



ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 338.5

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОТ ОПТИМИЗАЦИИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ПОСРЕДСТВОМ ПРИМЕНЕНИЯ СОРСИНГОВОЙ КОМБИНАЦИИ

Канд. экон. наук **ФАРХУТДИНОВ И.И.**, д-р физ.-мат. наук **ИСАВНИН А.Г.**
Набережночелнинский институт К(П)ФУ

Рассмотрен сценарий повышения конкурентоспособности фирмы посредством применения сорсинговой комбинации, представляющей собой сочетание мульти-аутсорсинга и модели сорсингового манёвра "дозагрузка производственных площадей путём предоставления аутсорсинговых услуг". Предложены методики оценки целесообразности и экономического эффекта от применения рассматриваемой сорсинговой комбинации.

Ключевые слова: аутсорсинг, модель сорсингового манёвра, мульти-аутсорсинг, экономический эффект, сорсинговая комбинация, условно-постоянные затраты, условно-переменные затраты, чистая прибыль, себестоимость, точка безубыточности.

Farkhoutdinov I.I., Isavnin A.G. ECONOMIC EFFECT OF OPTIMIZING AN INDUSTRIAL ENTERPRISE THROUGH APPLICATION OF SOURCING'S COMBINATION

In this paper, the authors consider the scenario of increasing the competitiveness of the company through the use of sourcing's combination, which is a combination of multi-outsourcing and the model of sourcing's maneuver "additional loading of production areas by providing outsourcing services". Methods for evaluating the feasibility and economic effect of the application of the considered sourcing's combination are proposed.

Keywords: outsourcing, model of sourcing's maneuver, multi-outsourcing, economic effect, sourcing's combination, conditionally fixed costs, conditionally variable costs, net profit, cost, break-even point.

В научно-практической литературе сегодня представлено достаточно большое число инструментов оптимизации промышленных предприятий, в том числе основанных на реструктуризационных моделях сорсинга, среди которых, например, можно выделить классический для Российской Федерации аутсорсинг. Чаще всего он используется в качестве инструмента продажи неустраиваемых производств сторонним компаниям и перехода на закупки комплектующих изделий у постав-

щиков. В этом контексте реструктуризационный аутсорсинг характеризуется переходом промышленного предприятия от "производственной" стратегии к "предпринимательской"¹. Также не менее популярными в России являются гибридные

модели сорсинга, в частности, модели сорсингового манёвра, которые являются достаточно перспективным инструментом формирования производственных кластеров на базе крупных промышленных предприятий², и факторный косорсинг, который весьма часто встречается в обрабатывающей промышленности³. Тем не менее следует отметить, что не все подобного рода оптимизации приводят к существенному повышению эффективности деятельности фирмы, т.е. на практике применение реструктуризационных моделей сорсинга не всегда приносит ожидаемые позитивные изменения и, в первую очередь, это связано с тем, что большинство компаний не имеют даже элементарных методик оценки целесообразности и экономической эффективности проведения оптимизаций⁴. Также необходимо учитывать, что крупные рос-

² Farkhoutdinov I.I. Clustering of industry in a region by means of sourcing models application [Текст] / Farkhoutdinov I.I., Isavnin A.G. // Journal of Fundamental and Applied Sciences. — 2017. — No. 1S. — P. 1373—1386.

³ Фархутдинов И.И. Теоретические аспекты производственных форм сорсинга [Текст] / Фархутдинов И.И., Исавнин А.Г. // Экономический анализ: теория и практика. — 2019. — Т. 18, вып. 1. — С. 108—120.

⁴ Исавнин А.Г. Особенности применения производственного аутсорсинга на российском автомобилестроительном предприятии [Текст] / Исавнин А.Г., Фархутдинов И.И. // Germany, Saarbrücken, LAP LAMBERT. — 2013. — 188 p.

¹ Исавнин А.Г. Реструктуризация отечественных промышленных предприятий на основе аутсорсинга [Текст] / Исавнин А.Г., Фархутдинов И.И. // Предпринимательство. — 2015. — № 2. — С. 61—71.

сийские промышленные предприятия вынуждены использовать так называемые сорсинговые комбинации, которые представляют собой параллельное применение двух и более моделей сорсинга, а учитывая, что вопрос экономической оценки применения сорсинга остаётся открытым, так как даже в академической литературе он является дискуссионным, то нередко на практике модели сорсинга, используемые фирмами в рамках одной комбинации, являются противоречивыми по отношению друг к другу. В этой связи актуальным является исследование, направленное на изучение особенностей моделей сорсинга, поиск их возможных сочетаний и, на основе этого, создание надёжной методики оценки экономического эффекта от применения сорсинговой комбинации.

Целью настоящей работы является рассмотрение сценария оптимизации машиностроительного предприятия посредством применения сорсинговой комбинации и разработка методик оценки целесообразности и экономического эффекта от проведения данной оптимизации.

Модели сорсинга как инструменты оптимизации предприятия

Как было отмечено выше, применение моделей сорсинга с целью оптимизации деятельности компании является весьма популярным инструментом повышения конкурентоспособности фирмы. Однако в России преимущественно применяется реструктуризационный аутсорсинг. Например, за последние 20 лет такие крупные промышленные предприятия, как "Русал", "Группа ГАЗ", "ОМЗ", передали в аутсорсинг ряд своих подразделений [1]. Тем не менее по мере развития рыночной модели экономики и интеграции отечественных предприятий в мировую экономику и, как следствие, возникновения успешных прецедентов использования российскими компаниями других моделей сорсинга, в частности, опыт применения ПАО "КамАЗ" мульти-аутсорсинга и моделей сорсингового манёвра, сорсинговые инструменты оптимизации обогащаются новыми моделями, видами и разновидностями, многие из которых рекомендуются эконо-

мистами и подкрепляются авторским математическим аппаратом.

Говоря об аутсорсинге, помимо декомпозиции данной модели на сингл-аутсорсинг и мульти-аутсорсинг, академическая литература предлагает множество подходов к его классификации. Также следует отметить, что вообще вопрос о классификации остаётся открытым, так как каждое сорсинговое отношение уникально. Однако можно встретить классические критерии классификации. Например, одним из самых распространённых критериев являются "виды деятельности", по которым аутсорсинг классифицируется на: производственный, ИТ-аутсорсинг, аутсорсинг персонала, бухгалтерский, логистический и др.

В настоящей работе будет рассмотрен производственный аутсорсинг, в частности, его разновидность — *реструктуризационный производственный мульти-аутсорсинг*.

Говоря о моделях сорсингового манёвра, следует отметить, что совместно с косорсингом они объединяются в единую группу, именуемую как гибридные модели сорсинга. Среди моделей сорсингового манёвра, связанных с реструктуризацией производственных площадей крупных промышленных предприятий, можно выделить следующие модели: локализация компонентов продукции совместного предприятия⁵; создание совместного предприятия на базе дочернего общества⁶; локализация компонентов продукции стороннего поставщика⁷;

⁵ Фархутдинов И.И. Реструктуризация промышленных предприятий на основе сорсингового манёвра [Электронный ресурс] / Фархутдинов И.И. // Электронный журнал «Социально-экономические и технические системы». — 2013. — № 1. — Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_21360399_16336038.pdf

⁶ Исавнин А.Г. Особенности применения производственного аутсорсинга на российском автомобилестроительном предприятии [Текст] / Исавнин А.Г., Фархутдинов И.И. // Germany, Saarbrücken, LAP LAMBERT. — 2013. — 188 p.

⁷ Исавнин А.Г. Некоторые модели сорсингового манёвра [Текст] / Исавнин А.Г., Фархутдинов И.И. // Материалы международной научно-практической конференции "Predni vedecke novinky-2012 (Передовые научные разработки-2012)", 27 августа—05 сентября 2012, Прага, Чехия. — Т. 3. — С. 7—10.



Рис. 1. Мульти-аутсорсинг

дозагрузка производственных площадей путём предоставления аутсорсинговых услуг⁸ и другие модели.

В настоящей работе с целью оптимизации предприятия будет рассмотрена модель "дозагрузка производственных площадей путём предоставления аутсорсинговых услуг".

Краткая характеристика мульти-аутсорсинга

Аутсорсинг, в зависимости от взаимодействия заказчика с конкретным числом поставщиков по вопросу поставок некоторого комплектующего изделия, декомпозируется на сингл-аутсорсинг, когда взаимоотношение можно охарактеризовать на "один к одному", и мульти-аутсорсинг, который подразумевает поставки определённого компонента продукта заказчику от нескольких поставщиков параллельно. На рис. 1 визуально продемонстрирована данная модель сорсинга. Здесь для примера показаны три поставщика, но в рамках мульти-аутсорсинга аутсорси может взаимодействовать с любым числом аутсорсеров (от 2 и более).

Мульти-аутсорсинг — одна из мер по снижению рисков аутсор-

⁸ Исавнин А.Г. Некоторые модели сорсингового манёвра [Текст] / Исавнин А.Г., Фархутдинов И.И. // Материалы международной научно-практической конференции «Predni vedecke novinky-2012 (Передовые научные разработки-2012)», 27 августа—05 сентября 2012, Прага, Чехия. — Т. 3. — С. 7—10.

синга, связанных с неподконтрольным повышением цен по покупные комплектующие изделия, вызванное монопольным положением поставщика на рынке. При мульти-аутсорсинге заказчик создаёт конкурентную среду среди аутсорсеров, которая мотивирует компании поставлять конкурентоспособную и качественную продукцию по относительно приемлемым ценам. Также преимуществом мульти-аутсорсинга является консолидация производственных мощностей аутсорсеров, которая гарантирует заказчику бесперебойную поставку компонентов.

Мульти-аутсорсинг широко применяется американскими автопроизводителями, в частности, производитель грузовых автомобилей "Петербилт" применяет трансмиссию от трёх различных поставщиков — "Паккар", "Мтон" и "Аллисон"⁹. В табл. 1 приведены другие примеры применения мульти-аутсорсинга американскими автопроизводителями.

Краткая характеристика модели сорсингового манёвра

Модель сорсингового манёвра "дозагрузка производственных площадей путём предоставления аутсорсинговых услуг" — перспективный инструмент оптимизации условно-постоянных затрат предприятия, так как, учитывая, что в настоящий момент производственные мощности промышленных предприятий России остаются незагруженными более чем на 40 % [2], содержание не востребуемых площадей генерирует убытки. Поэтому максимальное использование производственных мощностей позволит не только ликвидировать убытки, но и извлечь дополнительную прибыль¹⁰. Визуальная интерпретация рассматриваемой модели представлена на рис. 2.

⁹ Peterbilt Motors Company: американская автомобильная компания [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.peterbilt.com/trucks/vocational/model-520/options-specs>

¹⁰ Farkhoutdinov I.I. Sourcing Maneuver as a Tool to Improve the Corporate Financial Position [Text] / Farkhoutdinov I.I., Isavnin A.G. // Журнал «Дайджест-Финансы». Т. 22, вып. 3, сентябрь 2017.

Компания	Модель автомобиля	Компонент	Поставщик
"Фрейтлайтер Тракс"	"Каскадия"	Двигатель	"Детройт Дизель"
			"Камминз"
	122SD	Мосты	"Меритор"
			"Детройт Дизель"
	M2 112	Трансмиссия	"Итон"
			"Аллисон"
"Интернешнл Тракс"	"Лоунстар"	Задний мост	"Меритор"
			"Дана Лимитед"
		Передний мост	"Меритор"
			"Дана Лимитед"
	"Простар"	Двигатель	"Хендрикссон"
			"Камминз"
"Мак Тракс"	"Мак Антем"	Трансмиссия	"Навистар"
			"Итон"
			"Аллисон"

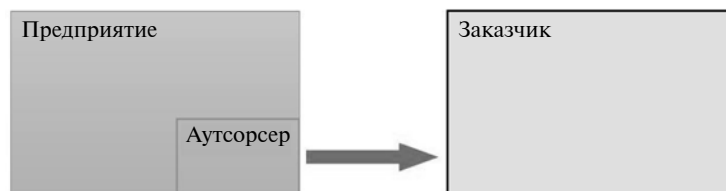


Рис. 2. Модель "дозагрузка производственных площадей путём предоставления аутсорсинговых услуг"

Примером применения данной модели является опыт автомобилестроительного предприятия ПАО "КамАЗ", в частности, одно из структурных подразделений автогиганта, именуемое как "КамАЗ-Металлургия", дозагрузило собственные производственные мощности заказами ПАО "Автодизель"¹¹, ОАО "РЖД" и других российских автомобилестроительных, нефте- и газодобывающих и сельскохозяйственных компаний [3].

Сорсинговая комбинация

На основе мульти-аутсорсинга и модели сорсингового манёвра "дозагрузка производственных площадей путём предоставления аутсорсинговых услуг" сформируем сорсинговую комбинацию, визуальная ин-

¹¹ На кузнечном заводе КамАЗа освоены коленвалы для ЯМЗ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.kamaz.ru/press/releases/na_kuznechnom_zavode_kamaz_a_osvoeny_kolenvaly_dlya_yamz/

терпретация которой представлена на рис. 3.

Целью создания данной сорсинговой комбинации является консолидация основных эффектов от применения мульти-аутсорсинга и модели сорсингового манёвра, в частности, снижение закупочных цен на поставляемые изделия и ликвидация убытков, вызванных содержанием неиспользуемых производственных мощностей, а также извлечение дополнительной прибыли за счёт сторонних заказов. Грамотное применение предложенной комбинации ощутимо усиливает финансовую устойчивость предприятия, поэтому необходимо конкретизировать те показатели, которые, с одной стороны, характеризуют конкурентоспособность компании, а с другой — наглядно демонстрируют те эффекты и преимущества, которые сорсинговая комбинация приносит фирме. В данном случае можно выделить три основных показателя: снижение переменных затрат, сни-

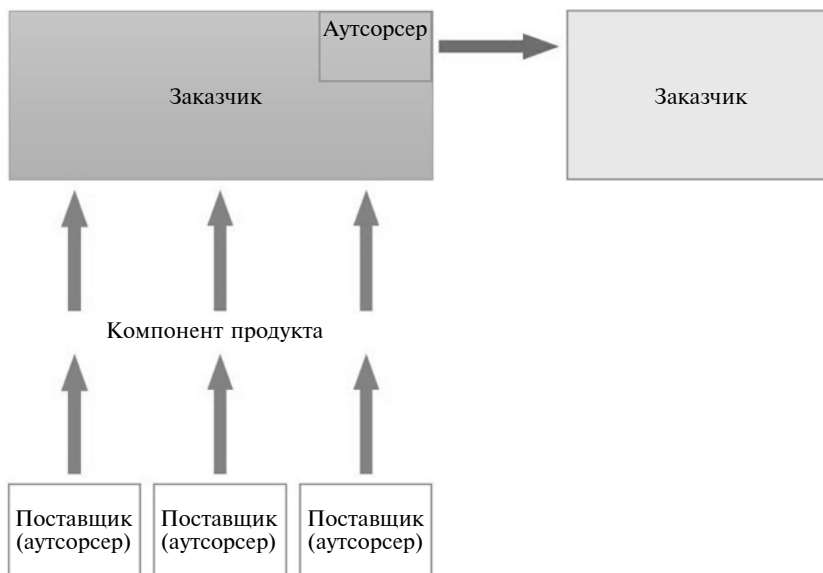


Рис. 3. Схема сорсинговой комбинации

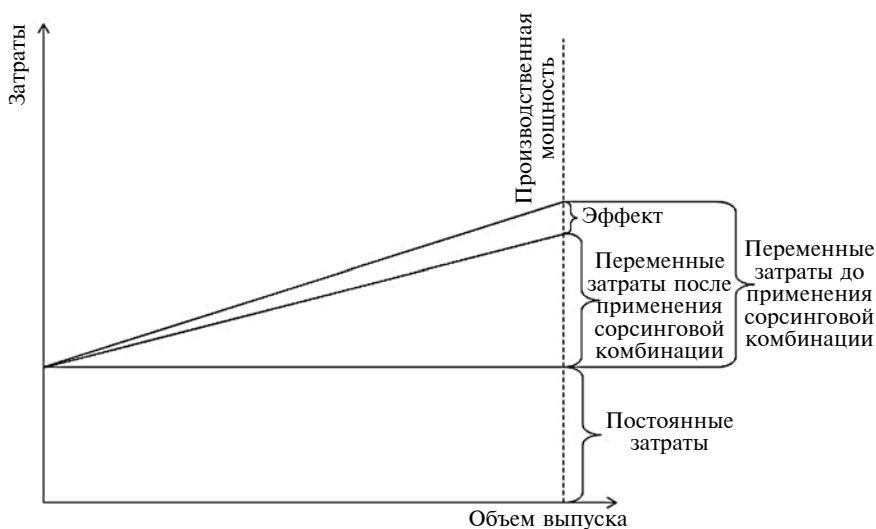


Рис. 4. Снижение переменных затрат при применении сорсинговой комбинации

жение доли бесполезных затрат в постоянных издержках и увеличение чистой прибыли. Далее детально рассмотрим каждый из этих показателей.

Снижение переменных затрат

Как было отмечено выше, применение заказчиком мульти-аутсорсинга является одной из эффективных мер по снижению риска, вызванного монопольным положением аутсорси. Конечно, с одной стороны, построение стратегических взаимоотношений с одним единственным поставщиком позволяет заключить долгосрочный контракт на поставку по относительно привле-

кательному технико-коммерческому предложению аутсорсера, так как в данном случае снижаются постоянные и инвестиционные затраты на единицу поставляемой продукции и снижается или вовсе обнуляется рискованная надбавка. Однако, с другой стороны, практика показывает, что недобросовестность поставщика, вызванная его монопольным положением, проявляется весьма часто, например, печальным опытом применения сингл-аутсорсинга является опыт автомобилестроительного предприятия ПАО "КамАЗ", который закупал топливную аппаратуру у компании ЯЗДА по завышенным ценам и только после по-

явления альтернативного поставщика удалось ощутимо снизить закупочные цены [4].

Конкурентная среда, сформированная применением мульти-аутсорсинга, подталкивает производителей комплектующих изделий оптимизировать собственные производства, находить источники экономии, применять современные инструменты управленческого и бухгалтерского учёта и повышать конкурентоспособность поставляемой заказчику продукции. Снижение переменных затрат при применении заказчиком мульти-аутсорсинга как составной части предлагаемой сорсинговой комбинации представлено на рис. 4.

Формирование конкурентной среды и конкурентной процедуры отбора поставщиков, максимальная прозрачность закупочной деятельности являются ключевой идеей системы закупок, действующей на автомобилестроительном предприятии ПАО "КамАЗ" с 2012 г. За шесть лет существования на автогиганте данной системы удалось снизить затраты на закупки товарно-материальных ценностей более чем на 17 млрд руб.¹²

Снижение доли бесполезных затрат в постоянных издержках

Одной из основных причин низкой эффективности деятельности крупных российских промышленных предприятий является высокая доля бесполезных (холостых) затрат в постоянных издержках. В связи с тем, что производственные мощности остаются незагруженными, в частности, как было отмечено выше, загрузка в настоящий момент составляет чуть более 55 %, себестоимость выпускаемой продукции остаётся неприемлемо высокой и зачастую превышающей цены реализации. Такое положение дел подталкивало предприятия либо применять реструктуризационный аутсорсинг, т.е. продавать невостребованные производства, либо загружать

¹² Сергей Когогин: Мы стремимся к созданию долгосрочных отношений с поставщиками [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://zakupki-digital.ru/intervju/sergej-kogogin-my-stremimsja-k-sozdani/>

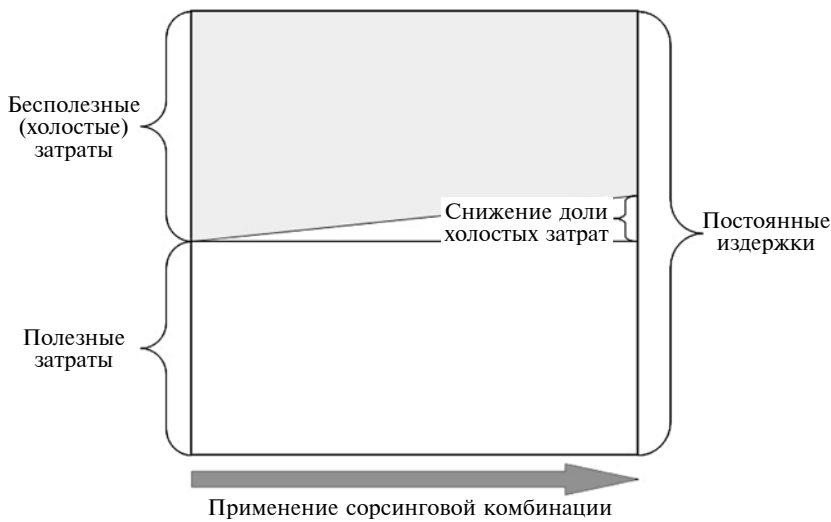


Рис. 5. Снижение доли бесполезных затрат в постоянных издержках при применении сорсинговой комбинации

мощности, например, производством продуктов диверсификации, т.е. применять модель сорсингового манёвра "дозагрузка производственных площадей путём предоставления аутсорсинговых услуг". Поэтому применение данной модели сорсингового манёвра как составной части сорсинговой комбинации позволит увеличить загрузку производственных мощностей и, как следствие, снизить долю бесполезных (холостых) затрат в постоянных издержках предприятия (рис. 5).

Примером позитивного применения модели сорсингового манёвра "дозагрузка производственных площадей путём предоставления аутсорсинговых услуг" является снижение затрат ПАО "КамАЗ", в частности, в 2016 г. затраты были снижены на 7,9 млрд руб, а в 2017 году — на 4,2 млрд руб. Такое снижение было достигнуто, в том числе, за счёт повышения маржинальной рентабельности продукции диверсификации¹³.

Увеличение чистой прибыли

Очевидно, что применение предлагаемой сорсинговой комбинации за счёт модели сорсингового манёвра помимо увеличения полезной составляющей в постоянных издерж-

ках позволяет предприятию сгенерировать дополнительную чистую прибыль (рис. 6).

Детально рассмотрев каждый из показателей, предложим следующие подходы к оценке экономического эффекта от применения предложенной сорсинговой комбинации. Это две методики: первая основана на консолидации рассмотренных выше эффектов посредством интегрального исчисления, вторая — на оценке изменения уровня безубыточности предприятия при применении сорсинговой комбинации.

Оценка экономического эффекта

Рассмотрим первую методику. На рис. 7 схематически изображены эффекты от применения сорсинго-

вой комбинации. Здесь: $y = f_1(x)$ — функция чистой прибыли профильной продукции на интервале от 0 до x_2 ; $y = f_2(x)$ — функция чистой прибыли вновь производимой в рамках сорсинговой комбинации продукции на интервале от 0 до x_1 ; $y = f_3(x)$ — функция переменных затрат профильной продукции до применения сорсинговой комбинации на интервале от 0 до x_2 ; $y = f_4(x)$ — функция переменных затрат профильной продукции после применения сорсинговой комбинации на интервале от 0 до x_2 ; $y = f_5(x)$ — функция полезных затрат после применения сорсинговой комбинации на интервале от 0 до x_1 ; $y = f_6(x)$ — функция полезных затрат до применения сорсинговой комбинации на интервале от 0 до x_2 .

Оценка экономического эффекта осуществляется с помощью выражения

$$\begin{cases} E_1 = \int_0^{x_1} (f_2(x) - f_1(x)) dx; \\ E_2 = \int_0^{x_2} (f_3(x) - f_4(x)) dx; \\ E_3 = \int_0^{x_1} (f_5(x) - f_6(x)) dx, \end{cases}$$

где E_1 — увеличение чистой прибыли за счёт применения сорсинговой комбинации; E_2 — снижение переменных затрат за счёт применения сорсинговой комбинации; E_3 — снижение доли бесполезных затрат в

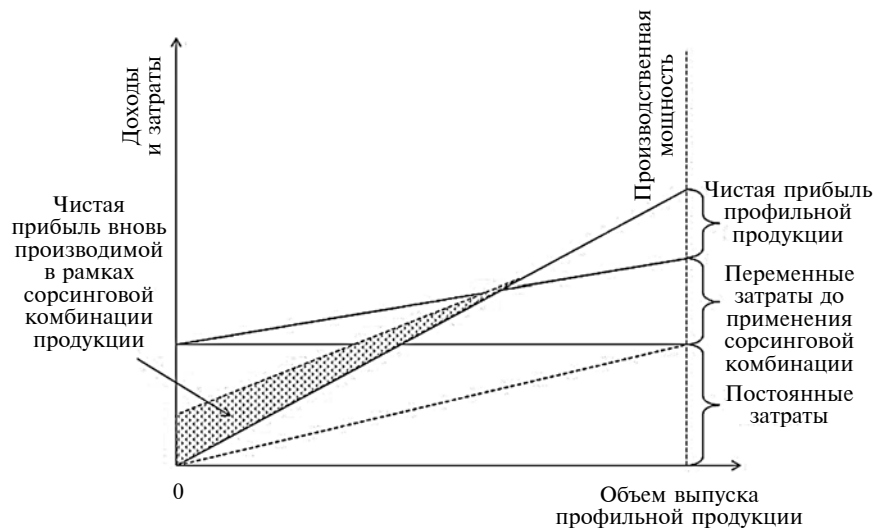


Рис. 6. Увеличение чистой прибыли при применении сорсинговой комбинации

¹³ Бизнес-план ПАО «КамАЗ» на 2018 год. Режим доступа: <https://kamaz.ru/upload/iblock/604/604a465fa58157abe6ed58f6eff0c131.PDF>

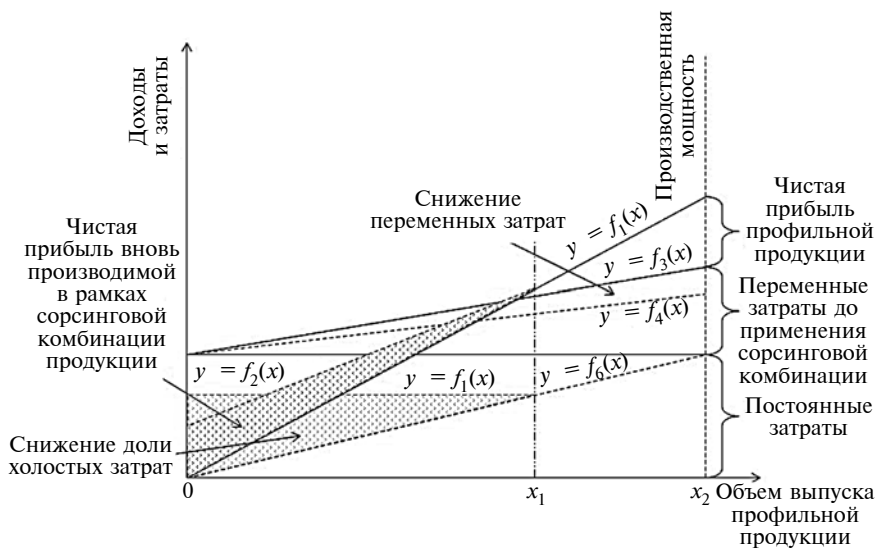


Рис. 7. Эффекты от применения сорсинговой комбинации

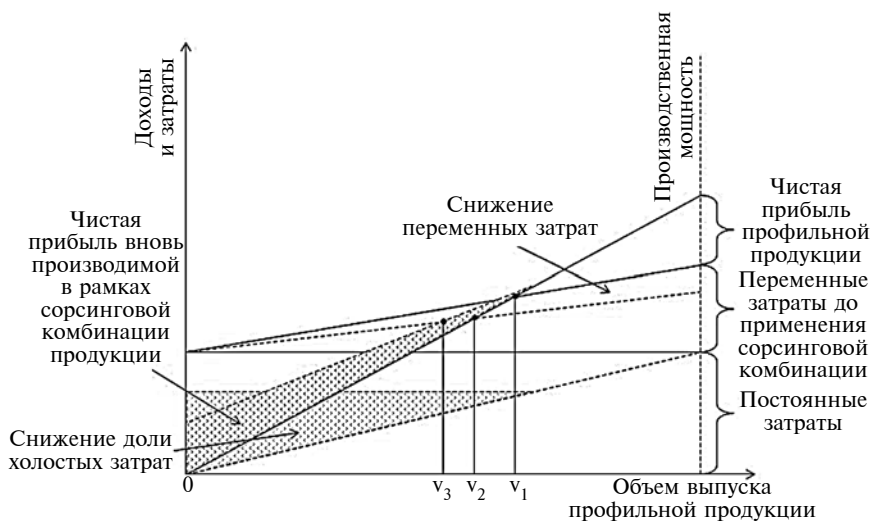


Рис. 8. Изменение уровня безубыточности предприятия при применении сорсинговой комбинации

постоянных издержках за счёт применения сорсинговой комбинации; x_1 — объём выпуска профильной продукции, выше которого невозможно применение модели сорсингового манёвра "дозагрузка производственных площадей путём предоставления аутсорсинговых услуг"; x_2 — производственная мощность предприятия.

