

УКД 629.3

EDN JQYSAX

А.Г. Капустин, В.С. Макаров, А.И. Марковнина, М.С. Гулин
МОДЕЛИРОВАНИЕ ОРИГИНАЛЬНОГО КУЗОВА
СПОРТИВНОГО ГРУЗОВИКА, РАЗРАБОТАННОГО ДЛЯ УЧАСТИЯ
В АВТОМОБИЛЬНЫХ СОРЕВНОВАНИЯХ НА ЛЕДОВОМ ПОКРЫТИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
Нижний Новгород, Россия

Рассмотрены различные варианты стилистических решений для конструкции спортивного, полноприводного грузового транспортного средства. Для созданной грузовой спортивной надстройки проанализированы несколько вариантов оформления экстерьера спорт-прототипа. По результатам анализа лучшая версия кузова была создана в виде математической модели. На базе этой модели был собран кузов скоростного болида в масштабе 1:1.

Ключевые слова: грузовое транспортное средство, автоспорт, моделирование, прототип, вездеход, дизайн-проект.

Автомобильный спорт – категория технических видов спорта, в которых участники соревнуются между собой, управляя прототипами легковых автомобилей, грузовиками, внедорожниками. В настоящее время существует множество подвидов автомобильного спорта, каждый из которых имеет собственные правила и положения. Соревнования проводятся на скорость прохождения трассы, надежность, проходимость [1]. Одним из наиболее популярных автоспортивных соревнований является крупнейший в стране международный фестиваль скорости «Байкальская миля», который каждый год проводится на замерзшем озере Байкал. Данное мероприятие, как состязание инженерной мысли, открывает дорогу транспортным средствам вне зависимости от количества колес или типа двигателя. Каждый год на льду озера Байкал испытываются самые разные транспортные средства.

«ГАЗ Рейд-спорт» является заводской командой Горьковского автомобильного завода. Нижегородские инженеры специализируются на создании надежных спортивных автомобилей, построенных в основном на серийных узлах продукции Группы ГАЗ. За полгода до проведения фестиваля в Республике Бурятия перед инженерами автоспортивной команды «ГАЗ Рейд спорт» была поставлена задача разработки и сборки спортивного грузовика, способного показать наилучший результат на соревнованиях в своем классе.



Рис. 1. Модельный ряд спортивной команды «ГАЗ Рейд-спорт»

Спортивный модельный ряд состоит из полноприводных моделей Нижегородского автозавода (рис. 1). Слева показан новый гоночный «Валдай Next», разработанный под ледо-

вые гонки, в середине показана «Газель NN», а справа – «Садко Next». Машины подготовлены по регламенту международных соревнований по ралли-рейдам. Спортсмены команды являются многократными победителями российских и международных соревнований по ралли-рейдам. Разработка нового образца спортивной техники под регламент ледового соревнования для инженеров спортивного подразделения стала вызовом в связи с специфическими условиями дорожного покрытия и короткой дистанцией гонки, составляющей всего 1625 м.

В начале работы по созданию быстрого транспортного средства инженеры произвели тяговый расчет разрабатываемого гоночного прототипа [2, 3]. Одновременно подбирались и компоновались серийные узлы от других автомобилей, выпускаемых заводом [4]. Для создания нового образца были приобретены следующие новинки модельного ряда автозавода, серийные узлы и агрегаты: бескапотная кабина грузовика «Валдай Next» (рис. 2), передний мост от ГАЗ-33027, задний мост, оснащенный пневматической подвеской от ГАЗ-С42R92, рама ГАЗель Next, колеса ГАЗон Next Сити, дизельный двигатель от ЯМЗ-534. Двигатель был доработан, он имеет такие же мощностные показатели, как и двигатель раллийного «Садко Next». Для лучшего весового баланса была применена среднемоторная компоновка автомобиля, в которой двигатель расположен в центральной части рамы, позади кабины. Также за кабиной грузовика установлен каркас безопасности, цель которого – сохранить жизнь пилоту в случае опрокидывания автомобиля.



Рис. 2. Компоновка спортивного грузовика «Валдай Next»

Технические характеристики спорт-прототипа «Валдай Next» представлены в табл. 1.

