень полезна, особенно на начальном этапе обучения оратора.

Шаблон карты сообщений



Рис. 1

В онлайн-опросе для нашей команды FS USURT приняло участие 130 человек. Респондентам были заданы вопросы, связанные непосредственно с презентацией и ее аспектами, благодаря чему ответы были полезны для выступающего при подготовке своего выступления.

Оцените значимость внешнего вида выступающего при проведении презентации

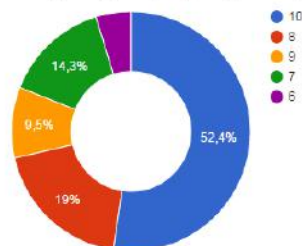


Рис. 2

Оцените значимость зрительного контакта выступающего с публикой при проведении презентации

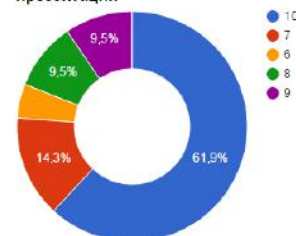


Рис. 3

Оцените значимость интерактивного взаимодействия выступающего с публикой

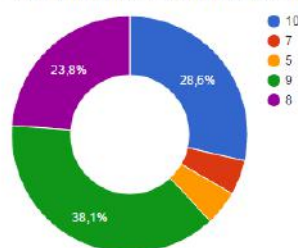


Рис. 4

Оцените значимость проработанности содержания презентаций

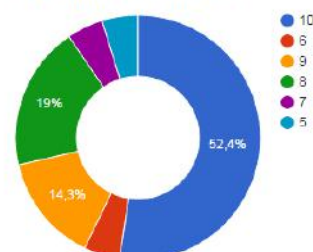


Рис. 5



Рис. 6



Рис. 7

Оцените значимость "красивой картинки", дополняющей презентацию (проработанный дизайн, использование инфографики)

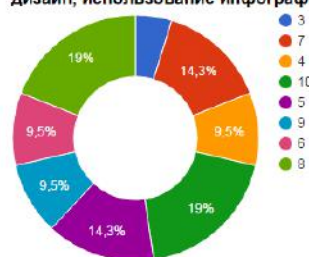


Рис. 8

Результаты опроса показывают, что для публики имеет большую значимость внешний вид человека, выступающего перед ним (рис. 2), но еще более важен зрительный контакт, который оратор выстраивает со своими зрителями (согласно рис. 3, 62 % респондентов ответили именно так). Наличие в презентации определенных инструментов (рис. 4), с помощью которых можно задействовать публику и добавить большей интерактивности в презентацию, не имеет большой значимости для зрителей (лишь 29 % опрошиваемых утверждают, что это необходимо).

Никогда не потеряет своей актуальности вопрос проработанности презентации и подготовки оратора. Большинство участников опроса уверено, что выступающий должен хорошо понимать ту информацию, которую он преподносит публике (рис. 5). Также для респондентов оказалось не столь важно оформление презентации: оно может быть простым (рис. 8). Однако наиболее важным аспектом оказалось яркое вступление (рис. 7). Начало презентации – это первые 15-30 секунд выступления, в которые зритель решает для себя, интересно ли ему и будет ли он слушать выступающего дальше (рис. 6).

Список литературы

1. Муромцева, Анна. Искусство презентации. Основные правила и практические рекомендации / Анна Муромцева.- М.: Флинта, 2011.

2. Поузен, Роберт. Напике возможностей. Правила эффективности профессионалов / Роберт Поузен.- М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013.
3. Галло, Кармин. Презентации в стиле TED: 8 приемов лучших в мире выступлений / Кармин Галло.- М.: Альпина Паблишер, 2015.

4-Й ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ
«СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ»

Москва

2016

УДК 629.371.21:330.133

**ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ОТЧЕТА О СТОИМОСТИ ПРОИЗВОДСТВА
ГОНОЧНОГО АВТОМОБИЛЯ ФОРМУЛА СТУДЕНТ**

А.А. Холкина

Уральский государственный университет путей сообщения

FS_USURT

Аннотация

В статье анализируется актуальность применения отчета о стоимости производства в предпринимательской деятельности. Какова структура данного отчета. Какие преимущества получают производители, используя данный отчет в качестве финансового рычага.

Ключевые слова: отчет о стоимости производства, калькуляция, себестоимость, общая стоимость, предприятие, оптимизация финансовых средств, систематизация компонентов.

**THE PRACTICAL IMPORTANCE OF THE COST REPORT OF THE RACE CAR
FORMULA STUDENT**

Kholkina Anastasiia

Ural State University of Railway Transport

Team FS_USURT

Annotation

In the article we examine the relevance of the use of the Cost Report in the business. What is the structure of the Cost Report. What are the benefits can reach the manufacturers using Cost Report as financial tool.

Keywords: Cost Report, calculation, cost, total value, company, optimization of financial resources, ordering components.

Использование отчета о стоимости производства в виде детальной калькуляции всех изделий позволяет контролировать стоимостное и процентное содержание автомобиля, выявлять ресурсы для снижения себестоимости и оптимизировать затраты на производство в целом. Тем самым, предприятия с помощью данного экономического инструмента добиваются решения главной задачи – снижения материальных затрат, связанных с выпуском продукции.

Любое предприятие, участвующее в рыночных механизмах спроса и предложения, сталкивается с тем, что ему приходится работать в условиях финансовых и материальных ограничений. Это обуславливает необходимость тщательного ведения и контроля денежных средств компании посредством различных экономических инструментов.

В современных условиях наиболее актуальным рычагом оптимизации финансовых средств при производстве продукта является отчет о стоимости производства. Он представляет собой подробное описательное резюме, где в краткой, но предельно емкой форме представляется детальная калькуляция всех изделий, то есть исчисление себестоимости единицы продукции или услуг по статьям расходов. В отличие от элементов сметы затрат, статьи калькуляции себестоимости объединяют затраты с учетом их конкретного целевого назначения и места образования [5].

В данном отчете рассматривается процесс производства каждой детали, начиная от закупки материала и заканчивая использованием определенных видов крепежей. Тем самым, с использованием данного инструмента выявляется себестоимость изделия, которую в последствии можно минимизировать.

Себестоимость неразрывно связана со стоимостью продукции, являясь ее объективной основой и важнейшей частью. Себестоимость является базой для установления цен и составляет наибольшую часть в структуре цен. Она отражает эффективность использования материальных и трудовых ресурсов, основных фондов, уровень организации производства и труда [3].

Снижение себестоимости при неизменной цене за товар способствует достижению главной цели производителя – увеличению и максимизации прибыли.

В отчете о стоимости производства можно выделять разделы в зависимости от тех задач, которые ставит перед собой производитель:

1. Четкое представление финансовых затрат, приходящихся на каждую систему гоночного автомобиля (например, тормозная система, рулевая система и т.д.), путем разделения данного отчета на соответствующие системы и определения их процентного и денежного выражения от общей стоимости товара.

2. Четкое представление финансовых затрат, приходящихся в целом на производство одного гоночного автомобиля, путем разделения данного отчета на такие составляющие, как необходимое количество материалов, число используемого оборудования, выполнение производственных операций [4].

Отчет о стоимости производства гоночного автомобиля команды FS_USURT включает следующие разделы, указанные на рис. 1.:

- общие затраты на покупку материалов и готовых деталей;
- общие затраты на изготовление отдельных элементов;
- общие затраты на инструмент и используемое оборудование, а также на изнашиваемые части оборудования.

Area Totals	Materials	Processes	Fasteners	Tooling	Total
Brake System	\$ 624.70	\$ 942.83	\$ 63.96	\$ -	\$ 1 631.50
Engine & Drivetrain	\$ 4 373.86	\$ 790.66	\$ 233.98	\$ 12.84	\$ 5 411.33
Frame & Body	\$ 988.72	\$ 2 804.77	\$ 16.22	\$ 98.82	\$ 3 908.53
Instruments & Wiring	\$ 1 203.40	\$ 174.97	\$ 7.05	\$ 2.00	\$ 1 387.42
Miscellaneous, Fit & Finish	\$ 288.01	\$ 124.13	\$ 2.42	\$ 1.00	\$ 415.56
Steering System	\$ 1 075.46	\$ 53.12	\$ 2.76	\$ 0.50	\$ 1 131.84
Suspension & Shocks	\$ 1 287.78	\$ 886.70	\$ 22.86	\$ 11.32	\$ 2 208.66
Wheels & Tires	\$ 1 041.26	\$ 1 054.60	\$ 4.33	\$ -	\$ 2 100.19
Total Vehicle	\$ 10 882.18	\$ 6 821.78	\$ 252.58	\$ 126.48	\$ 18 082.92

Рис. 1. Итоговая стоимость производства гоночного болида FS_USURT

Форма данного отчета помогает компании-производителю иметь объективное представление о стоимости продукта посредством систематизации компонентов и в то же время о дифференциации составляющих стоимости товара [2].

Корректно и подробно составленный Отчет о стоимости производства позволяет:

- контролировать и полностью учитывать стоимость любого элемента системы;
- определять процентное содержание той или иной системы в общей доли себестоимости автомобиля;
- выявлять ресурсы для снижения себестоимости продукции [1].

Помимо перечисленных факторов, которые раскрывает отчет о стоимости производства, применяя этот инструмент, производитель получает необходимую информацию для выявления направлений и систем, в которых есть ресурс для увеличения их доли в себестоимости. Это позволяет повысить надежность и технологичность соответствующей системы при адекватном увеличении доли в стоимости товара.

Кроме этого, отчет позволяет производителю эффективнее планировать объем и содержание запасов сырья при организации производства.

Удельный вес затрат, связанных с производством систем гоночного болида FS_USURT, представлен на рис. 2.

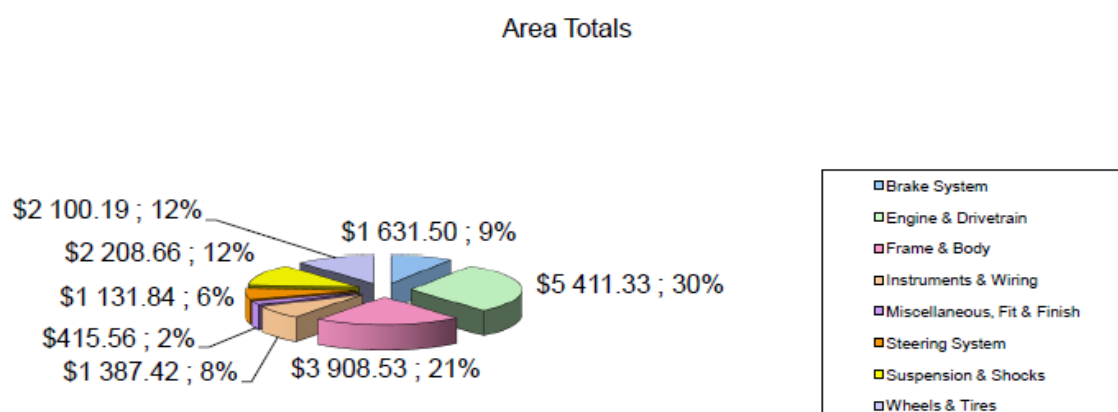


Рис. 2. Удельный вес затрат, связанных с производством систем гоночного болида FS_USURT

Применение отчета о стоимости при производстве гоночного автомобиля позволило команде FS_USURT оптимизировать систему подвески и трансмиссии, сократив ее денежное выражение на 14% по сравнению с 2014 годом.

При анализе отчета о стоимости производства гоночного болида 2014 года командой было выявлено, что значительную долю в себестоимости занимают расходы на производство деталей подвески и трансмиссии – 31%. Инженерной группе была поставлена задача по снижению расходов за счет материалов, конструкции или стоимости изготовления без снижения надежности.

Было предложено решение об изменении конструкции ступичного узла без изменения общей геометрии. Передние и задние ступицы были разделены на две части: основа и осевая часть, которые соединяются при помощи резьбового соединения. Это позволило значительно упростить процесс изготовления. Хотя количество элементов увеличилось, снижение общих затрат на их изготовление произошло за счет того, что осевые части стали идентичными на всех 4 ступичных узлах. Тем самым, произошло сокращение расходов в связи с увеличением повторяющихся операций. При этом изготовление основ стало дешевле из-за упрощения сложной геометрической формы, с точки зрения обработки, в связи с большей доступностью обрабатываемых поверхностей.

Конструкция ступичного узла до внесения изменений указана на рис. 3.



Рис. 3. Конструкция ступичного узла до внесения изменений

Конструкция ступичного узла после внесения изменений указана на рис. 4.



Рис. 4. Конструкция ступичного узла после внесения изменений

Кроме этого, анализ Отчета о стоимости производства 2014 года позволил провести незначительное снижение стоимости в топливной системе, а также в изготовлении кузовных элементов, pedalного узла и в электрической системе и системе выпуска.

В 2016 году командой планируется еще более детальное изучение данного механизма с целью снижения затрат, связанных с производством гоночного болида.

Таким образом, в современных условиях отчет о стоимости производства должен выступать в качестве обязательного инструмента при производстве не только автомобильной техники, но и в тех отраслях, где требуется детализация процесса выпуска продукции.