Вторая методика. Изменение положения точки безубыточности при применении сорсинговой комбинации схематически изображено на рис. 8. Здесь: v_1 — уровень безубыточности предприятия до применения сорсинговой комбинации; v_2 — уровень безубыточности предприятия после применения мультиаутсорсинга в рамках сорсинговой

комбинации; v_3 — уровень безубыточности предприятия после применения сорсинговой комбинации.

Экономический эффект оценивается выражением $E_4 = v_1 - v_3$, где E_4 — снижение уровня безубыточности предприятия за счёт применения сорсинговой комбинации.

При построении методик приняты следующие немаловажные допущения: издержки предприятия чётко поделены на переменные и постоянные; объём постоянных затрат предприятия является достаточным для применения модели сорсингового манёвра, т.е. при применении сорсинговой комбинации не происходит увеличение данных затрат; переменные затраты непрофильной продукции не рассматриваются;

объём постоянных затрат предприятия является константой; рассмотрен один из возможных сценариев дозагрузки производственных мощностей; представленные на рис. 7 графические образы функций являются примерными.

Рассмотренная в настоящей работе сорсинговая комбинация, представляющая собой сочетание двух моделей сорсинга, может дополняться другими моделями сорсинга. Соответственно, такая сорсинговая комбинация будет иметь более сложную структуру и приносить фирме большие выгоды и преимущества, которые, безусловно, должны быть включены в соответствующие выражения.

Предложенные методики также могут быть использованы для оценки целесообразности применения сорсинговой комбинации, в частности, если говорить о первой методике, то положительное решение в пользу применения данного инструмента оптимизации принимается в случае выполнения следующего условия:

$$\begin{cases} E_1 \geq a; \\ E_2 \geq b; \\ E_3 \geq c, \end{cases}$$

где a — целевое значение увеличения чистой прибыли за счёт применения сорсинговой комбинации; b — целевое значение снижения переменных затрат за счёт применения сорсинговой комбинации; c — целевое значение снижения доли бесполезных затрат в постоянных издержках за счёт применения сорсинговой комбинации.

Если говорить о второй методике, то для оценки целесообразности применения сорсинговой комбинации можно воспользоваться выражением $E_4 \geq d$, где d — целевое значение снижения уровня безубыточности предприятия за счёт применения сорсинговой комбинации. Значения показателей a , b , c и d для обоих методик определяются на каждом предприятии индивидуально.

Также, говоря о целесообразности, следует отметить, что предприятие может сформировать несколько возможных вариантов сорсинговых комбинаций и, оценив потенциальные экономические эффекты

от каждой комбинации, выбрать наиболее целесообразный вариант. В данном случае необходимо обратить внимание на следующие моменты: число сочетаемых моделей сорсинга в рамках одной комбинации; число извлекаемых эффектов от каждой применяемой в рамках комбинации модели сорсинга; возможность гибкой и оперативной замены одной модели сорсинга на другую (в рамках комбинации).

Литература

1. Рыбина С.И. Применение аутсорсинга для повышения эффективности деятельности предприятия: зарубежный опыт, российская практика // Молодёжь и наука: Сборник материалов VIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, посвященной 155-летию со дня рождения К.Э. Циолковского. — Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2012.
2. Глазьев С.Ю. России нужно делать ставку на нефтехимию [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://realnoevremya.ru/ar-](https://realnoevremya.ru/articles/172908-sergey-glazev-o-mirovom-ekonomicheskom-krizise)

cles/172908-sergey-glazev-o-mirovom-ekonomicheskom-krizise

3. Лобада М. КАМАЗ-Металлургия: модернизация идёт, потенциал есть [Электронный ресурс] / Лобада М. // Журнал "Металлоснабжение и сбыт". — 2012. Режим доступа: <http://www.kamaz.ru/upload/iblock/1ae/1aefb9bfc2cd4e70175452e2e6006f59.pdf>
4. Виньков А. Хочешь стать сильным — будь глобальным [Электронный ресурс] / Виньков А., Краснова В., Сиваков Д. // Электронный журнал "Эксперт", 2011. — № 2(736). Режим доступа: <http://expert.ru/expert/2011/02/hochesh-stat-silnyim-bud-globalnyim/>

УДК 338.242

УТИЛИЗАЦИОННЫЙ СБОР КАК ЭЛЕМЕНТ СТОИМОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Канд. экон. наук **ЧИРИКАНОВА Е.А.**
МАДИ (ГТУ) (499. 155-07-90)

Приведён анализ изменения коэффициентов, применяющихся для расчёта утилизационного сбора. Рассматривается тенденция, сложившаяся в структуре парка легковых автотранспортных средств за последнее десятилетие. Проанализирована структура и динамика изменения утилизационного сбора.

Ключевые слова: утилизационный сбор, автотранспортные средства, рынок, производитель, экономика, тенденции.

Chirikanova E.A.

DISPOSAL COLLECTION AS AN ELEMENT OF COST MOTOR VEHICLESTRENDS OF UTILIZATION CHANGES

The article analyzes the changes in the coefficients used to calculate the utilization fee. The tendency that has developed in the structure of the passenger vehicle fleet over the past decade is considered. The article analyzes the structure and dynamics of changes in the utilization fee.

Keywords: recycling fee, vehicles, market, manufacturer, economics, trends.

С 2010 года в России использовались различные механизмы, стимулирующие продажи новых автотранспортных средств как физическим, так и юридическим лицам. Начавшийся процесс снижения объёмов продаж АТС, наблюдавшийся с 2014 г., продолжается до настоящего времени. Это ведёт к увеличению возраста легкового и грузового парка подвижного состава. По данным аналитического агентства "Автостат" парк легковых автомобилей в 2013 г. состоял на 44,7 % из автомобилей со средним сроком эксплуатации более 10 лет, в 2015 г. этот показатель был уже 46,9 % [1, 2]. По состоянию на 01.01.2019 в России было зарегистрировано 43,53 млн ед. легковых автомобилей, из них 58,3 % со сроком эксплуатации более 10 лет. В 2020 г. ситуация не изменилась, более половины парка легковых автомобилей (25,8 млн ед.) выпущены до 2011 г.,

т.е. срок их эксплуатации более 10 лет [3, 4].

Меры государственной поддержки продаж автомобилей не дают эффекта снижения возрастной структуры парка, хотя без них ситуация была бы ещё более критичной. По данным Ассоциации европейского

бизнеса (АЕВ) объём продаж новых легковых автотранспортных средств в 2020 году имеет небольшое расхождение с объёмами продаж 2015 года и составил 1,598 млн ед. (рис. 1) [5, 6]. Наибольшие объёмы продаж были достигнуты в 2012 году — 2,935 млн ед. Если в 2010 г. объёмы продаж легковых автомобилей составляли 1,911 млн ед. и наблюдалась тенденция роста в течение двух лет, то с 2012 года ситуация значительно изменилась. Объём продаж в 2020 году по сравнению с 2012 годом снизился на 45,5 %.

В 2020 г. было реализовано 1,598 млн руб., что на 9,2 % меньше по сравнению с предыдущим годом. В 2012 г. был введён утилизационный сбор, он должен был запустить механизм развития инфраструктуры утилизации транспортных средств. Введена уплата утилизационного сбора, который зависит не только от вида транспортного средства, срока его эксплуатации, но и от объёма двигателя [7, 8]. Согласно Постановлению от 28.07.2012 г. № 128-ФЗ "О внесении изменений в Федераль-



Объём продаж новых легковых автотранспортных средств в России в период с 2010 по 2020 г.

Таблица 1

Автотранспортные средства	Коэффициент для транспортных средств со сроком эксплуатации до трёх лет			Темп прироста
	до 01.04.2018	с 01.04.2018	с 01.01.2020	
<i>Легковые — АТС категории М1, в том числе повышенной проходимости категории G, а также специальные и специализированные указанной категории (базовая ставка 20 тыс. р.)</i>				
Ввозимые физическими лицами для личного пользования (не зависит от объёма двигателя)	0,17	0,17	0,1	-42,2%
С электродвигателями (исключение: транспортные средства с гибридной силовой установкой)	1,42	1,63	1,63	0%
<i>АТС с двигателями рабочим объёмом</i>				
Не более 1000 куб. см	1,42	1,65	2,41	+46%
От 1000 до 2000 куб. см	2,21	4,2	8,42	+100,5%
От 2001 до 3000 куб. см	4,22	6,3	14,08	+123,5%
От 3001 до 3500 куб. см	5,73	5,73	12,98	+126,5%
Более 3500 куб. см	9,08	9,08	22,25	+145,0%
<i>Коммерческие грузовые и пассажирские категорий N1, N2, N3, в том числе повышенной проходимости категории G, а также специализированные указанных категорий (базовая ставка 150 тыс. р.)</i>				
Полной массой не более 2,5 т	0,83	0,95	1,19	+25,3%
Полной массой от 2,5, но не более 3,5 т	1,32	2,0	2,0	0%
Полной массой от 3,5, но не более 5 т	1,65	1,9	2,0	+5,3%
Полной массой от 5, но не более 8 т	1,82	2,09	2,09	0%
Полной массой от 8, но не более 12 т	2,21	2,54	2,92	+15,0%
Полной массой от 12, но не более 20 т*	2,43	2,79	3,31	+19,6%
Седельные тягачи полной массой свыше 12 т, но не более 20 т	—	—	5,67	—
Автосамосвалы с полной массой от 12, но не более 20 т	2,43	2,79	2,79	0%
Автофургоны, включая рефрижераторы, полной массой от 12, но не более 20 т	2,43	2,79	3,38	+21,1%
Полной массой от 20 т, но не более 50 т*	4,79	5,5	6,68	+21,5%
Седельные тягачи полной массой свыше 20, но не более 50 т	—	—	6,68	—
Автосамосвалы с полной массой от 20, но не более 50 т	4,79	5,5	6,3	14,5%
Автофургоны, включая рефрижераторы, полной массой от 20, но не более 50 т	4,79	5,5	5,5	0%
<i>Специальные и специализированные (базовая ставка 150 000 рублей)</i>				
Специального назначения, кроме автобетоносмесителей	1,65	1,9	1,9	0%
Автобетоносмесители	4,95	5,69	5,69	0%
<i>Категорий М2, М3, в том числе повышенной проходимости категории G, а также специализированные указанных категорий (базовая ставка 150 тыс.р.)</i>				
С двигателями рабочим объёмом двигателя не более 2500 см ³	0,99	1,14	1,43	+25,4%
С электродвигателями, за исключением транспортных средств с гибридной силовой установкой	0,99	1,14	1,14	0%
С двигателями объёмом свыше 2500 см ³ , но не более 5000 куб. см	1,98	2,28	2,28	0%
С двигателями объёмом свыше 5000 см ³ , но не более 10 000 см ³	2,64	3,04	3,94	+29,6%
Транспортные средства с объёмом двигателя свыше 10 000 см ³	3,30	3,8	6,6	+73,7%
<i>Прицепы и полуприцепы, выпущенные на территории России, категория О (базовая ставка 150 тыс. р.)</i>				
Прицепы	—	0,5	0,64	—
Полуприцепы	—	0,5	0,64	—
Прицепы с центральной осью	—	0,5	0,64	—
<i>Шасси колёсных транспортных средств категорий N1, N2, N3, М2, М3 (базовая ставка 150 тыс.р.)</i>				
Категории N1 полной массой до 3,5 т	1,32	1,52	2	0%
Категории N2 полной массой от 3,5 до 5 т	1,65	1,9	2	0%
Категории N2 полной массой от 5 до 8 т	1,82	2,09	2,09	0%
Категории N2 полной массой от 8 до 12 т	2,21	2,54	2,92	+15,0%
Категории N3 полной массой от 12 до 20 т	2,43	2,79	3,31	+18,6%
Категории N3 полной массой от 20 до 50 т	4,79	5,5	6,68	+21,5%
Категории М2 полной массой не более 5 т	2,64	3,04	3,04	0%
Категории М3 полной массой более 5 т	3,30	3,8	3,8	0%
* Размер утилизационного сбора, подлежащего уплате в отношении колёсных транспортных средств (шасси) и прицепов к ним, на которые выдаётся новый паспорт транспортного средства или оформляется новый электронный паспорт, которые изготовлены (достроены) на базе колёсных транспортных средств (шасси) или прицепов к ним, в отношении которых ранее был уплачен утилизационный сбор, определяется как разница между суммой утилизационного сбора, подлежащей уплате в отношении таких колёсных транспортных средств и прицепов к ним, и суммой утилизационного сбора, ранее уплаченной в отношении колёсных транспортных средств (шасси) или прицепов к ним, на базе которых была осуществлена достройка. Утилизационный сбор в отношении колёсных транспортных средств (шасси) и прицепов к ним, ввезённых на таможенную территорию Российской Федерации и помещённых под таможенный режим временного ввоза не взимается.				

ный закон "Об отходах производства и потребления" и статью 51 Бюджетного кодекса Российской Федерации" с 01.09.2012 для всех автотранспортных средств (ввезённых или произведённых после 01.09.2012). Согласно постановлению, лицами, которые обязаны оплачивать утилизационный сбор, являются: осуществляющие ввоз транспортных средств в Россию; осуществляющие производство транспортных средств на территории России; лица, которые приобрели транспортные средства на территории России у лиц, не уплачивающих утилизационный сбор или не уплативших его. Впоследствии, в 2016 году были внесены поправки в Федеральный закон "Об отходах производства и потребления", внесённые Федеральным законом № 392-ФЗ от 29.12.2015, в соответствии с которыми утилизационный сбор уплачивается не только за каждое колёсное транспортное средство (шасси), но и за каждую самоходную машину, каждый прицеп к ним. При этом перечень транспортных средств значительно расширился, произошло изменение не только перечня транспортных средств, но и коэффициентов для расчёта утилизационного сбора [9]. Постановление Правительства РФ от 06.02.2016 № 81 утвердило величину утилизационного сбора и правила взимания в отношении самоходных транспортных средств, которыми пополнился перечень с 2016 года. Внесённые изменения должны были снизить импорт самоходной техники, как новой, так и подержанной, и поддерживать отечественных производителей аналогичных транспортных средств. Уплата утилизационного сбора на импортные транспортные средства производится при пересечении границы, о чём ставится отметка в паспорте транспортного средства [10]. В случае, если транспортное средство произведено на территории России, утилизационный сбор уплачивается производителем. С 01.01.2014 производитель в соответствии с законом № 278-ФЗ от 21.10.2013 "О внесении изменения в статью 24.1 Федерального закона "Об отходах производства и потребления" должен оплатить сумму сбора и проставить отметку о его уплате в паспорте транспортного

средства, до этого времени у него был выбор: оплатить сбор или дать гарантии о последующей утилизации транспортного средства, но этот выбор ставил его в более приоритетные условия перед другими участниками ВТО и он был отменён. Без отметки об оплате утилизационного сбора органы регистрации транспортных средств не ставят его на учёт [11, 12].

Следующее изменение в регулировании утилизационного сбора произошло в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 15.11.2019 № 1457 Постановление Правительства РФ от 15.11.2019 № 1457 "О внесении изменений в перечень видов и категорий колёсных транспортных средств (шасси) и прицепов к ним, в отношении которых уплачивается утилизационный сбор, а также размеров утилизационного сбора". Базовая ставка утилизационного сбора на легковые автомобили установленная в 2012 г. не изменилась до настоящего времени и составляет 20 тыс. р., на остальные транспортные средства 150 тыс. р., на спецтехнику (автогрейдеры и планировщики, бульдозеры, экскаваторы и др.) 172 500 р. В 2016 и 2018 гг. изменение коэффициентов для расчёта утилизационного сбора произошло для большинства категорий новых транспортных средств [12, 13]. Коэффициенты увеличились на 65 % и более. Рассмотрим изменение коэффициентов для расчёта утилизационного сбора на новые транспортные средства (табл. 1).

Увеличение коэффициентов произошло во многих категориях транспортных средств, наибольшее изменение произошло в категории легковых автотранспортных средств: от 46 % на объём двигателя до 1,0 л до 145 % на объём двигателя свыше

3,5 л. Необходимо отметить, что значительное повышение коэффициентов произошло, как и в 2018 году, в категории автотранспортных средств, пользующихся наибольшим спросом [14, 15]. Это относится к легковым автотранспортным средствам с объёмом двигателя от 1,0 до 2,0 л. В 2018 году повышение коэффициента на эту категорию было на 90 % в 2020 г. на 100,5 % и от 2,0 до 3,0 л в 2018 году повышение коэффициента было на 49,3 % в 2020 г. на 123,5 %.

Если рассматривать изменение в стоимостном выражении, то прирост суммы утилизационного сбора на категорию от 1001 до 2000 куб. см составил 84 400 руб., а на категорию от 2001 до 3000 куб. см 155 000 руб. (табл. 2). Учитывая сложившуюся экономическую обстановку, прибавка к стоимости автотранспортного средства дополнительной суммы утилизационного сбора, не повышает спрос при падающих доходах населения и снижении покупательской способности. По данным "Автостата" средневзвешенная цена, которая рассчитывается на основе цен дистрибьюторов и объёмов продаж по каждой модели, с 2014 года до 2020 года возросла на 67 %. При сопоставлении с изменением курса валют, получается, что темп роста цен на автотранспортные средства значительно ниже темпа роста валют. Что говорит о потенциале роста цен в будущем.

Обновление парка автотранспортных средств возможно только при возрастании покупательской способности и механизмов поддержки со стороны государства производителей и покупателей в условиях нестабильной экономики. Утилизационный сбор должен идти на развитие авторециклинга в стране. Опыт зарубежных стран показывает, что сис-

Таблица 2

Рабочий объём двигателя	Сумма утилизационного сбора, р.		
	с 2018 г.	с 2020 г.	Прирост
Не более 1000 см ³	33 000	48 200	15 200
От 1001 до 2000 см ³	84 000	168 400	84 400
От 2001 до 3000 см ³	126 000	281 600	155 000
От 3001 до 3500 см ³	114 600	259 600	145 000
Более 3500 см ³	181 600	445 000	263 400

тема авторециклинга при реализации принципов государственно-частного партнёрства через 7—10 лет может стать самокупаемой и экологически безопасной.

Литература

1. Сайт аналитического агентства "Автостат" [Электронный ресурс] URL: <https://www.autostat.ru/> (дата обращения: 05.03.2021).
2. Терентьев А.В., Беляев А.И. К вопросу развития системы управления жизненным циклом автомобиля // Транспорт Российской Федерации. — 2015. — № 5 (60). — С. 57—59.
3. Чириканова Е.А. Экономические проблемы обновления парка автотранспортных средств и повышения уровня автомобилизации // Автотранспортное предприятие. — 2015. — № 10. — С. 46—48.
4. Улицкий М.П., Холодова А.О. Особенности функционирования рынка автомобильных услуг в новых экономических условиях современной России // Международный академический вестник. — 2015. — № 2 (8). — С. 96—99.
5. Association of European Businesses [Электронный ресурс] URL: www.aebtrus.ru/ru/press/ (дата обращения: 05.03.2021).
6. Чириканова Е.А. Влияние изменения величины утилизационного сбора на автомобильный рынок в Российской Федерации // Автотранспортное предприятие. — 2016. — № 5. — С. 35—39.
7. Игнатов В.И. Методика определения величины утилизационного сбора для выведенной из эксплуатации самоходной техники / В.И. Игнатов [и др.] // Инженерные технологии и системы. — 2019. — Т. 29. — № 1. — С. 124—139. DOI: <https://doi.org/10.15507/2658-4123.029.201901.124-139>
8. Гордиенко М.С. Утилизационный сбор в системе фискальных неналоговых платежей РФ // Налоги и налогообложение. — 2019. — № 10. — С. 25—37.
9. Чириканова Е.А. Тенденции изменений утилизационного сбора // Автомобильная промышленность. — 2018. — № 12. — С. 1—4.
10. Suldina G., Sulyagina J., Eroshkin S., Ulitskaya N. Universal methods for resolving intra-organizational conflicts В сборнике: E3S Web of Conferences. Topical Problems of Green Architecture, Civil and Environmental Engineering, TPАСЕЕ 2019. 2020. С. 10022.
11. Кравцова С.А., Лобанова Н.Л. Утилизационный сбор: пополнение бюджета или обеспечение экологической безопасности? // Проблемы социально-экономического развития Сибири. — 2019. — № 1 (35). — С. 59—64.
12. Постановление № 1350 от 11.12.2015 г. "О внесении изменений в Постановление Правительства РФ от 26.12.2013 г. № 1291". [Электронный ресурс] URL: <https://base.garant.ru/71280844/> (дата обращения: 05.03.2021).
13. Постановление от 19.03.2018 № 300 "О внесении изменений в перечень видов и категорий колёсных транспортных средств (шасси) и прицепов к ним, в отношении которых уплачивается утилизационный сбор, а также размеров утилизационного сбора". [Электронный ресурс] URL: <https://www.garant.ru/hotlaw/federal/1186617/> (дата обращения: 05.03.2021).
14. Чириканова Е.А. Экономические проблемы и направления развития локализации производства автотранспортных средств // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). — 2014. — № 2 (37). — С. 60—65.
15. Соловьёв С.А., Герасимов В.С., Игнатов В.И. Утилизация транспортных средств на базе автокомбинатов // Твёрдые бытовые отходы. — 2016. — № 3 (115). — С. 31—33.



АВТОМОБИЛЬНЫЙ РЫНОК РОССИИ В ЯНВАРЕ—МАРТЕ 2021 Г.

(По информации ОАО "Автосельхозмаш-холдинг")

ЛЕГКОВЫЕ АВТОМОБИЛИ

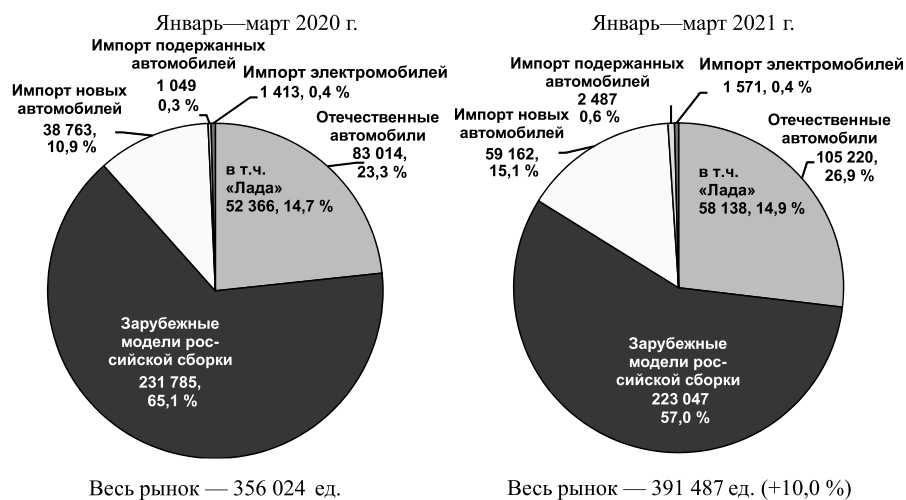
Продажи легковых автомобилей в январе—марте 2021 г. выросли на 10,0 % по отношению к январю—марту 2020 г. и составили 391,5 тыс. единиц. Сравнение структуры рынка легковых автомобилей по их происхождению выявляет снижение объёмов продаж в сегменте зарубежных моделей российской сборки и рост продаж в остальных сегментах: отечественных брендов, импорта новых автомобилей и др. В отношении занимаемых долей рынка можно отметить снижение занимаемой доли в сегменте зарубежных моделей российской сборки и рост долей в остальных сегментах рынка.

Продажи автомобилей отечественных брендов в январе—марте 2021 г. выросли на 26,7 % (до 105,2 тыс. ед.) и их рыночная доля составила 26,9 % (+3,6 %). Продажи автомобилей "Лада" выросли на

11,0 % (до 58,1 тыс. ед.), а их доля составила 14,9 %. Продажи зарубежных моделей российской сборки занимают доминирующее положение на рынке легковых автомобилей, их продажи снизились на 3,8 %

и составили 223,0 тыс. ед., а доля рынка снизилась с 65,1 % до 57,0 %. Совокупная доля продаж автомобилей, собранных в России (отечественных и зарубежных брендов), с 88,4 % опустилась до 83,9 %.