Таблица 1.
Технические характеристики спорт-прототипа «Валдай Next»

Длина (мм)	5660
Ширина (мм)	2240
Высота (мм)	2340
Колесная база (мм)	3510
Снаряженная масса (кг)	2400
Дорожный просвет (мм)	279
Двигатель	ЯМЗ-534, рядный, 4-цилиндровый
л.с. (кВт)	310 (228)
Крутящий момент (Нм)	1050
КПП	Механическая, 5-ступенчатая
Привод	Постоянный, полный
Топливный бак (л)	70
Тормозная система	Пневматическая, дисковая на все колеса
Шины	245/70/R19.5
Пассажировместимость, чел.	2
Год постройки/количество образцов	2023/1

Дополнительно был разработан оригинальный кронштейн, применяемый к раздаточной коробке модульного типа [5]. Рассмотрим кронштейн под раздаточную коробку более подробно (рис. 3).

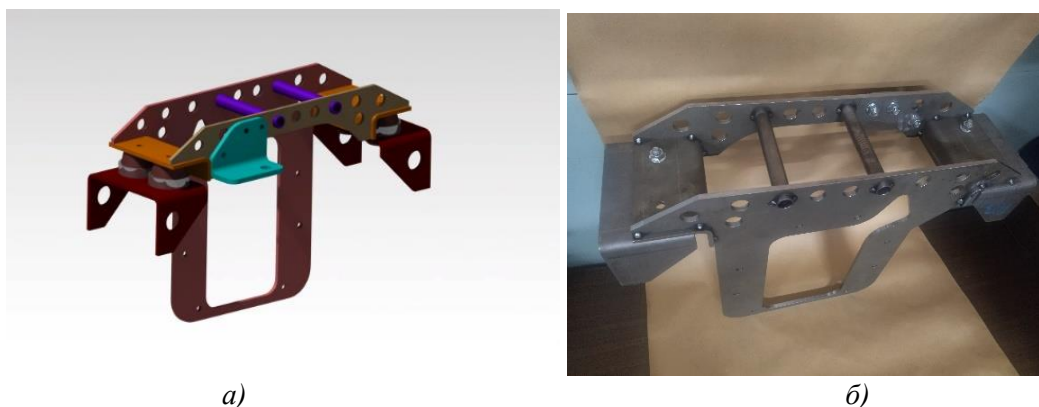


Рис. 3. Кронштейн раздаточной коробки в сборе:

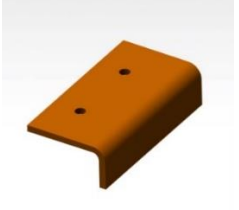
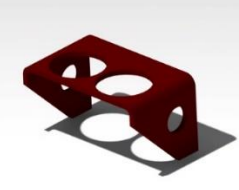
- а) кронштейн раздаточной коробки в сборе, проектируемый в виртуальном пространстве.
б) кронштейн раздаточной коробки, изготовленный из стали*

Общие допуски по ГОСТ 30892. Детали кронштейна изготавливаются из стали 20. Характеристики кронштейна раздаточной коробки представлены в табл. 2.

Таблица 2.
Характеристики кронштейна раздаточной коробки


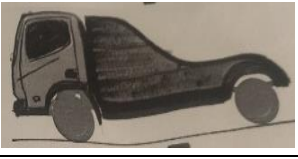
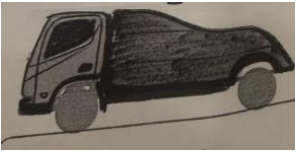
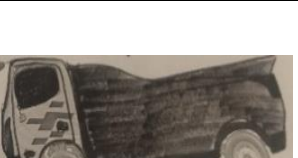
№	Изображение	Особенности конструкции
1		Большая фигурная пластина 1. Габаритные размеры: 628x478x8 мм. Имеет 19 отверстий, 8 из которых диаметром 12 мм под шпильки, расположенные с лицевой стороны раздаточной коробки, а также 9 отверстий диаметром 20 мм, сделанными для облегчения листа. И 2 отверстия диаметром 25 мм, которые играют роль посадочных мест для двух направляющих труб 2.
2		Направляющая труба 2, имеющая длину 195 мм с внешним диаметром 25мм и внутренним 20 мм, в количестве 2 штук. Направляющие трубы соединяют пластину 1 с пластиной 3 при помощи сварки в среде защитного газа ГОСТ 14771-76-Е1-УП. Пластины 1 и 3 сопрягаются с направляющими трубами 2 на расстоянии 7 мм с каждой стороны. Расстояние между пластинами 1 и 3 равно 180 мм.
3		Малая фигурная пластина 3. Габаритные размеры: 628x11x8мм. На ней расположены 12 отверстий, 7 из которых имеют диаметр 20 мм, сделанные для облегчения пластины. 2 отверстия являются посадочными местами под направляющие трубы 2, имеют диаметр 25 мм, 3 отверстия используются для болтового соединения малой пластины 3 и угла 4. Болтовое соединение состоит из болта М12х1.25-6g х30-3 шт., гайки М12х1.25-6g – 3 шт. и шайбы 12.5 – 6 шт.
4		Угол под номером 4. Габаритные размеры 144x72x144 мм, толщина 8 мм. На самом уголке имеются 4 отверстия, из которых три под болт М12х1.25-6g х30 и одно отверстие диаметром 22мм. В него вставляется болт с головкой в виде эллиптической формы (проушина), который используется для прочного крепления проушины к раздаточной коробке и служит дополнительной точкой крепления сборочного кронштейна с раздаточной коробкой.

