



Потребление топлива и выбросы CO₂ автомобилями в Российской Федерации

А.П. Гусаров

*«Журнал автомобильных инженеров»,
главный редактор*

Снижение выбросов CO₂, непосредственно связываемых с потреблением углеводородных топлив, является ключевой проблемой, которую ставят перед мировой автомобильной промышленностью правительства развитых стран. К сожалению, в силу разных причин, в Российской Федерации она пока волнует лишь тех, кого касается непосредственно – например, ОАО «АВТОВАЗ», вынужден работать над ней, поскольку соответствие продукции рекомендациям Евросоюза по выбросу CO₂ является одним из условий ее реализации на западных рынках.

Отечественных государственных программ ограничения выбросов CO₂ или расхода топлива на автомобильном транспорте, кроме декларативных заявлений, не существует, что касается промышленности – она и на Западе действует из-под государственной «палки», поэтому мы вынуждены в основном, обращаться к опыту других стран, понимая, что рано или поздно вопрос придется решать.

Обязательства по ограничению выбросов CO₂ страны мира приняли на себя, согласно Киотскому протоколу.

Ряд стран, включая Японию, придерживается той концепции, что выбросы CO₂ должны быть равномерно распределены по регионам независимо от степени их экономического развития. Таким образом, на передовые страны с развитой промышленностью, транспортом и жилищно-бытовой сферой в наибольшей степени падает ответственность за применение современных энергосберегающих технологий.

Транспорт, включающий, кроме автомобильного, авиационный, железнодорожный и водный, является не единственным, но крупным поставщиком выбросов CO₂ – он ответственен за 28 % выбросов. При этом автомобильный транспорт доминирует среди других видов, определяя, по состоянию на 2005 год, 73 % выбросов.

В принципе, мероприятия, направленные на улучшение экологических свойств и топливной экономичности автотранспортных средств, одновременно адресованы решению проблемы изменения климата, посредством уменьшения

глобального потепления, и сохранению запасов невозможных источников энергии. Мероприятия эти должны быть правильно сбалансированы с целью нахождения наиболее эффективного решения. Учитывая эволюцию цен на сырую нефть, которые, в конечном итоге, имеют тенденцию к росту, политические аспекты добычи и поставок углеводородов, исходя из существующей концепции роста мирового автомобильного парка, меры по сохранению энергии ведущие страны мира все больше рассматривают с точки зрения своей энергетической безопасности.

Сегодня мировым сообществом накоплен достаточный опыт, чтобы определить направления снижения выбросов CO₂ и ответственность за эти направления государства, автомобильной промышленности, транспортных организаций (непосредственного пользователя – владельца или наемного водителя), поставщиков топлива.

Рассмотрим более подробно ответственность и меры, принимаемые каждой из перечисленных сторон.

Государство. Оно выступает как основная заинтересованная сторона в вопросе уменьшения влияния транспорта на глобальное потепление путем снижения выбросов двуокиси углерода, представляя интересы общества в целом и отдельных граждан, в то время как каждый отдельный гражданин хотел бы жить в хорошей атмосфере, но не всегда готов за это платить. Государство строит свою политику в отношении выбросов CO₂, исходя как из своих внутренних интересов, так и из международных обязательств.

В компетенцию правительств входит установление стандартов на выброс CO₂ или на топливную экономичность (сертифицируемую – СТЭ). При этом подчеркнем, что стандартами регламентируется условная величина, предписывающая уровень новой продукции, достижимый при определенной степени развития конструкции и при выполнении определенной испытательной процедуры. Как правило, это тот предел, «хуже которого нельзя», но лучше – можно.

Далеко не многие государства оказались готовы строить такую политику вообще. В настоящее время определилась группа стран, реально планирующих меры по ограничению выбросов CO₂ или расхода топлива. При этом в отношении автомобильного транспорта не требуется специальных



доказательств того, что массовые выбросы CO_2 напрямую зависят от количества сожженного в двигателях автомобилей топлива с учетом поправок на уровень примененных технологий эффективного сгорания. Японские ученые приводят такую формулу, поясняющую влияние различных факторов на объем выбросов CO_2 :

$$M_{CO_2} = ИВ \times ОА,$$

где: M_{CO_2} – масса эмиссий CO_2

ИВ – интенсивность выбросов

ОА – объем активности (произведенной работы)

Детализируя это выражение для случая автомобильного транспорта, можем выделить

$$M_{CO_2} = СТЭ \text{ (л/км)} \times ТК \times K_{CO_2} \times ДП,$$

где: СТЭ – сертифицированная величина топливной экономичности, л/100 км или км/л и т.д.