Список литературы

1. Анализ себестоимости продукции — [Электронный ресурс] — URL: <http://www.audit-it.ru/articles/audit/a104/40720.html> (дата обращения: 12.01.16)
2. Каргин, И.П. Планирование и калькулирование себестоимости продукции на предприятии.-: учебное пособие. / И.П. Каргин.- 2010. — 113 с.
3. Себестоимость продукции на предприятии— [Электронный ресурс] — URL: <http://center-yf.ru/data/economy/Sebestoimost-produkcii-na-predpriyatii.php> (дата обращения: 12.01.16)
4. Соколов Ю.А. Формирование себестоимости продукции в бухгалтерском и налоговом учете. / Ю.А. Соколов.- М.: Издательство «Альфа-Пресс». 2005. — 89 с.
5. Юркова, Т.И. Себестоимость. Группировка затрат на производство продукции / Т.И. Юркова, С.В. Юрков — [Электронный ресурс] — URL: http://www.aup.ru/books/m88/6_3.htm (дата обращения: 12.01.16)

4-Й ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ
«СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ»

Москва

2016

УДК 378.6.018.54

**ПРОЕКТ «ФОРМУЛА СТУДЕНТ» КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ГОТОВНОСТИ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ**

А.И. Кожедёрлов

Югорский государственный университет

Формула студент - UGRA

Аннотация

Актуальность данной статьи охарактеризована развитием инженерного образования в России. Целью статьи является рассмотрение проекта «Формула Студент» как инструмента формирования профессиональной готовности будущих инженеров. Автор дает понятие категории профессиональная готовность, и рассматривает её с точки зрения компетентностного подхода. В основу статьи легли работы М.И. Дьяченко и Л.И. Кандыбович в области исследования профессиональной готовности. Идея статьи заключается в распределении некоторых компетенций стандарта ФГОС 3+ направления подготовки 23.03.03. «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» по компонентам профессиональной готовности и дальнейшем рассмотрении их формирования в результате реализации проекта «Формула Студент». Основные методы, используемые в статье: анализ, сравнение и метод индукции. Результатом статьи можно считать вывод о том, что проект «Формула Студент» плодотворно влияет на развитие всех компонентов профессиональной готовности.

Ключевые слова: компетентностный подход, компетентность, компетенция, проект «Формула студент», профессиональная готовность.

**THE PROJECT "FORMULA STUDENT" AS A TOOL OF FORMATION OF
PROFESSIONAL READINESS OF FUTURE ENGINEERS**

A.I. Kozhederov

Ugra state University

Russia, 628012, Khanty-Mansiysk, Chekhov street, 16

Annotation

The Relevance of this article described the development of engineering education in Russia. The aim of the article is consideration of the project "Formula student" as a tool of formation of professional readiness of future engineers. The author

gives a definition to the category of professional readiness, and examines it from the point of view of the competence approach. The article went M. I. Dyachenko and L. I. Kandybovich, in the field of research of professional readiness. The idea of the article lies in the distribution of some of the abilities of the standard FSES 3+ areas of training 23.03.03. "Operation of transport and technological machines and complexes" components of professional readiness and further consideration of their formation in the result of the project "Formula student". The basic methods used in the article: analysis, comparison and inductive logic. The results of the paper can be considered concluded that the project "Formula student" fruitful impact on the development of all components of professional readiness.

Keywords: Competence approach, competence, competence, the project "Formula student", professional readiness.

На сегодняшний день всё большую актуальность приобретают исследования профессиональной готовности инженеров.

В России этот вопрос имеет особый статус. С одной стороны, стране не хватает инженерных кадров, в связи с чем технические специальности признаны приоритетными для развития на сегодняшний день. С другой – с увеличением объема выпускаемых инженеров может серьезно пострадать качество.

Многие российские ученые в XXI веке поняли, что существует такая угроза, и начали активно изучать профессиональную готовность инженеров в разных отраслях, с целью поиска наиболее оптимальных моделей подготовки инженерных кадров.

Однако в ходе разработки тех или иных педагогических моделей почти всегда упускается такой важный элемент, как внеаудиторная деятельность студентов, в том числе и кружковая. Хотя такие занятия могут внести весомый вклад в формировании профессиональной готовности будущих специалистов.

По мнению автора, проект «Формула Студент» идеально подходит на роль инструмента формирования профессиональной готовности будущих инженеров, что связано с высокой внутренней мотивацией студентов к подобной деятельности и высокими требованиями их к знаниям.

Но чаще всего проект «Формула Студент» рассматривается как некий развлекательный элемент учебного процесса, в лучшем случае, как способ повышения занятости студенческой молодежи и её отвлечение от пагубного образа жизни. В связи с чем возникает недопонимание между участниками команды и руководством университета, общественными организациями и потенциальными спонсорами.

Данная статья призвана рассмотреть проект «Формула Студент» как один из инструментов формирования профессиональной готовности будущих инженеров на основе компетентностного подхода.

Не смотря на достаточно длительный срок существования понятия «профессиональная готовность», единого определения этого явления до сих пор нет.

Наиболее часто пользуются определением профессиональной готовности, сформулированным М.И. Дьяченко и Л.А. Кандыбович: «Профессиональная готовность - личностное образование, которое включает положительное отношение к профессии и достаточно устойчивые мотивы деятельности, черты характера, адекватные профессиональным требованиям, специальные способности, особенности восприятия, памяти, внимания, мышления, эмоционально-волевых качеств». Дьяченко и Кандыбович выделяют в содержании профессиональной готовности 5 компонентов [1]:

1. мотивационный (положительное отношение к профессии, интерес к ней и другие достаточно устойчивые профессиональные мотивы);
2. ориентационный (знания, представления об особенностях и условиях профессиональной деятельности, требования к личности);
3. операциональный (владение способами и приемами профессиональной деятельности, необходимыми знаниями, умениями, навыками, процессами анализа, синтеза, сравнения, обобщения и др.);
4. волевой (самоконтроль, умение управлять своими действиями, из которых складывается выполнение трудовых обязанностей);
5. Оценочный (самооценка своей профессиональной подготовленности и соответствия процесса решения профессиональных задач оптимальным трудовым образцам) [2].

С учетом перехода от знаниевой парадигмы к деятельностной представляется логичным рассмотреть категорию «профессиональная готовность» на основе компетентностного подхода.

С этой точки зрения можно сказать, что профессиональная готовность – это совокупность сформированных компетенций, необходимых для успешного осуществления профессиональной деятельности.

Для более плавного перехода к рассмотрению профессиональной готовности с точки зрения компетентностного подхода необходимо соотнести формируемые компетенции с компонентами профессиональной готовности, выделенными Дьяченко и Кандыбович, как наиболее полно отражающими структуру профессиональной готовности (табл. 1). Перечень компетенций взят из Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования для направления подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» [3].

Соответствие формируемых компетенций компонентам профессиональной готовности

Таблица 1

Компоненты профессиональной готовности	Шифр компетенции	Содержание компетенции
Мотивационный	-	-
Ориентационный	ОК-5	Способность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия
	ОК-6	Способность работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
	ПК-1	Готовность к участию в составе коллектива исполнителей к разработке проектно-конструкторской документации по созданию и модернизации систем и средств эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов
Операциональный	ОК-3	Способность использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности
	ОПК-3	Готовность применять систему фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов
	ПК-2	Готовность к выполнению элементов расчетно-проектировочной работы по созданию и модернизации систем и средств эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов
	ПК-3	Способность разрабатывать техническую документацию и методические материалы, предложения и мероприятия по осуществлению технологических процессов эксплуатации, ремонта и сервисного обслуживания транспортных и

		транспортно-технологических машин различного назначения, их агрегатов, систем и элементов
	ПК-4	Способность проводить технико-экономический анализ, комплексно обосновывать принимаемые и реализуемые решения, изыскивать возможности сокращения цикла выполнения работ, содействие подготовке процесса их выполнения, обеспечению необходимыми техническими данными, материалами, оборудованием
Волевой	ОК-7	Способность к самоорганизации и самообразованию
Оценочный	ОК-1	Способность использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции

Данный перечень компетенций не является полным, однако, по мнению автора, этого достаточно, чтобы показать влияние проекта «Формула Студент» на формирование профессиональной готовности будущих специалистов (в данном случае будущих инженеров направления подготовки 23.03.) и проследить формирование каждой конкретной компетенции в том или ином испытании проекта. С этой целью в Табл. 2 соотносятся некоторые этапы проекта «Формула Студент» и компетенции, на которые они оказывают влияние.

Формирование некоторых компетенций в ходе реализации проекта «Формула Студент»

Таблица 2

Этап	Шифр формируемых компетенций	Комментарии
Техническая инспекция и динамические тесты	ПК-3, ПК-4	В ходе этапа «Техническая инспекция» часто возникает необходимость срочного ремонта, и участники команды вынуждены предлагать мероприятия по ремонту болида, а также изыскивать возможности сокращения цикла выполнения работ
Статические тесты	ОК-1, ОК-3, ОК-5, ОК-7, ПК-4, ОПК-3	Для защиты проекта своего болида, участники команды безусловно должны иметь четкую позицию в области конструкции болидов и уметь формулировать свои мысли, в том числе и на иностранном языке. А способность применять основы экономических знаний и проводить технико-экономический анализ

		необходимы для написания хорошего бизнес плана и его защиты
Непосредственно процесс конструирования болида	ОК-6, ОПК-3, ПК-1, ПК-2, ПК-3	«Формула студент» - это командный проект, поэтому в ходе работы, все участники учатся уважительно относиться друг к другу. Умение применять систему фундаментальных знаний, выполнять проектно-расчетные работы и создавать проектно-конструкторскую документацию необходимые для расчета конструкции болида и его характеристик

На основе этого можно сделать вывод, что проект «Формула Студент» охватывает все компоненты профессиональной готовности. Мотивационный компонент не рассмотрен в связи с отсутствующими компетенциями, которые можно напрямую связать с мотивацией студентов. Однако стоит отметить, что в проекте мотивационный компонент тоже формируется, т.к. участники команды занимаются проектированием болида на собственном энтузиазме, а соответственно проявляют интерес к будущей профессии и укрепляют его посредством соревновательного компонента. Важным является то, что проект «Формула Студент» формирует непосредственно компетенции, т.е. учит участников команды применять полученные знания на практике, повышая тем самым их профессионализм.

На сегодняшний день проводится эксперимент по измерению профессиональной готовности и сформированности ряда компетенций у студентов до участия в проекте и после одного года участия, двух лет и т.д. А также сравнивается компетентность студентов, являющихся участниками проекта, и не относящихся к нему. Предполагается, что гипотеза подтвердится и будут получены данные, доказывающие благотворное влияние проекта «Формула Студент» на формирование профессиональной готовности будущих инженеров.

Список литературы

1. Дьяченко, М.И., Психология высшей школы: особенности деятельности студентов и преподавателей вуза / М.И. Дьяченко, Л.А. Кандыбович.- Минск: Изд-во БГУ, 1978. – 319 с.
2. Степанова, Г.А. Профессионально педагогическая готовность студентов к физической реабилитации детей / Г.А. Степанова.- Сургут: СурГПИ, 2002. – 220 с.
3. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования. Направление подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», утвержденный приказом министерства образования и науки Российской Федерации от 14 декабря 2015 г. № 1470.

4-Й ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ
«СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ»

Москва

2016

УДК 629.371.21.023.2

ВИДЫ КОРПУСОВ БОЛИДОВ ФОРМУЛЫ SAE

А.А. Орловский

Югорский государственный университет

«Формула Студент – UGRA»

Аннотация

В данной статье автор предлагает классификацию корпусов болидов проекта Формулы SAE. Главной целью статьи является выявление преимуществ и недостатков корпусов, применяемых сегодня участниками проекта. При выявлении преимуществ и недостатков рассматривались такие характеристики, как вес, стоимость, прочность и технология изготовления. Актуальность данной статьи обусловлена необходимостью выбора наиболее оптимального вида корпуса конкретно для каждой команды с учетом возможностей и профессионализма, необходимых для его изготовления. В результате автором сделан вывод, что наиболее подходящей конструкцией для болида является именно полумонокок. Так как он должен быть более простым в изготовлении, чем бескаркасный монокок, и при этом легче пространственной фермы. Однако следует учитывать, что наиболее перспективным видом корпуса является монокок, в связи с чем необходимо осваивать технологии изготовления данной конструкции, внедряя их в проект «Формула SAE»

Ключевые слова: монокок (monocoque), усиленный монокок (reinforced monocoque), рама (frame).

TYPES OF BUILDINGS CARS FORMULA SAE

A.A. Orlovsky

Ugra State University

Formula Student – UGRA

Annotation

In this article the author offers a classification of buildings cars of "Formula SAE". The main purpose of the article is to identify the advantages and disadvantages of buildings used today by the project participants. In identifying the advantages and disadvantages considered characteristics such as weight, cost, strength and production technology. The relevance of this article is caused by the need to select the best type of housing specifically for each team based capabilities and professionalism required for its manufacture. As a result, the authors concluded that the most appropriate structure for it is a semi-monocoque car. Since it should be easier to

manufacture than frameless monocoque, and thus easier to spatial farm. However, please note that the most perspective view of a monocoque body, and therefore the need to develop manufacturing technology of this design, introducing them to the project «Formula SAE»

Key words: monocoque, reinforced monocoque, frame.

В любых автомобильных соревнованиях всегда стремились к созданию наиболее быстрого и при этом безопасного автомобиля, что способствовало внедрению многих технологий из авиастроения и космической промышленности. Конструкции и материалы, используемые в постройке летательных аппаратов, более легкие и прочные (например, авиационный алюминий, титан, углепластик). Именно при помощи приемов, применяемых в авиастроении, появляется возможность усовершенствовать болид.

В первую очередь, как правило, модернизацию начинают с кузова автомобиля, так как это самая большая деталь, для внесения изменений в которую имеется больше всего возможностей. Он отвечает как за прочность, так и за большую часть веса болида, а от этого, в свою очередь, зависят особо важные характеристики – скорость и безопасность. Основной задачей соревнований Формула SAE является создание такого автомобиля, в котором эти качества будут оптимально сочетаться.

Существует несколько основных вариантов изготовления корпуса – пространственная ферма, монокок и полумонокок (рис. 1). У каждого из них свои преимущества и недостатки.