СТРУКТУРА РЫНКА ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ПО ПРОИСХОЖДЕНИЮ

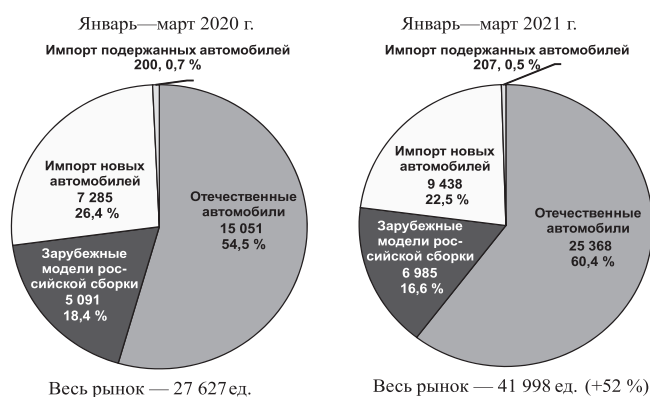


Импорт новых автомобилей вырос на 52,6 % (до 59,2 тыс. ед.), а их доля на рынке составила 15,1 %. Ввоз подержанных машин вырос на 137,2 % и составил 2,5 тыс. ед., импорт электромобилей вырос на 11,1 % и составил 1,6 тыс. ед.

По данным Ассоциации Европейского Бизнеса, совокупный объём дилерских продаж новых легковых и легких коммерческих автомобилей в России январе—марте 2021 г. составил 387 322 ед., что на 2,8 % меньше, чем январе—марте 2020 г. (398 518 ед.). Импорт легковых автомобилей по ТПО в январе—марте 2021 г. не включён в расчёт рынка. В 2020 г. он составил 90 784 ед.

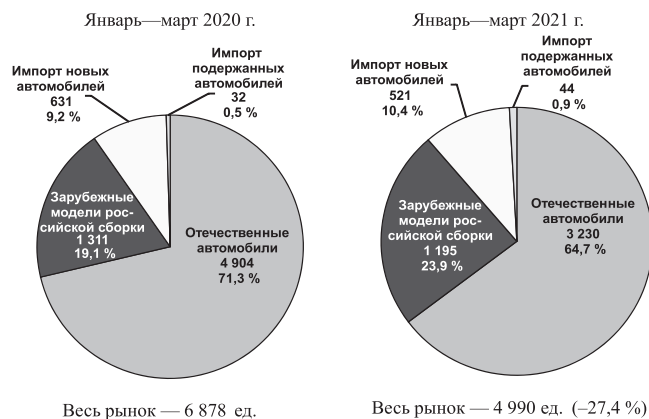
ГРУЗОВЫЕ АВТОМОБИЛИ (ВКЛЮЧАЯ МАЛОТОННАЖНЫЕ)

СТРУКТУРА РЫНКА ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ПО ПРОИСХОЖДЕНИЮ



АВТОБУСЫ И МИКРОАВТОБУСЫ

СТРУКТУРА РЫНКА АВТОБУСОВ ПО ПРОИСХОЖДЕНИЮ



КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

УДК 621.43

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТУРБОАДДУВНЫХ ДВС

Кандидаты техн. наук **ДУБРОВИН И.Р., ДУБРОВИН Е.Р.**
НИИ ВА МТО имени генерала армии А.В. Хрулёва
(dir-er@mail.ru)

Приводится сравнительный анализ атмосферного и турбированного двигателей внутреннего сгорания с позиций экологии и экономики.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, атмосферный двигатель, турбированный двигатель.

Dubrovin I.R., Dubrovin E.R. ENVIRONMENTAL-ECONOMIC ASPECT OF OPERATION OF TURBOCHARGED INTERNAL COMBUSTION ENGINES

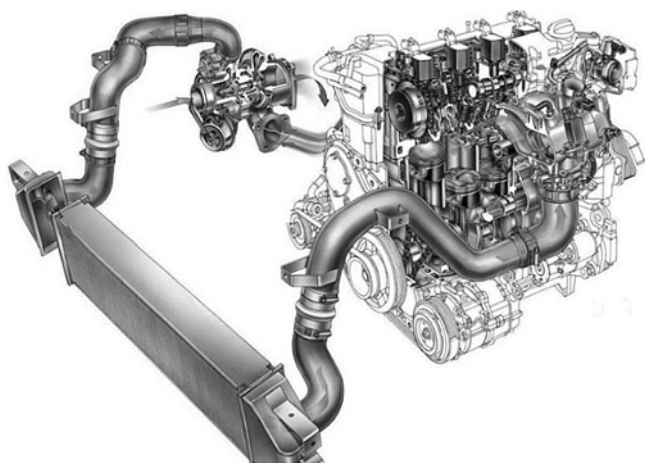
A comparative analysis of atmospheric and turbocharged internal combustion engines from the standpoint of ecology and economics is given.

Keyword: internal combustion engine, atmospheric engine, turbocharged engine.

Атмосферный двигатель внутреннего сгорания — двигатель, в котором необходимый для приготовления топливовоздушной смеси воздух забирается из атмос-

феры на такте "всасывание" за счёт движения поршней камер сгорания в нижнюю мёртвую точку. В турбированном же ДВС атмосферный воздух для приготовления топливовоздушной смеси нагнетается в камеры сгорания принудительно, центробежным компрессором, который приводится газовой турбиной, работающей на уходящих газообразных продуктах сгорания — отработавших газах.

Очевидно, что оба двигателя являются именно двигателями внутреннего сгорания и имеют в целом одинаковую конструкцию. Отличаются они только составом воздухоподающей системы, которые выполняют одну функцию — подают в камеры сгорания двигателя воздух, необходимый для протекания реакции окисления углеводородного топлива. У турбированного ДВС эта система дополнительно включает воздушный компрессор, позволяющий всасывать воздух из атмосферы, сжимать его и нагнетать в камеры сгорания. Кроме того, в состав воздушной системы турбированного ДВС может входить устройство для понижения температуры воздуха — промежуточный охладитель (интеркулер). Использование компрессора увеличивает расход и повышает давление воздуха, подаваемого в двигатель, что улучшает процесс смесеобразования и как



Турбированный бензиновый двигатель с интеркулером

следствие повышает мощность двигателя за счёт интенсификации процесса сгорания топлива.

Идея улучшения качества процесса сгорания нефтяного топлива посредством наддува воздуха в зону горения не нова. В 1930-е годы в нашей стране и за рубежом были проведены исследования данного вопроса, а середины 1950-х годов топливосжигающие установки с турбонаддувом стали широко внедряться (особенно в военно-морском флоте).

За более чем 60-летний период использования газотурбинных двигателей, турбированных ДВС и котлов с турбинным наддувом накоплен достаточный опыт их эксплуатации, который выявил достоинства и недостатки способа принудительного нагнетания атмосферного воздуха в камеры сгорания двигателей и в топки котлов с позиций экологии и экономики.

Экологический аспект

С точки зрения экологии любое изделие техногенного/антропогенного происхождения на всех этапах своего жизненного цикла (изготовление, эксплуатация, ремонты, консервация и утилизация) не должно оказывать негативного влияния на окружающую природную среду, флору, фауну и человека. То есть должна обладать требуемым уровнем экологической чистоты или экологичности.

Атмосферный и турбированный двигатели внутреннего сгорания не являются исключением. Влияние двигателей на окружающую природную среду двоякое: с одной стороны, они потребляют из окружающей внешней среды различные ресурсы (топливо, воду, масло, атмосферный воздух), а с другой — загрязняют эту среду продуктами сгорания, недогоревшим топливом, грязными водами, отработавшим маслом и т.п.

Одной из экологической проблем, на которую сегодня практически не обращают внимания, является проблема потребления двигателями большого количества атмосферного воздуха на свою работу. Так, на работу турбированного двигателя в течение одного часа из атмосферы на каждый килограмм топлива забирается 50 и более килограммов воздуха, а на работу атмосферного двигателя соответственно не менее 14,7 кг. Учитывая часовой расход топлива, время работы дви-

гателей и число эксплуатируемых автомобилей в мире, количество потребляемого на приготовление топливовоздушной смеси в ДВС атмосферного воздуха колоссально! Так, на начало 2019 г. в мире эксплуатировалось 1,3 млрд автомобилей. В бензиновых двигателях по самым скромным оценкам ежечасно сжигалось не менее 6885 т бензина, а на организацию процесса сгорания этого количества бензина из атмосферы Земли каждый час изымалось более 222 тыс. т воздуха, из которых более 172 тыс. т приходилось на турбированные бензиновые двигатели и свыше 50 тыс. т — на атмосферные.

При турбинном наддуве воздуха в двигатель стехиометрический коэффициент (или коэффициент избытка воздуха) α равен 5,0 и более, т.е. на окисление одного килограмма бензина в цилиндры за один час нагнетается не менее 50 килограммов атмосферного воздуха. Таким образом, фактическое количество воздуха, подаваемое в цилиндры турбированного двигателя в 4,5—4,9 раза больше теоретического или оптимального количества воздуха для организации нормального процесса сгорания бензина. При этом на нагрев и перегрев избыточного количества (около 40 кг/ч) воздуха, подаваемого в камеру сгорания турбированного двигателя сверх основного расхода, затрачивается не менее 11,0 % топлива. Очевидно, что это топливо, подаваемое в камеру сгорания двигателя сверх требуемой нормы, является "лишним". Поскольку избыток воздуха в атмосферном бензиновом двигателе составляет не более 3,7—4,7 кг, то на его нагрев и перегрев затрачивается меньшее количество "лишнего" топлива, а именно около 1,0 %.

По оценкам специалистов при сжигании бензина в количестве 6885 т/час (см. выше) в атмосферу выбрасывается около 176 600 тыс. т/час продуктов сгорания, из которых более 99,6 % отработавших газов приходилось на турбированные бензиновые двигатели, в составе которых не менее 370 т продуктов сгорания "лишнего" топлива, и не менее 0,3 % отработавших газов приходилось на атмосферные двигатели, в составе которых около 38 т продуктов сгорания "лишнего" топлива.

Таким образом, сравнивая рассматриваемые двигатели, можно отметить, что работающий атмосферный двигатель более экологичен, чем работающий турбированный двигатель.

Экономический аспект

Основной этап жизненного цикла любого двигателя — его эксплуатация, т.е. использование по прямому назначению. Сравним эксплуатацию турбированного и атмосферного двигателей с момента их изготовления до момента утилизации.

Воздухоподающая система турбированного ДВС, как указывалось выше, в отличие от аналогичной системы атмосферного двигателя включает дополнительные элементы, поэтому изготовление воздухоподающей системы турбированного двигателя более длительное и материалозатратное по сравнению с изготовлением аналогичной системы атмосферного двигателя. Это значит, что изготовление турбированного

двигателя требует дополнительных материальных, а значит, и финансовых затрат.

Поскольку в турбированные ДВС воздух нагнетается принудительно с избыточным давлением не менее 0,6 кг/кв. см, то в их камерах сгорания наблюдается повышенное отношение количества тепла, выделившегося в течение часа в одном кубическом метре объёма камеры сгорания бензинового двигателя к давлению воздуха на входе в неё. Это отношение называется тепловой напряжённостью (или теплонапряжённостью) камеры сгорания ДВС. Тепловая напряжённость характеризует также условия работы трущихся пар (стенки цилиндров, поршни, шатуны). Известно, что высокая теплонапряжённость двигателя требует изготовления его элементов, например таких, как стенки цилиндров, днища поршней, шатуны, выпускной тракт с газовой турбиной из жаропрочных материалов, на что также затрачиваются дополнительные средства. Кроме того, высокая теплонапряжённость камеры сгорания и элементов выходного газового тракта является причиной уменьшения моторесурса (времени непрерывной работы) турбированного двигателя, поскольку тепловая напряжённость двигателя характеризует уровень температуры его основных деталей и определяет допускаемую из условий прочности применяемых материалов термодинамическую нагрузку для них.

По сравнению с атмосферным двигателем расход топлива на турбированном двигателе, как указывалось ранее, также превышен из-за наличия большего коли-

чества "лишнего" топлива, затрачиваемого на нагрев и перегрев значительного объёма избыточного воздуха, не участвующего в реакции окисления.

Из опыта эксплуатации различных систем технических устройств известно, что чем меньше элементов входят в состав этих систем, тем они надёжнее в работе. Говоря о турбированных двигателях, необходимо отметить, что наличию в составе их воздухоподающей системы и газового тракта дополнительных элементов (соответственно компрессора и газовой турбины) априори снижает надёжность работы всего двигателя. Как показывают отзывы владельцев самым слабым элементом автомобилей с турбированным двигателем является газовая турбина, установленная в выходном газовом тракте и приводящая во вращение компрессор.

Для постоянного обеспечения хорошего технического состояния дополнительных элементов турбированного двигателя (в частности, его турбокомпрессора), кроме всего прочего, необходимо специальное техническое обслуживание и большее число осмотров. Ремонт турбированного двигателя требует для своего проведения специалистов высокой квалификации, является более сложным и дорогостоящим.

Становится очевидным, что по сравнению с атмосферными двигателями изготовление и эксплуатация турбированных двигателей являются более экономически затратными процессами. Сказанное о турбированных ДВС относится как к бензиновым, так и к дизельным двигателям.

УДК 629.113.001

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМА ЭКСТРЕННОГО ТОРМОЖЕНИЯ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ

Д-р техн. наук **САЗОНОВ И.С.**,
кандидаты техн. наук **БИЛЫК О.В.**, **ГЕРАЩЕНКО В.В.**
Белорусско-Российский университет
(tea@bru.by)

Разработана математическая модель режима экстренного торможения легкового автомобиля. Приведены результаты моделирования: построена диаграмма торможения, рассчитан тормозной путь, графическая закономерность блокирования колёс осей, а также количественный анализ динамического перераспределения вертикальной нагрузки по осям.

Ключевые слова: математическая модель, схема торможения, блокировка осевых колёс, динамическое перераспределение вертикальной нагрузки на оси.

Sazonov I.S., Bilyk O.V., Geraschenko V.V.
MODELLING OF THE EMERGENCY BRAKING MODE OF A PASSENGER CAR

A mathematical model of the emergency braking mode of a passenger car has been developed. Modelling results have been shown: the diagram of braking has been constructed, braking path, graphic pattern of blocking of axle wheels, as well as a quantitative analysis of the dynamic redistribution of the vertical load on the axles have been calculated.

Keywords: mathematical model, diagram of braking, blocking of axle wheels, dynamic redistribution of the vertical load on the axles.

Важное эксплуатационное свойство автомобиля — его способность быстро снизить скорость вплоть до самой остановки. Тем не менее, рекламируя свой автомобиль, автопроизводители не приводят данных о том, как быстро он останавливается и какой тормозной путь при этом проходит. Между тем каждый автомобиль из-за специфики конструкции и тормозной системы имеет свой индивидуальный тормозной путь. Этот путь — один из технических параметров автомобиля, которые определяют его безопасность.

Процесс экстренного торможения автомобиля описывается его индивидуальной диаграммой торможения. Для её построения необходимо определить изменение скорости движения v , ускорения замедления j_T и тормозного пути S_T . Рассмотрим режим торможения двухосного автомобиля, расчётная схема которого изображена на рис. 1. Принимаем следующие допущения: развесовка автомобиля по бортам и сцепление колёс с опорной поверхностью одинаковое; качение колёс происходит без скольжения в пятне контакта. Центр тяжести (точка C) и центр продольного крена (точка O) автомобиля расположены в одной продольной плоскости симметрии.

На схеме показаны: G_K — вес кузова; $c_{п1}$, c_3 — приведённые коэффициенты жёсткости упругих элементов подвесок; $\alpha_{п1}$, α_3 — приведённые коэффициенты сопротивления амортизаторов подвесок; F_{Ti} , F_{fi} — со-

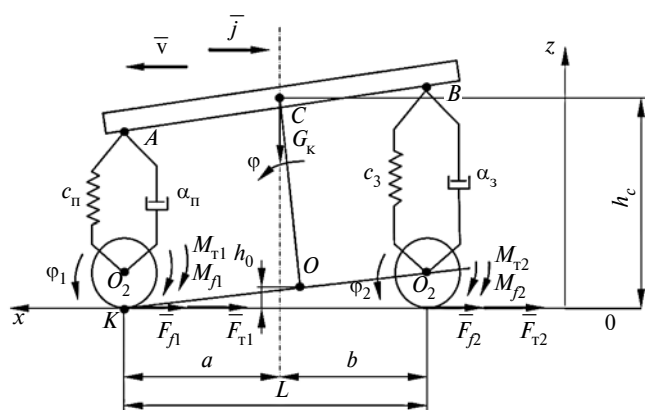


Рис. 1. Расчётная схема режима торможения автомобиля

ответственно тормозные силы и силы сопротивления качению колёс, аналогично и моменты M_{Ti} , M_{fi} ; J_0 , J_1 , J_2 — моменты инерции кузова, колёс; x_c , φ , φ_1 , φ_2 — независимые координаты.

В соответствии с расчётной схемой составляем уравнения движения системы, используя уравнения Лагранжа второго рода [2]:

$$\begin{cases} m_k \ddot{x}_c = -(F_{T1} + F_{T2}) - (F_{f1} + F_{f2}); \\ J_0 \ddot{\varphi} + (\alpha_n a - \alpha_3 b) \dot{\varphi} + (c_n a - c_3 b) \varphi = \\ = (F_{T1} + F_{T2} + F_{f1} + F_{f2}) h_c; \\ J_1 \ddot{\varphi}_1 = -(M_{T1} + M_{f1}); \\ J_2 \ddot{\varphi}_2 = -(M_{T2} + M_{f2}), \end{cases}$$

где J_0 , J_1 , J_2 — моменты инерции кузова, колёс.

В зависимости от интенсивности торможения автомобиля его подрессоренный кузов стремится повернуться в продольной плоскости относительно центра крена (точка O). Он расположен на воображаемой линии KO_2 . Положение её зависит и определяется конструкцией подвески колёс осей [1]. Для рассматриваемого автомобиля колёса передней независимой подвески в каждый момент времени, совершая плоскопараллельное движение, мгновенно поворачиваются относительно неподвижной точки K . Она расположена в центре пятна контакта шины с опорной поверхностью. Колёса задней зависимой подвески совершают мгновенный поворот вокруг точки O_2 . Для определения центра продольного крена (точка O) из центра масс (точка C) проводят перпендикуляр к линии KO_2 .

Торможение автомобиля осуществляет водитель, посредством рабочей тормозной системы, создавая искусственное сопротивление его движению. Он формирует величину тормозного момента в тормозном механизме. Замедление автомобиля обеспечивают тормозные силы в пятне контакта шины с опорной поверхностью. При этом максимальная тормозная сила в пятне контакта определяется сцеплением шины с поверхностью.

Таким образом, формируемый водителем тормозной момент не должен превышать момент на колесе, реализуемый по сцеплению шины с опорной поверхностью. В расчётах тормозной момент принят как функция времени $M_T = f(t)$.

Смоделируем экстренное торможение легкового автомобиля полной массы, движущегося со скоростью 60 км/ч по ровной сухой опорной поверхности (асфальт). Принимаем следующие условия: хорошее качество шин; тормоза отрегулированы; все колёса тормозят и не "юзят"; водитель один раз энергично нажимает на педаль тормоза и не утрачивает управление автомобилем. В расчёте уравнений использованы данные завода-изготовителя и экспериментальные данные, приведённые в литературных источниках для автомобиля ВАЗ-2106 (массогеометрические и упругодемпфирующие параметры).

Результат моделирования режима экстренного торможения автомобиля представлен на диаграмме торможения (рис. 2).

Тормозной путь S_T представлен кривой линией. Вычислим длину этой линии, используя метод её спрямления. Длина тормозного пути составила $S_T = 17,5$ м. Полученный результат согласуется с длиной тормозного пути для легковых автомобилей в данных условиях торможения, который равен 17,8...20,3 м (в зависимости от их класса) [3].

У современного легкового автомобиля большая весовая нагрузка приходится на переднюю ось, чем на заднюю. Для обеспечения его устойчивости движения при торможении тормозные усилия должны быть такими, чтобы блокирование передних колёс наступало раньше, чем задних. Изменение угловых скоростей колёс осей автомобиля в режиме установившегося замедления торможения показано на рис. 3.

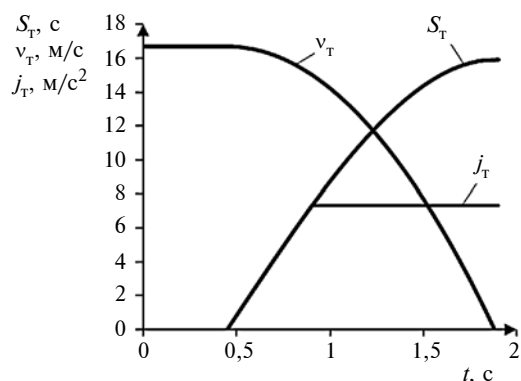


Рис. 2. Диаграмма экстренного торможения автомобиля

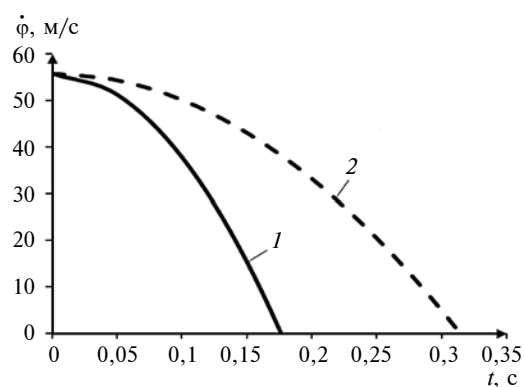


Рис. 3. Изменение угловых скоростей колёс при экстренном торможении: 1 — колёса передней оси; 2 — колёса задней оси

В практике при резком торможении передняя часть кузова автомобиля опускается. Это объясняется стремлением кузова, движущегося прямолинейно по инерции, повернуться в продольной плоскости автомобиля относительно центра крена, точка O (см. рис. 1). Корпус автомобиля кинематически связан с осями упруго-диссипативными связями. Эти связи допускают перемещения корпуса в продольной плоскости симметрии автомобиля: вертикальные, малые угловые (в пределах хода подвески) и незначительные в направлении движения автомобиля (в пределах допуска соединений в подвесках). Поэтому стремление корпуса совершить поворот относительно центра крена вызывает в передней подвеске ход сжатия, а в задней — ход отбоя. Передняя часть корпуса опускается, а задняя приподнимается. Таким образом, при торможении происходит динамическое перераспределение вертикальной нагрузки по осям автомобиля.

Результаты моделирования показали, что вертикальная нагрузка на переднюю ось возросла на $F_{\text{п}} = 2080$ Н, а на задней оси уменьшилась на $F_3 = 2385$ Н. В статическом положении автомобиля нагрузка на передний мост равна $F_{\text{пст}} = 10\,025$ Н, а на задний — $F_{\text{зст}} = 3156$ Н. Таким образом, при экстренном торможении автомо-

биля реакция на переднюю ось возросла в 1,21 раза, а на заднюю — уменьшилась в 0,24 раза. В работе [4] отмечается, что при резком торможении нагрузка на передний мост может возрасти в 1,5...2 раза, на заднем — уменьшится в 0,5...0,7 раза. Следует отметить, что распределение динамической нагрузки по осям зависит от расположения центра масс по высоте и в пределах базы. Современная тенденция в конструкциях легковых автомобилей — низкое расположение центра масс и стремление приблизить его к оси крена.

Таким образом, разработанная математическая модель достаточно адекватно отражает реальный процесс экстренного торможения легкового автомобиля. Она позволяет определить: тормозной путь автомобиля, момент блокирования колёс осей, динамическое перераспределение вертикальной нагрузки по осям.

Литература

1. Петренко А.М. Устойчивость специальных транспортных средств: учеб. пособие — М., МАДИ, 2013. — 41 с.
2. Сазонов И.С. Теория автомобиля: учеб. пособие / И.С. Сазонов, В.А. Ким, Ки Йонг Чой. — Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2017. — 164 с.
3. infotables.ru / avtomobili / 1104_tormoznoj_put_avtomobilya_tablitsa.
4. ignorik.ru/docs/pri_tormojenii_avtomobili_obichno_klanyayatsya_u_nih_opusk. Html

УДК 629.33

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТОКОВ ВОЗДУХА ПРИ ДВИЖЕНИИ ЭЛЕКТРОБУСА

БИКСАЛЕЕВ Р.Ш., МАЛИКОВ Р.Р., канд. техн. наук КЛИМОВ А.В., БУРГАНОВ Р.М.

НАМИ, МАДИ (ГТУ), ООО "Инновационный центр КамАЗ", Казанский НИТУ имени А.Н. Туполева (biksaleevrs@kamaz.ru)

Проанализированы коэффициенты обтекаемости электробуса кузова и скорости обдува его высоковольтных компонентов, расположенных на крыше, в зависимости от скорости движения и от режима работы вентиляторов климатической системы. Определено влияние системы кондиционирования воздуха на величину силы сопротивления воздуху и на скорости потоков.

Ключевые слова: коэффициент аэродинамического сопротивления (C_x), сила сопротивления воздуха, вычислительная гидрогазодинамика, CFD-анализ, электробус.

Biksaleev R.Sh., Malikov R.R., Klimov A.V., Burganov R.M. INVESTIGATION OF AIR FLOWS DURING MOVEMENT FOR AN ELECTRIC BUS

In this work, the coefficients of streamlining of an electric bus are calculated depending on the speed of movement and on the operation of the fans of the climate system. The influence of the air conditioning system on the total resistance force is determined.

Keywords: Aerodynamic drag coefficient (C_x), air resistance force, electric bus, computational fluid dynamics, CFD-analysis.

Условия обтекания воздуха влияют на такие важные показатели транспортного средства, как энергоэффективность, динамика, безопасность, шум, производительность, а также на уровень его потребитель-

ских качеств. Исследованиями установлено, что снижение аэродинамического сопротивления на 4 % обеспечивает уменьшение расхода топлива автотранспортным средством в среднем на 1 % [1].

Для определения требований систем и устройств электрических транспортных средств (ЭТС) требуется создание расчётных имитационных математических моделей энергобаланса, где одним из компонентов сил сопротивления движения выступает сила сопротивления воздуха. Для определения коэффициента аэродинамического сопротивления (C_x) проводят эксперименты (ЭТС помещают в аэродинамическую трубу). Проведение таких экспериментов требует значительных средств, эти средства оправданы для транспортных средств, которые передвигаются с большими скоростями. Например, для легковых автомобилей, междугородних автобусов, седельных автомобильных поездов и т.д., а для городского автобуса это не совсем рационально. Поэтому прибегают к методам вычислительной гидрогазодинамики, а также его анализа.