ТК – транспортный коэффициент, учитывающий реальные условия движения, влияние транспортного потока и квалификации водителя,

K_{CO_2} – коэффициент, отражающий выделение CO_2 на единицу топливной экономичности, зависящий от характеристик двигателя, автомобиля (увеличенный для полноприводного) и топлива,

ДП – общая дистанция пробега автомобиля, км.

Безусловно, выбросы CO_2 могут быть регламентированы напрямую, как это сделано в Европе.

В табл. 1 приведен перечень стран, в которых регламентированы топливная экономичность или выбросы CO_2 .

Таким образом, сформировались два подхода кустановлению требований: в США стандарты *CAFE* устанавливают требования к расходу топлива, средние по корпорации, в Японии предписывается корпорации расход топлива дифференцирован по весу автомобиля. Евросоюз планирует применить японский подход к регулированию пассажирских автомобилей в ближайшем будущем. Оба подхода имеют свои плюсы и минусы. Американский подталкивает к улучшению топливной экономичности по всей гамме выпускаемых автомобилей, независимо от их массы, однако, больше стимулирует производителей, специализирующихся на автомобилях более высокого класса (более тяжелых), чем производителей малых автомобилей. Японский подход в большей степени способствует разработке технологий для улучшения топливной экономичности в каждой весовой категории, стимулирует диверсификацию продуктовой линейки, но понимание того, что с ростом массы автомобиля труднее улучшать топливную экономичность сдерживает прогресс в установлении более жестких норм для тяжелых автомобилей.

Введение указанных в таблице требований в 2002 году способствует ежегодному снижению удельных выбросов CO_2 легковыми автомобилями в граммах на километр в этих странах в среднем

Таблица 1

Страны с регламентированной топливной экономичностью или выбросами CO_2

Страна/регион	Метод нормирования	Вид регламентации	
		Легковые автомобили	Коммерческие автомобили
США	Средняя для корпорации (<i>CAFE</i>)	обязательная	обязательная
Евросоюз	Средняя по промышленности (соглашения с <i>ACEA</i> , <i>JAMA</i> , <i>KAMA</i> , по выбросу CO_2)	добровольная	отсутствует
Канада	Средняя по корпорации (<i>CAFC</i>)	добровольная	добровольная
Австралия	Средняя по промышленности (<i>FCAI</i>)	добровольная	добровольная
Южная Корея	Средняя для корпорации, в зависимости от размера двигателя	обязательная	обязательная
КНР	По моделям	обязательная	обязательная
Тайвань	По моделям	обязательная	обязательная
Япония	Средняя для корпорации, в зависимости от веса ТС	обязательная	обязательная*

ACEA, *JAMA*, *KAMA* – соответственно Европейская, Японская и Южнокорейская Ассоциации автопроизводителей. *CAFE*, *CAFC* – средняя корпоративная топливная экономичность.

FCAI – Федеральная палата автомобильной промышленности.

* только в Японии введен стандарт по топливной экономичности для коммерческих транспортных средств массой более 3,5 т.

на 2,3 %. Мониторинг выбранных в качестве контрольных стран, не внедривших стандарты по двуокиси углерода – Бразилии и Мексики, показал неизменность там удельных выбросов CO_2 .

Безусловной прерогативой *государства* является стимулирование внедрения в эксплуатацию автомобилей с улучшенной топливной экономичностью. Примером такого законодательства является японская схема «зеленых налогов», введенная в практику по налогу на транспортное средство в 2001 году и по налогу на приобретение автомобиля в 1999 году. Она предусматривает для легковых автомобилей и легких грузовиков и автобусов, при условии уровня эмиссий менее 25 % от стандартов 2005 года, снижение этих налогов при топливной экономичности на 25 % лучшей, чем по стандарту 2010 года, на 50 % (налог на транспортное средство) и на 300 000 йен, при топливной экономичности на 15 % лучшей – соответственно на 25 % и 150 000 йен. Для тяжелых грузовых автомобилей, при условии их соответствия стандартам по выбросам 2009 года и стандартам на топливную экономичность 2015 года на 2 % снижается налог на приобретение.

