

ISSN 1994-2354

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ВЕДОМОСТИ



СПБГПУ

С
А
Н
К
Т
-
П
Е
Т
Е
Р
Б
У
Р
Г



4-2(89) 2009

Наука и образование

УДК 658.512

К.С. Ившин

НАПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКИ В ДИЗАЙНЕ МАЛОГАБАРИТНЫХ МИКРОЛИТРАЖНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Для движения транспортных потоков в современных крупных городах характерны высокая загруженность, но малые средняя скорость (30–40 км/ч), протяженность ежедневного пути (не более 70 км) и количество пассажиров в машине (1–2 человека), а также ограниченность общей парковочной площади. Такие характеристики движения соответствуют увеличению выбросов загрязняющих веществ с отработавшими газами транспортных средств (ТС), оснащенных двигателем внутреннего сгорания (ДВС). Необходимы разработки в РФ бюджетного, экономичного и экологичного двухместного малогабарит-

ного микролитражного автомобиля, обладающего преимуществами по налогам, парковке и допуску к управлению.

В сегмент малогабаритных микролитражных автомобилей входят следующие национальные категории и классы (табл. 1):

1. Европейский союз (ЕС). A-segment — mini cars (ECC OON); Supermini (Euro NCAP); category L5e-L7e — tricycles (TQM — tricycles et quadricycles á moteur), light quadricycles (QLEM — quadricycles legers á moteur), quadricycles (QLOM — quadricycles lourds á moteur). Directive 2002/24/EC.

Таблица 1

Национальные категории и классы малогабаритных микролитражных автомобилей

Регион	Класс/Категория ТС	Характеристики ТС
ЕС	A-segment (mini cars) Supermini	Длина — до 3,6 м; ширина — до 1,6 м
ЕС, РФ	Категория L5e/L5 (трицикл)	Рабочий объем ДВС — до 50 см ³ ; максимальная конструктивная скорость — до 50 км/ч
	Категория L6e/L6 (легкий квадрицикл)	Рабочий объем ДВС — до 50 см ³ , или максимальная эффективная мощность двигателя* — до 4 кВт; максимальная конструктивная скорость — до 45 км/ч; ненагруженная масса** до 350 кг
	Категория L7e/L7 (тяжелый квадрицикл)	Максимальная эффективная мощность двигателя* — до 15 кВт; ненагруженная масса** — до 400 (550***) кг
РФ	Особый малый класс: I группа	Рабочий объем двигателя — до 849 см ³ ; сухая масса — до 649 кг.
	II группа	Рабочий объем двигателя — 850–1099 см ³ ; сухая масса 650–799 кг
Северная Америка	Minicompact car (Мини)	Полезный объем салона — до 85 кубич. футов
Япония	Keijidosha (kei-cars, легкий класс)	Длина — до 3,4 м; ширина — до 1,48 м; высота — до 2 м; рабочий объем двигателя — до 660 см ³
Китай	Small cars (A ₀ -segment)	Длина — до 4 м

* В случае ДВС и электрического двигателя (ЭД).

** Без учета массы аккумуляторов в случае электрического ТС.

*** Для ТС, предназначенного для перевозки грузов

2. Россия и СНГ. Особо малый класс (ОН 025270-66); категории *L5–L7* — трициклы, легкие квадрициклы, квадрициклы/мотоколяски. ГОСТ Р 52051-2003, ГОСТ Р 51815-2001.

3. Северная Америка. Minicompact car (Title 40-Protection of Environment, Section 600.315-82 Classes of comparable automobiles.

4. Япония. Keijidosha (kei-cars.

5. Китай. Small cars/ A_0 -segment (China Automotive Technology and Research Center — CATARC.

Популярность малогабаритной микролитражной автомобилестроительной техники с течением времени начиная с 1950-х годов проявляется эпизодически по различным причинам (энергетический и экономический кризис, экологические и сырьевые проблемы, социальное положение потребителей, теснота больших городов, связанная с непрерывным увеличением количества ТС и пр.) [1].

Малогабаритные микролитражные автомобили сегодня популярны в Европе, Японии и других странах. Для данного сегмента существуют упрощенные, экономичные процедуры регистрации и допуска к управлению, привилегии при парковке и хранении. В сравнении с ТС категории М льготные процентные ставки налогов при покупке и эксплуатации, малые массогабаритные показатели, малые затраты на обслуживание и ремонт — привлекательные факторы для молодой и пожилой категории потребителей, а также для категории людей с ограниченными физическими возможностями.