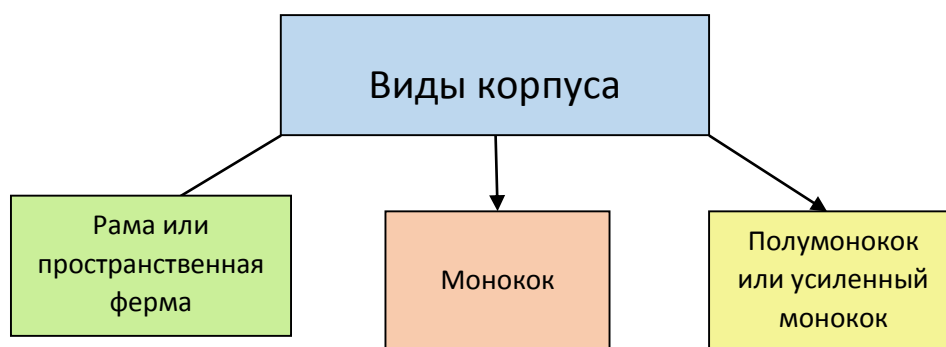


Рис. 1. Виды корпуса



Рис. 2. Рама болида

Рама или каркас — разновидность несущей системы автомобиля, осто́в для крепления агрегатов. [1] Она является наиболее распространенным вариантом строения корпуса (рис. 2).

К раме крепятся все основные агрегаты болида: двигатель, трансмиссия, подвески, рулевое управление. Вместе они образуют шасси. Рамное шасси представляет собой законченную конструкцию, которая, как правило, может существовать и передвигаться отдельно от обвеса и других деталей, отвечающих за аэродинамику.

Рама стала применяться ещё на заре развития автомобильной техники. Идея такой конструкции несущей системы была позаимствована у гужевого транспорта. Конные экипажи обходились деревянным каркасом кузова из-за небольших нагрузок [1].

Понятно, что рама (решетчатая рама) является самым старым, но наиболее дешевым и простым вариантом изготовления корпуса болида. Поэтому такой тип конструкции наиболее распространен среди участников соревнований «Формула SAE».

Решётчатые рамы имеют вид пространственной фермы, изготовленной из тонкостенных стальных или алюминиевых труб и профилей (из ст.20 – ст. 35ХГСА, и сплавов ДТ или В). Такие конструкции обладают очень высоким отношением крутильной жёсткости к массе (то есть они лёгкие и при этом очень жёсткие на кручение).

В идеальном случае конфигурация такой рамы должна быть выбрана таким образом, чтобы её трубы были нагружены только на сжатие или растяжение, но не на изгиб, за счёт чего появляется возможность уменьшить диаметр труб и существенно снизить вес при той же общей жёсткости.

Условно данные рамы можно подразделить на рамы с плоским днищем (рис. 3) и днищем в виде крыла чайки (рис. 4), которая начинается с поперечины, соединяющей моторный отсек и кокпит.

Главные отличия этих двух рам – их форма. У плоского дна преимущество заключается в простоте изготовления, но она, возможно, уступает «крылу чайки» в жесткости на кручение. Также днище в изогнутой форме более оптимально для крепления подвески. При такой конструкции рамы углы наклона рычагов подвесок наиболее оптимальны и их шаровые соединения работают с меньшими углами.

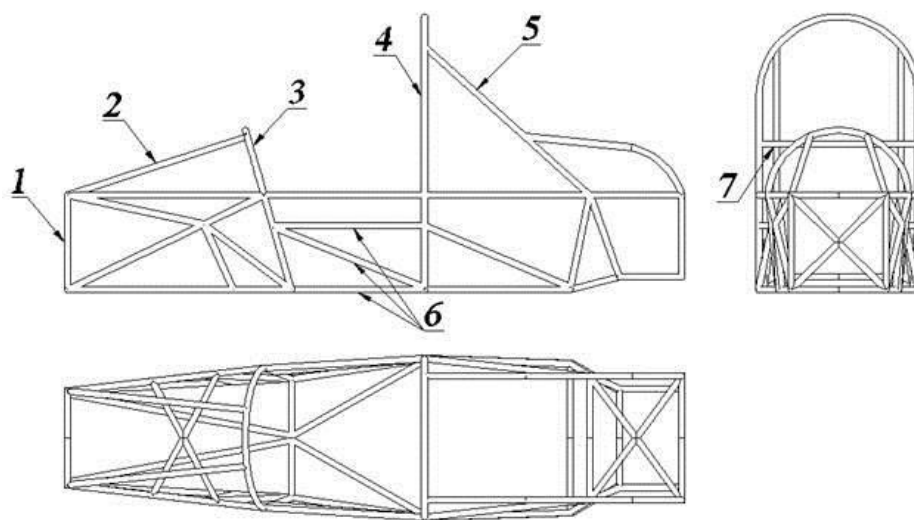


Рис. 3. Рама с плоским днищем

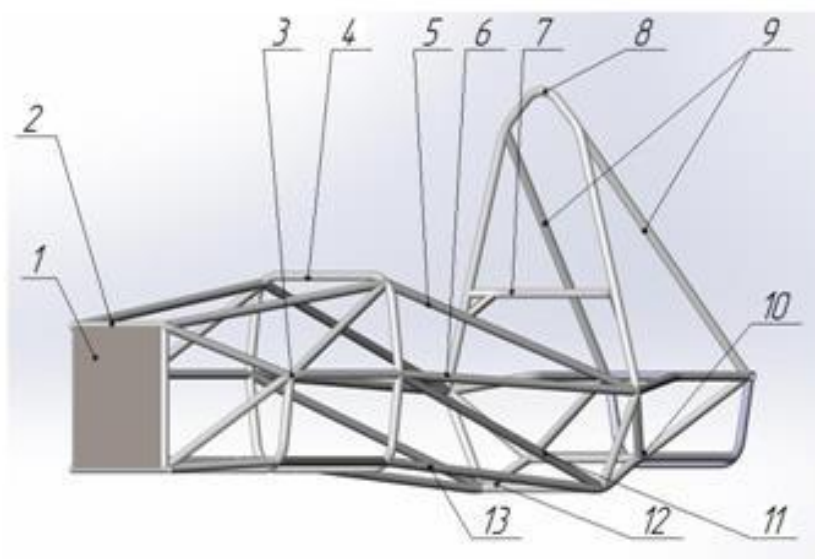


Рис. 4. Рама с изогнутым днищем

На ряде конструкций рам болидов «Формула SAE» можно условно выделить задний подрамник, к которому крепятся все рычаги задней подвески, амортизаторы и элементы трансмиссии - дифференциал. В этом случае рама явно увеличивается в массе. Чтобы избежать увеличения веса задний

подрамник полностью убирают, а рычаги подвески крепят к подрамнику двигателя (рис. 5).

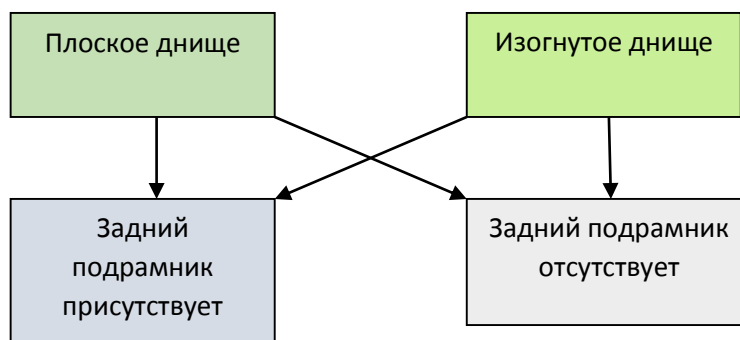


Рис. 5. Виды пространственной рамы

Отличие кузова с пространственной рамой от монокока или полумонокока состоит в том, что у первого обшивка не участвует в восприятии нагрузки и отчасти является декоративной деталью, выполненной из пластика или легких сплавов. В сущности, она является кожухом над агрегатами, только защищая их от атмосферного воздействия, и выполняет функции аэродинамического обтекателя, в то время как у монокока или полумонокока эта деталь играет еще и основную несущую функцию, и они не могут существовать без нее.

Преимущества и недостатки рамы.

Преимущества: простота конструкции и ее стоимость.

Недостаток: такая конструкция существенно тяжелее монокока и полумонокока.

Монокок. Некоторые болиды имеют скорлупные несущие кузова -монококи, выполненные из неметаллических материалов, в частности, композитов — стеклопластика и углепластика (карбона).

Что такое монокок? Монокок — тип пространственной конструкции, в которой (в отличие от каркасной) внешняя оболочка является основным и, как правило, единственным несущим элементом.

Монокок возник еще в 1910-е годы в авиастроении. Целью такого корпуса было улучшение аэродинамики самолета, ведь у него сечение было на 20...30% меньше, чем у коробчатых аналогов того времени. Спустя какое-то время такая конструкция также нашла свое применение при постройке гоночных болидов, так как рамно-каркасные кузова уступают ей в весе [2].

На монокок крепятся все части и детали болида напрямую, так как он не имеет рамы для крепления агрегатов. Это скорлупная конструкция, поэтому при столкновении монокок должен распределить силу удара по всему корпусу и обеспечить тем самым полную безопасность пилота. Для его создания идеально подходит углепластик, так как этот материал намного легче стали при той же прочности.

К преимуществам монокока можно отнести то, что монокок должен значительно превосходить рамные конструкции в весе.

Недостатки: углепластик, используемый при создании монококового корпуса довольно дорогостоящий, поэтому такой болид требует больше финансовых затрат, чем болид с металлическим каркасом и тонким аэродинамическим обвесом, не несущим никакой нагрузки. Также монокок довольно трудоемок в производстве, требует специальное оборудование (например, оборудование для создания вакуума или печь для запекания заготовок), и пока что нет единых систем расчетов прочности такого корпуса. Это все приводит к тому, что в соревнованиях «Формула SAE» такой вариант конструкции корпуса используется довольно редко.

Он хорошо сопротивляется нагрузкам на растяжение и изгиб, но не работает на сжатие, поэтому требует подкрепления каркасом. Такой вид конструкции называется полумонококом или усиленным монококом.

Полумонокок или усиленный монокок. Из-за соображений безопасности более типично использование такой конструкции кузова. При этом для крепления наиболее массивных агрегатов (например, двигателя), как правило, используются закреплённые на кузове подрамники.

Основное отличие данной конструкции от остальных заключается в том, что обшивка, которая используется в рамной конструкции только для защиты внутренних деталей от воздействия и для создания обтекаемости болида, интегрирована в силовую структуру каркаса (то есть обшивка является несущей и воспринимает нагрузку наравне с каркасом, что позволяет существенно облегчить его).

На наш взгляд, наиболее подходящей конструкцией для болида является именно полумонокок. Так как он должен быть более простым в изготовлении, чем бескаркасный монокок, и при этом легче пространственной фермы.

Список литературы

1. Рама (автомобиль), URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Рама_\(автомобиль\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Рама_(автомобиль)) (дата обращения - 01.02.2016)
2. Монокок, URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Монокок> (дата обращения - 01.02.2016)
3. Монокок, URL: <http://www.jcwiki.ru/Монокок> (дата обращения - 01.02.2016)

4-Й ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ
«СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ»

Москва

2016

УДК 331.101.1

ИНЖЕНЕРНАЯ ПСИХОЛОГИЯ И ЭРГОНОМИКА РАБОЧЕГО ПРОСТРАНСТВА

К.С. Воложенин

Научный руководитель: докт.техн.наук, проф. А.Г Возмилов

Южно-Уральский Государственный Университет

Formula Electric South Ural

Аннотация

Разработка гоночного болида - коллективная работа, требующая специального оборудования и единой рабочей среды для выполнения задач, определяемых проектом. Для того, чтобы работа коллектива была эффективна, рабочее пространство должно сочетать в себе все основные факторы эргономики: социальные, технические и организационные, находящие отражение в структуре помещения и его организации, планировании работы и графике занятости сотрудников. Эргономика как явление не осязаема для человека, но чрезвычайно важна. Коллектив, работающий в продуманной среде, сам, не замечая того, выполняет работу наиболее эффективно с минимальным утомлением для каждого отдельно взятого сотрудника.

Современное рабочее пространство не ограничивается стенами, частично оно обрело виртуальную форму. Чертежи, расчёты и прочее теперь осуществляются с помощью компьютера, а инженер стал оператором ЭВМ.

Несогласованность в использовании программного обеспечения ведёт к заминкам в работе и потере времени, а сбои в работе ЭВМ могут иметь плачевные последствия.

Ключевые слова: «Formula Student», эргономика, рабочее пространство.

Annotation

Developing a racing car - a collective work that requires special equipment and a common operating environment for the implementation of tasks defined by the project. To work of the team to be effective, the workspace must combine all of the major ergonomic factors: social, technical and organizational, are reflected in the structure of space and its organization, and planning work schedule employees. Ergonomics, as a phenomenon that is intangible to humans, but extremely important. The staff working in the environment of thought-out himself, without noticing, it performs work most effectively with minimum fatigue for each individual employee.

The current workspace is not limited to the walls, partly it has acquired a virtual form. Drawings, calculations, etc. are now carried out using a computer engineer and became a computer operator.

Inconsistency in using the software leads to a hitch in the work and the loss of time, and malfunction of the computers can have dire consequences.

Keywords: «Formula Student»; ergonomics; working space.