На рис. 1 [2] изображена шкала изменения C_x для объектов различной формы. Но существуют образцы серийных транспортных средств, у которых эти параметры улучшены благодаря оптимизации экстерьера. Например, междугородний автобус

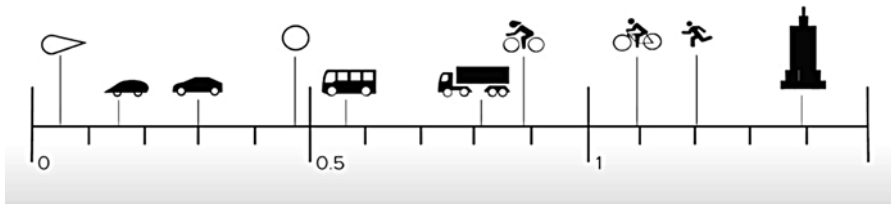


Рис. 1. Коэффициент аэродинамического сопротивления C_x для различных объектов

"МАН Неоплан Турлайнер" с коэффициентом обтекаемости 0,36 [3].

На рис. 2 [4] показаны габаритные размеры электробуса КамАЗ-6282 полной массой 18 т. Площадь лобового сопротивления составляет $8,22 \text{ м}^2$. Ниже приведены основные свойства воздуха, которые использовались в моделировании: плотность — $1,225 \text{ кг/м}^3$; температура — $15 \text{ }^\circ\text{C}$; динамическая вязкость — $1,7894 \cdot 10^{-5} \text{ Па} \cdot \text{с}$; молярная масса — $28,996 \text{ г/моль}$; общее давление, создаваемое вентиляторами климатической системы — 1100 Па .

Работы в области численного анализа, а в частности в методах на основе частиц разрабатываются

уже несколько десятилетий и продолжают развиваться. Среди них метод решёточных уравнений Больцмана (*LBM*), который устраняет многие недостатки, представленные традиционными методами *CFD*: процесс построения сетки удаляется, поскольку моделирование опирается на автоматически сгенерированную решётку, которая организована в структуру октодера. Схема *LBM* позволяет использование модели турбулентности, имитирующей метод крупных вихрей (*LES*) с низкими вычислительными затратами и, математическое уравнение Больцмана, решается численно [5].

Для определения коэффициента аэродинамического сопротивления электробуса и коэффициентов теплообмена (с окружающим воздухом) высоковольтных компонентов была создана виртуальная модель электробуса в среде *NX* и проведён *CFD* анализ в среде *XFlow*.

На рис. 3 показана автоматически сгенерированная сетка (адаптивная сетка с изменяемым размерами элементов (доменов)) для момента времени, который изображён на рис. 3, б.

Для определения коэффициента аэродинамического сопротивления необходимо использовать формулу определения силы сопротивления воздуха и преобразовать её в следующий вид [6]:

$$C_x = \frac{F_{\text{ВХ}} \cdot 2}{\rho \vartheta^2 A_B},$$

где ρ — плотность воздуха; $F_{\text{ВХ}}$ — сила сопротивления воздуха; A_B — площадь поперечного сечения транспортного средства.

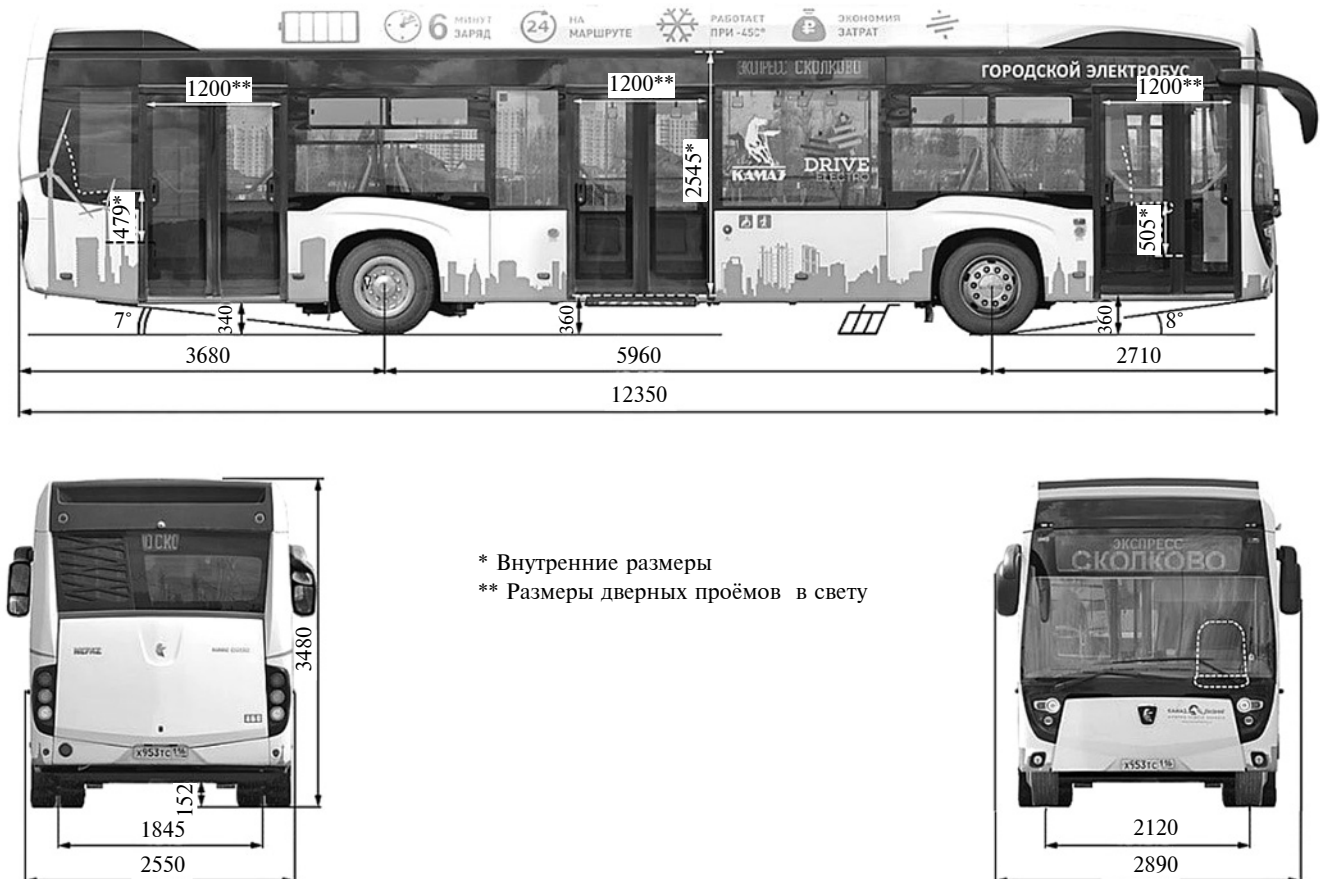


Рис. 2. Общий вид электробуса

На графике (рис. 4) изображено изменение C_x от скорости движения ЭТС. Схожая картина изменения коэффициента была описана в работе [7]. Средний коэффициент аэродинамического сопротивления с включёнными вентиляторами системы кондиционирования воздуха равен 0,8, а с выключенными вентиляторами 0,71.

Результаты моделирования на скоростях движения 80, 60, 40 и 20 км/ч представлены на рис. 5 (а, б, в, г соответственно) с включённой системой кондиционирования салона ЭТС, а на рис. 6 — с выключенной системой кондиционирования.

На рис. 7 приведены графики изменения сил сопротивления воздуха в зависимости от скорости движения с постоянным и переменным C_x . Здесь наглядно видно, что при использовании постоянного коэффициента появляются участки переоценки и недооценки сил сопротивления воздуху. Это влечёт за собой погрешности при проведении расчётов тяговой динамики или энергобаланса.

Для определения коэффициента теплопередачи между корпусом тяговой аккумуляторной батареи и окружающим воздухом необходима средняя скорость потока воздуха. Из-за особенности конструкции крыши скорость потоков, обдувающих ТАБ не равна скорости движения ЭТС. Скорости потоков воздуха, которые обдувают ТАБ, в зависимости от скорости движения изображены на рис. 8.

Коэффициент теплопередачи рассчитывается по формуле [8]:

$$h_c = \frac{k \cdot Nu}{D_h},$$

где k — коэффициент теплопроводности воздуха; Nu — число Нуссельта; D_h — гидравлический диаметр.

Число Нуссельта для ламинарного движения вычисляется по формуле:

$$Nu_{\text{лам}} = 1,86(Re \cdot Pr)^{0,33} \left(\frac{D_h}{L}\right)^{0,33} \left(\frac{\mu_b}{\mu_s}\right)^{0,33},$$

а для турбулентного движения — по формуле:

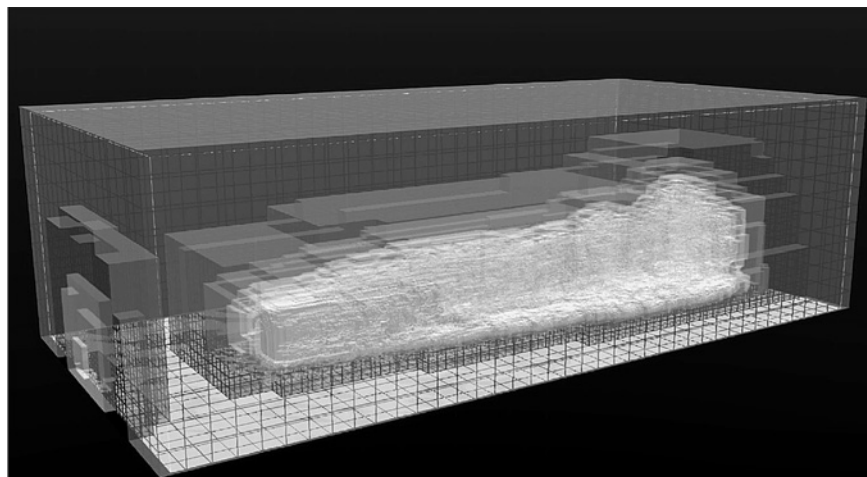
$$Nu_{\text{турб}} = 0,023 Re^{0,8} Pr^{0,3},$$

где Re — число Рейнольдса; Pr — число Прандтля; D_h — гидравлический диаметр; L — длина канала; μ_b , μ_s — коэффициенты динамической вязкости воздуха при разных температурах.

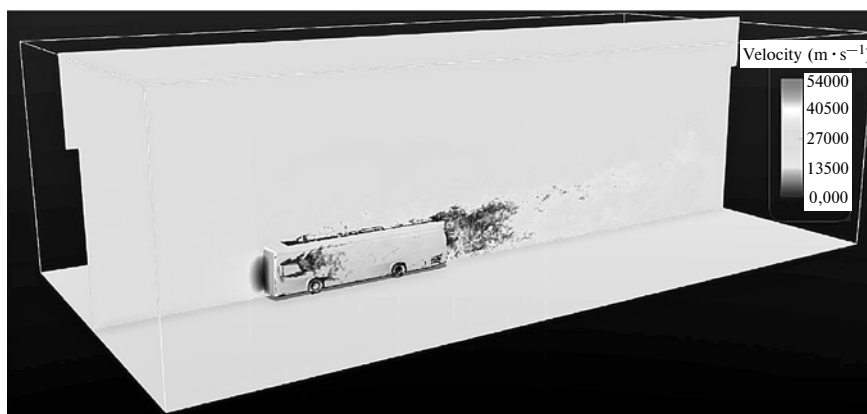
Число Рейнольдса вычисляется по формуле:

$$Re = \frac{VD_h}{\nu},$$

где V — средняя скорость движения воздуха; ν — коэффициент кинети-



а)



б)

Рис. 3. Движение ЭТС со скоростью 80 км/ч: а — распределение доменов; б — распределение скорости доменов

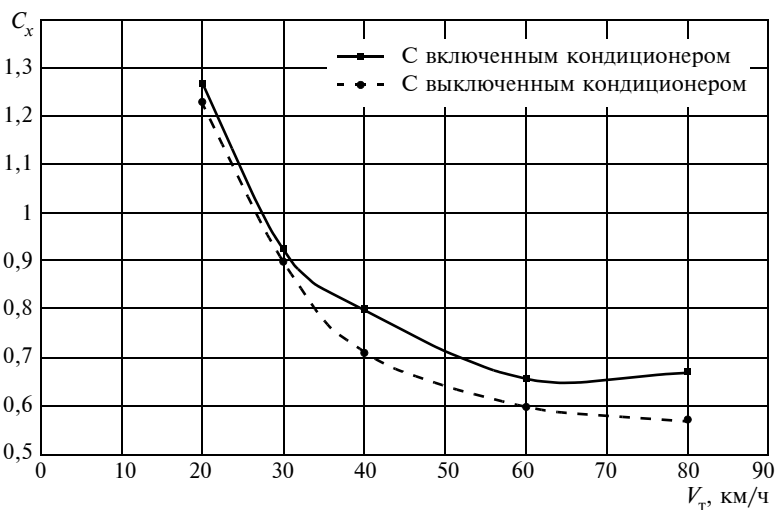
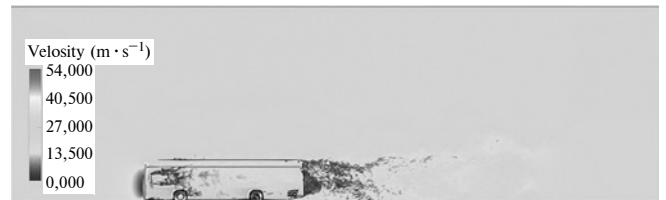


Рис. 4. График изменения C_x от скорости движения ЭТС



а)



а)



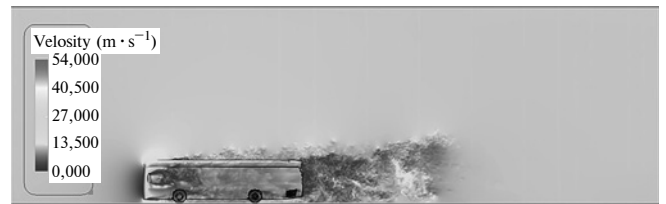
б)



б)



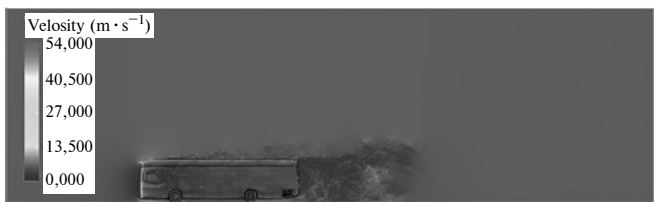
в)



в)



г)



г)

Рис. 5. Скорость движения доменов при разных скоростях движения ЭТС с включённой системой кондиционирования салона

Рис. 6. Скорость движения доменов при разных скоростях движения ЭТС с выключенной системой кондиционирования салона

ческой вязкости воздуха. Критическим числом Рейнольдса является значение $Re_{кр} \approx 2000$, т.е. $Re > 2000$ — турбулентный поток, а $Re < 2000$ — ламинарный поток [9].

Таким образом, выяснено, что коэффициент аэродинамического сопротивления электробуса существенно зависит от функционирования климатической системы: разница между случаями с включённой и отключенной системой составляет 1,15 раза. Определена зависимость скорости потока воздуха, обдувающего ТАБ, при разных режимах функционирования климатической системы (т.е. определена зависимость коэффициента теплопередачи от ТАБ в окружающую среду). Скорости потока при функционирующей климатической системой больше, чем при не функционирующей в 1,4 раза при скорости движения электробуса 80 км/ч. При средне-

эксплуатационной скорости движения электробуса в 20 км/ч, для проработки конструкции и подбора ТАБ, расчёта теплового состоя-

ния и ресурса, значение среднего коэффициента теплопередачи составляет $7,2 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$. Проведён анализ использования постоянного

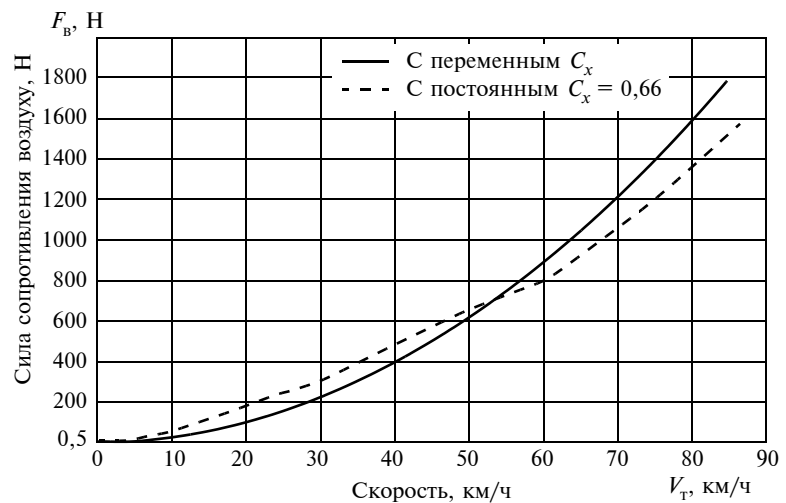


Рис. 7. Сравнение сил сопротивления воздуха с постоянным и переменным коэффициентом аэродинамического сопротивления

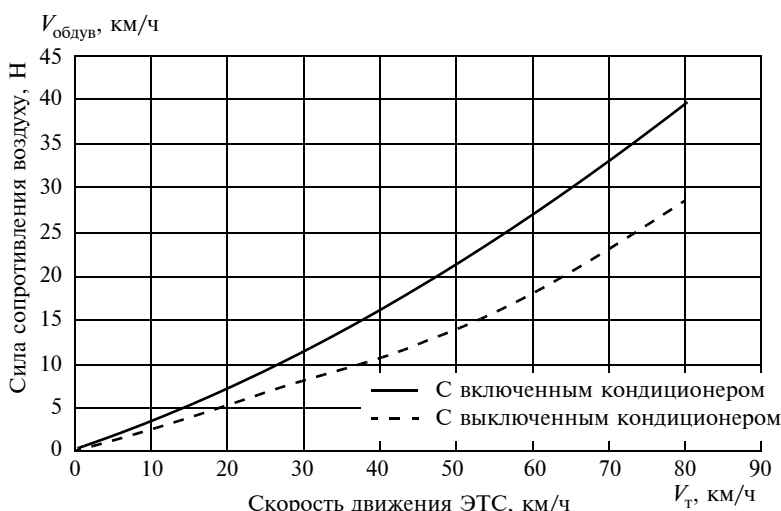


Рис. 8. График изменения скорости воздушных потоков в зависимости от скорости движения ЭТС

и переменного C_x . Погрешность при расчёте сил сопротивления с постоянным коэффициентом может достигать 200 Н. Есть возможность улучшения конструкции тех систем или элементов экстерьера ЭТС, которые ухудшают коэффициент обтекаемости транспортного средства. Работа в этом направлении необходима для обеспечения энергоэффективности транспортного средства.

Литература

1. Шведов С.Б. Совершенствование Аэродинамики Легкового автопоезда с высоким прицепом: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.03: защищена 31.05.2016 утв. 31.05.2016 / Шведов Сергей Борисович. М., 2015 — 140 с. — Библиогр.: С. 3—15.
2. Что такое коэффициент сопротивления воздуха? (What is a Drag Coefficient?) официальный сайт [Электронный ресурс]: https://www.youtube.com/watch?v=bEgoZ_dAg7o&list=PLGalmM09othb5jDw5x23acNMwYzkK7ZMQ&index=1. (дата обращения 01.10.2020).

3. Hellmold M. Aerodynamic Development of a New Coach Generation Based on Wind Tunnel Testing, CFD-Simulation and On Road Tests / M. Hellmold, K. Stephan, A. Liebing // Progress in Vehicle Aerodynamics and Thermal Management 11th FKFS Conference, Штутгарт, 26—27 Сентября 2017, Штутгарт: Изд-во: Springer International Publishing AG, 2018. — P. 171—178.
4. Климов К. На маршруте электробус КамАЗ-6282, II генерации, Грузовик Пресс [Электронный ресурс] / К. Климов. — Режим доступа: <http://www.gruzovikpress.ru/article/13638-na-marshrute-elektrobus-kamaz-6282-ii-generatsii/> (дата обращения 23.11.2020).
5. 3DEXPERIENCE®, Theory Guide, Marcel: 3DEXPERIENCE®, 2020. 25 p.
6. Гишкевич А.И. Автомобили. Теория: учеб. для вузов / А.И. Гишкевич, Т.К. Хваль, М.Н. Кислякова, В.Н. Валентович, Ж.И. Васюк. Под общ. ред. В.Г. Самарина. — М.: Выш. школа, 1986. — 206 с.
7. Bayındır C. The Determination of the Effect of Wheels and Fender Gap on Drag Force on a Bus Model by Computational Fluid Dynamics (CFD) Method / C. Bayındır, M. Çelik // ICENS 4th International Conference on Engineering and Natural Science, Киев, 2—6 мая 2018. — С. 1—9.
8. 3DEXPERIENCE®, XFlow 2020x Validation Guide, Marcel: 3DEXPERIENCE Company, 2019. 77 p.
9. Ковригин Р.В. На КамАЗе разработаны две новые модели электробусов. Сделано у нас [Электронный ресурс] / Р.В. Ковригин. — Режим доступа: <https://sdelano-unas.ru/blogs/56839/> (дата обращения 20.11.2020).

УДК 629.3.027.5

О ТЕОРИИ КАЧЕНИЯ И ПЯТОМ КОЛЕСЕ ТЕЛЕГИ

Канд. техн. наук **ПОЖИДАЕВ С.П.**
Национальный университет биоресурсов
и природопользования Украины
(spozhy2@ukr.net)

Проанализированы основные замечания, высказанные в критической работе В.И. Коптилова "О новой теории качения и методах её построения", посвящённой статье С.П. Пожидаева "Ещё раз об основах теории качения эластичного колеса".

Ключевые слова: эластичное колесо, теория качения, радиусы колеса.

Pozhydaiev S.P. ABOUT THE THEORY OF ROLLING AND THE FIFTH WHEEL OF THE CART

The article analyzes the main remarks made in the critical work of V.I. Koptilov "About the new theory of elastic wheel rolling and methods of its construction", dedicated to the article by S.P. Pozhydaiev "Once again about the bases of the theory of elastic wheel rolling".

Keywords: elastic wheel, rolling theory, wheel radii.

*Зачем нужна дорога, если она не ведёт к храму?
Тенгиз Абуладзе, "Покаяние"*

Прежде всего считаю своей обязанностью поблагодарить автора работы [1] за столь равнодушное отношение к теории качения. Одна такая статья ценнее для науки, чем десяток иных пустопорожних диссертаций, напичканных изошрёнными формулами и не затрагивающих ни одного жизненно важного вопроса теории качения. Следует также поблагодарить редакцию журнала "АП", выносящую эти вопросы на обсуждение, а не прячущую под сукно.

Статья, заметим, получилась уникальной: в ней утверждается, что в нашей работе [2] нет ни одного правильного исходного положения, ни одного правильного методического подхода, ни одной правильно составленной схемы сил, ни одного правильного толкования этих схем, ни одной правильной формулы, ни одного правильно сформулированного предложения, ни одного правильно употребляемого термина, ни одного правильного вывода, ни одной правильно поставленной точки или запятой.

После ознакомления с критикой считаем необходимым признать, что в нашей работе очевидно допущены очень серьёзные недоработки. Настолько серьёз-

ные, что наш оппонент не смог практически ничего понять из её содержания. Единственное, что он понял абсолютно правильно, — что второй частью цели статьи является желание *"изъять из теории качения динамический радиус, который, как утверждается, имеет к процессу качения эластичного колеса точно такое же отношение, как дорожный просвет автомобиля или цвет колёс"*. Что касается первой части цели — *"утвердить примат кинематического радиуса"*, то оппонент понял её неправильно — в нашей работе такое понятие совершенно не применялось и даже не упоминалось. Первой частью цели нашей работы было утверждение примата *радиуса качения без скольжения*, который представляет собой совершенно иное понятие.

Проясним ситуацию. В теории качения эластичного колеса давно существует коллизия, достойная, по нашему мнению, внимания специалистов.

Из рассмотрения работы колеса в силовой области (опираясь на приложенные к колесу силы и моменты) следует, что взаимосвязь между продольными силами колеса и создаваемыми ими моментами (в плоскости вращения колеса) осуществляется посредством динамического радиуса колеса r_d , понимаемого, согласно пункту 46 стандарта [3], как *"расстояние от центра колеса до опорной плоскости при движении колеса"*.

Но из рассмотрения работы колеса в энергетической области (опираясь на баланс мощности колеса) следует, что эта же взаимосвязь определяется с помощью радиуса качения колеса r_k , понимаемого, согласно пункту 27 стандарта [3] как *"отношение продольной составляющей поступательной скорости колеса к его угловой скорости"*.

Эти явления описаны на с. 19—20 и 31—32 учебника Е.А. Чудакова [4]. Но значения динамического радиуса и радиуса качения могут отличаться друг от друга на (15...25) % [5, с. 13], вследствие чего результаты расчётов, опирающихся на эти радиусы, тоже могут существенно различаться.

Если исходить из невозможности одновременного существования двух взаимоисключающих научных истин, то коллизию следует признать следствием какой-то ошибки в представлениях о работе эластичных колёс. В.А. Петрушов указал на неё: *"...силовой метод содержит в качестве субъективных факторов минимум два: предполагаемую схему приложения равнодействующих реакций и отождествление плеча сопротивления качению со сном нормальной реакции с оси эластичного колеса"*. Поэтому *"...предпочтение по достоверности следует отдать энергетическому методу, как основанному на достаточно объективных понятиях затраченной и полученной энергии в процессе работы пары колесо—опорная плоскость"* [5, с. 14].

Это обстоятельство учтено в стандарте [3], разработанном под руководством В.А. Петрушова и представляющем собой свод краеугольных положений теории качения. В пунктах 38 и 73 стандарта предписано для определения силовых показателей работы колеса применять радиус качения без скольжения r_k . Этот радиус — фиксированная величина, частный случай радиуса качения r_k , определяемого пунктом 27 стан-

дарта. Он характеризует качение колеса, происходящее при полном отсутствии скольжения относительно опорной поверхности. В качестве достаточно точного приближения значения этого радиуса может применяться его экспериментальная оценка, полученная при движении колеса в ведомом или свободном режиме по сухой твёрдой дороге высокого качества. А теоретическую оценку радиуса качения без скольжения r_k можно выполнить исходя из значения свободного радиуса колеса [6]. Термин "динамический радиус" (пункт 46 стандарта) ни в одной из расчётных формул стандарта не применяется.

Таким образом, стандарт [3] узаконил применение радиуса качения колеса без скольжения в качестве физической величины, устанавливающей взаимосвязь между значениями продольных сил эластичного колеса и создаваемыми ими моментами.

Однако разрешение одной коллизии породило другую. Одной из непреложных аксиом теоретической механики является положение о том, что взаимосвязь между значениями встречно-параллельных сил и создаваемого ими момента осуществляется посредством плеча силы, представляющего собой расстояние между линиями действия упомянутых сил. Но радиус качения колеса — это не расстояние между линиями действия сил. Это расчётная величина, в общем случае не равная упомянутому расстоянию. Таким образом, положения стандарта [3] оказались несовместимыми с одной из основных аксиом теоретической механики, прочно укоренившейся в сознании всех специалистов-механиков.