По данным ОАО «Автосельхозмаш-Холдинг» объем рынка малогабаритных ТС в России будет увеличиваться до 1 млн единиц в год. Сегодня потенциальный объем рынка оценивается в 200–250 тысяч единиц. В России и СНГ рыночная ниша по производству малогабаритных микролитражных автомобилей практически свободна. Изложенное подтверждает перспективность и интерес создания производства данного сегмента ТС в РФ.

Направления разработки в дизайне малогабаритных микролитражных автомобилей определяются по определенному классификатору для разных аспектов решения — функционального, формального, конструктивного. Критерии функционального решения: назначение, область эксплуатации, условия эксплуатации, городские условия эксплуатации, полевые условия эксплуатации. Критерии формального решения: принцип формообразования, автотранспортный

принцип, мототранспортный принцип, тип кузова. Критерии конструктивного решения (по Я. Павловскому [2], Ю.А. Долматовскому [3], В.Ф. Родионову и Б.М. Фиттерману [4]): модель внутренней структуры, модель внешней структуры, параметры и характеристики структуры — класс, силовая схема, характеристики жесткости, несущая схема, способ соединения, способ членения, способ крепления узлов, применяемые материалы.

Направление разработки конструктивного решения связано с регламентируемым требованием по ненагруженной массе некоторых классов и категорий микролитражных автомобилей, (напомним, что вес кузова, зависящий от конструктивного решения, составляет 40–50 % веса ТС [3]) и обуславливает определенную проектную систему: конструктивное решение — функциональное решение — формальное решение. Формируется проектная система: регламентированные технические параметры по ненагруженной массе — конструктивное решение — функциональное решение — формальное решение. Разработка автомобиля в такой проектной системе должна учитывать финансовые затраты на проектирование, существующие производственные мощности, возможность модернизации и быстрой смены моделей, компенсацию финансовой стоимости экологической энергосиловой установки и пр. для обеспечения определенной совокупности потребительских показателей автомобиля. Регламентируемое требование по ненагруженной массе определяет специфические назначение, область и условия эксплуатации малогабаритного микролитражного автомобиля, которые могут быть актуальны для решения потребностей рынка в определенный исторический период.

Предложенная проектная система для некоторых классов и категорий малогабаритных микролитражных автомобилей с регламентируемым требованием по ненагруженной массе отличается от проектной системы классов и категорий с другими регламентированными требованиями (табл. 1): длина, ширина и высота ТС; рабочий объем двигателя; максимальная эффективная мощность двигателя; полезный объем салона; максимальная конструктивная скорость. Изложенное подсказывает направления разработки формального и функционального решений. Проектные системы классов и категорий авто-



Таблица 2

Классификатор малогабаритных микролитражных автомобилей

Аспект рассмотрения	Критерии	Характеристика решения
Функциональное решение	Назначение	Индивидуальное. Утилитарно-коммерческое
	Область эксплуатации	Перемещение пассажиров. Совершение технологической работы. Перемещение грузов (до 300 кг)
	Условия эксплуатации	Городское. Полевое
	Городские условия эксплуатации	Сфера перевозки граждан. Туристическая сфера. Спортивно-развлекательная сфера. Сфера специальных подразделений. Социально-культурная сфера. Торговая сфера. Производственная сфера
	Полевые условия эксплуатации	Сельскохозяйственная сфера. Строительная сфера. Лесотехническая сфера
Формальное решение	Принцип формообразования	Автотранспортное. Мототранспортное . Комбинированное
	Автотранспортный принцип	Легковое. Грузовое
	Мототранспортный принцип	Мотоциклетное. Мопедное
	Тип кузова	Хэтчбек. Кабриолет. Купе. Багги. Грузовик. Фургон. Пикап
Конструктивное решение	Модель внутренней структуры	Каркасное/Скелетное. Полуоболочковое / Полукаркасное. Оболочковое / Бескаркасное
	Модель внешней структуры	Панельное / Оболочковое. Составное / Объединенное (цельное) / Узловое. Однослойное / Двухслойное. С арматурой / Без арматуры
	Класс структуры	Совместно работающее / Интегральное (кузов + рама шасси) / (несущее основание)

Окончание табл. 2

Аспект рассмотрения	Критерии	Характеристика
Конструктивное решение	Силовая схема структуры	Пространственное. Каркасное / Скелетное / Оболочковое
	Характеристики жесткости структуры	Гибкое / Обычное / Жесткое
	Несущая схема структуры	Плоское. Несущий пол / Рамное / Платформа (—) / (рама + пол) / (несущее основание)
	Способ соединения структуры	Эластичное / Жесткое.
		Разъемное / Неразъемное.
	Способ членения структуры	Разборное жесткое / Неразборное
		Составное
	Способ крепления узлов структуры	Непосредственное
	Применяемые материалы структуры	Комбинированное: сталь / пластмасса / легкий сплав *