Цели анализа

Основной целью в создании нового проекта является создание благоприятной рабочей среды, при этом можно отметить несколько подпунктов:

- 1) удобство в эксплуатации помещения;
- 2) повышение эффективности в работе коллектива с машинами;
- 3) снижение негативных факторов рабочего процесса;
- 4) адаптация студентов к коллективной работе над поставленной задачей;

Общие требования к проекту рабочего пространства команды «Formula SAE»

Рабочее пространство команды «Formula SAE» играет важную роль - это лицо команды и университета в данной сфере деятельности. Оно имеет в первую очередь функциональную направленность, включает в себя всё необходимое, где каждый элемент должен быть связан с деятельностью коллектива. Исходя из соображений дизайна и эргономики необходимо определиться с зонированием помещения. Это удобная рабочая зона, где члены команды будут плодотворно заниматься над поставленными задачами, это конференц-зона, в которой будут проходить все обсуждения касаясь проекта как внутри команды, так и с руководством университета; рекреационная зона, где можно отдохнуть во время перерыва, и, конечно, техническое помещение, в котором будут представлены наработки команды.

При отсутствии помещения под каждую отдельную зону необходимо найти решение этой ситуации путём внедрения недостающего звена в общую цепочку. Благодаря этому решению структура помещений обретёт целостность и вновь вошедший в нее человек сразу поймёт, в чём заключается деятельность коллектива в этом пространстве.

Необходимо отметить близкую связь между работой за компьютером в рабочей зоне и техническим помещением, где чертёжи воплощаются в элементы гоночного болида. Благодаря этому у студентов повысится уровень ответственности к поставленной задаче - от теории к практике [1].

Существует множество стилей, среди которых команда может выбрать наиболее подходящий, тем не менее общими для них будут строгость линий и сдержанность цветов.

Помещение для команды «Formula Student» - это своеобразный офис; выбор стиля для такого пространства зависит от предпочтений команды, но, как правило, это современные стили - конструктивизм и хай-тек. Если кратко, то оба стиля появились в 20 веке и выражают деловитость, функциональность и рациональность используемого пространства, они сравнительно не дороги, просты и по-своему оригинальны, благодаря чему прочно обосновались в многочисленных бизнес-центрах и офисных зданиях.

Колористика помещений оказывает влияние на психическое состояние работников, ярким примером служат медицинские учреждения, отделка которых может иметь белый, зелёный, голубой цвета. Они располагают пациента к сотрудникам медучреждения. И наоборот - броские цвета возбуждают нервную систему. Игра цветов в помещении помогает подчеркнуть назначение той или иной зоны или разбить единое пространство на сегменты [2].

Отдельно можно отметить мебель, она должна соответствовать стилистике и подчёркивать деловую направленность помещения - удобная, эргономичная, при этом не расслабляющая. Мебель играет большую роль в создании имиджа помещения, важны форма, цвет и фактура; Если говорить про современные стили, то и мебель должна соответствовать им - отсутствие "излишеств", присущих классическим стилям, простота конструкции и лаконичность внешнего вида, основными материалами выступают металл, пластик и стекло. Также мебель подчёркивает иерархичность в коллективе.

Мебель различна в зависимости от того в какой зоне располагается. В рабочей зоне это могут быть шкафы, стеллажи, компьютерные столы, стулья; конференц-зона предназначена для совещаний и мебель этому должно способствовать, круглый стол и мягкие комфортные кресла - неотъемлемый атрибут важных переговоров. Рекреационная зона будет включать различные шкафы, мягкие пуфы, удобные кресла и столики, всё предназначено для отдыха коллектива [3].

Грамотное объединение всех составляющих интерьера - это правильно организованная рабочая среда, стимулирующая коллектив к плодотворной работе и грядущим успехам.

Вывод

Рабочее помещение команды «Formula SAE» - своё место студенческого коллектива в учебном процессе и жизни университета, способствующее развитию всех необходимых навыков у будущего специалиста в будущей профессиональной деятельности.

При грамотном проектировании рабочего пространства для инженеров коллектив будет работать хорошо, быстро и слаженно; здесь и найдёт применение такая наука, как эргономика.

Список литературы

1. ГОСТ Р 6385- 2007 Применение Эргономических принципов при проектировании производственных систем.

2. Мунипов, В. М. Эргономика: Человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды: учебник. В.М. Мунипов, В.П. Зинченко // М.: Логос, 2001. — 356 с.

3. Стадниченко, Л.И. Эргономика: учеб. пособие. Л.И. Стадниченко // Воронеж: Изд-во ВГУ, 2005. - 167 с.

4-Й ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ
«СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ»

Москва

2016

УДК 629.371.21-219.5

**АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТИПОВ ПОДВЕСОК АВТОМОБИЛЕЙ КЛАССА
«FORMULA STUDENT»**

М.О. Ещиганов

Научный руководитель: докт. техн. наук, проф. А.Г. Возмилов

Южно-Уральский Государственный Университет

Formula Electric South Ural

Аннотация

Цель анализа заключается в обзоре существующих конструктивных решений подвески болидов. Определить порядок развития данной области и выявить наиболее перспективные направления.

Материалом для анализа послужили статьи 3-го Всероссийского форума «Студенческие инженерные проекты», а также другие публикации, дающие необходимую информацию для проведения данного анализа. Таким образом, были определены наиболее перспективные технические решения. Применение моношочковой подвески и тянущих штанг является наиболее перспективным направлением.

Ключевые слова: «Formula Student», болид, амортизатор, рокер, рычаг, сцепление, штанга, конструктивное решение.

**THE ANALYSIS OF THE EXISTING TYPES OF SUSPENDERS OF CARS OF THE
CLASS "FORMULA STUDENT"**

M.O. Eshchiganov

South Ural State University

Annotation

The suspender of a race car of the class Formula Student plays important or even a crucial role in the movement of a race car. Misoperation of a suspender can lead not only to roadability deterioration, but also to deterioration of traction high-speed characteristics of a race car.

The suspender of a race car has to provide not only mitigation and blanking out of roughnesses of the road, but also to provide reliable clutch with the road. Too soft suspender can strike your race car about the route, and the rigid suspension can promote a separation of wheels of a race car. A full or partial separation are dangerous by clutch loss. And also we don't forget that the suspender shouldn't react to too small

roughnesses. This task is carried out by tires. Tires carry out about 30% of work of a suspender.

The purpose of the analysis consists the review of the existing constructive solutions of a suspender of race cars. To define an order of development of this area and to reveal the most perspective directions.

As material for the analysis articles of the third All-Russian forum "Student's Engineering Projects", and also other publications giving necessary information for carrying out this analysis served.

Thus the most perspective technical solutions were defined. Application of a monoshock suspender and trailing bars - are the most perspective.

Keywords: Formula Student, race car, absorber, rocker, lever, clutch, bar, constructive decision.

Введение

Подвеска болида класса «Formula Student» играет немаловажную или даже решающую роль в движении болида. Неправильная работа подвески может привести не только к ухудшению управляемости, но и к ухудшению тягово-скоростных характеристик болида. Даже при наличии амортизаторов с установленными на них пружинами. Некорректно рассчитанные реакции толкателей могут передавать нагрузки не в амортизаторы, где они будут погашены, а через опоры (рокеров, рычагов) напрямую к кузову. Таким образом, частично или полностью удары передаются раме. В случае, если крепления выдержат все удары и передадут их раме, рама может деформироваться. Деформированная рама также может пагубно сказаться на управляемости болида.

Подвеска болида должна обеспечивать не только смягчение и гашение неровностей дороги, но и надёжное сцепление с дорогой. Слишком мягкая подвеска может ударить ваш болид о трассу, а жёсткая - может способствовать отрыву колёс болида. Полный или частичный отрыв опасны потерей сцепления. А также не забываем, что подвеска не должна реагировать на слишком маленькие неровности. Эту задачу выполняют шины. Шины выполняют примерно 30% работы подвески [1].

Цели анализа

Выделить основные типы подвесок, применяемых на болидах класса «Формула Студент». Определить хронологию модернизации подвесок болидов. Выбрать наиболее перспективный тип подвески болида.

К подвеске гоночного автомобиля предъявляются следующие общие требования:

- 1) достаточная прочность для восприятия действующих нагрузок, в том числе динамических;
- 2) обеспечение необходимых для гоночного автомобиля кинематических характеристик;

- 3) минимальная масса;
- 4) достаточная жесткость;
- 5) согласование силовых характеристик упругого и демпфирующего элементов с перемещением колеса;
- 6) согласование передней подвески с рулевым управлением;
- 7) простота и технологичность конструкции.

Подвеска должна обязательно включать в себя передние и задние амортизаторы. Иметь полезный ход колёс не менее 2 дюймов - по дюйму на сжатие и отбой. Полная масса для автомобилей класса «Формула Студент» обычно изменяется в диапазоне от 300 до 350 кг. Дорожный просвет должен быть достаточным для предотвращения касания всеми элементами болида (кроме колёс) земли [2].

Типы применяемых подвесок

Наиболее подходящей для болида оказалась независимая подвеска на поперечных рычагах. Преимущества данной подвески в том, что она позволяет производить настройку подвески путём изменения длины рычагов. Таким образом, упрощается регулировка схождения (toe in), развала (camber). Смещение плоскости верхнего рычага относительно нижнего образует кастер. Ещё одним преимуществом данной подвески является отсутствие поперечной балки или моста, усложняющих компоновку шасси [2].

Итак, в подвеске всегда применяются А-образные рычаги, поэтому они не являются критерием отличия подвесок болидов. Подвески различаются лишь по принципу расположения амортизаторов. Можно выделить 3 типа: прямое действие амортизатора, Pushrod (с толкающей тягой), Pullrod (с тянущей тягой) [3, 4].

Подвеска с прямым действием амортизаторов является морально устаревшей. Данный тип подвески применялся на болидах класса «Формула-1» в 60-х годах прошлого столетия. Причиной отказа от данной подвески явился ряд ее недостатков.

Толстая трубка амортизатора с пружиной пагубно влияли на аэродинамику болида. Отсутствие промежуточной направляющей тяги, исключая боковые перекосы, амортизаторы часто выходили из строя [5].

Многу были рассмотрены следующие типы подвесок, применяемых в соревнованиях «Формула Студент».

Вертикальное расположение амортизаторов

Эстония 21М –это советский болид массового производства 1986 года. В данном автомобиле применялась подвеска гоночного болида «Формула-1», Lotus 94Т, выступавшего в 1983 году. Наша команда располагает болидом Эстония, что позволило наглядно провести анализ данной подвески [5].

Положительными сторонами данного технического решения является отсутствие промежуточных толкателей - простая кинематическая схема

(коромысло), что позволило расположить упругие элементы внутри корпуса болида, тем самым улучшилась его аэродинамика.

Отрицательные стороны: Большой вес верхних рычагов. Необходимость установки тяг поперечной устойчивости, что приводит к увлечению массы болида.

Горизонтальное, продольное и поперечное расположение амортизаторов

У нашей команды имеется болид с продольным и горизонтальным расположением амортизаторов. При проектировании данного болида были допущены небольшие ошибки, но он также послужил наглядным примером для данного анализа.

Поперечное расположение пары амортизаторов не подходит для болидов «Формулы Студент», так как пространство носовой части ограничено.

Плюсами являются компактность, что позволяет уменьшить обдуваемую площадь передней части болида и тем самым улучшить аэродинамику, простота регулировки жесткости пружин, отсутствие стабилизаторов поперечной устойчивости благодаря наличию тяг толкателей.

Отрицательные стороны: наличие большого количества соединений, что со временем приводит к появлению больших суммарных люфтов. Большое количество деталей снижает надежность.

Моношочковая подвеска

Наша команда не располагает болидом с подвеской данной конфигурации. Данный тип подвески применялся на болидах «Formula Student MAMI», а также австралийской командой «Monash Motorsport».

Положительными критериями данной подвески являются компактность, малый вес благодаря наличию только одного амортизатора в узле подвески, минимальное количество шарнирных соединений в данном типе подвески, что положительно сказывается на надежности и стабилизации болида.

Минусы - повышенные требования надежности к амортизатору, сложность компактного размещения из-за определенных углов установки тяг, которые необходимы для корректной работы подвески.

Вывод

Наиболее перспективными направлениями в проектировании подвески болида класса «Формула Студент» является моношочковая подвеска, а также применение тяг вместо толкателей (Pullrod).

Список литературы:

1. Владимир, П. Проблемы с передней подвеской Феррари URL: http://racetime.ru/news/tekhnika_i_tekhnologii/problems_s_peredney_podveskoy_ferrari/ (дата обращения 28.03.2012).

2. Домашов, Н.М. Основы проектирования подвески гоночного болида // 3-Й ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ «СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ». - М.: МАДИ, 2015. – 63 с.

3. Арутюнян, Г.А. Разработка подвески спортивного автомобиля класса «Формула Студент» / Г.А. Арутюнян, К. Б. Евсеев // Электронный журнал «Молодёжный научно-технический вестник» МГТУ, 2013. – 8 с.

4. Евсеев, К.Б. Анализ механических свойств углепластиковых направляющих элементов подвески автомобиля класса «Формула Студент» / К. Б. Евсеев // М.: Электронный журнал «Молодёжный научно-технический вестник», МГТУ, 2013. – 8 с.

5. Форс, Э. Энциклопедия «Формула-1» (1900 -2003) // Multitrade, 2003. – 89 с.

4-Й ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ
«СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ»

Москва

2016

УДК 796.71-057-048.34

**ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОМАНДЫ
ФОРМУЛА СТУДЕНТ**

Т.Ю. Логинов

Южно-Уральский государственный университет

Научный руководитель: докт.техн.наук, проф. А.Г. Возмилов

Formula Electric South Ural

Аннотация

Актуальность темы обусловлена развитием образовательного проекта «Формула Студент» в России. «Формула студент» - это новый подход в обучении - через получение практического опыта работы в команде, постановку целей и их достижение. Это проект, требующий специальных инструментов и определённой методики организации рабочей деятельности.

Цель статьи заключается в определении инструментов, позволяющих эффективно настраивать процесс организации труда в команде.