Составители стандарта это понимали, но не имели объяснения причин создавшейся коллизии. Поэтому, чтобы не вызвать критику ортодоксальных механиков, не решились применять термин "сила" применительно к частному, получаемому при делении момента на радиус качения (пункты 38 и 73 стандарта). Они назвали это частное "условной количественной характеристикой, имеющей размерность силы".

Однако до сих пор, на протяжении полувека со времени введения стандарта в действие, справедливость его положений подавляющим большинством специалистов не понята. Они не могут воспринять мысль, что момент силы может определяться как произведение силы не на плечо, а на какую-то другую величину. И поэтому дружно и упорно бойкотируют стандарт, применяя при описании работы колеса прочно усвоенное ими понятие динамического радиуса, и не признавая никаких отступлений от него [7; 8] и др. Подтверждением этому является и критическая работа [1].

Из факта предпочтительности энергетического метода описания работы эластичного колеса В.А. Петрушов сделал половинчатый вывод. Он не предложил исключить динамический радиус из теории качения, а предложил только отдавать предпочтение радиусу качения в тех случаях, *"когда энергетический и силовой методы приводят к расходящимся результатам"* [5, с. 14]. Поэтому динамический радиус остался в теории качения и продолжает применяться наравне с радиусом качения [5; 7; 9]. И даже с этими радиусами произво-

дится операция арифметического вычитания значения одного из этих радиусов из значения другого, хотя они имеют различные единицы измерения. Такие действия бессмысленны и являются проявлением научного нигилизма.

В теории качения применяется и радиус качения r_k , определение которого приведено в п. 27 стандарта [3]. Это, по нашему мнению, приводит к неоправданному усложнению и путанице в теории качения — см. комментарии к соотношению (4) статьи [2]. Этот радиус, как уже упоминалось, представляет собой отношение продольной составляющей фактической поступательной скорости движения колеса к его угловой скорости. При фиксированном значении последней фактическая поступательная скорость колеса зависит от двух факторов. Первым из них является радиус качения колеса без скольжения r_k , характеризующий потенциально возможную (теоретическую) поступательную скорость движения колеса. Значение этого радиуса зависит только от размеров, конструкции и состояния колеса. Вследствие этого радиус r_k можно считать конструкционным параметром, хотя он и является расчётной величиной. Вторым фактором является коэффициент продольного скольжения s , характеризующий степень отклонения фактической поступательной скорости движения колеса от теоретической. Это эксплуатационный фактор.

Таким образом, понятие "радиус качения колеса r_k " эклектично, в нём искусственно объединены два разнородных и не связанных между собой фактора — конструкционный и эксплуатационный. Но в наименовании этого термина доминирует слово "радиус", из-за чего он (термин) воспринимается как конструкционный параметр колеса, что не соответствует действительности и приводит к путанице в представлениях специалистов. Это понятие можно безболезненно исключить из теории качения — ведь оно представляет собой всего лишь формальное произведение радиуса качения без скольжения r_k на КПД колеса, учитывающий потери скорости $(1 - s)$. Настоятельной необходимости в существовании отдельного понятия "радиус качения колеса r_k " нет.

В теории качения в настоящее время также применяется и давно устаревший термин "кинематический радиус". Это также не способствует строгости и однозначности терминологии данной дисциплины.

Вследствие всего вышеизложенного нынешнее состояние дел в теории качения расценивается нами как неудовлетворительное. Поэтому предназначением работы [2] была перепроверка всех основных положений теории качения с тем, чтобы окончательно определиться с вопросом применения радиусов в теории качения эластичного колеса. Мы полагали, что для разрешения сложившейся ситуации необходимо выполнить два доказательства: о необходимости применения в теории качения какого-то одного радиуса из двух упоминавшихся выше, и о недопустимости применения конкурирующего радиуса как не имеющего отношения к теории качения. Для решения этой *двухедини задачи* было решено единообразно, с помощью при-

нципа возможных перемещений, базирующегося на законе сохранения энергии, повторить вывод всех основных формул теории качения. Это, с одной стороны, подтвердило бы правомерность применения того или иного радиуса, установленную с позиций закона сохранения энергии, справедливость которого пока ещё никем не опровергнута. С другой стороны, это дало бы основания исключить применение конкурирующего радиуса на том основании, что оно противоречит закону сохранения энергии, т.е. является физически некорректным.

Обзор ключевых замечаний оппонента. Стр. 24 и первая половина с. 25 критической статьи оппонента полностью посвящены обоснованию "непригодности метода и несостоятельности формулы (15)":

$$M_f = P_f r_k. \quad (1)$$

Однако такая же зависимость между этими величинами приведена в формуле (13) на с. 32 учебника Е.А. Чудакова [4]. Она представлена в виде $M_f = f Z_k r_k$, где f — коэффициент сопротивления качению, а Z_k — нормальная реакция дороги на колесо. Аналогичная зависимость между величинами M_f и P_f приведена в пункте 73 государственного стандарта [3], где она представлена в виде $P_f = M_f / r_k$. Если оппонент полагает, что одна и та же функциональная зависимость может быть одновременно и правильной и неправильной (соответственно в стандарте и у нас), то обязан был бы показать, чем это обусловлено. Такая сверхпроницательность была бы поучительной для всех специалистов. Но он даже не заметил, что формула (1) описывает такую же взаимосвязь между величинами M_f и P_f , как и в работах [3] и [4]. Вследствие этого мы считаем данную формулу правильной, а все обвинения, приведённые на упомянутых выше страницах работы [1] — безответственным словоблудием, длинной очередью холостыми патронами (заимствуем удачную метафору оппонента).

Из обширной информации, содержащейся на с. 24 и 25 статьи [1], можно сделать вывод, что оппонент считает нужным применять в формуле (1) динамический радиус r_d :

$$M_f = P_f r_d. \quad (2)$$

Но во вступлении мы упоминали, что динамический радиус характеризует взаимосвязь между продольными силами колеса и создаваемыми ими моментами только при их рассмотрении в силовой области, в которой объективность описания процесса работы колеса проблематична. Более достоверным является описание работы колеса в энергетической области, базирующееся на законе сохранения энергии. Поэтому целесообразно проверить соотношение (2) с помощью этого закона, справедливость которого пока ещё никем не опровергнута.

Рассмотрим равномерное качение ведомого колеса по горизонтальной дороге, происходящее без скольжения. Качение происходит под действием на ось колеса продольной силы P , численно равной силе сопротивления качению P_f . Положим, что под действием этой

силы колесо совершило один полный оборот. Путь, пройденный в этом случае колесом, равен $2\pi r_k$. Продольная сила P при этом выполнила механическую работу $A_p = 2\pi r_k P \equiv 2\pi r_k P_f$, а момент сопротивления качению M_f — механическую работу $A_m = 2\pi M_f \equiv 2\pi r_d P_f$.

Поскольку никаких иных источников или потребителей энергии в рассматриваемом колесе нет, то значения механических работ A_p и A_m одинаковы. Однако из сопоставления работ A_p и A_m следует, что это возможно только в случае равенства значений радиусов r_k и r_d , которое может наблюдаться только у абсолютно жёсткого колеса. Следовательно, формула (2) физически верна только для жёсткого колеса, а для эластичного колеса она в общем случае неверна, так как приводит к ошибке, прямо пропорциональной разности между упомянутыми радиусами. В частности, применительно к пневматическому катку с нулевым значением динамического радиуса, который изображен на рис. 5 работы [2], формула (2) совершенно теряет смысл. Но верная теория должна предоставлять правильные результаты при всех возможных значениях исходных данных. В противном случае это не теория, а просто эмпирическая формула для какого-то отдельного частного случая.

Защитники динамического радиуса уповают на то обстоятельство, что при его значениях, близких к значению радиуса качения без скольжения, формула (2) выдаёт практически правильные результаты. Но это не оправдывает применение формулы, так как она принципиально неверна с физической точки зрения.

В то же время соотношение (1) обеспечивает тождественность значений механических работ A_p и A_m при любом значении динамического радиуса, даже нулевом. Это свидетельствует о безупречности данного соотношения с физической точки зрения. Следовательно, верной является формула (1), а не (2). Её и надо применять в теории качения. Но такое утверждение — не догма. Оно справедливо только в том случае, если мы считаем нужным иметь строгую, безупречно построенную теорию качения, пригодную для применения при любых значениях исходных данных. Если же мы согласны иметь приближительную теорию, построенную по принципу "абы как" и пригодную только для колёс, у которых радиус качения и динамический примерно равны — то, безусловно, можно применять и формулу (2).

Если эти аргументы не убедительны, то можно рассмотреть какой-нибудь численный пример. При этом непременно обнаружится, что в случае применения формулы (1) значения механических работ A_p и A_m будут всегда одинаковы, а в случае применения формулы (2) механическая работа A_m будет отличаться от работы A_p , причём ровно настолько, насколько радиус r_d отличается от радиуса r_k . Следовательно, при неравенстве значений радиусов r_d и r_k колесо якобы будет представлять собой или неиссякаемый источник даровой энергии (вечный двигатель) или чёрную дыру, в котором энергия бесследно исчезает.

Можно также вывести уравнение, связывающее величины M_f и P_f , не обращаясь к отрицаемому оппо-

нентом принципу возможных перемещений. Для этого надо всего лишь приравнять механическую работу продольной силы $A_p = 2\pi r_k P \equiv 2\pi r_k P_f$, выполняемую при перекачивании ведомого колеса на один полный оборот, к механической работе момента сопротивления качению $A_m = 2\pi M_f$. Из полученного равенства вытекает соотношение (1), но не (2). Таким образом, физическая величина "радиус качения без скольжения r_k " сама, без нашего субъективного вмешательства, "всплывает" в процессе вывода уравнения, связывающего величины M_f и P_f .

Для непредвзятого специалиста очевидно, что функциональная зависимость (1) имеет всеобщий характер, пригодный для определения взаимосвязи не только между моментом сопротивления качению M_f и силой сопротивления качению P_f , но и между любым иным приложенным к колесу (в плоскости его вращения) моментом M и вызываемой этим моментом продольной силой колеса P (или наоборот). Ведь совершенно безразлично, какова природа того или иного момента, приложенного к колесу в плоскости его вращения. Это может быть ведущий момент, поступающий от трансмиссии, или тормозной момент, создаваемый тормозным механизмом, или момент от инерционных сил, возникающих при неравномерном вращении колеса.

Следовательно, безо всяких дополнительных доказательств, опираясь только на соотношение (1), можно утверждать, что преобразование ведущего момента M_k , подведённого от трансмиссии к эластичному колесу, в полную окружную силу последнего $P_{ко}$ (называемую нами теоретической силой P_t) должно происходить в соответствии с уравнением

$$P_{ко} \equiv P_t = M_k / r_k, \quad (3)$$

идентичным соотношению (19) нашей статьи [2]. Но оппонент полагает, что оно должно содержать динамический радиус — с. 26 работы [1]:

$$P_{ко} \equiv P_t = M_k / r_d. \quad (4)$$

Это уравнение составлено исходя из следующих соображений: "Так как одна сила прикладывается к оси колеса, а другая располагается в одной плоскости с дорогой, то расстояние между линиями действия этих двух параллельных сил, т.е. плечо пары, есть не что иное, как динамический радиус колеса r_d . Следовательно, модуль каждой из этих двух равных сил $\langle \dots \rangle$ определяется отношением момента пары M_k к её плечу т.е. $P_t = M_k / r_d$. Всё просто и ясно, но автору статьи такая формула не нужна!"

Прежде всего интересно, почему при составлении уравнения (4) оппонент не учёл ни один фактор, перечисленный в конце с. 24 работы [1] в качестве смертных грехов нашей работы — ни то, что колесо находится в постоянном движении, испытывая как ускорения, так и замедления, ни то, что колесо имеет неидеальные неголономные связи, ни то, что в нём есть активные и реактивные силы и т.п. Как же без всего этого удалось получить уравнение (4)? Ответ прост: удалось потому, что никакие из перечисленных факторов для построения такого уравнения не нужны. Это мы, по

мнению оппонента, были обязаны при выводе уравнения учитывать влияние на работу колеса солнечного ветра и прошлогоднего снега. А оппонент для получения уравнения даже не стал выводить его. Он умозрительно, полагаясь на аксиомы теоретической механики, составил его, и делу конец. Однако, в самом конце своей статьи, нелестно отзывается о тех, кто составляет уравнения таким образом.

Интересно также, почему оппонент полагает, что расстояние между линиями действия двух встречно-параллельных сил, действующих на эластичное колесо — это и есть именно та физическая величина, которая связывает значения действующих на упомянутое колесо продольных сил и создаваемого ими момента? Для твёрдых тел это справедливо, так как аксиомы теоретической механики сформулированы именно для них. Но прежде, чем распространять действие аксиом на эластичные тела, следовало бы хорошо подумать. Попытаться какое-то логическое обоснование сделать для уяснения дела самому себе. Да чтобы и читателям показать, что между твёрдым и эластичным колёсами с точки зрения механики нет никакой разницы.

Вот тут оппоненту можно было и принцип отвердеваемости взять на вооружение. Но он не знаком с этим принципом, на с. 22 своей статьи обвиняет нас в *"совершенно ложном заявлении, согласно которому в теории качения якобы применяется"* придуманный нами принцип отвердеваемости. Хотя практически в каждом пособии по теоретической механике имеется параграф, посвящённый этому принципу, см., например с. 29—30 учебного пособия [10]. О применении данного принципа упоминается на с. 14 работы [5] и на с. 27 работы [9].

Самым убедительным аргументом оппонента был бы вывод уравнения, в котором бы логично, без субъективного вмешательства, "всплыл" динамический радиус, а не радиус качения. Оппонент мог бы также поинтересоваться, как другие специалисты в этой ситуации поступают. Обратить внимание на замечание В.А. Петрушова о проблематичной достоверности использованного им (оппонентом) описания работы колеса в силовой области [5, с. 14]. А также на результаты исследований Е.А. Чудакова, который ещё в середине прошлого века обнаружил, что при описании работы колеса в энергетической области взаимосвязь между полной окружной силой и приложенным к колесу крутящим моментом определяется не посредством плеча силы (расстояния между линиями действия сил), а посредством радиуса качения r_k , являющегося не физической, а математической величиной, не поддающейся непосредственному измерению. На с. 18 учебника [4] он привёл формулу, идентичную вышеприведённой формуле (3) и отдельной строкой указал, что под полной окружной силой колеса $P_{ко}$ подразумевается сила, *"приложенная к колесу на расстоянии радиуса r_k от его оси"*. То есть, он подчеркнул, что "плечом силы" эластичного колеса является не динамический радиус, а радиус качения колеса. Эти факты закреплены и в стандарте [3]. Они подтверждают справедливость формулы (3).

Уравнения (4) и (3) тоже можно проверить на согласие с законом сохранения энергии — результат будет тем же, что и при проверке уравнений (2) и (1).

Разность между полной окружной силой $P_{ко}$ и силой сопротивления качению P_f мы называем действительной силой тяги колеса P_d :

$$P_d = (P_{ко} - P_f) \equiv (P_T - P_f) = (M_k - M_f)/r_k. \quad (5)$$

Следовательно, сила P_d тоже формируется под влиянием радиуса качения без скольжения, а не динамического радиуса.

Таким образом, в статье [2] получен комплекс соотношений, характеризующих все основные показатели работы колеса. Из них следует, что взаимосвязь продольных сил эластичного колеса и крутящих моментов любой природы, действующих на это колесо в плоскости его вращения, осуществляется посредством радиуса качения колеса без скольжения. Что касается динамического радиуса, то он не "всплыл" ни в одном из полученных соотношений. Это означает, что теория качения не нуждается в нём, точно так же, как телега не нуждается в пятом колесе. Уместно вспомнить совет И. Ньютона, приведённый академиком А.Н. Крыловым [11, с. 17]: *"Не должно допускать большего числа причин явления природы, как только те, которые верны и которых достаточно для объяснения совершающегося. Природа проста и не прибегает к роскоши излишнего числа причин для своих явлений"*.

Из выполненной работы также следует, что применение динамического радиуса противоречит закону сохранения энергии, т.е. является некорректным с физической точки зрения.

Так что все стенания уважаемого оппонента по поводу разоблачения динамического радиуса, оказавшегося голым королём, ничего не стоят. Этот радиус должен быть изгнан из теории качения, как чуждый для неё фактор, теория должна быть очищена от него. А коль так, то все остальные вопросы, поднятые в работе [1], потеряли актуальность, они не имеют принципиального значения. Оппонент волен как угодно оспаривать правильность наших подходов, методов, терминов и всего прочего, но его доказательства ничемны. Конечные результаты нашей работы правильны, и этим всё сказано. Ответ на работу [1] можно считать законченным.

Однако хаотическая масса обвинений и ложных умозаключений, которыми переполнена статья оппонента, могут сбить с толку любого человека. Поэтому на ряд замечаний, которые мы полагаем наиболее серьёзными, дадим ответы.

О содержании понятия "плечо силы". Наше утверждение о несостоятельности применения в теории качения динамического радиуса (плеча силы) проистекает не только из теоретических соображений. Нами была также изготовлена и испытана экспериментальная установка, давшая возможность в "чистом виде" проверить, влияет ли динамический радиус колеса (изменяемый в пределах $\pm 30\%$ от радиуса качения) на взаимосвязь между полной окружной силой колеса и приложенным к нему крутящим моментом [12]. Ре-

зультаты экспериментов подтвердили отсутствие тако- го влияния. Этот факт был сообщён нашему коллеге В.И. Коптилову в личной переписке с ним ещё 8 фев- рала 2019 г., за 8 месяцев до появления статьи [12]. Од- нако будущий оппонент не проявил к нему интереса. Такие результаты не вписываются в его представле- ния. Но если бы он был заинтересован в научной ис- тине, то за прошедшие два года мог бы изготовить свою установку и на ней перепроверить наши резуль- таты. Для науки это было бы полезно как при их под- тверждении, так и при опровержении. Однако он не сделал этого. Научная истина его не интересует. Но за- чем нужна наука, если она не ведёт к истине? Безуслов- но, оппонент признавал достоверность наших резуль- татов, но игнорировал их. В монографии, изданной в 2020 г., он не упомянул о существовании работы [12]. Он имел полное право сомневаться в достоверности наших результатов, критиковать их, приводить любые свои соображения по этому поводу. Но умалчивать об известной ему работе, представляющей альтернатив- ную точку зрения — некорректно.

Кстати, наша установка сейчас находится в учебной лаборатории Национального транспортного универ- ситета Украины. На ней студентам демонстрируют любопытное явление — неприменимость к эластично- му колесу традиционного правила определения крутя- щего момента — как произведения силы на плечо, по- нимаемое как расстояние от линии действия силы до оси колеса.

На с. 24 статьи [1] оппонент изумляется, что *"ради утверждения кинематического радиуса и свержения ди- намического автор готов отбросить такое фундамен- тальное понятие механики, как плечо силы, которое бы- ло установлено и проверено многовековой практикой че- ловечества, множеством различных экспериментов и наблюдений"*.

Прежде всего обращаем внимание на изумительную непоследовательность оппонента, свойственную схо- ластикам. Ведь давно известно, что любое тело может быть приведено в движение только внешней по отно- шению к нему силой. Однако наш оппонент в своих работах обосновывает, что это положение не распро- страняется на самоходные машины. И он имеет на это право, ведь абсолютной истины не существует, всегда может быть обнаружено какое-то исключение из пра- вил, требующее пересмотра научных положений, ка- завшихся до тех пор незыблемыми.

Но если аналогичный поступок обнаружился с на- шей стороны, то разум оппонента вскипает благород- ным негодованием: как можно посягать на святыни механики, отбрасывать понятие плеча силы, прове- ренное многовековой практикой человечества?

Однако оппонент пальнул в ложную цель — мы не предлагаем отбрасывать понятие плеча силы. Ситуа- ция не так проста. С одной стороны, понятие плеча силы скомпрометировано — оно неприменимо к элас- тичному колесу. Но это только в том случае, если под плечом понимать расстояние между линиями дей- ствия встречно-параллельных сил, как принято в меха- нике твёрдых тел. А если под плечом понимать радиус

качения колеса, то тогда оно к эластичному колесу применимо. Как совместить два таких содержания одного и того же понятия? Как два частных положен- ия механики? Но в таком случае надо быть готовым к существованию ещё и других частных случаев, и к существованию расширенного содержания понятия "плечо силы", охватывающего все частные случаи — для твёрдых тел, для эластичного колеса и, возможно, ещё для каких-то устройств.

Такая постановка вопроса потребовала более при- стального внимания к физической сущности понятий "момент силы" и "плечо силы". Они возникли в виде интуитивных эмпирических представлений, умозри- тельно сформулированных ещё в доисторические вре- мена Архимеда и опирающихся на свойства жёсткого рычага. То есть, они представляют собой просто неко- торые соглашения, ничем не обоснованные, но и ни у кого не вызывающие возражений. За прошедшие ты- сячелетия они ни разу не пересматривались, в то вре- мя как другие понятия механики за время своего су- ществования претерпели множество уточнений и из- менений. Вследствие этого можно предположить, что нынешнее понятие плеча силы пригодно только для наипростейших жёстких устройств, существовавших во времена Архимеда — рычагов, шестерён, колёс. Для более сложных устройств и механизмов, хотя бы для винтового домкрата, это понятие не подходит из-за своего узкотехнического происхождения. А ведь винт, как и рычаг, тоже преобразует приложенный к нему крутящий момент M в продольное усилие P . Но какая же физическая величина выступает в винтовом домк- рате в роли "плеча", связывающего момент и силу? Для ответа на этот вопрос потребовалось пересмотреть по- нятие момента силы, сформулировать его не умозри- тельно, а логически и с применением энергетических представлений физики [13].

При повороте винта на некоторый элементарный угол $\Delta\alpha$, измеряемый в радианах, момент M выпол- няет механическую работу $M\Delta\alpha$. Если не учитывать силы трения, то эта работа полностью преобразуется в механическую работу продольного перемещения винта, равную $P\Delta x$, где Δx — продольное перемеще- ние винта, измеряемое в метрах. Приравняв эти две работы, получаем выражение, связывающее момент M и силу P :

$$M = P(\Delta x / \Delta\alpha). \quad (6)$$

Отсюда следует, что момент силы M представляет собой произведение силы P на коэффициент $\Delta x / \Delta\alpha$, представляющий собой отношение элементарного ли- нейного перемещения Δx точки, происходящее в на- правлении приложения силы P , к элементарному углу поворота $\Delta\alpha$, соответствующему упомянутому переме- щению Δx . Этим самым получено общезначимое оп- ределение момента, пригодное для любых механичес- ких устройств.

А также определено содержание расширенного, обобщённого понятия "плечо силы", связывающего значения приложенных к устройству сил и создавае-

мого ими момента — это отношение $\Delta x/\Delta\alpha$ упомянутых выше элементарных перемещений.

В случае жёсткого рычага отношение $\Delta x/\Delta\alpha$ численно равно значению длины рычага, называемому плечом силы. Но единицей этого "плеча" является не метр, а м/рад.

В случае винтового домкрата отношение $\Delta x/\Delta\alpha$ численно равно $1/2\pi$ части шага винта, измеряемой в м/рад (Δx — продольное перемещение винта при его повороте на угол $\Delta\alpha$, равный 1 рад).

В случае эластичного колеса отношение $\Delta x/\Delta\alpha$ представляет собой радиус качения колеса без скольжения, измеряемый в м/рад (Δx — путь, проходимый колесом при его повороте в плоскости его вращения на угол $\Delta\alpha$, равный 1 рад).

Содержание обобщённого понятия "плечо силы" объясняет причину коллизии между теоретической механикой и стандартом [3], описанную во вступлении данной статьи. Упомянутая в этом вступлении аксиома справедлива **только (и только!)** для жёстких тел и устройств с жёсткими звеньями. В общем же случае взаимосвязь между значениями встречно-параллельных сил и создаваемого ими момента осуществляется посредством величины, численно равной коэффициенту $\Delta x/\Delta\alpha$. В устройствах с жёсткими звеньями числовое значение этой величины равно значению расстояния между линиями действия сил. В иных устройствах это числовое значение не равно упомянутому расстоянию.

Однако в курсе теоретической механики расстояние между линиями действия сил догматически представлено как единственно возможная величина, определяющая взаимосвязь между силами и создаваемым ими моментом. Это и привело к тотальному неприятию специалистами правильных (но при поверхностном взгляде кажущихся неприемлемыми) положений стандарта [3].

Таким образом, предосторожность составителей этого стандарта, опасавшихся называть силой величину, получаемую при делении моментов на радиус качения колеса (пункты 38 и 73 стандарта), оказалась излишней. Эта величина является силой.

Итак, содержание уточнённого понятия, обозначаемого термином "плечо силы", является существенно более широким, чем применяемое в теоретической механике. Но этот термин можно применять и в дальнейшем, хотя, применительно к расширенному содержанию этого понятия, он является менее удачным.

О размерностях и единицах измерений. На с. 22 работы [1] оппонент упоминает понятие "размерность". Остановимся на нём, ибо оно уже много лет является предметом нескончаемых заблуждений и манипуляций в самых различных областях науки, в том числе и в теории качения.

Размерность **основных** величин — это **директивно присвоенные им условные обозначения (символы)** в виде прописных букв латинского алфавита, изображаемых прямым шрифтом [14, табл. 1]. Например, размерности длины, массы и времени в Международной системе единиц (СИ) обозначаются символами L,

M и T соответственно. Таким образом, любая величина, принятая в СИ за основную, **директивно объявляется** размерностной величиной. Уже из одного этого факта ясна условность понятия "размерность".

А размерность **производных** величин — "это выражение в форме степенного одночлена, составленного из произведений символов основных величин $\langle \dots \rangle$ отражающее связь данной величины с величинами, принятыми в данной системе величин за основные..." — пункт 3.11 стандарта [14]. Например, размерности скорости, ускорения и силы равны соответственно LT^{-1} , LT^{-2} и LMT^{-2} .

У некоторых производных величин степени символов основных величин, входящих в упомянутое выше выражение, оказываются равными нулю. Вследствие этого данное выражение равно единице. Такие величины называют безразмерностными.

Понятие размерности не имеет никакого мистического смысла и не является абсолютным. "Величина, безразмерностная в одной системе величин, может иметь размерность, отличную от единицы в другой системе" — пункт 3.13 стандарта [14]. Ещё 90 лет назад лауреат Нобелевской премии по физике Макс Планк разъяснял, что "...размерность какой-либо физической величины не есть свойство, связанное с существом её, но представляет собой некоторую условность, определяемую выбором системы измерений. Если бы на эту сторону вопроса достаточно обращали внимания, то физическая литература $\langle \dots \rangle$ освободилась бы от массы бесплодных разногласий" [15, с. 90]. Поэтому "...вопрос об истинной размерности физических величин $\langle \dots \rangle$ имеет не более смысла, чем вопрос об истинном названии какого-либо предмета" — там же.