Окончание табл. 2.
Характеристики кронштейна раздаточной коробки

5		Угол 5 (2 штуки). Устанавливается в посадочные места пластин 1 и 3 при помощи сварки с габаритными размерами 100x50x195 мм, толщиной детали 8 мм и двумя отверстиями, рассчитанными под болтовое соединение М12. В отверстия вставляются болты М12x1.25-6g x80. На стержень болта устанавливается подушка крепления кабины в сборе, с артикулом 64-6025-В.
6		Кронштейн 6 соединяется с лонжеронами рамы. Габаритные размеры 120x120x195мм, толщина 5.9мм, (2 штуки). Завершает соединение детали 5 через подушку кабины гайка М12x1.25-6Н с шайбой 12.5.

Параллельно с работой с компоновочными решениями технической части был создан оригинальный дизайн экстерьера гоночного болида [6]. Нужно было разработать легкий кузов, который располагается за серийной кабиной и закрывает автомобильные агрегаты. При проработке кузовных панелей сделано несколько вариантов набросков стилистических решений. Эскизы полноприводного спортивного грузовика приведены в табл. 3.

Таблица 3.
Эскизы полноприводного спортивного грузовика

№	Изображение	Отличительная черта стилистического Решения	Особенности вариантов надстройки
1		Вариант №1 спортивного грузовика с прямоугольными боковыми бортами.	Приведенное компоновочное решение используют большинство спортивных команд, выступающих на грузовиках в разных гоночных дисциплинах
2		Особая отличительная чертой кузовных панелей 2 и 3 вариантов – большой «горб», который плавно переходит от кабины к надстройке и визуально удлиняет границы.	Варианты № 2,3 разрабатывались в поиске новых решений конфигурации спортивного кузова. Преимущество данных двух вариантов по отношению к первому варианту прямоугольной формы – креативный визуальный внешний вид, меньшее количество материалов в изготовлении кузовных панелей, а значит и потенциальное снижение веса конструкции
3			
4		Отличительная черта кузовных панелей варианта № 4 – малый «горб», а также спойлер, интегрированный в заднюю часть надстройки.	Вариант 4 является наиболее подходящим для дальнейшего проектирования, так как геометрическое формообразование кузовных панелей у данного образца является более эстетичным. Такие панели будут выгодно выделять проектируемый грузовик на фоне соперников с классической геометрией кузова

Значительным недостатком вариантов № 2 и 3 является сложная геометрия кузовных панелей, которая при изготовлении деталей требует значительно больших затрат по времени. Временной интервал с момента получения задания до полной сборки автомобиля и выступления на соревнованиях весьма невелик, поэтому при изготовлении панелей сложной геометрии существует риск не успеть собрать технику до начала мероприятия и пропустить важный старт. Помимо этого, изготовление кузовных панелей для спортивного грузовика варианта № 4 займет значительно меньше времени, чем у образцов 2 и 3. Еще одно интересное решение, связанное с облегчением конструкции крыши, было показано в финальном образце. Вместо использования жестких панелей в верхней части кузова применен тент из легкой ткани. Тент установлен на крышу через длинный шнур и люверсы. Это наиболее распространенный способ обрамления отверстий для тканевых материалов.



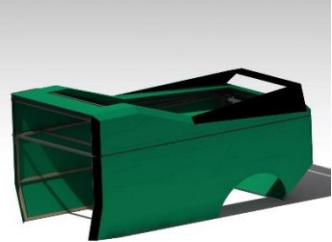
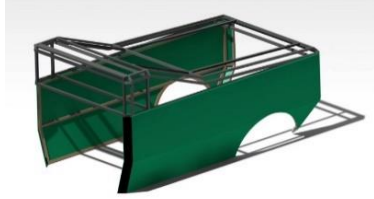
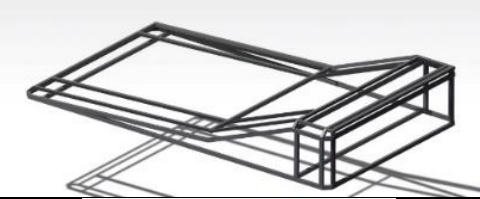
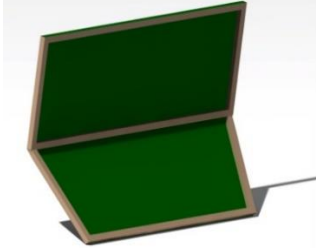
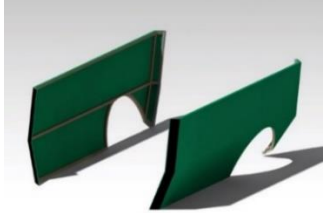
Рис. 4. Математическая модель основного образца