Материалами для написания статьи являлись рекомендации топ-менеджеров как зарубежья, так и нашей страны, статьи, опубликованные авторитетными изданиями в области менеджмента и управления организацией, заметки, сделанные в ходе личной работы с данным проектом, литература по курсу «Стратегический менеджмент» и «Управление проектами».

Методологической основой исследования в данной статье послужил метод анализа, синтеза, прогнозирования, а также эксперимента.

Результатом стал перечень инструментов, рекомендуемых для решения типовых проблем, возникающих при работе с проектом «Формула Студент».

Таким образом, управление реализацией проекта означает правильную настройку процессов работы на всех этапах его жизненного цикла. Применение приведённых инструментов и советов позволит максимально эффективно справляться с возникающими ситуациями и устранять узкие места в организации, а также текучесть сотруников.

Ключевые слова: управление командой; «Formula Student»; организация труда; повышение эффективности; управление проектами; управление качеством; менеджмент.

OPTIMIZATION OF WORKING PROCESSES IN THE ACTIVITIES OF THE TEAM FORMULA STUDENT

T.Y. Loginov

South Ural State University

Annotation

The relevance of the topic due to the development of the educational project Formula student in Russia. Formula student is a new approach in learning, through the practical experience of team working, of setting goals and achieving them. This is a project requiring special tools and certain methods of working.

The purpose of the article is to identify instruments that effectively set up the organization of labor in the team.

Materials for writing, were the recommendations of top managers from all over the world, articles published by respected publications in the field of management, notes made during a personal work with this project, literature on the course "Strategic management" and "Project Management".

Methodological basis of the research in this article was the method of analysis, synthesis, prediction and experiment.

The result is a list of tools which are recommended for common problems during operation processes in the project "Formula Student".

Thus, management of the project is the correct setting process at all stages of its life cycle. There are tools and tips which can effectively cope with emerging situations and eliminate bottlenecks in the organization and turnover of staff.

Key words: Team management; Formula Student; Organization of labor, Increase efficiency; project Management; quality Management; Management.

«Формула Студент» - это уникальный проект, требующий специальных инструментов и определённой методики организации операционной деятельности, направленной на достижение цели. Далее представлены типовые проблемы, с которыми встречаются команды «Формула Студент» и способ их решения.

Проблема № 1 - Сложность планирования.

На первом этапе работы рекомендуется спланировать деятельность команды, определить контрольные точки и отслеживать соответствие плана и исполнения проекта, постепенно принимая корректирующие воздействия. Но в ситуации, когда каждый инженер команды начинает разбираться в проекте с нуля, выстраивание сроков может являться несколько проблематичным.

Для решения проблемы рекомендуется привлечь к работе опытного инженера, который и станет главой технического отдела. Он в состоянии

ответить на вопросы, возникающие у членов команды, подсказать пути решения проблем и постепенно управлять процессом создания болида и обучения своих подопечных.

Проблема № 2 - Выбор оптимального решения.

Собрания в команде являются рабочим инструментом, позволяющим решать повседневные задачи. Проблемой при начале работы стало, неправильное восприятие информации многими участниками собраний, поэтому решения не всегда принимаются (откладываются, а если и принимаются, то не исполняются). При решении рабочих вопросов, касающихся конструкции болида, происходит столкновение мнений, а поиск компромисса занимает много времени [1].

Разрешением этой ситуации, во-первых, служит жёсткая сверка предлагаемых решений с регламентом. Во-вторых, в ситуации, когда предлагаемые решения в равной степени соответствуют регламенту, главе технического отдела необходимо рассматривать предлагаемые решения с точки зрения количественной характеристики плюсов и минусов.

Проблема № 3 - Застой в работе.

Причиной застоя могут служить нерегулярные собрания, текучесть кадров, отсутствие системы поиска компромиссов, недостаточный контроль исполнителей.

Выходом из сложившейся ситуации является тщательный контроль, через управление по поручениям. Для разрешения проблемы рекомендуются следующие действия:

а) необходимо составление предварительного плана проекта, ближайшие задачи следует ставить в виде поручений;

б) важным моментом является наличие листа (журнала) поручений (вместо плана-графика), который необходимо рассылать всем участникам после проведения очередного собрания. При возникновении ситуаций неопределённости дальнейших действий следует давать сотрудникам задачи в виде поручений формата: "найти информацию по вопросу...", "изложить возможные идеи насчёт...", "проверить...". Чем конкретнее поручения, тем лучше это будет работать.

в) собрания рекомендуется проводить 2...3 раза в неделю. В период между собраниями ответственные по подразделениям должны отчитываться о ходе выполнения поручений и возникших препятствиях выполнения задач. Далее происходит коллективный поиск возможных путей решения проблем, из этого рождаются новые поручения. Необходимо помнить, что собрания являются обязательной частью успешной реализации проекта. Это даст эффект, во-первых, неизбежности контроля (что мобилизует людей), во-вторых - людям

будет неудобно допускать невыполнение своих задач, зная, что об этом узнает весь коллектив;

г) совещания не должны длиться более 30 мин, если возникают проблемы, требующие длительного обсуждения, рекомендуется планировать это как отдельное мероприятие по проекту [3];

д) одним из рабочих инструментов являются регламенты и инструкции [2], цель которых состоит в минимизации потерь времени на выполнение типовых операций, но это возможно только для регулярных вещей (поездки на этапы, совещания, отчётность). Это актуально, если Вы видите ключевые проблемы в регулярных вещах (с них и нужно начинать).

Регламент заполняется руководителем подразделения и вручается каждому новому члену команды. В табл. 1 представлен образец такого регламента (может изменяться, исходя из потребностей команды).

Регламентация

Таблица 1

№п /п	Пред. действие	От кого	Что получает	Кто	Что делает	Кому	Что передаёт	Сл. действие	Срок

Вывод

Использование данных советов и инструментов на начальном этапе деятельности команды позволит избежать командам типовых проблем, таких как застои в работе и потерь мотивации, эффективно двигаться к достижению поставленных целей.

Список литературы

1. Арутюнова, Д.В. Стратегический менеджмент / Д.В Арутюнова. - Таганрог: ТТИ ЮФУ, 2010. - 122 с.

2. Хапов, Д.П. Организация финансирования инвестиционных проектов мышление, инструменты, технологии. Российская практика» / Д.П. Хапов. - Челябинск, 2015. – 16 с.

4-Й ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ
«СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ»

Москва

2016

УДК 629.371.21-514.5

**РАЗРАБОТКА РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОБОЛИДА КЛАССА
«FORMULA STUDENT»**

А.В. Лопухов, А.А. Союстов

Научный руководитель: докт.техн.наук, проф. А.Г. Возмилов

Formula Electric South Ural

Аннотация

Поскольку в движении «Формула Студент» появляется всё больше болидов с электродвигателями, то тема является актуальной.

Цель статьи найти и разобрать инженерные решения, относящиеся к рулевому управлению болидов класса «Формула Студент», а также продемонстрировать новые разработки в этой области.

Материалами для написания статьи послужили издания авторитетных журналов, информация с автомобильных сайтов и использование соответствующей литературы в сфере автомобилестроения и электроники.

Результатом является перечень инструментов, рекомендуемых для решения типовых проблем, возникающих при работе с рулевым управлением электроболидов класса «Формула Студент».

Рулевая система в автомобиле – одна из главных его частей, требующая большого внимания и интереса со стороны инженера. К каждому болиду данный узел нужно подбирать и настраивать индивидуально, чтобы достичь наилучшего результата. Применение приведённых инструментов и советов позволит максимально эффективно использовать рулевую систему на болидах с электрическим двигателем.

Ключевые слова: электроболид, рулевое управление, рулевой механизм, дифференциал.

**DEVELOPMENT OF STEERING CONTROL FOR «FORMULA STUDENT»
ELECTRIC CAR**

A.V. Lopukhov, A.A. Soyustov

South Ural State University

Annotation

There are more and more cars with electric-engine appear in the «Formula Student» so the topic is relevant.

The purpose of this article is to find and analyze engineering solutions related to the steering control of cars of a class "Formula student", and to show some new developments in this area.

Publications of authoritative journals, information from automobile websites and the usage of relevant literature in the automobile industry and electronics were the sources used for writing the article.

The result of this is a list of tools recommended for the solution of typical problems encountered by working with the steering control of "Formula student" electric car.

Steering system in car is one of the main parts requiring great attention and interest from the engineer. You need to select and set the system for each car individually to achieve the best result. The application is referred to tools and tips that will allow most effective usage of the steering system on the car with an electric motor.

Keywords: electric car, steering control, steering gear, differential.

Введение

Между системами управления болидов с ДВС и электроботидами существуют как сходства, так и различия. Часть систем, проверенных временем и хорошо зарекомендовавших себя в ходе эксплуатации на болидах с ДВС, устанавливается и на электроботиды, однако в силу особенностей конструкции можно использовать системы, помогающие повысить маневренность болида.

Цели анализа

Найти оптимальный и наилучший вариант для унифицированной части рулевого управления. Изучить систему перераспределения крутящего момента на двух двигателях для улучшения ходовых характеристик болида.

Общие требования к рулевой системе электроботида

- 1) обеспечение правильного изменения угла поворота колес;
- 2) минимальный возможный радиус поворота;
- 3) высокая надежность;
- 4) безопасность.

Типы рулевых механизмов

При проектировании были рассмотрены два возможных варианта рулевого механизма: реечное и тросовое.

1. Тросовый рулевой механизм

Тросовой механизм широко распространён в судостроении, однако в автомобилестроении он практически не используется из-за своих крупных размеров (бобины, натяжители и так далее), а также вероятности обрыва троса и нанесения травм пилоту и деформации конструкции. И в поправках к регламенту данный вид рулевого механизма был запрещен [1].

2. Реечный рулевой механизм

Реечный рулевой механизм широко распространен в автомобилестроении и имеет несколько достоинств: простота конструкции, высокий КПД и равный КПД в прямом и обратном направлении, равный 0,9...0,95 [2].

Вывод

Наиболее надежной, безопасной и простой конструкцией, соответствующей всем требованиям является реечный рулевой механизм.

Типы связи рулевого механизма с рулевым колесом

Реечная система абсолютно одинакова как для машин с ДВС, так и с электродвигателем. В процессе разработки было рассмотрено три варианта связи рулевого механизма с рулевым колесом: при помощи двух карданов, бокового редуктора с соотношением 1:1, напрямую с помощью рулевого вала [3]. На данный момент все три типа связи стыкуются с элементами подвески, педального узла, рамы, корпуса, а также проверяются на нарушения регламента при их установке в купе с данными элементами.

Облегчение использования рулевого управления

В автомобилях стараются по возможности облегчить управление и достигается это благодаря усилителям руля, но регламентом запрещено использование в болидах гидро- и электроусилителей руля [1]. Этим обусловлено использование электронного дифференциала. При установке двигателей на заднюю ось болида целесообразнее замедлять сами двигатели на поворотах. На рейку устанавливается механизм, передающий угол поворота колес бортовому компьютеру, который в свою очередь управляет двигателями. При повороте рулевого колеса внутреннее колесо замедляется, а внешнее, наоборот, ускоряется. Обеспечить это можно с помощью гироскопических датчиков или с помощью реостата [4].

1. Гироскопические датчики

Гироскопические датчики используются в бытовой электронике и мобильных устройствах. Однако применение их в болиде не выгодно из-за сложности конструкции (рассматривая ее установку и отладку), а также ее дороговизны.

2. Реостат

Использование обычного реостата намного доступнее. На сам корпус рейки устанавливается катушка, а на рулевой вал - стрелка. Реостат должен получать ток с 12ти-вольтного аккумулятора [5]. При изменении напряжения сигнал должен идти к бортовому компьютеру, замедляющему правый или левый двигатели в зависимости от поворота.

Вывод

Реостат отвечает всем необходимым требованиям. Поэтому установка данной конструкции минимизирует шанс ошибки при программировании и проектировании дифференциала электроболида.

Список литературы

1. 2015 Formula SAE Rules [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.fsaeonline.com/content/2015-16%20FSAE%20Rules%20revision%20in%20progress%20kz%2083114.pdf> (дата обращения 15.12.2015)
2. Лысов, М.И. Рулевые управления автомобилей / И.М. Лысов – М.: Машиностроение, 1972.- С. 5-11.
3. Гюнтер, Г. Книга радиостроителя / Г. Гюнтер, Г. Фаттер; под. ред. О.М. Штейнгауза.- М.: Госиздат, 1926. – С. 83-85.

**ВНЕДРЕНИЕ ПРОЕКТИРОВОЧНОЙ ЧАСТИ ЭЛЕКТРОЖУТА И
ОСОБЕННОСТИ ЕГО ЧЕРТЕЖНОГО ИСПОЛНЕНИЯ НА БОЛИДАХ КЛАССА
FORMULA ELECTRIC.**

Е.Г. Гладков

Московский Автомобильно-Дорожный Государственный Технический
Университет

Formula Electric MADI

Для удобства прокладки проводов необходим проверенный маршрут кабелей общего электрожгута, его ответвления к основным электрическим узлам.

Проектирование позволяет узнать реальные длины и точки последующих паяк проводов. Эта информация отображается на созданном чертеже жгута. Можно легко изменить любую трассировку путем редактирования связей между электрическими узлами непосредственно в структурной схеме.

По требованиям безопасности, каждый провод имеет специальную маркировку, в проектировочной среде были созданы условия для создания интервалов между изоляции проводов.

Каждый разъем, клемник или встроенный вывод электрического компонента имеет свой PIN. С их помощью поддерживается взаимосвязь с основным кабельным жгутом. Завершающая часть: вставка в общую сборку и крепление стяжками на раме.