Таким образом, не стоит преувеличивать роль размерности. Она является всего лишь международным идентификатором величины — длины, массы, времени и т.п. Если эти величины условно считать неким "товаром", то их размерность можно считать **условным кодом** товара, представленным в виде набора буквенных символов.

Оппонент утверждает, что "у того и другого радиуса размерность одна и та же — метр (м)". Но метр — это не размерность, а единица длины. Динамический радиус является расстоянием, а расстояние является одним из множества таких физических величин, как путь, ширина, высота, глубина, смещение, зазор, клиренс и т.п. Все они являются частными случаями одной и той же физической величины "длина", единицей которой является метр — табл. 1 стандарта [16].

А радиус качения колеса представляет собой отношение пути, пройденного колесом, к углу его поворота в плоскости вращения. Следовательно, единицей радиуса качения является м/рад. Но указания на **необходимость** игнорирования единицы "радиан" в метрологии не существует. Это домыслы людей, не понимающих предназначения системы единиц. (Профессор Преображенский правильно советовал не читать советских газет: ни в коем случае нельзя слепо верить всему кем-то сказанному или написанному.) В примечании 2 к табл. 3 стандарта [16] лишь оговорено, что

единицу радиан **можно "использовать или не использовать в выражениях для других производных единиц СИ (по необходимости)".**

Данное примечание означает, что метрология, к сожалению, содержит элемент схоластики: каждому субъекту обмена научно-технической информацией разрешено поступать с наименованием и обозначением единицы радиан так, как он лично считает нужным. Поэтому оппонент имеет полное право пренебрегать обозначением единицы радиан. Но это же примечание даёт нам полное право применять обозначение радиана в единице радиуса качения м/рад.

И только такое действие мы считаем единственно правильным. Начнём с верных слов оппонента о том, что "угол φ размером в N радиан — это число (N) штук таких углов. Слово же "радиан" добавляют лишь только для того, чтобы обозначить, что речь идёт не просто о каких-то "штуках", а именно о плоском угле". Но это требование выдвигается ко всем без исключения единицам. Все они предназначены для того, чтобы информировать, о каких именно "штуках" идёт речь. Любая единица измерения — это своеобразная бирка, прикреплённая к товару — числовому значению какой-либо величины. И требования к заполнению бирки не зависят от того, имеет данный товар свой условный код (размерность) или не имеет. Если бирки будут неправильно заполнены, то взаимопонимание между субъектами обмена научно-технической информацией будет нарушено.

Например, значение скорости движения, равное 0,5 м/с, информирует нас, что в одной "штуке" времени, называемой секундой (именно секундой, а не минутой, часом или сутками), находится 0,5 таких "штук", как один метр пути. И для указания на **именно такое** физическое содержание понятия "скорость движения" к числовому значению скорости должна быть в обязательном порядке прикреплена бирка с надписью "м/с". И никому не приходит в голову, что из этой надписи можно изъять обозначение секунды и утверждать, что скорость движения равна 0,5 м. Этим мы дезинформируем своих коллег — товар, называемый скоростью движения, будем умышленно или неумышленно выдавать за товар, называемый длиной пути. И тот факт, что физическая величина "скорость движения" считается размерностной или безразмерностной, к сути дела отношения не имеет. В любом случае информационная бирка должна содержать однозначную и полную информацию. Усечённая информация представляет собой дезинформацию, она становится почвой для добросовестных заблуждений и простором для недобросовестных манипуляций.

И точно так же к значению радиуса качения, равному 0,5, должна быть обязательно прикреплена бирка с надписью "м/рад". Обозначение "рад" специально подчеркивает, что 0,5 м — это не просто какой-то размер колеса, например, динамический радиус, а путь, который колесо проходит при его повороте (в плоскости вращения) ровно на 1 радиан (а не на 2, 3, 5 или 10 радианов или градусов или оборотов). А если уважаемый оппонент из этой надписи исключает обоз-

начение "рад", то он фальсифицирует информацию, пытаясь обосновать, что между радиусом качения и динамическим радиусом нет разницы, что это якобы одно и то же. И тот факт, что угол поворота в настоящее время считается безразмерностной величиной (т.е. не имеющей своего условного кода), к сути дела не относится. Обман не допускается ни для какого товара — ни для имеющего код, ни для того, который его не имеет. Из области строгого учёта товаров (строгой науки) оппонент пытается затянуть нас в милое его сердцу мутное болото схоластики.

Поэтому полагаем, что наименования и обозначения единиц любых величин, основных или производных, размерностных или безразмерностных, если они включены в государственный стандарт, то являются обязательными для применения, иначе их просто не следовало бы включать в стандарт. Таким образом, с нашей точки зрения, радиус качения и динамический радиус имеют совершенно различные единицы измерения — соответственно м/рад и метр. Поэтому вычитать одну из этих величин из другой, как упоминалось в комментарии к соотношению (3) статьи [2], — бессмысленно. И тем более бессмысленно делать какие-либо научные выводы из полученной таким образом разности радиусов. Именно для изгнания схоластики из науки и была в своё время создана система единиц.

Но наш подход к единицам величин — тоже не догма. Он имеет смысл только в случае, если считается нужным иметь строгое метрологическое обеспечение научно-технической деятельности. Если же оно приемлемо в стиле "абы как", ориентированном не на обеспечение научной строгости, а на свободу манипуляций недобросовестными дельцами, то мы согласны, что надо разрешить каждому индивидууму поступать с единицей радиан (да и с любой другой) как лично ему "**по необходимости**" заблагорассудится.

Побочным результатом уточнённого (в предыдущем пункте) понятия момента силы явилось исправление давно существующей неточности единицы его измерения. А именно, из архимедова определения момента следует, что его единицей является $N \cdot м$. Но эта единица совпадает с единицей механической работы, что нелогично. Различные физические величины должны иметь различные единицы измерения ("бирки"), иначе их применение теряет смысл. Но в данном случае это условие почему-то не выполняется. Метрологи объясняют, что такую ситуацию не надо драматизировать, это, дескать, просто безобидное "исключение из правил". Но в безупречных правилах, какими должна быть СИ, исключений не должно быть.

Из уточнённого определения момента (6) следует, что единицей момента силы является $N \cdot м/рад$. Это автоматически устраняет противоречие между единицами момента силы и механической работы, восстанавливая логичную связь между ними. Оказывается, что метрологи просто не желали утруждать себя поисками ошибки в своем научном продукте.

Продолжение в АП № 7.

Литература

1. Коптилов В.И. О новой теории качения эластичного колеса и метода её построения // Автомобильная промышленность. — 2021. — № 2. — С. 21–27.
2. Пожидаев С.П. Ещё раз об основах теории качения эластичного колеса // Автомобильная промышленность. — 2020. — № 9. — С. 24–33.
3. ГОСТ 17697–72. Автомобили. Качение колеса. Термины и определения. М.: Госстандарт, 1972. — 24 с.
4. Чудаков Е.А. Теория автомобиля. М.: Машгиз, 1950. — 344 с.
5. Петрушов В.А., Шуклин С.А., Московкин В.В. Сопроотивление качению автомобилей и автопоездов. М.: Машиностроение, 1975. — 224 с.
6. Балакина Е.В., Сарбаев Д.С. К вопросу об определении коэффициента продольного скольжения колеса // Автомобильная промышленность. — 2018. — № 10. — С. 25–27.
7. Литвинов А.С., Фаробин Я.Е. Автомобиль. Теория эксплуатационных свойств. М.: Машиностроение, 1989. — 238 с.
8. Кравец В.Н. Теория движения автомобиля. Нижний Новгород: НГТУ. — 2014. — 697 с.
9. Петрушов В.А. Автомобили и автопоезда: Новые технологии исследования сопротивлений качения и воздуха. М.: Торус-Пресс, 2008. — 352 с.
10. Сахарный Н.Ф. Курс теоретической механики. Высшая школа, 1964. — 844 с.
11. Крылов А.Н. Мысли и материалы о преподавании механики. М., Л.: Изд-во АН СССР, 1943. — 76 с.
12. Пожидаев С.П., Шкаровский Г.В. Экспериментальная проверка взаимосвязи крутящего момента и полной окружной силы эластичного колеса // Автомобильная промышленность. — 2019. — № 9. — С. 8–13.
13. Пожидаев С.П. Об уточнении международной системы единиц // Автомобильная промышленность. — 2018. — № 7. — С. 26–29.
14. РМГ 29-2013 ГСИ. Метрология. Основные термины и определения. М.: Стандартинформ, 2014. — 56 с.
15. Сена Л.А. Единицы физических величин и их размерности. М.: Наука, 1988. — 432 с.
16. ГОСТ 8.417–2002 ГСИ. Единицы величин. М.: Стандартинформ, 2010. — 29 с.
17. Григорьян А.Т., Погребыцкий И.Б. История механики с древнейших времен до конца XVIII века. М.: Наука, 1971. — 298 с.
18. Неймарк Ю.И., Фуфаев Н.А. Динамика неголономных систем. М.: Наука, 1967. — 520 с.
19. Коптилов В.И. О комплексных показателях топливно-энергетической эффективности автомобиля // Автомобильная промышленность. — 2012. — № 5. — С. 15–27; № 6. — С. 7–10; № 7. — С. 15–18.
20. Пожидаев С.П. О полезной механической работе и энергетическом КПД автомобиля // Автомобильная промышленность. — 2015. — № 9. — С. 17–20.
21. Чертов А.Г. Физические величины. Справочное пособие. М.: Высшая школа, 1990. — 335 с.
22. Блехман И.И., Мышкис А.Д., Пановко Я.Г. Математика и прикладная механика: Логика и особенности приложений математики. М.: Наука, 1983. — 328 с.



ЭКСПЛУАТАЦИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС АТС

УДК 656.131 (575.1)

РОЛЬ КЛАСТЕРОВ В РАЗВИТИИ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКИ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН

АХМЕДОВ З.С.

Джизакский политехнический институт
(zohidsobirovich88@gmail.com)

Даны предложения по содействию развитию рынка транспортно-логистических услуг в регионах, обеспечению их популярности для всех потребителей, развитию логистической кластеризации деятельности.

Ключевые слова: развитие транспортной логистики, материальные потоки, логистические маркеры, грузопотоки, кластерный подход, транспортные кластеры, объём отгрузок, кластерная интеграция, транспортная логистика.

Akhmedov Z.S.

THE ROLE OF CLUSTERS IN THE DEVELOPMENT OF TRANSPORT LOGISTICS IN THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN

The article provides proposals for promoting the development of the transport and logistics services market in the regions, ensuring their popularity for all consumers, and developing logistics clusterization of activities.

Keywords: development of transport logistics, material flows, logistics markers, cargo flows, cluster approach, transport clusters, volume of shipments, cluster integration, transport logistics.

Центральная Азия находится на перекрестке торговых путей и привлекает к себе большое внимание во всем мире в силу своего геополитического и социально-экономического значения, богатства природных и человеческих ресурсов, а также возможностей транзита для торговли и транспорта. В Республике Узбекистан особое внимание уделяется комплексному развитию транспортной логистики, совершенствованию инноваций в этой области. Современный этап развития экономики обуславливает необходимость внедрения новых подходов к управлению техническими процессами, проведения эффективной инвестиционной политики и внедрения современных мер. В связи с этим целью исследования является разработка научно-обоснованных предложений, дающих возможность разработки региональных тенденций совершенствования эффективного транспортно-логистического обслуживания и рекомендаций по его реализации на практике.

Многие зарубежные и отечественные учёные проводили исследования по вопросам изучения этой проблемы, повышения эффективности своей деятельности. В частности, Ф.Д. Ванде, Петер Кук, Л.Б. Миротин, В.С. Лукинский, В.И. Бережной, А.Д. Молокович, М.А. Икромов, Т.У. Кодиров, Я.К. Карриевой, Р.Г. Саматов. Посвящён ей и ряд научных работ других учёных.

Проведение исследований по оценке комплексного развития транспортной логистики, анализу перспектив и тенденций её трансформации окажет непосредственное влияние на долгосрочную стратегию развития сети, её текущую политику и станет основой для определения потребности в финансовых, кадровых и материально-технических ресурсах. Такая же ситуация возникла и с исследовательской проблемой, послужившей основанием для выбора предмета данной диссертационной работы, определения её целей и задач. Высокая значимость этой проблемы в настоящее время и тот факт, что она ещё недостаточно изучена в регионах республики, говорит об актуальности темы исследования.

В связи с этим стоит обратить внимание на теоретические и практические аспекты данной проблемы. Российский профессор А.А. Смехов в учебнике "Основы транспортной логистики" исследовал движение материалов в экономико-организационной системе логистики и процесс передачи информационных, финансовых и сервисных потоков, связанных с ней, от мест их появления к местам потребления. В данном учебном пособии описывается "логистика — это новое научное направление, обучающее планированию, управлению и мониторингу движения материальных и информационных потоков в сфере производства и энергетики" [1].

Согласно исследованиям Л.Б. Миратина и В.И. Сергеева, современные транспортно-логистические услуги связаны с инфраструктурой, материальными и дистанционными информационными потоками от первого источника до конечного потребителя и планированием движения времени, организацией, управлением, контролем и регулированием современных транспортных структур, изучены научные основы классификации показателей [2].

В некоторых исследованиях признаётся, что логистика — это широкое понятие, и эксперты подходят к нему по-разному. Независимо от того, что это такое, не следует понимать, что она состоит только в ведении счётов транспортировки продукции, увеличения и падения, понимается управление материальным потоком на основе формирования данных о движении товаров от первичного источника к конечному потребителю. Поэтому М. Портер, Д. Сток утверждают, что логистика уже вышла из своей традиционной сущности, она имеет большое значение в стратегическом управлении и планировании предприятий [3].

По мнению экспертов, "современные транспортно-логистические системы постоянно усложняются, и всё труднее понять, на что следует обращать внимание, поэтому мы решили выделить пять основных факторов, влияющих на развитие транспортно-логической отрасли, в том числе городского транспорта: изменения в международной торговле, изменения в процессах, связанных с внедрением нового программного обеспечения, изменения в технологиях производства" [4].

В результате проведённых исследований были выявлены следующие научные новшества, положенные в основу разработки предложения по совершенствованию

принципов современного логистического менеджмента в развитии транспортной системы: предложить методику оценки эффективности транспортно-логистических услуг по научно-технической эффективности; усовершенствовать транспортно-логистические услуги за счёт привлечения инвестиций, модернизация сетей транспортно-логистических услуг и разработка оптимальной модели финансирования инновационных процессов повышения транзитного потенциала; предложена методология, обеспечивающая возможность определения прогнозных параметров программ развития автомобильного транспорта и управления перевозками, исходя из ситуации на рынке транспортно-логистических услуг в регионах.

Следует отметить, что в Республике Узбекистан в настоящее время совершенствуется база нормативно-правовых документов, регулирующих и развивающих основы транспортно-логистической отрасли. Приняты 6 законов, 7 указов и постановлений Президента Республики Узбекистан, 13 постановлений Кабинета министров и более 9 международных конвенций. Также в соответствии с указом президента Республики Узбекистан "О мерах по коренному совершенствованию системы государственного управления в сфере транспорта", подписанным 1 февраля 2019 года, на базе Агентства автомобильного транспорта Республики Узбекистан было создано министерство транспорта Республики Узбекистан, а также создана организационная основа развития единой системы государственного управления в сфере транспорта.

Также был принят Указ Президента Республики Узбекистан "О мерах по совершенствованию транспортной инфраструктуры в 2018—2022 годах и диверсификации внешнеторговых маршрутов грузоперевозок" от 02.12.2017 года. Согласно этому постановлению, в целях развития отечественных автотранспортных предприятий и транспортно-логистических компаний, осуществляющих международные грузоперевозки на автомобилях, им был предоставлен ряд льгот до 1 января 2022 года, в том числе освобождение от уплаты налога на добавленную стоимость, налога на имущество и земельного налога, модернизация производственных мощностей, восстановление современных объектов и уплата налога на добавленную стоимость.

Следует отметить, что логистические концепции особенно перспективны при создании системы транспортных и экспедиционных услуг. Основой таких систем должны быть современные, отвечающие международным стандартам, высокоразвитые, обслуживающие многие виды целей терминалы сбора и обработки грузов. Координация, регулирование эффективной логистической деятельности имеют важное значение, способствуя обеспечению охраны окружающей среды, соблюдению международных экологических норм и повышению уровня жизни населения.

Центральная Азия является динамично развивающимся регионом в мировой транспортно-логистической системе. В последние годы ведётся масштабная работа по развитию транспортной инфраструктуры. В том числе в Узбекистане, на базе новых междуна-

родных маршрутов, реализуется множество проектов, направленных на развитие транспортной отрасли, повышение транзитного потенциала, экспортно-импортных возможностей. Эти проекты обеспечивают высокий доход за счёт транспортных потоков. В результате транзитный потенциал страны становится одним из основных источников валютных поступлений, а также развития транспортной инфраструктуры Узбекистана. Что не только ускоряет экономический рост, но и способствует укреплению геополитических позиций Узбекистана на мировой арене.

В рамках проекта "одно пространство, одна дорога", реализуемого по инициативе китайского государства, необходимо увеличить возможности нашей страны в области транспортно-коммуникационной инфраструктуры. Нам нужно серьёзно подумать о том, чтобы иметь преференции при перевозке основных экспортных грузов из регионов транзитных стран, в частности Туркменистана, Ирана, Казахстана, России, Азербайджана и Грузии в виде транзита. Поэтому стимулирование усилий иностранных и местных инвесторов по реализации конкретных проектов в сфере логистики является актуальной задачей, стоящей перед правительством. В результате проводимых в Узбекистане социально-экономических реформ проводится большая работа по развитию транспортной логистики, создаются логистические центры, повышается качество и эффективность оказываемых ими услуг.

Необходимость повышения экспортного потенциала и расширения рынков сбыта отечественной продукции обуславливает необходимость создания благоприятных условий для диверсификации внешнеторговых маршрутов, формирования максимально эффективных, альтернативных транзитных коридоров, обеспечивающих выход Республики Узбекистан на перспективные международные рынки сбыта экспортной продукции. В связи с этим увеличение количества оказываемых услуг в транспортной сфере обусловлено резким увеличением количества организаций и предприятий, увеличением спроса на них. В 2012—2018 годах особое внимание следует уделить научно-техническим и социальным факторам, влияющим на изменение объёма перевозимых грузов по видам транспортных средств и повышение эффективности их использования (табл. 1).

Модернизация экономики развитых стран мира, совершенно новые качественные изменения напрямую

зависят от активности развития логистических кластеров в современном транспортном обслуживании. Организационная структура кластеров — это организационная форма консолидации сил взаимного интереса, направленная на обеспечение конкурентоспособности экономики и представляющая собой стратегию управления со сложной функциональной структурой. Их развитие является главным фактором информатизации общества, инновационного развития промышленности и формирования современной экономики. Развитие транспортной логистики, включая производство, содержание этих территорий, обеспечивает конкурентные преимущества. Поэтому в условиях инновационного развития экономики, особенно в современный период, когда традиционные методы экономического развития не способны обеспечить достаточных выгод, применение кластерной теории на практике считается наиболее оптимальным путём.

Проведённое исследование показывает, что кластерная теория многогранна, а это, в свою очередь, обуславливает формирование различных методологических подходов к ней [5, 85]. Кластер — это в первую очередь, местная инновационная форма самоорганизации общества для выживания в условиях жёсткой международной конкуренции. Кластерная форма организации инновационных систем взаимодействия реального и финансового секторов экономики является сочетанием нескольких направлений: технологической, промышленной, денежно-кредитной, инновационной политики регионального развития и т.д. Таким образом, местную инновационную систему региональной экономики можно определить как организационно-управленческую форму пространственной самоорганизации реального и финансового секторов экономики региона.

Логистическая кластеризация в транспортной системе создаёт новые возможности для увеличения объёмов финансирования, хранения, транспортировки, научных исследований и работ продукции, повышения качества, повышения уровня технического обеспечения научно-исследовательских работ, участия в инвестиционных внешних проектах, подготовки и повышения квалификации научно-педагогических кадров. Структура логистической кластеризации формируется организациями и предприятиями, объединяющими материальные, информационные и финансовые потоки.

Таблица 1

Виды транспорта	Объёмы перевозок грузов в Республике Узбекистан*						
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Железнодорожный	61,5	63,7	65,7	67,2	67,6	67,9	72,5
Автомобильный	1203,2	1258,3	1327,4	1399,8	1002,8	1013,1	1045,2
Трубопроводный	53,7	64,5	76,5	60,0	66,2	65,1	72,5
Воздушный	24,0	22,2	23,0	24,0	26,5	26,4	32,0

* На основе данных Государственного статистического управления Республики Узбекистан.

Виды кластеров	Содержание деятельности компаний
Кластеры транспорта и логистики	Хранение и доставка объектов инфраструктуры и грузов, пассажиров
Дискретные кластеры	Автомобилестроение, авиастроение, судостроение, двигателестроение, другие отрасли машиностроительного комплекса, текстильная и пищевая промышленность и др.
Обработанные кластеры	Металлургия, нефтехимия, сельское хозяйство, пищевая промышленность и др., сфера услуг
Инновационные и "научные" кластеры	Информационные технологии, биотехнологии, новые материалы, наука, творчество
Туристические кластеры	Всё, связанное с туристскими услугами

Формирование логистических кластеров позволяет вести конструктивную и эффективную коммуникацию между государством и другими институтами. Кроме того, в кластерной системе образовательные и научные центры получают широкий спектр возможностей для разработки новых научно-методических разработок, их апробации, дальнейшего стимулирования труда работников и специалистов в сфере производства и научных исследований, виды и содержание деятельности которых будут представлены в табл. 2.

Главной особенностью формы логистического кластера является изменение взаимоотношений между его участниками не на стихийной рыночной основе, а на организационно-плановой. Логистические кластеры формируются на пересечении основных потоков нагрузки и объединяют множество специализированных объектов. Экономической основой интеграции логистических кластеров является социальный капитал, основным административным ресурсом является административный ресурс. В связи с этим при такой форме организации логистической деятельности в Узбекистане желательнее формирование таких кластеров при наличии элементов координации, а именно совместного участия в регулировании государства и различных субъектов рынка, например, инфраструктурных организаций, научно-исследовательских институтов и др.

В ходе проведённой научно-исследовательской работы мы пришли к выводу о необходимости реализовать следующие мероприятия по содействию развитию рынка транспортно-логистических услуг, повышению эффективности перевозок на региональном, международном уровнях, привлечению инвестиций в отрасль: развитие производственных отношений для развития различных форм собственности инновационной рыночной экономики в сфере транспортной логистики; использование инновационных направлений оптимизации своевременной, качественной поставки сортов продукции; повышение технико-технологических возможностей развития логистической системы; внедрение инфраструктуры и развитие логистических центров в регионах; применение государственно-частного партнёрства в деятельности транспортной инфраструктуры; организовать деятельность предприятий и организаций транспортно-логистической инфраструктуры на основе путём кластеризации объектов транспортной инфраструктуры.

В свою очередь, кластерная структура экономики оказывает существенное влияние на общую экономическую политику государства. Это, прежде всего, связано с развитием науки и образования, поддержкой инновационной, экспортной деятельности, созданием необходимой инфраструктуры и современной рыночной деятельностью. Преимуществами кластерного подхода являются следующие аспекты их эффективности.

1. Кластеры базируются на солидном механизме новых технологий, знаний, продукции, быстром распространении технологической базы на основе совместной научной базы.

2. Предприятия кластера обеспечивают дополнительное конкурентное преимущество за счёт реализации внутренней специализации и стандартизации, минимизации затрат на инновации.

3. Важной особенностью кластеров является наличие в их структуре гибких предпринимательских структур — малых предприятий, позволяющих формировать инновационные точки экономического развития.

4. Региональные промышленные кластеры имеют большое значение для развития малого бизнеса: они создают высокий уровень специализации в предоставлении услуг малым фирмам в конкретном предпринимательском доме и предоставляют широкий спектр возможностей для освоения и использования предпринимателями инноваций, технологий и знаний. Прозрачность и непрерывность взаимодействия получения производственных факторов от предприятий-участников кластера приводят к снижению транзакционных издержек.

На наш взгляд, необходимо реализовать следующие меры, влияющие на развитие транспортной логистики в Республике Узбекистан: дальнейшее сотрудничество со странами региона в области транспорта, совершенствование нормативно-правовой базы и упрощение определений транзита; развитие местного, экспортно-импортного и транзитного товарооборота, развитие транспортной инфраструктуры страны, что включает в себя создание логистических центров; на основе договорных отношений организация мониторинга реализации принципов экологической безопасности в договоре заказчика с владельцами транспортных средств, находящихся в эксплуатации; требования и потребности потребителей обычно предусматривают обеспечение определённой характеристики работы, а

также обеспечение в ней безопасности, функционально-технической готовности, уровня готовности к эксплуатации, надёжности удовлетворения потребности, экономической эффективности, реагирования на требования экологии; обеспечить организацию экологически безопасного хранения и транспортировки опасных отходов на промышленных объектах; наладить транспортировку после обезвреживания товаров, утративших свои потребительские свойства, содержащих в своём составе опасные вещества.

УДК 378.147

ОПАСНЫЕ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫЕ СИТУАЦИИ

Канд. техн. наук **МАМЕДОВ А.Ш.**

Московский университет МВД РФ имени В.Я. Кикотя,
Московский областной филиал
(bulvar1969@mail.ru)

Рассмотрены возможные опасные дорожно-транспортные ситуации, возникающие на дороге. Водитель автомобиля оценивает каждую ДТС, исходя из своего профессионального мастерства, опыта, интеллекта, психологических особенностей, нервной системы, физического состояния, настроения, и в каждом конкретном случае выбирает индивидуальную тактику реагирования.

Ключевые слова: водитель, дорожно-транспортное происшествие, автомобиль, торможение, авария, катастрофа, прогнозирование.

Для анализа опасных мест на маршрутах, выявления категорий водителей, вовлекаемых в дорожно-транспортные происшествия, и изучения вероятностей возникновения ДТП необходимо классифицировать и изучить те конфликтные ситуации, в которые попадает водитель. В процессе функционирования системы "Человек—Автомобиль—Дорога—Окружающая среда" при движении автомобиля на маршруте дорожно-транспортные ситуации (ДТС) непрерывно изменяются [1].

Классифицировать ДТС по видам сложно из-за субъективности их оценки. Однако в работе [2] приведены результаты исследований, где ДТС рассматривается как сочетание геометрических размеров и технических данных автомобиля и дороги.