Замена имеющегося парка старых автомобилей новыми, с лучшей топливной экономичностью и меньшими выбросами CO_2 также может быть простимулирована правительствами. Самым свежим и ярким примером, причем имеющим место в период экономического кризиса, является инициатива Германии, где компенсация покупателю 2000 евро при замене им старого (старше 7 лет) автомобиля новым, способствовала достижению сразу двух целей – омоложению парка автомобилей, сопровождающемуся снижением выбросов, в том числе CO_2 , потребления топлива, повышению безопасности с одной стороны и стимулированию продаж, а следовательно помощи автомобильной промышленности – с другой. При этом надо иметь в виду, что замена в парке автомобиля класса В, выпущенного 12 лет назад, на новый, дает возможность снизить выброс CO_2 со 185 до 135 г/км, т.е. на 27 %.

В компетенцию государства входят также упорядочение транспортных потоков, включающее снижение напряженности дорожного движения и повышение средней скорости транспортного потока. Поскольку при уменьшении средней скорости движения с 40 км/час (город без существенных затруднений движения) до 10 км/час (час пик с наличием «пробок») выбросы CO_2 (следовательно, расход топлива) увеличиваются вдвое. Безусловно, меры по упорядочиванию потоков будут разными для разных стран. Для Америки, Японии и других стран с развитой дорожной сетью, актуальным является использование новых технологий, связанных с применением интеллектуальных транспортных систем – *ITS*, в том числе:

- перспективных автомобильных навигационных информационно – коммуникационных систем, представляющих в режиме реального времени дорожную информацию и рекомендации по выбору маршрута;

- электронных систем оплаты проезда платных участков дорог, предоставляющих возможность проезда пунктов оплаты без остановок, связанных с дополнительным расходом топлива и выбросом CO_2 ;

- перспективных систем слежения за местом нахождения автомобиля, позволяющих планировать и управлять транспортными потоками.

Для развивающихся стран, в том числе для России, самым актуальным вопросом на сегодня является строительство сети дорог и реконструкция городских транспортных систем для обеспечения движения без затруднений, тем более без пробок». Примечательно, что в странах *OECD* фактор свойств транспортного потока не только рассматривается с точки зрения выбросов CO_2 , но и планируется на предстоящие 20 лет (2010–2030 гг.) по величине сокращения потерь средней скорости транспортного потока с темпом 1 км/час каждые 10 лет.

Наконец, государство обязано предусматривать строительство так называемых городов с низким уровнем загрязнения двуокисью углерода (*Low-Carbon City*), предусматривая все известные ему меры по организации транспортного потока на ранней стадии проектирования.

Автомобильная промышленность. Производитель напрямую не заинтересован в снижении выбросов CO_2 , поскольку мероприятия по снижению этих выбросов достаточно затратны. Но он вынужден подчиниться требованиям общества (в лице государства), попутно находя пользу от их применения, используя как инструмент «выдавливания» с рынка более слабого конкурента. Главная задача автопроизводителей – повысить эффективность используемого топлива, в том числе путем обеспечения соответствия выпускаемых ими легковых и коммерческих автомобилей стандартам по выбросам CO_2 или топливной экономичности – в перспективе: мировым; уменьшения массы транспортных средств; разработки транспортных средств следующих поколений, имеющих сниженные или «нулевые» выбросы CO_2 .

Сегодняшний и планируемый уровень стандартов достижим при поэтапном внедрении в конструкции следующих особенностей, одинаково эффективных как для целей снижения CO_2 , так и для улучшения топливной экономичности:

- Двигатель: 4-х клапанная головка блока с двумя верхними распределительными валами, электронный впрыск топлива (*EFI*) с переходом на непосредственный впрыск в цилиндр, снижение механических потерь, управляемые фазы клапанов – для бензино-



вых двигателей; для дизельных двигателей – система «коммон рейл» с давлением впрыскивания топлива 135 МПа с последующим повышением до 180 МПа и применением пьезо форсунок, *DPNR*.