Список литературы

1. Кабышев, А.В. Расчет и проектирование систем электроснабжения объектов и установок: Учебное пособие / А.В. Кабышев, С.Г. Обухов С.Г. // Томск.: Издательство «ТПУ», 2006. – 248 с.
2. CRIMPING, INTERCONNECTING CABLES, HARNESSSES, AND WIRING / NASA TECHNICAL STANDARD. URL:
<https://www.hq.nasa.gov/office/codeq/doctree/87394.pdf>
3. ГОСТ 2.702-75 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем.

4-Й ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ
«СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ»

Москва

2016

УДК 629.371.21-83

**ВАЖНЫЕ АСПЕКТЫ ПРИ СОЗДАНИИ ПЕРВОГО ЭЛЕКТРОБОЛИДА КЛАССА
«ФОРМУЛА СТУДЕНТ»**

В.А. Долженков

Науч. руководитель – канд.техн.наук С.А. Феофанов

Московский автомобильно-дорожный государственный технический
университет

Formula Electric MADI

У команд, которые собираются спроектировать и построить свой первый электро болид класса «Формула Студент», возникают трудности с определением концепции своего болида. В настоящее время существует значительное количество действующих команд, но у каждой из них разные болиды, значительно отличающиеся по стоимости и конструкции. Брать пример с опытных команд, находящихся в верху мирового рейтинга, для новых команд не всегда является оптимальным решением. Для выбора концепции, необходимо провести анализ этапов создания электрического болида класса «Формула Студент».

Основными узлами, которым необходимо уделить повышенное внимание при проработке концепции электрического болида являются: тяговый электродвигатель, блок управления двигателем, аккумуляторная батарея, система безопасности, система управления болидом. Важным аспектом является выбор уровня напряжения тяговой батареи. Необходимо отметить, что проектируя первый автомобиль, команда только получает опыт, поэтому желательно выбирать не очень высокое напряжения (до 120 В), опираясь в первую очередь на соображения безопасности, а не потенциальной энергоэффективности. Концептуально все узлы должны быть достаточно просты и надёжны. Необходимо достаточно много времени уделить на настройку и совместную работу систем.

Методика исследования заключалась в анализе опыта нескольких циклов создания болида командой Формула Электрик МАДИ. Результатом исследования стало, что для новой команды необходимо, использовать максимально простую концепцию. Необходимо найти баланс между созданием электро болида из готовых(серийных) узлов, надёжностью и бюджетностью проекта.

Список литературы:

1. Регламент «Формула Студент» 2016. 2016 Formula SAE® Rules // SAE International, - 2015. – 182 с.
2. Clarke, P. Технические введение для новых команд. Technical introduction for new teams / P. Clarke. // 2014. – 199 с.
3. Marquenie, L. Дизайн эффективного тягового электропривода. Design of an energy efficient high performance drive train / L. Marquenie // Eindhoven University of Technology. – 2010. – 115 с.

4-Й ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ
«СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ»

Москва

2016

УДК 629.371.21:004.382.7

**ОРГАНИЗАЦИЯ ПИТАНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ БОЛИДОВ
КЛАССА «ФОРМУЛА СТУДЕНТ»**

Д.А. Лысых

Московский Государственный Технический Университет имени Н.Э. Баумана

Bauman racing team

Требования к вторичным источникам питания болида достаточно высоки, так как их выбор напрямую влияет на стабильность работы всей электронной системы. Особого внимания требуют такие параметры, как достаточная ширина входных напряжений и получение максимально сглаженного выходного напряжения.

Оптимальным решением поставленных задач является использование связки DC/DC-преобразователь и линейный стабилизатор (LDO). Использование только DC/DC-преобразователя является не корректным из-за шумов на выходе, также использование одного линейного стабилизатора будет не эффективным из-за низкого коэффициента полезного действия, что приведет к значительному нагреву стабилизатора. Тем самым, используя комбинацию из этих устройств, мы сможем максимально эффективно понизить входное напряжение (КПД DC/DC-преобразователя ~90%) до значения ~5.7 Вольт (зависит от модели преобразователя) и далее на выходе линейного стабилизатора получим практически безупречное питание в 5 Вольт для работы нашей микропроцессорной системы.

При выборе DC/DC-преобразователя удобно использовать специализированные инструменты, например, WEBENCH Designer. Поиск осуществляется по заданным параметрам и рекомендуемые схемы включения входят в прикрепленный Datasheet преобразователя. Реализовать защиту от коротких замыканий, переплюсовки и перенапряжения можно используя супрессор (TVS-diode) и прочие готовые решения.

Список литературы

1. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники в 2-х томах. Том 1. Монография. Издание 3-е, стереотипное. Пер. с англ. под ред. М.В. Гальперина. // М.: Изд. «Мир»., 1986
2. Хайнеман Р. Визуальное моделирование электронных схем в PSPICE. (PSPICE Elektroniksimulation) Пер. с нем. // М.: ДМК Пресс, 2008

**ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ ПОДДОНА КАРТЕРА ДЛЯ
БОЛИДА КЛАССА «FORMULASTUDENT»**

А.М. Мешков, М.О. Грязнов, А.Л. Кулагин, канд.техн.наук К.О. Гончаров

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

СКБ «Формула Студент»

Одним из главных факторов при проектировании спортивного автомобиля для соревнований «Formula Student» является снижение центра тяжести машины. При движении в повороте автомобиль испытывает нагрузку от сил инерции, продольных реакций, нормальных реакций на колесах, реакции дороги. Ввиду этого, автомобиль с высоким значением координат центра масс обладает высокой вероятностью к опрокидыванию. Для исключения аварийных ситуаций подобного рода, на соревнованиях «Formula Student» проводится испытание на опрокидывание. Контрольным параметром данного испытания является отсутствие или наличие отрыва колес автомобиля от испытательной платформы. Ключевую роль в этом испытании играет положение центра тяжести болида. Для решения задачи снижения координат центра тяжести автомобиля перспективным решением является снижение координат центра тяжести двигателя. Силовая установка, выбранная в качестве двигателя для болида, проектируемого в НГТУ им. Р.Е. Алексеева, имеет неоптимальную, для поставленных задач, геометрическую форму поддона картера. Исходя из вышесказанного, продуктивным решением является изменение геометрической формы поддона картера. В процессе моделирования компонентов в САПР системе Autodesk Inventor удалось уменьшить высоту поддона на 93 мм, сохранив объем неизменным. Для исключения масляного голодания ДВС, в поддон картера встроена конструкция из дополнительных стенок и горизонтально расположенной перфорированной пластины. В дополнении к этому разработан новый маслозаборник.

Список литературы:

1. Курников К.В., Мешков А.М., Кулагин А.Л. Проектирование системы «сухого картера» для болида класса FORMULA STUDENT // Сборник материалов XIV Международной молодежной научно технической конференции «Будущее технической науки» / НГТУ им. Р.Е. Алексеева. - Н.Новгород, 2015 - С. 605 - 606
2. Кочеров А.В., Гончаров К.О., Кулагин А.Л. Модернизация системы электронного управления силовой установки HONDA CBR 600 RR // Сборник матер. Всероссийской научно-практической студенческой конференции

«Российский студент - гражданин, личность, исследователь» / НГТУ им. Р.Е. Алексеева.- Н.Новгород, 2015 - С. 240 – 241

3. Грязнов М.О., Кулагин А.Л., Иванов В.Ю., Гончаров К.О. Дорожные испытания болида класса Formula Student с ЭБУ Power Commander III USB // Сборник материалов XIV Международной молодежной научно технической конференции «Будущее технической науки» / НГТУ им. Р.Е. Алексеева.- Н.Новгород, 2015 - С. 600 - 601

**АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ПЕДАЛЬНОГО УЗЛА
ГОНОЧНОГО БОЛИДА КЛАССА FORMULA STUDENT**

А.Н. Федоров, А.Л. Кулагин, канд.техн.наук К.О. Гончаров

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

СКБ «Формула Студент»

Педальный узел является одним из наиболее важных и ответственных узлов гоночного болида. С его помощью пилот управляет подачей газа, дозирует тормозное усилие, а также включает и выключает сцепление, прикладывая не малое усилия к педалям. Именно поэтому при проектировании педального узла необходимо учесть эргономическую (удобство управления для пилота, а также возможность индивидуальной регулировки для каждого пилота) и прочностную составляющие. Под последним условием подразумевается отсутствие деформации при воздействии усилия 2000Н на педаль тормоза. Одной из конструктивных особенностей педального узла автомобилей класса Formula Student является наличие двух тормозных цилиндров и элемента, обеспечивающего распределения тормозного усилия между осями автомобиля и необходимого давления в тормозной системе, - баланс-бара. Отсутствие баланс-бара в первом варианте педального узла болида привело к его деформации и нестабильной работе тормозной системы, не обеспечивающей 100% прохождения brake-теста. Этот недочет был устранен во втором варианте педального узла, установленном на автомобиле в данный момент. Также была изменена конструкция педального узла и материал, из которого он изготовлен. На смену легкому и в то же время легкодеформируемому алюминию пришла сталь. Это позволило повысить жесткость педального узла при небольшом увеличении массы. Но поставленные задачи были достигнуты и требуемые параметры работы тормозной системы были обеспечены. В данный момент на основе имеющегося опыта и конструктивных решений, доказавших свою работоспособность, ведется проектирование педального узла для второго болида.

Список литературы

1. Федоров А.Н., Кулагин А.Л., Гончаров К.О., Демин Е.А. Проектирование тормозной системы и педального узла гоночного автомобиля класса FORMULA STUDENT // Сборник статей и тезисов 3-го Международного Форума, посвященного развитию студенческих инженерных проектов серии Формула SAE / МАДИ. - Москва, 2015. - С. 12

**РАСЧЕТ И ОПТИМИЗАЦИЯ КРУТИЛЬНОЙ ЖЕСТКОСТИ РАМЫ БОЛИДА
«ФОРМУЛА СТУДЕНТ» ПНИПУ**

Д.В. Головин

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

«Формула Студент» ПНИПУ

Целью работы является решению задачи по оценке и оптимизации крутильной жесткости гоночного автомобиля «Формула Студент» команды ПНИПУ. Важность данной характеристики несущей системы обусловлена тем, что она оказывает большое влияние на управляемость автомобиля и изменение кинематических параметров подвески с рулевым управлением под действием нагрузок при движении автомобиля в повороте, наезде на неровность [1]. На начальном этапе было определено, что для болидов «Формула Студент» с конструкцией несущей системы в виде пространственной трубчатой рамы достаточной жесткостью является значение 2000 - 2500 Нм/град при массе конструкции 30-35 кг [2]. Был рассмотрен случай отрыва колеса одного колеса передней оси при наезде на неровность, так как данный режим является одним из предельных для кручения рамы. Произведено моделирование конструкции рамы и составлена расчетная модель в программном продукте «Solidworks» [3], благодаря чему были определены вертикальные перемещения, угол закручивания рамы и рассчитана крутильная жесткость. Дальнейшим этапом производилась оптимизация конструкции за счет изменения силовой структуры и применения алюминиевых распорок с большим сечением. Произведенная оптимизация позволила повысить крутильную жесткость с 1294 Нм/град до 2436 Нм/град (на 86%) при увеличении массы с 27 кг до 32.6 кг (на 20%).

Литература:

1. Родионов В. Ф., Фиттерман Б.М. Проектирование легковых автомобилей. // М.: Машиностроение, 1980. - 479 с.
2. Cornell Univ. Formula-SAE Competition Racecar 1987-1988 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.malicky.com/davidm/projects/projects.html> (дата обращения: 30.05.2015).
3. An Introduction to Stress Analysis Applications with SolidWorks Simulation, Student Guide [Электронный ресурс]. - URL: [http://www.solidworks.com/sw/docs/Simulation_Student_WB_2011_ENG .pdf](http://www.solidworks.com/sw/docs/Simulation_Student_WB_2011_ENG.pdf) (дата обращения: 15.05.2015).

4-Й ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ
«СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ»

Москва

2016

УДК 629.371.21.023.2:533.69

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ГАЗОДИНАМИКИ ПРИ
ПРОЕКТИРОВАНИИ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО ОБВЕСА И КУЗОВА
БОЛИДА «ФОРМУЛА СТУДЕНТ» ПНИПУ**

К.В. Фетисов

Научный руководитель: П.В. Максимов, к.т.н, доцент

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

«Формула Студент» ПНИПУ

Аэродинамические обвесы играют чрезвычайно важную роль в конструкции гоночных болидов, так, благодаря передним и задним антикрыльям, создается прижимная сила, что в свою очередь приводит к улучшению управляемости и устойчивости на дороге. Целью данного исследования является проектирование антикрыльев и кузова болида «Формула Студент» ПНИПУ. Для ее достижения на первом этапе был выбран вид профиля крыла из справочников авиационных профилей ЦАГИ [1] и University of Illinois [2], далее на основе экспериментальных данных, приведенных в этих справочниках, был проведен ряд двумерных численных расчетов обтекания выбранного профиля крыла для определения параметров конечно-объемной сетки (количество пристеночных слоев, темпы роста, глобальные размеры элемента и др.), при которых достигается приемлемая точность численного решения. На втором этапе проводились двумерные расчеты антикрыльев, где варьировалось расположение и углы атаки нескольких профилей. На третьем этапе был проведен трехмерный расчет обтекания болида, с учетом рекомендаций, приведенных в [3]. Для численного расчета использовался конечно-объемный пакет Ansys CFX, в качестве модели турбулентности была выбрана k-ε модель [4]. В результате были получены необходимые характеристики аэродинамического обвеса (профиль крыла, углы атаки, расположение), которые впоследствии будут использованы при создании болида команды «Формула Студент» ПНИПУ.