мобилей, учитывающие регламентированные требования (кроме требования по ненагруженной массе): функциональное решение — формальное решение — конструктивное решение; функциональное решение — конструктивное решение — формальное решение. Процесс дизайна автомобиля осуществляется по выявленному специалистами актуальному функциональному решению, удовлетворяя потребность определенного сегмента рынка. Потребности рынка с течением времени изменяются, и требуются новые функциональные решения кузова ТС. Каждое функциональное решение реализуется в конструктивном и формальном решениях кузова, т. е. функциональное решение определяет проектную систему автомобиля.

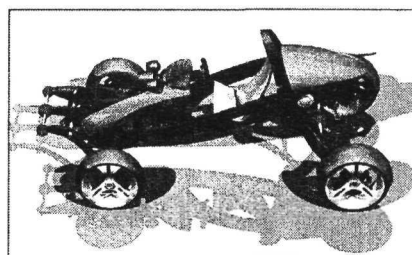
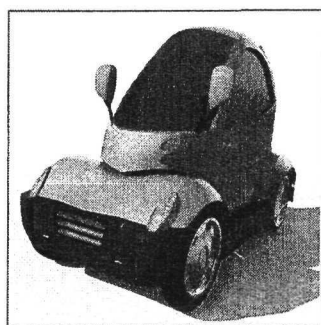
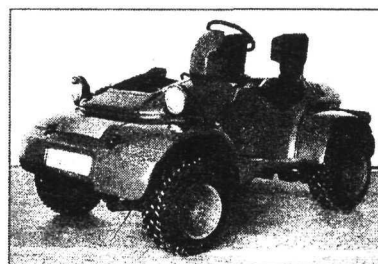
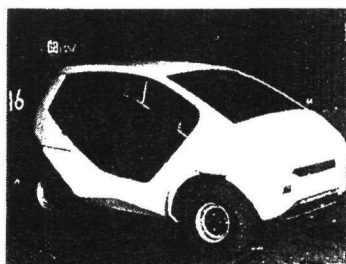
Выбор проектных параметров в дизайне малогабаритных микролитражных автомобилей рационально осуществлять на ранних стадиях создания ТС, когда легче вносить изменения в проектные решения. Правильность выбора проектных параметров обеспечивается конструкторским и технологическим уровнями современных существующих решений, производства, совершенством и обоснованностью применяемых методов, определяющих эксплуатационные свойства ТС.

При дизайн-проектировании новой модели малогабаритного микролитражного автомобиля

выбор конструктивного решения автомобиля должен основываться на регламентированных параметрах (табл. 1). Рациональное конструктивное решение кузова автомобиля заключается в его каркасном или каркасно-панельном исполнении, которое имеет преимущества над другими конструктивными решениями в аспектах обеспечения регламентированной ненагруженной массы ТС, ремонта, замены и производства кузовных элементов, учета требований жесткости в формообразовании внешней оболочки.

В условиях обострения конкуренции в области дизайна на автомобильном рынке и жестких временных ограничений при проведении проектных работ каркасное конструктивное решение кузова автомобиля обуславливает определенный подход к его формообразованию. Он связан с решением проблемы проектирования и производства сложных внешних форм кузова при одновременном обеспечении возможности быстрой смены его стилистового решения в соответствии с постоянно изменяющимися потребностями автомобильного рынка путем примитивных мер против морального старения выпускаемой продукции, что позволяет существенно сократить временные и материальные затраты на проектные работы.

Характер геометрических параметров стержневого каркаса позволяют дизайнеру посредством современных конечно-элементных расчет-



РМодели малогабаритных микролитражных автомобилей

ных пакетов уже на этапе дизайн-проектирования проводить оценочные прочностные расчеты [5]. При подготовке электронных геометрических моделей (ЭГМ) каркасной конструкции кузова ТС для прочностного анализа и объяснения результатов расчетов следует учитывать разработанные требования к общей геометрии электронной параметрической модели [6]. Корректная постановка начальных и граничных условий анализа позволяет получать искомые поля перемещений, напряжений и деформаций в малые временные сроки на этапе дизайна [5, 6].

На основе изложенных направлений разработки дизайна малогабаритных микролитражных автомобилей создан ряд моделей (см. рисунок), являющихся действующими экземплярами и проектными вариантами.