Транспортное средство, как известно, является объектом повышенной опасности. Поэтому любая ДТС при сочетании неблагоприятных факторов превращается в *опасную* дорожно-транспортную ситуацию (ОДТС), т.е. такое сочетание объектов и действий участников дорожного движения, которое может привести к ДТП и требует от водителя принятия экстренных мер.

В процессе движения автомобиля на маршруте водитель выбирает из множества встречающихся ДТС ситуации, представляющие опасность, и своими грамотными действиями предотвращает ДТП. Жёсткие временные ограничения и большая цена ошибки делают опасную ситуацию напряжённой для водителя. Если психофизиологические требования, предъявляе-

Литература

1. Смехов А.А. Основы транспортной логистики. Учебник для вузов. — М.: Транспорт, 1995. — 197 с.
2. Миротин Л.Б. Транспортная логистика. Учебник для транспортных вузов / Под общей редакцией Л.Б. Миротина. — М.: Издательство "Экзамен", 2001. — 125 с.
3. Калонов М. Транспорт логистикасининг иктисодий ахамияти. Ташкент: "Бизнес-эксперт", 2019. — № 9. — 76 с.
4. Обзор тенденций развития транспорта и логистики в 2019 году. www.pwc.ru
5. Проскура Д.В., Рогова Е.М., Ткаченко Е.А. Теоретические аспекты формирования региональной кластерной политики // Проблемы современной экономики. — 2008. — № 4 (28). — С. 85.

мые к водителям, превышают их индивидуальные возможности, то ДТП происходит [3].

Водитель в соответствии со своим опытом, навыками и психофизиологическими способностями обнаруживает ОДТС, анализирует и прогнозирует её развитие. На основании этой информации с учётом фактора времени и технических возможностей он выбирает тактику своих действий по преодолению ОДТС, которая будет адекватна степени её опасности [4].

Опасные ДТС, в которых находят отражение все факторы дорожной обстановки, можно классифицировать по действиям водителей как *определённые, неопределённые, угрожающие, аварийные и катастрофические*.

Определённая ОДТС — такая ситуация, в которой водитель, точно спрогнозировав её развитие и сопоставив со своими возможностями, без помех для окружающих участников дорожного движения, незначительно изменяет режим движения своего автомобиля.

Неопределённая ОДТС проявляется в том случае, если водитель не уверен в достоверности своего прогноза её развития или испытывает дефицит времени. В этом случае для обеспечения безопасности движения он вынужден значительно изменить траекторию движения автомобиля без торможения. При этом водитель не видит непосредственной опасности и не предполагает возникновения ДТП.

Угрожающая ОДТС — такое сочетание факторов, при котором водитель уверен в своем прогнозе развития ситуации и для предотвращения ДТП вынужден осуществлять торможение.

Аварийная ОДТС предполагает развитие ситуации, при котором только экстренные действия водителя могут предотвратить ДТП (торможение). В аварийной ситуации водитель уверен в вероятности возникновения ДТП и поэтому действует рефлекторно.

Катастрофическая ОДТС наступает в случае, когда водитель не смог правильно оценить ситуацию и выбрать оптимальную стратегию своего поведения, что приводит к ДТП.

Для анализа уровня и характера дорожной опасности, с которой сталкивается водитель, и его поведения на линии было проведено специальное исследование. Наблюдения проводились в течение рабочего дня водителя на 111 автомобилях в тёплое время года. При

Квалификация	ОДТС				
	Определённая	Неопределённая	Угрожающая	Аварийная	Катастрофическая
1	0,55/0,86	0,45/0,15	0,23/2,12	0,15/2,73	0,16/2,64
2	0,29/1,18	0,34/1,55	0,34/1,55	0,33/1,59	0,26/1,83
3	0,16/2,64	0,21/2,25	0,43/1,21	0,52/0,94	0,56/0,83

Примечание: В числителе — значения $P(y_i)$, в знаменателе $H(y_i)$.

этом зарегистрировано 307 случаев выполнения водителями различных действий для предотвращения ДТП.

В течение рабочей смены 12 водителей не предпринимали действий для предотвращения ДТП. При наблюдении не произошло ни одного ДТП. Наблюдателями были лица, имеющие права на управление автомобилем и прошедшие теоретическую подготовку по организации дорожного движения. Данные о частоте возникновения ДТП проанализированы по России.

По результатам исследования установлено, что в течение рабочей смены водители попадают в ОДТС около трёх раз, а некоторые до 11. Полученное распределение частоты попадания водителей в опасную дорожно-транспортную ситуацию ОДТС подчиняется закону распределения, близкому к нормальному: $P(\chi^2 > 0,9)$. Среднее значение $x = 2,766$, среднеквадратичное отклонение $\sigma = 2,311$, число степеней свободы $\nu = 9$, критерий согласия Пирсона $\chi^2 = 4,12$ [1]. Неопределённость события определяется энтропией $H(y_i)$, которая является функцией от вероятности рассматриваемого события [5].

Для водителей различной квалификации была определена вероятность возникновения каждой категории ОДТС $P(y_i)$ и по ней подсчитана энтропия: $H(y_i) = -\log_2 P(y_i)$. Результаты расчётов приведены в таблице, а изменение энтропии ДТП — на рисунке.

Согласно информационной теории эмоций Смирнова, эмоциогенность (фактор тяжести или опасности) события прямо пропорциональна его энтропии [6]. В случае возникновения определённой и неопреде-

лённой ОДТС водители высокой квалификации не испытывают больших эмоциональных нагрузок, так как умеют прогнозировать безопасную тактику управления автомобилем, а в аварийной и катастрофической ситуациях энтропия событий очень высока [7]. Водители средней квалификации во всех ОДТС испытывают примерно одинаковые эмоциональные нагрузки.

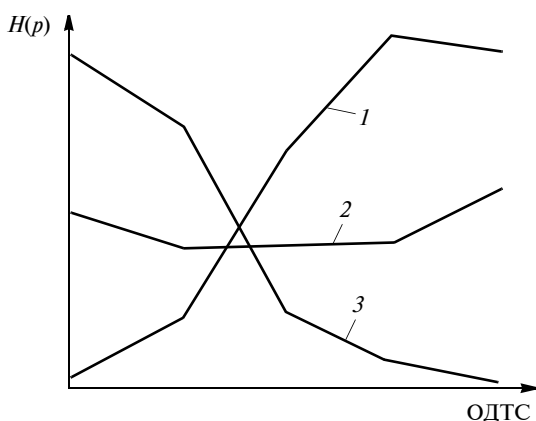
Водители же низкой квалификации наиболее трудно преодолевают определённые и неопределённые ОДТС из-за отсутствия опыта прогнозирования безопасных приёмов управления автомобилем. Отсутствие навыков предвидения опасности и возникновения ДТП показывает, что в этих случаях энтропия у них самая низкая.

Эти данные подтверждают правомочность классификации ОДТС по восприятию водителями окружающей обстановки. Проведённые наблюдения также показали, что около 30 % водителей достигли уровня профессионального мастерства, обеспечивающего современные требования безопасности дорожного движения, 40 % — достаточного дополнительного обучения навыкам управления автомобилем, а 30 % — требуют углублённого обучения и проверки их психологических данных [8].

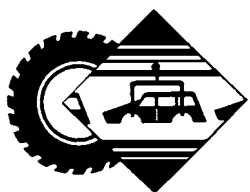
Таким образом, используя классификацию опасных дорожно-транспортных ситуаций, можно проанализировать конкретные маршруты движения автомобиля и разработать комплекс наиболее эффективных мероприятий по снижению аварийности на дорогах.

Литература

1. Романов В.И., Мамедов А.Ш., Сизиков И.Ю. Особенности пожарного автомобильного двигателя в конкретных условиях эксплуатации. Труды IV Международной научно-практической конференции, ФГБОУ ВО "Уральский государственный горный университет"; Институт экономики УрО РАН, 2016. — С. 292–298.
2. Мамедов А.Ш., Тарасов А.Ю. Перспективы обеспечения безопасности дорожного движения. Журнал Евроазиатское Научное объединение. — 2020. — № 4-3(62). — С. 206–209.
3. Мамедов А.Ш., Тарасов А.Ю. Совершенствование профессионального обучения кандидатов водителей. Сборник научных трудов. Тюменский институт повышения квалификации сотрудников МВД России. г. Тюмень, 2020. — С. 135–141.
4. Кузнецов Е.С. Управление технической эксплуатацией автомобилей. М.: Транспорт, 2008. — 272 с.
5. Кирсанов Е.А. Расчёт потребности и выбор технологического оборудования для АТП. М.: МАДИ, 2007. — 240 с.
6. Сергеев А.Г. Метрологическое обеспечение автомобильного транспорта. М.: Транспорт, 2008. — 247 с.
7. Карамеренко Г.В. Техническая эксплуатация автомобилей. М.: Автотрансиздат, 1962. — 500 с.
8. Шухман Ю.И. Основы управления автомобилем и безопасность движения. — М.: Издательский центр "Академия", 2005. — 165 с.



Графики изменения энтропии события в зависимости от ОДТС с учётом квалификации водителей



УДК 621:05.22.10

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ ПЛАСТИНИРОВАНИЕМ

ДУБОВИК Е.А.

Донской ГТУ (dubovik1982@list.ru)

Рассмотрена технология по реновации гильз блока цилиндров дизеля КамАЗ-740.

Ключевые слова: автомобиль, блок цилиндров, восстановление, двигатель внутреннего сгорания, износ, пластинирование.

Dubovik E.A. TECHNOLOGY OF PLASTINATED RECOVERY OF THE CARTRIDGE BLOCK

The technology for the renovation of the cylinder liner of the diesel engine KamAZ-740 is considered.

Keywords: car, cylinder block, recovery, internal combustion engine, wear, plating.

В основу восстановления гильз блока цилиндра двигателя внутреннего сгорания грузового автомобиля КамАЗ положим метод установки добавочных ремонтных деталей (ДРД) втулок методом пластинирования. Особенно эффективен этот способ в тех случаях, когда промышленность не выпускает к этим двигателям внутреннего сгорания поршни ремонтных размеров.

Гильзы цилиндров дизеля КамАЗ-740 — тонкостенные съёмные. Их диаметр равен 120 мм, толщина стенок — 13,5 мм, масса — 5 кг.

При поступлении в капитальный ремонт предельное значение радиального износа гильз составляет 0,15...0,18 мм (у ЯМЗ-238 — 0,18...0,20 мм, у ЗИЛ-130 — 0,20...0,25 мм).

Основные операции технологического процесса восстановления гильз цилиндров пластинированием следующие: подготовка гильз цилиндров под облицовку пластинами; изготовление пластин; облицовка внутренней поверхности гильз цилиндров пластинами их запрессовкой; обработка гильз цилиндров после облицовки.

Подготовка зеркала гильз цилиндров под облицовку пластинами заключается в их расточке под запрессовку свёрнутых пластин. Данный способ восстановления внутренней поверхности гильз цилиндров внутреннего сгорания позволяет увеличить процент повторно используемых гильз, так как появляется возможность отремонтировать гильзы при износе внутренней поверхности, превышающем 0,4 мм.

Существует несколько способов восстановления отверстий в деталях, однако вызывает интерес оригинальный способ восстановления цилиндрических отверстий тонкими упругими стальными легкосъёмны-

ми пластинами, разработанный под руководством профессора, доктора технических наук Н.И. Соболева.

Сущность его состоит в том, что в предварительно расточенное отверстие вставляется стальная тонкая изогнутая упругая пластина. Благодаря упругим свойствам и небольшой толщине пластина плотно прилегает к стенкам отверстий, принимая его форму. Являясь упругой оболочкой, пластина все силовые нагрузки передаёт стенкам детали и прочно в ней удерживается. После износа пластина легко заменяется новой. Толщина пластины выбирается несколько больше максимального рационального износа отверстия. Так как рабочая поверхность, которая воспринимает нагрузки, в технике называется зеркалом, то легкосъёмные пластины можно назвать сменным зеркалом.

Способ восстановления деталей со сменным зеркалом обладает весьма важными достоинствами. Прежде всего, этот способ прост в осуществлении: расточка отверстия, изготовление пластины (отрезка мерного куска от стальной ленты), свертывание и запрессовка пластины. Способ выполним при наличии металлорежущего станка (расточного, токарного, фрезерного или сверлильного) и прессы 1,5...2,5 т. При повторном ремонте необходимость в расточке вообще отпадает. При восстановлении деталей применяются тонкие пластины небольшой массы и расход металла при этом невелик. Материал для пластин нужно брать самый высококачественный, износостойкий, стойкий против коррозии, повышающий свои механические свойства при нагреве и т.п.

На рис. 1 представлен общий вид технологической машины для пластинирования деталей. Схема техно-

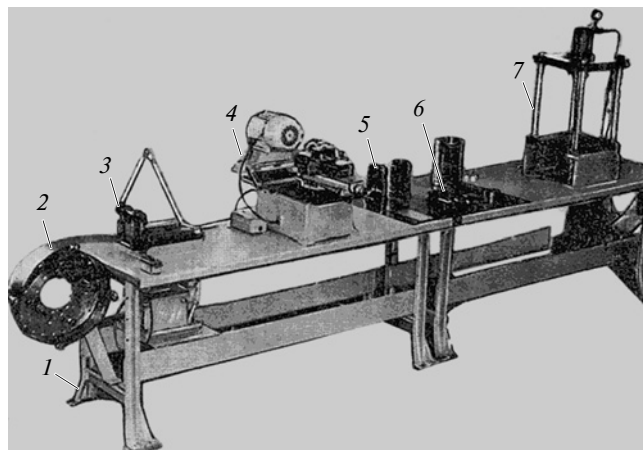


Рис. 1. Общий вид технологической машины для пластинирования деталей:

1 — станина; 2 — барабан с бухтой стальной ленты; 3 — механические ножницы для резки стальной ленты на мерные пластины; 4 — приспособление для шлифования кромок пластин; 5 — детали, подготовленные к пластинированию; 6 — матрица; 7 — гидравлический пресс

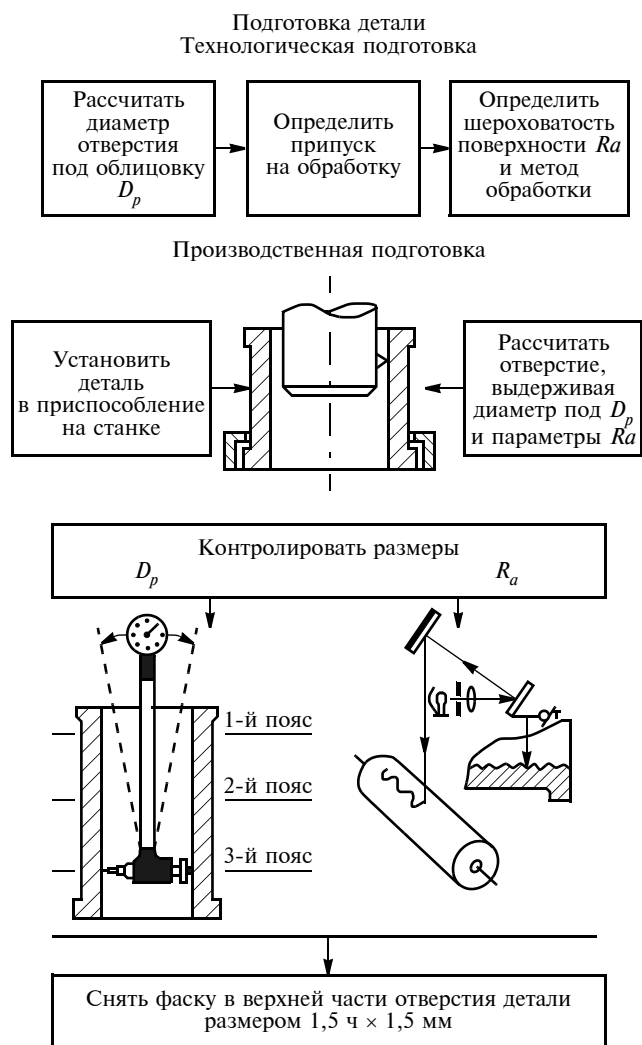


Рис. 2. Схема технологического процесса восстановления деталей пластинированием

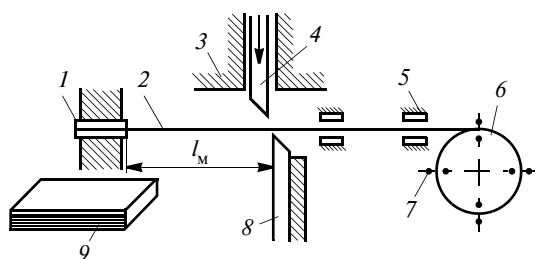


Рис. 3. Схема резки стальной ленты на мерные пластины:
1 — микрометр для установления точной длины мерной пластины; 2 — мерная пластина длиной l_m ; 3 — направляющие подвижного ножа; 4 — подвижной нож гильотинных ножниц; 5 — щётки для очистки стальной ленты от смазки; 6 — рулон стальной ленты, установленный на рамках барабана; 7 — рамки барабана; 8 — неподвижный нож гильотинных ножниц; 9 — пакет пластин

логического процесса восстановления деталей пластинированием представлена на рис. 2.

Технологический процесс пластинирования детали состоит из следующих операций: подготовки детали; изготовления тонких упругих легкосъёмных пластин; запрессовки их в отверстие; обработки пластин в сборе.

При изготовлении пластин материалом служит стальная холоднокатаная калиброванная термообработанная полированная лента. Для восстановления гильз цилиндров двигателя КамАЗ-740 рекомендуется толщина пластин 0,6 мм.

Шероховатость поверхности ленты соответствует 9...10-му классу шероховатости, а допуски на толщину — 0,05 мм на 1 м погонный длины. Для изготовления пластин применяется лента из стали У8А, У10А. Расход для ремонта одного цилиндра двигателя внутреннего сгорания диаметром 120 мм составляет 0,5 кг. Резка стальной ленты на мерные пластины производится с помощью специальной установки, в состав которой входят гильотинные ножницы (рис. 3).

Эталонный размер между неподвижным ножом гильотинных ножниц и упором микрометрического винта установки устанавливается по набору калиброванных плит или специально изготовленной плитой — калибром. Геометрические размеры пластин для восстановления гильз цилиндров дизеля КамАЗ-740 приведены в таблице.

Отрезанные пластины собирают в пакеты по 20—40 штук для шлифования торцов. Шлифование торцовых кромок осуществляется на заточном станке типа. Зажим с пакетом пластин устанавливают на стол станка и фиксируют. Вначале обрабатывается "как чисто" под углом 90° к длинной стороне первый торец пластин в пакете, затем, после поворота на 180° — второй, до получения требуемого размера. После шлифования у каждой пластины напильником снимают заусеницы на кромках и пластины подвергают контролю.

Обработанным пластинам с помощью формующей матрицы придаётся цилиндрическая форма. Матрица вместе с пластиной помещается над отверстием детали, установленной на прессе. Под пуансон ставится ступенчатая оправка. При нажиме на неё изогнутая лента вводится в отверстие. В случае необходимости за первым поясом запрессовываются следующие. При запрессовке очень важно контролировать величину усилия.

При восстановлении гильз двигателя КамАЗ-740 их растачивают на длину 200 мм, оставляя в нижней части буртик шириной 24 мм. Растачивать гильзы рекомендуется резцами из эльбора. При использовании их обеспечивается большая чистота поверхности цилиндра.

Диаметр D_p , мм до которого гильзу растачивают, определяя по формуле:

$$D_p = D + 2(k - P),$$

где D — номинальный диаметр цилиндра; k — толщина пластины; P — радиальный припуск на хонингование.

Толщина пластин, мм	Технологический диаметр цилиндра, мм	Длина пластин, мм	Припуск на шлифование, мм	Длина пластин для восстановления, мм
0,57	121,11	379,3	±0,01	379,05
0,6	121,17	379,3	±0,01	375,0

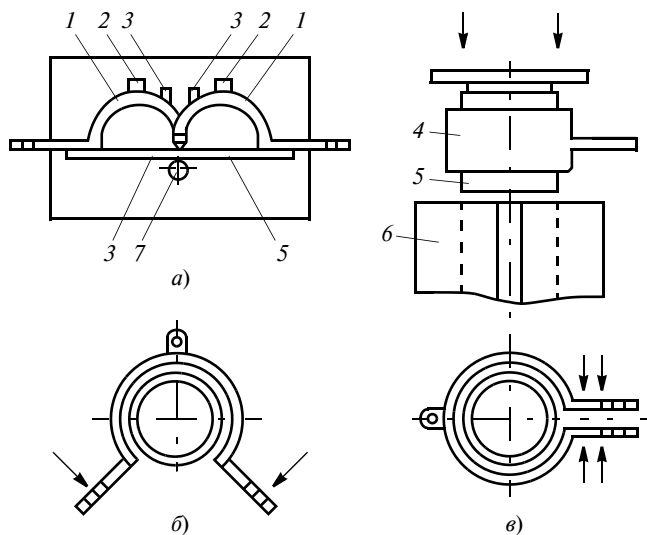


Рис. 4. Захват для свёртывания и ввода пластины в пресс-форму:
a — размещение захвата (1) и пластины (5) на штифте в исходном положении; *б* — схема свёртывания пластины; *в* — ввод пластины в пресс-форму (*б*)

Длину пластины Z , м, определяют по формуле:

$$Z = L(D_p - k + a) + T,$$

где L — длина цилиндра; a — радиальное перемещение металла пластины при свёртывании её в цилиндр (0,15—0,5 мм); T — допуск на длину пластины (до 0,15 мм).

Облицовка внутренней поверхности гильз цилиндров пластины в цилиндр в пресс-форме и перемещение её из пресс-формы в гильзу цилиндров действием гидравлического пресса для свёртывания пластин и ввода их в пресс-форму, использующую захват (рис. 4).

В каждую гильзу последовательно запрессовывают две пластины (рис. 5). Благодаря упругим свойствам и небольшой толщине пластины плотно прилегают к поверхности внутреннего диаметра гильзы цилиндра. Пластины должны быть прижаты по торцу с усилием в 10...12 раз большим, чем усилие запрессовки их в цилиндр.

Усилие запрессовки определяется расчётом по зависимости:

$$P = \pi D L n f,$$

где $\pi = 3,14$; D — диаметр цилиндра; L — длина цилиндра; n — натяг при запрессовке пластины; f — коэффициент трения.

В отверстии запрессованной пластины зенкуют фаску и проводят хонингование отверстия.

Облицовка внутренней поверхности гильз цилиндров пластинами осуществляется свёртыванием пластин в цилиндр в пресс-форме и перемещения её из пресс-формы в гильзу цилиндров штоком гидравлического пресса. Для свёртывания пластин и ввода их в пресс-форму используется захват. Ширина полуколец захвата должна быть вдвое меньше ширины пластины. Предварительно свёрнутая пластина вводится в пресс-форму с накладным и кольцевым замками, которая устанавливается в специальное приспособление, состоящее из плиты с неподвижно закреплённым упо-

ром. С упором контактирует полукольцо пресс-формы с направляющими при установке её в приспособление с предварительно свёрнутой пластиной. Второе полукольцо входит в контакт с подвижным контактом, который закреплён на штоке пневмоцилиндра. Шток пневмоцилиндра перемещает упор по направляющим, закреплённым болтом и штифтом. Воздух в пневмоцилиндр подаётся от ресивера при помощи тройника. После сжатия упорами полукольца запираются замками, и пресс-форма устанавливается при помощи центрирующего кольца, имеющего две выточки, на деталь. Перемещение пластины из пресс-формы в восстанавливаемое отверстие осуществляется гидравлическим прессом с усилием 15...18 кН посредством калиброванного пуансона, имеющего две ступени, диаметры которых определяются диаметрами внутренней части пояса пластин и диаметром отверстия детали с учётом обеспечения зазора в сопряжениях в пределах 0,02...0,03 мм.

После ввода первой (нижней) пластины вводится вторая (верхняя) заподлицо с торцом гильзы. При этом вертикальные стыки первой и второй пластин должны располагаться под углом 180°, место стыка не должно ощущаться пальцами, при постукивании твёрдым предметом по пластинам в зоне стыков звук должен быть чистым, звонким, а не глухим. Удерживаются пластины на внутренней поверхности гильзы цилиндров в результате сил трения, возникающих вследствие их напряжённого состояния.

Облицованные гильзы цилиндров хонингуют. Обработка гильзы в сборе производится хонингованием в течение 2 мин. Операция производится на хонинговальном станке. Используются хоны с брусками из синтетических алмазов АСР 20/14. Хонингование гильз производят на хонинговальном станке ЗБ833 головками ПТ-1085А со шлифовальными брусками К36—5 СМ1-С1К и К33-М20 СМ1-С1КВ, в качестве охлаждающей жидкости рекомендуется применять керосин. Иногда к нему добавляют 10...20 % веретённого масла.

Также для хонингования цилиндров применяют бруски из синтетических алмазов, обеспечивающие значительное повышение производительности про-

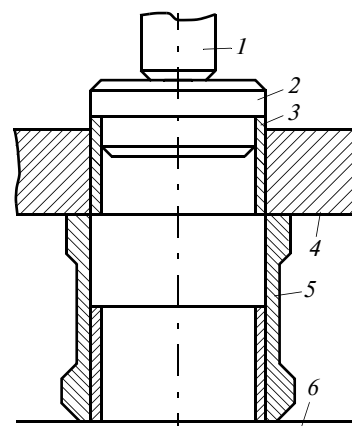


Рис. 5. Схема для перемещения свёрнутой пластины из пресс-формы в деталь:

1 — шток гидравлического пресса; 2 — ступенчатая оправка; 3 — свёрнутая в цилиндр пластина; 4 — пресс-форма; 5 — деталь; 6 — стол



Рис. 6. Гильза цилиндра КамАЗ-740, восстановленная пластинированием под номинальный размер

цесса, точности обработки, уменьшение шероховатости поверхности. Стойкость брусков из синтетических алмазов в десятки раз выше стойкости обычных брусков. Для предварительного хонингования могут быть использованы бруски АС12М1, а для окончательного — АСМ40М1.

Параметры режима хонингования следующие: окружная скорость 60...80 м/мин; скорость возвратно-поступательного движения 15...25 м/мин; давление брусков 0,5 МПа. Хонингование гильз имеет своей целью получение точных окончательных размеров рабочей поверхности детали, необходимой шероховатости и оптимального микрорельефа поверхности. Шероховатость поверхности $R_a = 0,16$ мкм. Овальность и конусность не более 0,025 мм. Обеспечивается высокое качество восстановления, и повышается ремонтпри-

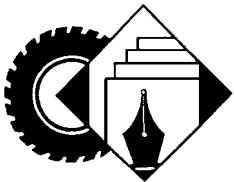
годность детали, поскольку при повторном ремонте изношенная пластина выпрессовывается, а на её место запрессовывается новая, которая потом проходит механическую обработку. После обработки овальность и конусность внутренней поверхности цилиндра не должны превышать 0,025 мм.