Библиографический список:

1. Кашафутдинов, С.Т. Атлас Аэродинамических характеристик крыловых профилей / С.Т. Кашафутдинов, В.Н. Лушин. – Сибирский научно-исследовательский институт авиации им. С.А. Чаплыгина, 1994. – 74 с.
2. Williamson, A.G. Summary of Low-Speed Airfoil Data / A.G. Williamson, B.D. McGranahan, B.A. Broughton, et al. – University of Illinois at Urbana-Champaign, 2012. – 363 p.

3. Wordley S. Aerodynamics for Formula SAE: A Numerical, Wind Tunnel and On-Track Study / S. Wordley, J. Saunders. – Monash University, 2005. – 13 p.
4. Авраменко, М.И. О k-е модели турбулентности / М.И. Авраменко. – РФЯЦ-ВНИИ технической физики им. акад. Е.И. Забабахина, 2005. – 21 с.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В
ПОДВЕСКЕ АВТОМОБИЛЯ**

О.М. Юрченко

ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева»

Институт механики и энергетики им. В.П. Горячкина

Подвеска спортивного автомобиля – одна из наиболее ответственных, сложных и дорогостоящих сборочных единиц. От совершенства конструкции подвески зависит значительная часть динамических и статических характеристик проектируемой машины.

Многими командами успешно применяются различные решения, включающие применение углепластиковых или легкосплавных элементов подвески. Такой подход решает не все поставленные задачи. Основная проблема заключается в том, что оригинальные детали, выполненные из этих материалов, имеют значительную стоимость.

Для решения этой проблемы предлагается применять выпускаемые промышленно композитные изделия, используемые в основном в строительстве. К таким изделиям относятся арматура и трубы из стекло- или базальтопластика.

Изделия из композитных материалов гораздо прочнее стали, что позволит в перспективе успешно заменять ими такие элементы подвески, как рычаги и тяги; имеют относительно низкую стоимость, например, стеклопластиковая арматура в 1,2...1,5 раза дороже стальной при сопоставимой прочности, при этом в 8...10 раз легче.

Основное преимущество применения изделий из стекло- и базальтопластика по сравнению с оригинальными деталями из углепластика – значительно меньшая стоимость первых.

К таким проблемам относятся сравнительно низкая прочность на изгиб, ввиду чего такие детали, как рычаги подвески следует изготавливать из труб; сложность крепления к конструкциям; определенная потеря свойств при воздействии солнечной радиации и высоких температур.

Решение вышеуказанных проблем является актуальной задачей для коллектива команды «Формула-Студент РГАУ».

Список литературы

- 1) Техническая документация компании "Армпласт" <http://arm-plast.ru/>
- 2) Регламент Формула Студент 2016
- 3) Дэс Хеммил «Подвеска и тормоза»

4-Й ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ
«СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ»

Москва

2016

УДК 796.71-057:005.932

**ПУТИ РЕШЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ПРОЕКТНЫХ КОМАНД
FORMULA SAE И SMARTMOTO CHALLENGE**

С.Н. Ветров, М.В. Устиненко

Сибирский федеральный университет

SibFU

Согласно целям и задачам студенческих инженерных проектов Formula SAE и Smartmoto любая команда на время подготовки к сезону и на соревновательном этапе становится компанией производителей и распространителем той или иной продукции. Во время разработки и производства транспортного средства (ТС), компания сталкивается с вопросами финансов, логистики, экономики, менеджмента, новейших технологий и т. д.

Необходимо с успехом прорабатывать каждую сферу деятельности компании для достижения положительно выгодных результатов. Ведь именно благодаря слаженной работе команды, а так же грамотного решения экономических, финансовых и логистических вопросов, компания извлекает наибольшую выгоду и получает наибольшую прибыль.

Выделяя вопрос логистики можно сказать, что в него входит доставка оборудования, запчастей и дополнительных материалов, а также транспортировка ТС и сотрудников команды до места проведения соревнований. На сегодняшний день география команд Formula SAE и Smartmoto Challenge в России широка и с каждым сезоном она расширяется, но, к сожалению, для регионов, отдалённых от мест проведения соревновательных этапов, вопрос логистики становится проблемой. Логистическая проблема — это несоответствие между необходимым (желаемым) и фактическим положением дел в области логистической деятельности компании. Решение этих проблем предусматривает следующие этапы:

- осознание необходимости или возможности принятия решений;
- формулирование вариантов последующих действий;
- оценка вариантов с точки зрения их привлекательности;
- выбор одного или нескольких вариантов для решения.

Грамотно прорабатывая все нюансы, можно придти к тому, что логистическая проблема будет решена. Благодаря этому, крупнейшие мировые компании экономят массу времени и в дальнейшем используют его для разработки и применения инновационных технологий в производстве или же в

работе своего продукта. По такому же принципу работают и команды, они представляют себя в роли предприятий, компаний и холдингов, которые конкурируют в производстве наиболее инновационного, совершенного и экономичного продукта. Таким образом, оптимизация производства и грамотное решение вспомогательных вопросов помогают достичь очень хороших результатов, затратив как можно меньше времени и сил, и направив их в нужное русло.

Список использованной литературы:

1. Регламент Formula SAE и Smartmoto Challenge 2016;
2. Р. Н. Ушаков Логистика (Лекции). Учебное пособие. Москва-Берлин 2015;
3. Миротин Л.Б., Ташбаев Ы.Э. Логистика для предпринимателя. Управление логистикой на предприятии.

4-Й ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ
«СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ»

Москва

2016

УДК 629.371.21:339.138

МАРКЕТИНГОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БОЛИДА

А.Р. Загирова, А.А. Немирович

Уфимский государственный авиационный технический университет

UGATU Racing Team

Команда UGATU Racing Team разрабатывает автомобиль для активного отдыха и намеревается вывести его на рынок России и в связи с этим выдвинула 2 задачи:

- 1) как поддерживать свой имидж на рынке России;
- 2) как привлекать покупателя, и какие требования выдвигает покупатель.

Первым делом был проведен анализ маркетинговой среды и были выявлены наиболее значимые факторы. К ним относятся экономическая среда, культурная среда, технологическая среда, природная среда и демографическая среда. В результате чего было выяснено, что спрос на автомобили измеряется доходами населения и его количеством, что в ближайшем будущем спрос на автомобили будет поддерживаться, так как в России с 2013 года наблюдается прирост населения [1].

Далее был проведен анализ микросреды: команда обладает собственными лабораториями, некоторые виды работ производятся сторонними организациями, выявлены маркетинговые посредники и контактные аудитории.

Что касается жизненного цикла товара, то компания находится на стадии внедрения.

Было проведено сегментирование рынка по основным принципам и сформирована ценовая политика.

Необходимые мероприятия для продвижения товара на рынок- это мероприятия ФОССТИС [2]. Так как болид находится на этапе внедрения, то проводится мероприятие ФОС. Можно провести презентацию, которая несомненно привлечет внимание многих людей и СМИ. На данном этапе рекомендуются следующие мероприятия ФОС: публикации в различных местных журналах и газетах, рекламные баннеры, продвижение в социальных сетях [3].

Чтобы компания перешла из стадии внедрения в стадию роста, ей нужно проводить мероприятия по стимулированию сбыта. Мероприятие СТИС проводится по отношению ко всей компании. СТИС по отношению к покупателю.

Проводятся мероприятия по продвижению компании, такие как реклама в социальных сетях, печать в местных журналах, такие как «За рулем», «Авто-

обозрение», «Автомобили» и прочие местные издания. Также команда должна не забывать о покупателях, которые приобрели автомобили. Мы предлагаем следующее: чернитель для шин в подарок, шампунь для автомобилей в подарок, экипировка в подарок, транспортировка на первый ремонт за счет фирмы, первое техническое обслуживание бесплатно.

Список литературы

1. Т.В. Алесинская. МЕНЕДЖМЕНТ ОРГАНИЗАЦИИ: Учебное пособие для подготовки к итоговому междисциплинарному экзамену профессиональной подготовки менеджера. / Т.В. Алесинская, Л.Н. Дейнека, А.Н. Проклин, Л.В. Фоменко, А.В. Татарова и др.; Под общей ред. В.Е. Ланкина. // Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2006. - 304 с.
2. Ф.Котлер. Основы маркетинга. Перевод с английского В. Б. Боброва. Общая редакция и вступительная статья Е. М. Пеньковой. // М.: Прогресс. - 1991. - 657.
3. Политика и практика маркетинга на предприятии. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.reklamist.com/useful/market/116.html>.

4-Й ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ
«СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ»

Москва

2016

УДК 629.326-83

ОБЗОР ОБ ЭЛЕКТРОМОТОЦИКЛЕ «Е-ТІ»

И.Р. Наильев, Л.А. Галимова

Уфимский государственный авиационный технический университет

UGATU Racing Team

Команда UGATU Racing Team разработала электробайк под названием «е-Ті», который является мобильным средством передвижения. Целью разработки данного прототипа является мобильное передвижение, доставка небольшого груза по городу и перевозка одного пассажира на расстояние до 50 километров [1].

Электробайк рассчитан на нагрузку 150 кг, включает в себя двух человек среднего веса, либо груз массой 70 кг. Максимальная развиваемая скорость - 60 км/ч. Двигатель – мотор колесо с максимальной мощностью 2 л.с. Электрооборудование - аккумулятор Elmoto Li-ion емкостью 31,5 Ач. Предварительная стоимость мотоцикла 170 тыс. руб. Электробайк проектируется и собирается командой для участия в инженерно-технических соревнованиях Smartmoto Challenge.

Данный мотоцикл имеет коробчатую раму, изготовленную из титана с помощью сварки в среде защитных газов, для облегчения веса конструкции и увеличения прочности. Спроектирована 3D модель, рассчитаны рабочие нагрузки [2].

В данном мотоцикле приведены новейшие новаторские инженерные идеи, а именно, проработанная кинематика подвески для комфортного передвижения в городских условиях, улучшенная линзовая оптика с использованием светодиодной лампы. Полная герметизация аккумуляторного отсека и особо важных узлов, позволяющая эксплуатацию мотоцикла в любых погодных условиях. Оптимизация размеров аккумуляторной батареи для уменьшения габаритов.

Средний запас хода при движении в различных дорожных условиях с переменной нагрузкой: 50 км

Разработан бизнес-план проекта, подготовлены техническая и экономическая презентации. Затраты на материалы составили 170 тыс. рублей что и является минимальной стоимостью данного мотоцикла [3].

Список литературы

1. Smartmoto Challenge Moscow. Правила. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.smartmotochallenge.ru/?p=rules>, свободный.
2. Программное обеспечение пакет ANSYS. [Электронный ресурс]. – URL: <http://cae-expert.ru/industry/mashinostroenie-turbomashinostroenie>, свободный.
3. Котлер Ф. Основы маркетинга. Пер. с англ. В. Б. Боброва Общая ред. и вст. Ст. Е. М. Пеньковой. // М.: Прогресс. - 1991.- 657 с.

4-Й ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ
«СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ»

Москва

2016

УДК 629.371.21-219.5

РАЗРАБОТКА ПОДВЕСКИ ЭЛЕКТРОБОЛИДА «ФОРМУЛА СТУДЕНТ» ЮУРГУ

А.С. Васютин

Южно-Уральский государственный университет

Научный руководитель: д.т.н, проф. А.Г Возмилов

Formula Electric South Ural

Цель статьи заключается в демонстрации технических решений и 3д-модели подвески болида, команды FESU.

Основой исследования в данной статье послужил метод анализа, изучения данных о подвеске, проектирование деталей и сборка узла. Главным источником изучения данных о подвеске стала специальная литература в области автомобилестроения.

Идея создать легкую и простую в эксплуатации конструкции подвески. Проектирование составного кулака, чтобы в случае удара, деформировался или ломался не весь кулак, а только легкозаменяемое ухо [1]. Анализ вида подвески, расположение механизмов, расчеты проводились при помощи программы Lotus Suspension [2].

Принятие решения о размерах колесной базы, о деталях, относящихся к узлу подвески: проектирование ступицы колеса, тормозного диска, поворотного кулака, рычагов и амортизаторов при помощи программ Solid Edge ST8, Autodesk Inventor [3].

Результатом является создание 3д модели подвески болида, с расчетами на дальнейшее производство и установку на болид.

Список литературы

1. Арутюнян, Г.А., Разработка подвески спортивного автомобиля класса «Формула Студент» / Г.А. Арутюнян, К.Б. Евсеев // Электронный журнал «Молодёжный научно-технический вестник» МГТУ, 2013. – 16 с.
2. Полунгян А.А. Проектирование полноприводных колесных машин / А. А. Полунгян. - М.: ЮГРА, МГТУ 2011. – 135 с.
3. Кузьмин, Ю.А. Проектирование автомобиля. Расчет агрегатов шасси автомобиля / Ю.А. Кузьмин. - М.: ЮЖК МГТУ, 2011. – 49 с.

4-Й ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ
«СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ»

Москва

2016

**НОВЫЕ СТАНДАРТЫ SAE/USCAR И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СОЕДИНИТЕЛИ
MOLEX ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ**

Л.А. Чемакин

Молекс Россия

e-mail: Lev.Chemakin@molex.com

Аннотация

Последние несколько лет количество электронных систем в автомобиле увеличивается ежегодно на 8-10%. Это вызывает необходимость разработки и внедрения новых компонентов и материалов с более высокой эффективностью и меньшими габаритами и массой. В статье рассмотрены новые серии соединителей 0,5мм и HighSpeed Autolink компании Molex, стандартизированные SAE/USCAR.

Ключевые слова: USCAR система соединителей 0,5мм, Molex HighSpeed Autolink.

**NEW SAE/USCAR STANDARDS AND MOLEX ELECTRICAL CONNECTORS
FOR VEHICLES**

Annotation

Electronic content in cars continued to outpace growth in unit volume. The electronic market for automotive is projected to grow 8-10% year to year. Molex offers new smallest connector system 0,5mm and HighSpeed Autolink Series connectors USCAR approved

Keywords: USCAR 050 connector system, HighSpeed Autolink In-Vehicle Data Bus.