Определены национальные классы и категории для сегмента малогабаритных микролитражных автомобилей. Выявлены направления разработки дизайна малогабаритных микролитражных автомобилей по изложенному классифи-

катору: разработка индивидуальных городских ТС с альтернативными видами топлива; разработка конструктивного каркасного решения кузова (с учетом регламентируемого требования по ненагруженной массе) на основе оценочных прочностных расчетов с применением специализированных программных систем, позволяющих принимать научно-обоснованные решения относительно геометрических параметров формы ТС; разработка актуальных функционального и формального решений индивидуальных городских ТС с высокими потребительскими показателями для удовлетворения потребностей рынка. Для определения направлений разработаны классификатор малогабаритных микролитражных автомобилей и проектные системы для данного сегмента с учетом регламентированных требований. По классификатору определяются характеристики функционального, формального и конструктивного решения новой модели автомобиля. Выбранные характеристики будут определять исходные технологии формообразования и другие параметры кузова автомобиля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ившин К.С. Историческая типология формообразования малогабаритных механических транспортных средств // Вестник МГХПУ. 2009. № 1. С. 113–121.

2. Павловский Я. Автомобильные кузова / Пер. с пол. Г.В. Коршунова // М.: Машиностроение, 1977. 544 с., с ил.

3. Долматовский Ю.А. Основы конструирования автомобильных кузовов // 2-е изд., перераб. М.: ГНТИ Машгиз, 1962. 321 с.

4. Родионов В.Ф., Фиттерман Б.М. Проектирование легковых автомобилей // 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1980. 479 с., ил.

5. Ившин К.С., Зыков С.Н. Синтез эстетического и технического подходов при выборе геомет-

рических параметров формы кузова квадроцикла автомобильного типа // Дизайн. Материалы. Технология. 2007. № 2. С. 101–105.

6. Ившин К.С. Электронное геометрическое моделирование в дизайне промышленных изделий и транспортных средств // Дизайн. Материалы. Технология. 2009. № 1. С. 105–108.

УДК 621.879.3:534.8

С.А. Зеньков, Е.В. Курмашев

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ КОВШЕЙ ЭКСКАВАТОРОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ АДГЕЗИИ ГРУНТОВ

Опыт эксплуатации землеройных машин показывает, что при разработке влажных грунтов (особенно при отрицательной температуре) намерзание и налипание грунта на рабочие органы существенно снижают производительность машин. Это снижение происходит из-за уменьшения полезной вместимости ковшей за счет неполной выгрузки, увеличения лобового сопротивления при резании (копании) в результате прилипания влажного грунта к рабочему органу, роста сопротивления входа в ковш, увеличения простоев машин для очистки рабочих органов. Кроме того, растут энергетические потери из-за увеличения сил трения и снижается качество выполняемых работ. Сила трения при копании и планировке составляет 30–70 % от общего сопротивления копанию, а производительность снижается в 1,2–2 раза и более [1].

Известно влияние вибрации на адгезию грунта [2]. Магнитострикционные вибровозбудители, генерируя в стенке ковша акустическую и тепловую энергию, устраняют намерзание грунта на ковш. При вибротепловом воздействии появляется новый технологический эффект, заключающийся в том, что увеличивается диапазон влажности грунта, в котором эффективно применение землеройных машин, и резко снижаются силы трения. Для разрушения адгезионных связей при подогреве требуется меньшая вынуждающая сила вибратора. С другой стороны, вибрация ускоряет подогрев контактного слоя, что снижает затраты тепловой энергии.

Методика определения геометрических параметров магнитострикционного вибровозбудителя и криволинейных концентраторов включает: формирование ограничений; расчет геометрических параметров криволинейных концентраторов для ковшей экскаваторов с магнитострикционными вибровозбудителями; выбор параметров оборудования акустического воздействия; расчет потребной мощности оборудования; нахождение величины сил адгезии грунта к ковшам при заданных значениях внешних факторов; определение режима работы оборудования (частота включения, продолжительность воздействия).

Решение задачи по выбору геометрических параметров криволинейных концентраторов и вибровозбудителя проводится с учетом следующих ограничений [3]:

1. Для обеспечения устойчивого продольного резонанса вибровозбудителя соотношение размера поперечного сечения H_0 к длине стержня должно быть не менее 1:20.

2. Концентратор должен иметь плоскость симметрии.

3. Ось концентратора в свободном состоянии представляет собой дугу окружности радиуса r_0 и лежит в плоскости симметрии.

4. Толщина H концентратора в плоскости симметрии (рис. 1) значительно меньше радиуса кривизны ($H = 0, 2r_0$).

5. Поперечное сечение перемещается в результате деформации лишь в плоскости симметрии.