Лучшим эскизным вариантом признан образец № 4 с креативными стилистическими решениями, который был перерисован в 3D-пространстве заводского программного пакета (рис. 4). После этого финальный вариант кузова детализировался с технической стороны. После анализа экстерьера работа была направлена на проработку каркаса дверных панелей, каркаса крыши, кронштейнов крепления каркаса крыши, дверных петель, каркаса задней панели, на которой будет располагаться задняя светотехника в количестве 4 фонарей (табл. 4) [7]. После 3D-доработки математических моделей конструкции сборочной единицы и выдачи документации, персонал команды приступил к завершающему этапу сборки. Готовый полноприводный прототип, подготовленный к ледовым соревнованиям показан на рис. 5.



Рис. 5. Готовый спорт-прототип, подготовленный к ледовым гонкам

Таблица 4.
Фрагменты кузова спортивного грузовика

№	Изображение	Особенности
1.1		Виртуальная сборка надстройки спортивного грузовика в сборе
1.2		
2		Каркас крыши, выполненный из стального профиля 40x20x2 мм
3		Задний каркас из стального профиля 40x20x2 мм, на котором закреплена задняя панель, вырезанная из композитного материала толщиной 4 мм
4		Боковые кузовные панели, вырезанные из композитного материала толщиной 4 мм и вклеенные на дверной каркас из стального профиля 40x20x2 мм

Благодаря оригинальным стилистическим решениям, воплощенными инженерами в экстерьере спортивного полноприводного «Валдай Next», грузовик обрел гармоничный облик и хорошие аэродинамические характеристики прототипа кузова. Спорт-прототип имеет легкие формообразующие кузовные панели. На них размещен логотип компании и QR-код команды в одной из отечественных социальных сетей. За кузовными панелями расположены основные узлы автомобиля. Благодаря бескапотной компоновке грузовик обладает повышенной обзорностью. В салоне кабины штатные сиденья были заменены на спортивные кресла типа «ковш» с четырехточечными ремнями безопасности. По итогам заездов по ледовой трассе на дистанции 1625 м спортивный грузовик Нижегородского автозавода (рис. 6) развил скорость 143.5 км/ч. Этот результат на сегодняшний день является рекордом скорости в классе грузовых транспортных средств. Важное значение при наборе скорости имела аэродинамика правильно спроектированного кузова. Установленный грузовиком рекорд способствует повышению престижа бренда ГАЗ и, в итоге, росту продаж автомобилей.



Рис. 6. Заезд спорт-прототипа по ледовой гладе озера Байкал

Благодаря кузовным панелям, внешний вид спортивного «Валдай Next» напоминает «мускулистого крепыша» – такими словами описывали скоростной грузовик зрители и журналисты, освещавшие ледовое мероприятие.

Биографический список

1. **Беляков, В.В.** Подвижность наземных транспортно-технологических машин / В.В. Беляков, Д.В. Зезюлин, В.Е. Колотилин, В.С. Макаров // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2013. № 4 (101). С. 82-96.
2. **Токарев, А.А.** Топливная экономичность и тягово-скоростные качества автомобиля. М., Машиностроение, 1982. – 222 с.
3. Проходимость автомобиля / Н.А. Бухарин, Я.Б. Бронштейн, В.М. Буянов и др. – Воен. изд-во МО СССР, 1959. – 310 с.
4. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.
5. ГОСТ 31507-2012. Автотранспортные средства. Управляемость и устойчивость.
6. **Песков, В.И.** Основы эргономики и дизайна автомобиля: Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Автомобиле- и тракторостроение», направления подготовки дипломированных специалистов «Транспортные машины и транспортно-технологические комплексы» / В.И. Песков. – Нижний Новгород, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, 2004. – 223 с.
7. **Орлов, Л.Н.** Оценка несущей способности каркаса кузова автобуса по результатам компьютерного моделирования / Л.Н. Орлов, П.С. Рогов, А.С. Вашурин // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2012. Т. 5. С. 155-157