Стандарты SAE/USCAR

Отвечая на непрерывный рост количества и сложности электронных систем в автомобиле, необходимости уменьшения габаритов и массы электронных устройств и жгутов проводов, USCAR стандартизировал новые интерфейсы и соединители:

- USCAR 050 система миниатюрных автомобильных соединителей с базовым размером контакта 0,5мм, см. рис.1.
- SAE/USCAR-30 автомобильные соединители USB, см. рис.2.

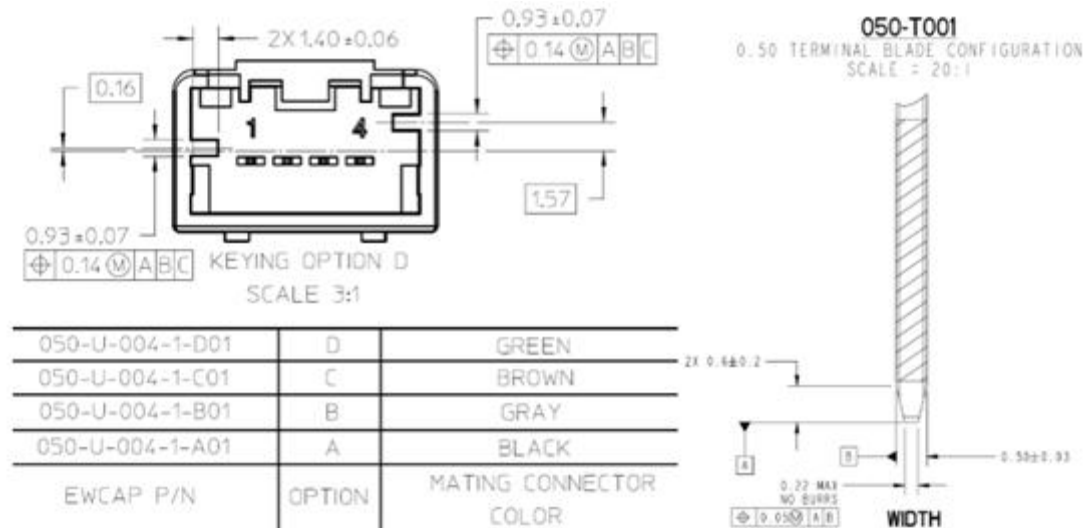


Рис. 1. USCAR 050 система миниатюрных соединений.

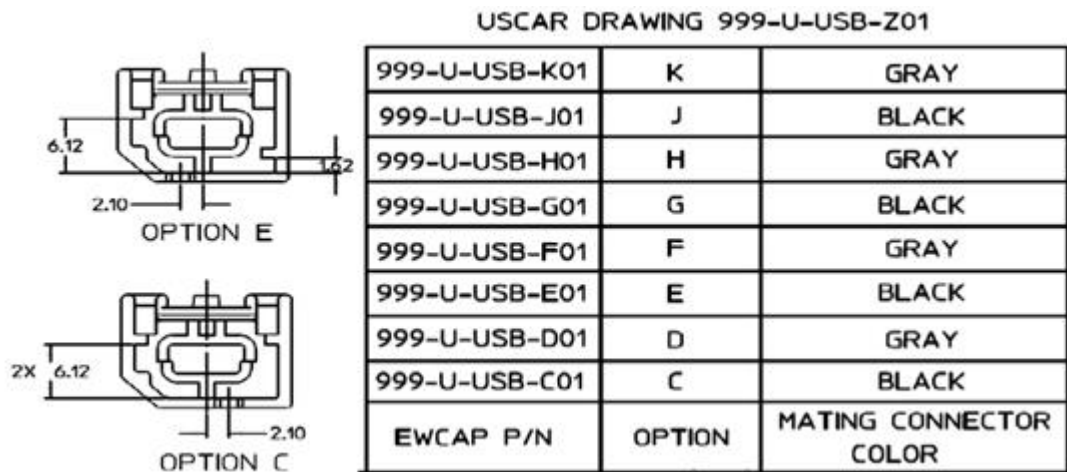


Рис. 2. USCAR-30 USB соединители.

Molex Mini50 USCAR 050 миниатюрные соединители

USCAR стандартизировал Molex Mini50 субминиатюрные негерметичные разъемы с шагом контактов 2,0 мм., см. рис.3. Mini50 имеют вдвое меньшие размеры интерфейса по сравнению с предыдущим базовым USCAR 064, см. рис.4. Основные технические характеристики Mini50 представлены в табл.1.



Рис.3. Molex Mini50 соединители



Рис. 4. Сравнительные размеры USCAR 064 и USCAR 050

Таблица 1

Наименование	Значение
Шаг контактов, мм	2,0
Количество контактов, шт	2, 4, 8, 12, 20, 24, 34, 38
Ток на контакт (макс), А	4,0
Рабочее напряжение (макс), В	500
Рабочая температура, °C	от -40 до +105
Применяемые провода, мм ²	от 0,13 до 0,35 (внешний диаметр не более 1,4мм)

В отличие от аналогов других компаний колодки Mini50 имеют интегрированный вторичный замок ISL и, опционально, вторичный фиксатор соединения CPA, см. рис.5, а также варианты вилок SMD. Все вилки Mini50 удовлетворяют требованиям SMT и могут паяться в едином цикле вместе с другими электронными компонентами, что улучшает технологичность и уменьшает стоимость производства.

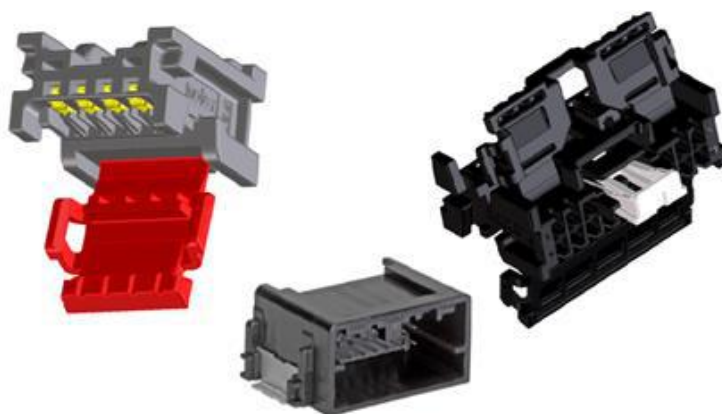


Рис. 5. Mini50 интегрированный ISL (красный) и опциональный CPA (белый)

Molex разработал и герметичную версию Mini50 Sealed, см. рис.6, которая сегодня нашла широкое применение в автомобильных датчиках, камерах и радарх. Модульная конструкция позволяет легко интегрировать в разъем RF и Coax соединения. USCAR в 2016 году планирует стандартизировать серию для герметичных субминиатюрных подключений.

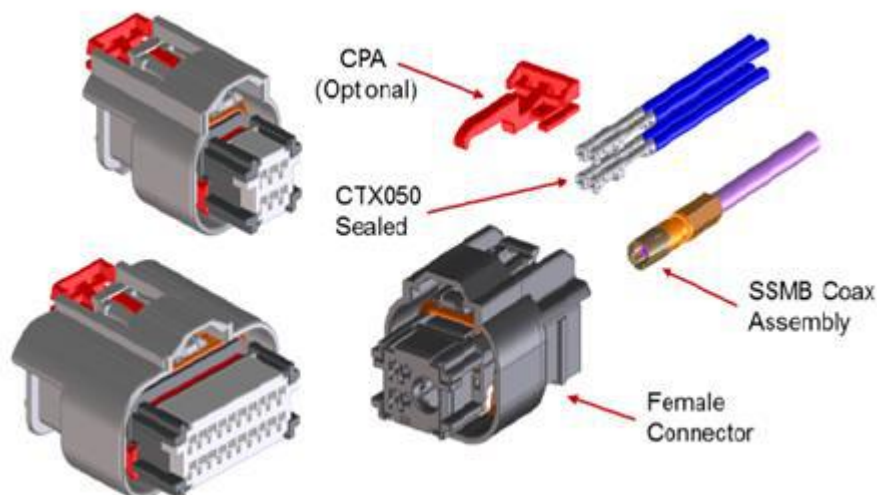


Рис. 6. Molex Mini50 Sealed герметичные соединители.

Molex HighSpeed Autolink HSA миниатюрные соединители

Внедрение в автомобили компьютерных информационных систем (сотовая связь, навигация, интернет, цифровое аудио/видео и пр.) потребовало разработки высокочастотных разъемов, удовлетворяющих жестким механическим, климатическим и другим специфическим (фиксация защелкой, кодировка механическая и цветом, монтажная клипса) автомобильным требованиям. Molex по требованиям USCAR разработал серию соединителей HSA на базе стандартизированного интерфейса MiniUSB, см. рис.7.



Рис. 7. Molex High Speed Autolink соединители.

Электрические характеристики HSA позволяют реализовать большинство стандартных высокоскоростных интерфейсов передачи данных USB, Ethernet, LVDS, FlexRay, eMOST, 1394CU и других. Molex выпускает как отдельные разъемы, так и готовые, полностью экранированные, кабели и устройства, см. рис.8.



Рис.8. Molex HSA компоненты.

Характеристики HSA соответствуют требованиям USCAR-30, USCAR-2. Кроме стандартной реализации пользовательского USB-A порта с применением кабеля и отдельного модуля CCP Molex предлагает наиболее дешевое решение с прямым подключением кабеля USB STD-A, позволяющее исключить промежуточное соединение, см. рис.9.



Рис. 9. Molex HSA STD-A кабель.

В развитие серии Molex разработал улучшенную версию HSA II со скоростью передачи сигналов до 5 Гбит/сек, удовлетворяющую спецификации USB 3.0, негерметичную и герметичную, с количеством контактов до 12, см. рис.10.



Рис. 10. Molex HSA II соединители.

Более детальную информацию по соединителям Molex можно найти на сайте www.molex.com.

Выводы

В статье представлен первичный обзор новых электрических компонентов Molex, удовлетворяющих последним стандартам USCAR, призванным уменьшить размеры и массы электрических разъемов и устройств, а также жгутов проводов в автомобиле. Компоненты предназначены для эксплуатации в жестких условиях механических и климатических факторов. Полное соответствие требованиям USCAR, субкомпактные размеры, широкий выбор вариантов по типу и количеству контактов, учет в конструкции особенностей массового производства и пр. позволяют в каждом конкретном случае выбрать наиболее оптимальное и экономичное решение задачи проектирования и сократить сроки разработки и запуска изделия в производство.

Список литературы

1. USCAR Electrical Wiring Component Applications Partnership, <http://uscar.org>
2. Molex HighSpeed Autolink product presentation, 2012
3. Molex HighSpeed Autolink II product presentation, 2014
4. Molex Mini50 Product Family New Header Developments, 2015

СПИСОК УЧАСТНИКОВ

№	Название	ВУЗ	Город
1	Формула Студент РУДН	РУДН	Москва
2	FDR MAMI	МАМИ	Москва
3	Formula Electric MADI	МАДИ	Москва
4	Bauman Racing	МГТУ им. Н.Э. Баумана	Москва
5	Formula Electric South Ural	ЮУрГУ	Челябинск
6	Polytech North Capital Motorsport	СПбГПУ Политех	Санкт-Петербург
7	Формула Студент УлГУ	УлГУ	Ульяновск
8	ПНИПУ Моторспорт	ПНИПУ	Пермь
9	SibFU Engineering	СФУ	Красноярск
10	FS UrFU	УрФУ	Екатеринбург
11	Formula Student SSAU	СГАУ им. академика С.П. Королева	Самара
12	Shukhov Racing Team Combustion	БГТУ им. В.Г. Шухова	Белгород
13	Formula Student USURT	УрГУПС	Екатеринбург
14	Formula Neftegaz Combustion	Тюменский Государственный Нефтегазовый Университет	Тюмень
15	Formula Neftegaz Electric	Тюменский Государственный Нефтегазовый Университет	Тюмень
16	Formula Student MADI	МАДИ	Москва
17	Shukhov Racing Team Electric	БГТУ им. В.Г. Шухова	Белгород
18	Togliatti Racing Team	ТГУ	Тольятти
19	Формула РГАУ	РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева	Москва
20	Formula Student AMIGO	НГТУ им. Р.Е. Алексеева	Нижний Новгород
21	Формула Студент УГАТУ	УГАТУ	Уфа
22	Baja MADI	МАДИ	Москва
23	ФАУСТ	МАИ	Москва
24	Формула Студент UGRA	Югорский Государственный Университет (ЮГУ)	Югра
25	Формула Студент «Nord Craft» (CHSU Racing team)	Череповецкий Государственный Университет (ЧГУ)	Череповец
26	SMC MAMI	МАМИ	Москва
27	SmartMoto MADI	МАДИ	Москва
28	Baja MADI	МАДИ	Москва
29	MADI SHELL ECO-MARATHON	МАДИ	Москва
30	Smart E-moto RUDN	РУДН	Москва
31	SmartMoto SibFU	СФУ	Красноярск

Научное издание

**СБОРНИК ТРУДОВ
4-го ВСЕРОССИЙСКОГО ФОРУМА
«СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ»**

Редактор – И.А. Короткова
Компьютерный набор – И.Р. Насибулов

Подписано в печать 10.02.2016 г.

Формат 60x84/16

Печать цифровая

Усл. печ.л. 11.45

Уч.-изд. л. 0.0132

Тираж 50 экз.

Заказ

Цена 0 р.



Ассоциация
Автомобильных
Инженеров

**Спасибо всем, кто помог организовать
этот форум!**



**SOLIDWORKS
RUSSIA**

Smart
Инжиниринговый центр



SKF