- Передача момента: от контроля трансмиссии с «гибким» включением блокировок и мостов до интегрированного контроля всего транспортного средства с применением автоматических КП с 6-ю, а затем и 8-ю передачами, применения (*CVT, DVT*) бесступенчатых передач и вариаторов.

- Кузов: улучшение аэродинамики путем совершенствования конфигурации, снижение веса транспортного средства расширением применения легких материалов в конструкции кузова, отвечая, при этом, постоянно ужесточающимся требованиям по пассивной и активной безопасности автомобилей.

- Сопротивление качению: применение шин с уменьшенным сопротивлением качению.

- Прочее: применение отключаемых вспомогательных агрегатов (масляный насос, насос кондиционера и т.п.) или замена их привода на электрический, в том числе в случае с гидронасосом рулевого управления, исключение режима работы на холостом ходу, гибридизация и т.д.

Однако возможности для улучшения топливной экономичности традиционных транспортных средств не бесконечны, что определяет неизбежность внедрения в средне- и дальнесрочной перспективе автомобилей следующего поколения. Различные типы их находятся в разработке, в том числе «чистый дизель» называемый так благодаря крайне низким величинам вредных выбросов. Уже в эксплуатации автомобили, использующие в качестве топлива природный газ, гибридные автомобили (*HVs*), причем в ближайшее время на рынке появятся «заряжаемые» гибриды (*PHVs*), которые могут подзарядиться от сети. Электромобили (*EVs*), автомобили на топливных элементах (*FCVs*) и на водородном топливе разрабатываются и появятся в широкой эксплуатации в более далеком будущем.

Применение перечисленных перспективных транспортных средств пока сдерживается более низкими показателями по сравнению с традиционными автомобилями по пробегу, высокой стоимостью в производстве и эксплуатации, отсутствием развитой инфраструктуры для эксплуатации (станции для заправки топливом или энергией) и сервиса.

Технологический прорыв в этом направлении может быть сделан уже в ближайшее время усилиями промышленности, правительств и высшей школы.

Следует отметить, что разразившийся финансовый кризис, а также проблемы энергетической безопасности не только не приостановили эти работы, но и интенсифицировали их.

От пользователя зависит обновление парка современными экономичными транспортными средствами и более эффективное использование транспортного средства, в том числе за счет применения приемов экономичного вождения.

Ранее мы рассмотрели понятие сертифицированной топливной экономичности, как показателя, характеризующего автомобиль, как продукт промышленности. Реальный расход топлива зависит от многих эксплуатационных факторов и, как правило, существенно отличается от сертифицированного показателя. Так, по материалам японских исследователей, при действующем стандарте на топливную экономичность (сертифицированная топливная экономичность) в среднем для легковых автомобилей 6,4 л/100 км реальная средняя по парку топливная экономичность в 2006 году составляла 10,3 л/100 км. Применяемый в этом случае транспортный коэффициент топливной экономичности составляет 1,61, т.е. топлива расходуется на 61 % больше, чем при сертификации. При этом, если оценивать топливную экономичность реального парка с учетом его возраста и состояния по процедуре сертификации, то она составила бы 7,3 л/100 км. Разницу между сертифицированным показателем парка и сертифицированной топливной экономичностью новых автомобилей можно рассматривать как резерв для омоложения парка (в Японии более 67 % парка в возрасте до 7 лет). Разница же между сертифицированным показателем парка и реальной топливной экономичностью, превышающая 40 % (7,3 и 10,3 л/100 км), определяется такими факторами, как использование кондиционера, способности и особенности водителя, дорожные условия, длительность прогрева двигателя и т.д. Большинство факторов в той или иной мере зависит от пользователя, в связи с чем в последние годы в странах *OECD* получила развитие инициатива по применению экономичных приемов вождения, так называемый «экодрайвинг» (*Ecodriving*). В табл. 2 приведен статус инициативы в некоторых странах *OECD*.