Гильза цилиндров двигателей КамАЗ-740, восстановленная пластинированием, показана на рис. 6. Наружную поверхность гильзы следует подвергнуть пескоструйной очистке и цинкованию. Толщина слоя цинкового покрытия должна быть равна 0,03...0,05 мм. Осадок металла должен быть мелкокристаллический светло-серебристого цвета. Цинком покрывают только поверхность между посадочными поясками. Центрирующие пояски изолируют цапон-лаком, а нижнюю часть гильзы — экраном из целлулоида.

Подведя итог вышесказанному, следует, что пластинирование просто в изготовлении, не требует приобретения дополнительного оборудования, но имеет ряд недостатков: ухудшается охлаждение гильзы за счёт ухудшения теплоотвода, так как нарушена однородность материала; для различных гильз необходимо изготавливать различные втулки, что удорожает производство и усложняет технологический процесс.

Литература

1. Ярошевич В.К. Технология производства и ремонта автомобилей: Учебник В.К. Ярошевич, А.С. Савич, В.П. Иванов. — Минск: Адукацыя і выхаванне, 2011. — 592 с.
2. Режимы резания металлов: справочник под редакцией Ю.В. Барановский. Изд. 4-е. перераб. и доп. М.: НИИТавтопром, 1995. — 456 с.
3. Косилова А.Г., Мещерякова Р.К. Справочник технолога-машиностроителя. Машиностроение. В 2-х томах, Том 1, 4-е издание, 1986. — 656 с.



ИНФОРМАЦИЯ

"КИА" В РОССИИ

По просьбе редакции интервью у управляющего директора "Киа Россия и СНГ" Александра Мигалы взял член редколлегии д-р техн. наук И.В. Балабин

— Прежде, чем начать наше интервью, позвольте засвидетельствовать Вам от имени редакции журнала "Автомобильная промышленность", от меня лично и от наших многочисленных читателей глубокое уважение руководству и всему коллективу фирмы "Киа", идущей в ногу с мировым прогрессом.

Как же чувствует себя фирма "Киа" сегодня на российской земле? Насколько удачным можно считать для фирмы российский рынок? Какова динамика продажи по годам и как оцениваются перспективы на ближайшие годы?

— Российский рынок входит в топ-5 приоритетных для "Киа" рынков по всему миру. Уже семь лет мы занимаем в России первое место среди иностранных брендов и относимся к этой позиции с уважением и благодарностью, по-

этому в стратегии бренда усиление марки на российском рынке — один из важных элементов дальнейшего развития. Наша цель, с одной стороны, сохранить объёмы продаж и рыночную долю, но мы также стремимся развивать программы и услуги, делающие приобретение, владение и обслуживание автомобилей максимально удобным для клиентов, а также новые сервисы мобильности. Среди таких решений, к примеру, сервис подписки на автомобили "Киа Мобилити" и онлайн-услуги на сайте kia.ru — одобрение кредита и бронирование автомобиля онлайн.

— Каковы сегодня объёмы продукции выпускаемой "Киа" и её доля, поставляемая на российский рынок? В чём состоят особенности модельного ряда, поставляемого на российский рынок?

— По итогам 2020 года мировые продажи марки "Киа" составили 2,61 млн автомобилей, а продажи новых автомобилей бренда за 12 месяцев прошлого года на российском рынке достигли 201 727 единиц (7,7 % от общемировых продаж).

Мы предлагаем клиентам разнообразный и сбалансированный модельный ряд, который отвечает самым разным потребительским запросам. В России представлено 17 моделей "Киа" — компактные городские модели, автомобили бизнес-класса, кроссоверы и внедорожники. В массовом сегменте в нашей стране это самый широкий выбор моделей.

Для того, чтобы максимально соответствовать и даже превосходить ожидания потребителей, "Киа" регулярно проводит обновление модельного ряда. Перед запуском каждой новинки мы проводим исследования среди владельцев прошлых поколений и отслеживаем запросы потребителей, чтобы в следующей версии автомобиля предложить самые передовые и востребованные решения в дизайне и оснащении. Данные исследований мы передаём в штаб-квартиру для того, чтобы оперативно провести улучшение продукта в соответствии с пожеланиями клиентов. Например, с учётом мнения клиентов мы внедрили в нашу продуктовую линейку набор "Тёплых опций".

— **Как обеспечивается качество продукции, как организована работа по анализу возникающих дефектов и их устранению? Каковы результаты этой работы за последние годы?**

— Качество "Киа" проверено не только миллионами потребителей по всему миру, но и экспертным сообществом: ежегодно начиная с 2016 г. наши автомобили возглавляют рейтинг исследования качества новых автомобилей *J.D. Power Initial Quality Study (IQS)* среди всех брендов массового сегмента.

Качество автомобилей тщательно проверяется ещё на этапе предсерийной сборки, чтобы выявить возможные недочёты и устранить до старта массового производства. Для этого проводятся тесты на надёжность — автомобили проходят 50—100 тысяч километров пробега по дорогам общего пользования и специальным сложным участкам. По итогам тестов проводится разбор компонентов автомобиля и анализ реакций на испытания. Также при запуске новой модели проводится программа "100 дней качества", во время которой дилеры проводят дополнительную инспекцию каждого автомобиля из первой серийной партии и передают данные о каждом гарантийном случае производителю. Затем в течение года после начала продаж детали, заменённые по гарантии, направляются для исследований на головной завод-производитель.

— **Известно, что специалистами фирмы ведутся работы по созданию массового электромобиля и автомобилей с гибридными силовыми установками. Каковы успехи на сегодняшний день и перспективы на ближайшие годы?**

— На рынках Европы, Китая и США, где существует развитая инфраструктура для зарядки электромобилей и присутствуют стимулирующие экономические меры для покупателей и производителей, электрические и гибридные модели "Киа" уже давно стали массовыми. В 2019 г. в Европе было продано около 76 тысяч электрических "Киа". Две модели, которые составляют львиную долю продаж — это "е-Ниро" и "е-Соул". Развитие этого вида транспорта — одно из приоритетных направлений для компании на глобальном уровне. Согласно стратегии развития *"Plan S"*, к 2030 году на экологически чистые модели, к которым относятся электромобили, гибриды и гибриды с возможностью подзарядки от внешнего источника, будет приходиться 40 % общемировых продаж "Киа".

Компания уже начала реализовывать этот план, представив электромобиль "EV6". Это первый в истории электромобиль "Киа", не имеющей аналога с традиционным двигателем. Модель пользуется высочайшим спросом в Корее: в первый день приёма заявок предварительный заказ на

электромобиль разместили 21 000 покупателей. В течение пяти лет компания выведет на рынок 11 новых моделей с электрическими силовыми установками.

К сожалению, в России в данный момент не существует необходимой инфраструктуры и стимулирующих мер, которые сделали бы владение электромобилем массовым. Они остаются слишком дорогими и неудобными в использовании для российских потребителей. Из-за этого спрос на них остаётся очень ограниченным. Россияне всё ещё предпочитают автомобили с двигателем внутреннего сгорания, и только единицы приобретают экологически чистые транспортные средства.

— **Беспилотный автомобиль. Каково состояние дел в этом направлении? Появятся ли такие автомобили "Киа" в ближайшее время? Как эти работы вписываются в международный контекст?**

— "Киа" уже много лет ведёт разработки автономных транспортных средств и достигла существенного прогресса в этой области. Мы инвестируем в перспективные стартапы в области автономного транспорта, испытываем собственные передовые решения на специализированных полигонах по всему миру. Некоторые из них доступны уже сегодня. Всё больше моделей оснащается комплексом систем безопасности и помощи водителю *"Drive Wise"*, который включает элементы автопилотирования второго уровня. Они позволяют автомобилю самостоятельно поддерживать скорость, дистанцию и направление движения. Пока что он работает под контролем водителя, но мы активно работаем над внедрением следующего уровня автономности.

— **Какие, по Вашему мнению, качества конструкций автомобилей "Киа", а также предпринятые маркетинговые мероприятия обеспечили успешное противостояние конкурирующим иностранным фирмам, представленным на российском рынке?**

— Успех "Киа" на российском рынке обусловлен не столько какими-то конкретными маркетинговыми мероприятиями, сколько самым широким в массовом сегменте модельным рядом, уникальным набором потребительских качеств автомобилей и адаптацией моделей под запросы клиентов в России. Важную роль играет и широкая дилерская сеть, позволяющая клиентам в 100 городах страны приобрести и обслуживать автомобили "Киа". Помимо высокого качества производства, на которое распространяется длительная пятилетняя гарантия, мы предлагаем в массовом сегменте то, что более привычно в премиальных классах, — утончённый дизайн, самые передовые технологии безопасности и комфорта.

— **Имеются ли в портфеле перспективных планов фирмы "Киа" автомобили с двигателями, работающими на водородном топливе? Если да, то в каком виде они находятся в настоящее время в контексте их появления на российском рынке?**

— Безусловно, группа компаний "Хёндэ Мотор", в состав которой входит "Киа", ведёт разработки в сфере топливных решений, которые могли бы стать альтернативой двигателям внутреннего сгорания — в их числе и водородные топливные элементы. В планах концерна — развитие водородной экосистемы с широким внедрением технологий топливных элементов за пределами автомобильной индустрии.

Что касается "Киа", то стратегия развития компании *"Plan S"* предусматривает переход к бизнесу, в основе которого будет производство электромобилей и персонализированных решений мобильности. Для этого "Киа" развивает партнёрские отношения с различными компаниями, чтобы занять лидирующие позиции среди производителей

автомобилей с низким уровнем вредных выбросов. В 2019 г. фирма инвестировала 16 млн евро в компанию "Римак", совместно с которой осуществляет разработки перспективных автомобилей с силовой установкой на водородных топливных элементах.

Эти разработки более востребованы в Европе, где введены более жёсткие, чем в России, экологические требования к автомобилям.

— **Какова специфика конструкций автомобилей фирмы "Киа", поставляемых на российский рынок, с учётом дорожно-климатических условий в нашей стране?**

— Адаптация автомобилей к уникальным особенностям локального рынка — это одна из особенностей "Киа", и Россия в этом не исключение. Перед запуском каждой новой модели мы проводим испытания и вносим изменения для комфортной эксплуатации автомобиля на российских дорогах — модифицируем подвеску, увеличиваем дорожный просвет и ёмкость аккумулятора. В практическом случае "Киа", проданном в России, можно встретить наш фирменный набор "Теплых опций", более вместительный бачок для омывающей жидкости. В испытаниях наших недавних новинок "Рио" и "Селтос" принимали участие также российские автомобильные журналисты, и мы прислушались к их экспертному мнению.

— **Насколько успешным в деятельности ООО "Киа Моторс Россия и СНГ" сложился прошедший 2020 г. и каковы планы вашего развития на 2021-й?**

— Несмотря на все коронавирусные ограничения и сложности, которые были в 2020 г., мы добились поставленных целей: не только реализовали более 200 тыс. автомобилей и достигли рыночной доли 12,6 %, но и вывели

на рынок семь новинок. Среди них — новый кроссовер "Селтос", городской купе-кроссовер "ИксСид", бизнес-седан К5, обновлённый седан "Рио" и обновлённый кросс-хэтчбек "Рио Х", новый среднеразмерный кроссовер "Сорренто", новый рамный внедорожник "Мохов".

В этом году "Киа" продолжает расширять модельный ряд с тем, чтобы предложить российским потребителям автомобили, которые наилучшим образом отвечают их потребностям и адаптированы к условиям эксплуатации в России. В дилерских центрах бренда уже можно увидеть обновлённые "Стингер" и "Пиканто", спецверсию "Спортедж Блэк Эдишн", а также одну из главных новинок этого года — кроссвэн "Карнивал". В конце года мы также проведём запуски новых моделей, но позволяйте пока сохранить интригу.

Как я уже упоминал, помимо разработки автомобилей "Киа" занимается также созданием сервисов мобильности, которые расширили бы возможности потребителя в плане передвижения. В прошлом году стартовал пилотный этап программы подписки на автомобили "КиаМобилити", с помощью которой можно использовать автомобиль в течение одного дня, месяца или года, оплатив подписку. Пилотный запуск проекта показал хорошие результаты: услугу предлагают 10 дилерских центров в пяти городах России, за семь месяцев заключено более 400 контрактов. В ближайшее время мы расширим выбор предлагаемых автомобилей и географию проекта.

— **Я благодарю Вас за то, что нашли время на это интервью, а мы получили интересную и полную информацию по сути заданных вопросов. Желаем Вам дальнейших успехов в автомобилизации России!**

ИВЕКО НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ. НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ "ДЕЙЛИ"

Продукция ИВЕКО в России известна уже более 45 лет, а 26 лет назад итальянский концерн начал производить адаптированные под суровые условия эксплуатации тягачи совместно с "ИВЕКО-АМТ" (Миасс). За это время сформирована широкая продуктовая линейка, а спрос на технику отмечен во всех регионах РФ. В I кв. 2021 г. по сравнению с январём—мартом 2020 года продажи новой техники ИВЕКО выросли на 29 %, и это только начало. В мае текущего года стартовали продажи нового "Дейли". Потенциал роста заложен и в появлении других новинок, чей дебют не за горами: во II кв. 2022 года эстафету у модели "Стралис" примет флагманский "S-Way", а в IV кв. будущего года на смену "Траккеру" придёт "T-Way".

Оптимизм в поступательное развитие вселяют итоги 2020 г. В январе на рынок вышла компания "ИВЕКО-Капитал", а в мае она запустила специальные программы по субсидированию ставки и бесплатной отсрочке платежей. К декабрю лизинговая компания вышла на первое место по количеству переданных в лизинг транспортных средств, нарастив долю продаж до 33 %.

Итак, в мае 2021 г. в России начались продажи обновлённого модельного ряда лёгких коммерческих автомобилей "Дейли". "Цель ИВЕКО — оставаться лидером, одерживая победы над конкурентами во всех сегментах нашего присутствия, от лёгкого коммерческого транспорта до тяжёлых грузовых автомобилей, автобусов и специальной техники. Новый "Дейли" полностью соответствует нашей стратегии и отвечает высоким ожиданиям современных покупателей", — отметил Роберто Каматта, глава бренда ИВЕКО в России и Республике Беларусь.

Надо сказать, семейство "Дейли" давно пользуется большой популярностью



на рынках, в том числе и на российском. Так, по результатам регистраций за первый квартал 2021 г. в сегменте от 3,5 до 7,49 тонн эти автомобили заняли в России первое место по доле рынка лёгких коммерческих автомобилей зарубежных брендов.

Новое поколение "Дейли" в полной мере сохранило все достоинства своих предшественников, более того, к ним добавились новые: современный функциональный дизайн, обновленная линейка двигателей, новые системы активной безопасности, светодиодные фары с превосходной обзорностью. Интеллектуальные решения, воплощённые в конструкции, открывают ещё более широкие возможности как для бизнеса, так и просто для комфортных поездок, какой бы ни была их цель.

Рамные шасси для автомобилей данного семейства выпускаются на заводах в итальянской Судзаре и испанском Вальядолиде (оба предприятия в разные годы были отмечены международными медалями за высокие стандарты производства WCM). Однако готовый автомобиль — отчасти россиянин: грузовые платформы, фургоны и другие надстройки для него в полном соответствии со строгими требованиями ИВЕКО создаются и изготавливаются в РФ.

Возможность выбора длины кузова (от 2510 до 6190 мм), объёма грузового

отсека (12...19,6 м³), колёсной базы (3520...5100 мм), полной массы (3,5...7,2 т), типа и мощности двигателя (два варианта дизеля или газовый агрегат, до 210 л. с.), разные варианты исполнения кабины (одно- или двухрядная), кузова или надстройки, наличие версии со сдвоенными задними колёсами — всё это позволяет владельцу нового "Дейли" изменить перспективы своего бизнеса и выйти на новые рубежи. Наиболее грузоподъемные модификации машины перешагивают границы LCV-класса и уверенно конкурируют со среднетоннажными грузовиками производства других компаний. Для перевозки крупногабаритных грузов, например, подойдёт семитонный фургон объёмом 19,6 м³. Это лучшие показатели по вместительности в классе. По грузоподъемности "Дейли" также лидирует: он может взять на борт до 4,9 т груза.

Благодаря инновационной автоматической восьмиступенчатой коробке передач "Хай-матик" новый "Дейли" отличается очень плавным ходом. Кроме того, она обеспечивает такие преимущества, как комфорт, безопасность, топливная экономичность и высокие эксплуатационные показатели.

Обновление в этот раз получили и двигатели. На выбор предлагаются агрегаты мощностью от 136 до 210 л. с., рабочим объёмом 2,3 или 3,0 л., экологического класса Евро 6, адаптированные для эксплуатации в суровых условиях. Новые дизели позволяют экономить на топливе до 10 % и снизить расходы на обслуживание на 10 % по сравнению с предыдущим поколением.

Установка силового агрегата "Натурал Пауэр", работающего на компримированном природном газе, не только значительно сократит шум в мегаполисах, сделав перевозки более экологичными, но и позволит сэкономить на топливе уже до 35 % по сравнению с дизельной версией.



Универсальность — традиционно сильная черта автомобилей ИВЕКО. Такой стратегии руководство компании придерживается на протяжении уже нескольких десятилетий — и она вполне себя оправдывает. Если проследить эволюцию семейства "Дейли" за последние двадцать с небольшим лет, легко убедиться, что в сегменте малотоннажных автомобилей ИВЕКО всё это время остаётся на острие инноваций. В 1999 г. компания выпустила первый LCV с независимой передней

подвеской. В 2006 году "Дейли" стал полноприводным, а три года спустя появилась его модификация, работающая на сжатом природном газе — также первая в классе. В 2014 г. "Дейли" стал первым малотоннажником, оборудованным системой впрыска топлива с общей топливораспределительной рампой "Коммон Рейл". Через пару лет он обзавёлся электронной системой курсовой устойчивости. В 2017 г. был представлен "Дейли" с электроприводом. Таким образом, изменилось само представление о возможностях лёгкого коммерческого автомобиля: новый "Дейли" — очень вместительный и при этом довольно компактный — стал одной из самых востребованных моделей у сетей ритейла.

При всём этом будет неверно представлять новый "дейли" всего лишь "рабочей лошадкой". У автомобиля по-прежнему изысканный и одновременно функциональный дизайн. Решётка радиатора стала шире, что заметно добавило грузовику индивидуальности и улучшило вентиляцию двигателя. Светодиодные фары, рассчитанные на весь срок службы автомобиля, увеличили эффективность ближнего и дальнего света на 12 %, а восприятие освещённости водителем — на все 15 %.



Новый трёхсекционный бампер позволяет в случае необходимости выполнить замену лишь одного из его элементов, а не всего бампера целиком. Межсервисный интервал увеличен до 25 тыс. км (лучший показатель в классе). Это дополнительно снижает совокупную стоимость владения, которая остаётся одним из ключевых преимуществ "Дейли".

В процессе создания нового поколения особое внимание было уделено интеллектуальным решениям, обеспечивающим безопасность вождения. Система экстренного торможения *AEB* просчитывает вероятность столкновения на скоростях до 50 км/ч и автоматически активирует тормоза, а "Сити Брейк Про" предотвращает удар даже при движении с низкой (до 5 км/ч) скоростью. Система "Куоо Ассист" позволяет одним нажатием кнопки задать безопасную дистанцию до движущегося впереди автомобиля — при его остановке "Дейли" также будет останавливаться без помощи водителя. Версии автомобиля с приводом на задние колеса оборудованы системой помощи на спусках *HDC*, при необходимости автоматически задействующей тормоза и

позволяющей поддерживать постоянную скорость движения. Функция предотвращения траекторных отклонений при боковом ветре позволяет стабилизировать автомобиль в неблагоприятных метеословиях, а система электронной блокировки дифференциала "Тракшн Плюс" гарантирует машине уверенное сцепление даже на скользких покрытиях (грязь, снег и т. д.). Адаптивный круиз-контроль обеспечивает безопасное движение по шоссе во время долгих поездок, а электронный стояночный тормоз не только добавляет удобств, но и гарантирует дополнительную безопасность.



Место водителя организовано с учётом максимально возможного комфорта. Поддрессоренное сиденье водителя с регулировкой поясничного подпора и подлокотника, удобная полка над сиденьем водителя, эргономичное multifunctional рулевое колесо меньшего размера, круиз-контроль, приборная панель с цветным дисплеем высокого разрешения — всё это у нового "Дейли" в наличии уже в базовой комплектации. Опционально на автомобиль можно установить один из пяти доступных пакетов дополнительного оборудования: "Профешнл", "Авансед", "Винтер", "Деливери", "Хай-тек". Пакетные предложения — это не только удобно, но и выгодно. С ними можно сэкономить до 30 % и получить массу полезных опций.

На автомобилях нового поколения установлена информационно-развлекательная система "Хай-Коннект" с функцией распознавания голоса, позволяющая вывести на дисплей экран своего мобильного устройства и безопасно работать с ним во время вождения. В систему также интегрированы функции "Эппл КарПлей" и "Андроид Ауто", позволяющие перенести функции смартфона на борт автомобиля, навигационная система "ТомТом", тюнер цифрового радиовещания (*DAB*).

Создать этот универсальный автомобиль было непростой задачей. 900 000 часов инженерных работ, порядка 800 тестов, как виртуальных, так и физических, изготовление 200 прототипов, 3,5 млн км пробега в рамках испытаний на надёжность и прочность... Опыт эксплуатации первых же выпущенных серийных новых "Дейли" убедительно продемонстрировал, что все приложенные командой ИВЕКО усилия в полной мере себя оправдали.

Содержание

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Фархутдинов И.И., Исавнин А.Г. — Экономический эффект от оптимизации машиностроительного предприятия посредством применения сорсинговой комбинации 1

Чириканова Е.А. — Утилизационный сбор как элемент стоимости автотранспортных средств 7

АСМ-факты 10

КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Дубровин И.Р., Дубровин Е.Р. — Эколого-экономический аспект эксплуатации турбонаддувных ДВС .. 11

Сазонов И.С., Билык О.В., Геращенко В.В. — Моделирование режима экстренного торможения легкового автомобиля 13

Бикселев Р.Ш., Маликов Р.Р., Климов А.В., Бурганов Р.М. — Исследование потоков воздуха при движении электробуса 15

Пожидаев С.П. — О теории качения и пятом колесе телеги 19

ЭКСПЛУАТАЦИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС АТС

Ахмедов З.С. — Роль кластеров в развитии транспортной логистики в Республике Узбекистан 27

Мамедов А.Ш. — Опасные дорожно-транспортные ситуации 31

ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

Дубовик Е.А. — Восстановление гильз цилиндров пластинированием 33

ИНФОРМАЦИЯ

"Киа" в России 36

ИВЕКО на российском рынке. Новое поколение автомобилей "Дейли" 38

Главный редактор **Н.А. ПУГИН**

Зам. главного редактора **Р.В. Козырев**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

- Балабин И.В.** — д-р техн. наук, профессор МГТУ имени Н.Э. Баумана
Бахмутов С.В. — д-р техн. наук, зам. директора по научной работе ГНЦ "НАМИ"
Гируцкий О.И. — д-р техн. наук, профессор, зам. председателя Экспертного совета НАМИ
Гладков В.И. — канд. техн. наук, зам. генерального директора по научной работе ОАО "НИИТавтопром"
Ковригин А.С. — зам. генерального директора ОАО "АСМ-холдинг"
Комаров В.В. — канд. техн. наук, зам. генерального директора ОАО "НИИАТ" по научной работе
Коровкин И.А. — канд. экон. наук, исполнительный директор НП "ОАР"
Котиев Г.О. — д-р техн. наук, профессор МГТУ имени Н.Э. Баумана
Круглов С.М. — зам. генерального директора ОАО "НИИТавтопром"
Ксенович Т.И. — канд. физ.-мат. наук, МГТУ имени Н.Э. Баумана, НИЦ "Русаен"
Мамити Г.И. — д-р техн. наук, профессор Горского Агроуниверситета (Владикавказ)
Марков В.А. — д-р техн. наук, профессор МГТУ имени Н.Э. Баумана
Сорокин Н.Т. — д-р экон. наук, директор ФГБНУ ВНИМС ФАНО России
Тер-Мкртчян Г.Г. — д-р техн. наук, ГНЦ "НАМИ"
Титков А.И. — канд. техн. наук, эксперт аналитического центра ОАО "АСМ-холдинг"
Топалиди В.А. — канд. техн. наук, ТАДИ
Филимонов В.Н. — ответственный секретарь "АП"

Белорусский редакционный совет:

- Альгин В.Б.** — д-р техн. наук, профессор, заместитель директора по научной работе ОИМ НАН Беларуси
Бурьян В.А. — главный конструктор ОАО "МЗКТ"
Кухаренок Г.М. — д-р техн. наук, профессор БНТУ
Лустенков М.Е. — д-р техн. наук, проф., ректор Белорусско-Российского университета (Могилёв)
Мариив П.Л. — д-р техн. наук, директор НТЦ "Карьерная техника" ОИМ НАН Беларуси
Рынкевич С.А. — д-р техн. наук, БНТУ (Минск)
Степук О.Г. — генеральный конструктор — начальник НТЦ ОАО "БелАЗ"
Харитончик С.В. — д-р техн. наук, ректор БНТУ (Минск)

Информационный партнёр АНО "НИЦ "Русаен"

Технический редактор *Шацкая Т.А.*

Корректор *Сажина Л.И.*

Сдано в набор 09.05.2021. Подписано в печать 12.06.2021.

Формат 60×88 1/8. Усл. печ. л. 4,9. Бумага офсетная.

Отпечатано в ООО "Канцлер".

150008, г. Ярославль, ул. Клубная, д. 4, кв. 49.

Оригинал-макет: ООО "Авансед солюшнз".

119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1. Сайт: www.aov.ru

ООО "Издательство "Инновационное машиностроение"

Адрес издательства и редакции: 107076, Москва, Колодезный пер., 2а, стр. 2

Телефоны: (915) 412-52-56 и (499) 269-54-98; (495) 785-60-69 (реклама и реализация)

E-mail: avtoprom-atd@mail.ru

www.mashin.ru

Журнал зарегистрирован Министерством РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

Свидетельство ПИ № 77-7184

Цена свободная.

Журнал рекомендован ВАК РФ для публикации трудов соискателей ученых степеней, входит в международную базу данных "Chemical Abstracts".

За содержание рекламных объявлений ответственность несет рекламодатель.

Перепечатка материалов из журнала "Автомобильная промышленность" возможна при обязательном письменном согласовании с редакцией; ссылка — обязательна.