Собственно, приемы экономичного вождения у нас известны давно и, в определенное время культивировались в эксплуатации. С учетом изменения качества транспортных средств и условий движения, опыта стран *OECD* их можно обозначить следующим образом:

- умеренный разгон;
- поддерживать возможно постоянной скоростью движения;
- умеренное замедление;
- ограничивать использование кондиционера;
- избегать работы двигателя на холостом ходу;
- начинать движение сразу после запуска двигателя (без прогрева);
- продумывать маршрут поездки;
- контролировать давление в шинах;

Статус инициативы в некоторых странах *OECD*

Страна	Статус инициативы	Ожидаемое влияние в краткосрочной перспективе	Ожидаемое влияние в среднесрочной перспективе
Австрия	Национальный	До 10...15 %	До 5...10 %
Великобритания	Компания, пользователь	До 10 %	
Германия	Национальный (подготовка новых водителей)		До 6...10 %
	Курсы по переподготовке водителей – профессионалов и любителей	До 6...10 % для профессионалов До 10...25 % для любителей	До 6...8 % для профессионалов До 10...15 % для любителей
Нидерланды	Национальный	До 10...20 %	До 5...10 %
Япония	Курсы переподготовки водителей с предметом «экодрайвинга»	До 10...25 %	

- минимизировать нагрузку;
- соблюдать правила парковки.

Естественно, эти положения (в разных странах *OECD* они могут различаться в зависимости от культуры вождения, дорожно-климатических условий и т.п.) не ограничивают потребности или возможности водителя и являются всего лишь рекомендациями.

Уместно также отметить, что некоторые положения из рекомендаций инициативы «экодрайвинг» переходят в техническое законодательство. В частности, это касается контроля давления в шинах. В настоящее время разрабатывается поправка к Правилам ЕЭК ООН №64 (запасные колеса), которая предписывает требования к системе контроля давления в шинах. Ожидания снижения с помощью такой системы выбросов CO_2 идут параллельно с намерением повысить активную безопасность транспортных средств. Исключение режима холостого хода стало частью программ ряда компаний, внедряющих в своих серийных машинах соответствующие системы типа «остановка – запуск» (*stop&go*).

Важным моментом, особенно для перевозчиков грузов, является выбор маршрута с учетом его протяженности и условий (магистраль или местная дорога, качество покрытия и др.), целесообразность комбинирования способа перевозки: непосредственно автотранспортом или с использованием других видов транспорта и т.п. Это положение «экодрайвинга», кроме снижения выбросов CO_2 , помогает компаниям-грузоперевозчикам и их водителям снизить себестоимость перевозок. В некоторых странах это положение включается в перечень рекомендаций для водителей по «экодрайвингу».

Следует отметить, что для реализации принципов «экодрайвинга» формируется инструментальная поддержка. Для коммерческих транспортных средств это цифровые тахографы, позволяющие

контролировать маршруты и режимы перевозок, для пассажирских автомобилей, малых грузовиков и автобусов – получившие широкое распространение указатели расхода топлива самых различных видов и конфигураций. На современных автомобилях реализация их довольно проста, так как большинство основных элементов, необходимых для работы таких указателей, являются частями электронных систем управления двигателем.

Наконец, дело поставщиков топлива, не говоря о качестве традиционных углеводородных топлив, диверсифицировать их ассортимент, расширять предложение новых видов, включая природный газ, биотоплива. Но все же вопрос применения альтернативных топлив для традиционных двигателей в целях снижения выбросов CO_2 , если и рассматривается где-то, то в качестве краткосрочной меры, позволяющей снизить остроту проблем снижения выбросов в отдельных странах *OECD* или нехватки топливных ресурсов. В долгосрочной перспективе поставщиков топлива следует рассматривать более широко – как поставщиков энергии, включая электрическую, тем более, что для этого потребуются коренная реконструкция инфраструктуры.

Из приведенного обзора следует, что проблема снижения выбросов CO_2 должна решаться только совместными усилиями промышленности, правительств, перевозчиков (транспортных организаций и пользователей) и поставщиков топлив.

Выводы

1. Проблема их снижения выбросов CO_2 является актуальной для Российской Федерации, учитывая связь этих выбросов с потреблением топлива, обязательствами по Киотскому протоколу и необходимость рационального использования природных ресурсов.



2. Нахождение российской автомобильной промышленности в едином законодательном поле с мировой промышленностью является условием конкурентоспособности и сохранения национальной промышленности.

3. Правительству Российской Федерации следует принять национальную программу в области снижения выброса CO_2 и улучшения топливной экономичности автотранспортных средств, чтобы дать технический ориентир промышленности, как автомобильной, так и топливной, автотранспортному комплексу, федеральным, региональным и местным властям, отвечающим за развитие дорог и придорожной инфраструктуры.

4. Следует определить ведомство, ответственное за вопросы энергосбережения на транспорте, поскольку в настоящее время такое ведомство отсутствует, а закрепление вопросов технического регулирования за Минпромторгом России предопределяет освоение современных требований, исходя из сиюминутных потребностей и возможностей российских производителей.

5. Реализация национальной программы в области снижения выброса CO_2 и улучшения топливной экономичности, в случае ее принятия, будет более успешной при активизации работы компетентных ведомств Российской Федерации и ее экспертов в деятельности *OECD* (Организации для экономического сотрудничества и развития).

Четыре международные организации: фонд *FIA*, Международное агентство по энергии (*IEA*), Международный транспортный форум (*ITF*) и Программа ООН по окружающей среде (*UNEP*) выступили с глобальной инициативой повышения топливной экономичности транспортных средств (*Global Fuel Economy Initiative – GFEI*), ставящей целью снижение расхода топлива автомобилями к 2050 году на 50 % по сравнению с нынешним уровнем топливной экономичности. Таким образом, при ожидаемом к этому времени удвоении мирового парка автотранспортных средств потребление углеводородного топлива им останется на уровне сегодняшнего дня.

Инициатива предполагает следующие инструменты:

- разработку рекомендуемых значений улучшенной топливной экономичности и анализ нынешней ситуации в мире в отношении топливной экономичности;
- работу с правительствами для создания внятной гласной политики в отношении улучшения топливной экономичности транспортных средств, производимых и/или продаваемых на территории стран;
- работа с участниками процесса (такими, как автопроизводители) в направлении лучшего понимания потенциальных возможностей улучшения топливной экономичности и организация поддержки с их стороны;
- всесторонняя поддержка инициативы с обеспечением потребителей и политиков информацией о деталях.

В рамках инициативы предполагается периодический выпуск доклада и поддержка развития испытаний автомобилей и систем информации потребителей в тех регионах, где такая работа еще не ведется.

Сегодняшний уровень топливной экономичности сильно различается по странам. Так, в странах *OECD* средняя величина в 2005 году была 8 л/100 км для новых легковых автомобилей (включая *SUV* и минивэны как на бензине, так и на дизельном топливе). Улучшение на 50 % означает величину 4 л/100 км (примерно 90 г/км CO_2). В США средний расход топлива легковыми автомобилями и легкими грузовиками несколько выше и должен измениться с нынешних 9 до 4,5 л/100 км (с 26 до 52 миль на галлон топлива). В странах – не членах *OECD*, как говорилось ранее, нет четких данных по величинам средней топливной экономичности, однако тенденция достижения уровня в 4 л/10 км в указанные сроки касается и их. Конечно, приведенные цифры весьма условны, так как зависят от испытательного цикла, используемого в законодательстве.

Реализация инициативы предполагается в три контрольных этапа: первый: улучшение топливной экономичности новых автомобилей на 30 % к 2020 году, второй: новых на 50 % к 2030 году и мирового парка автомобилей на 50 % к 2050 году. Достижение планируемого уровня на всех этапах основывается на совершенствовании двигателя внутреннего сгорания и трансмиссий, снижении веса и улучшения аэродинамики кузова. Дополнительной мерой для уровня 2030 года станет полная гибридизация широкого круга моделей (возможно, включая, но не обязательно, применение технологии заряжаемых от сети гибридов). Учитывая быстрое развитие автомобильных технологий, авторы инициативы не исключают появление новых эффективных, но более экономичных решений, которые будут способствовать достижению поставленной цели.