

Моторное топливо XXI века

Моторное топливо XXI века

Н.Г. Кириллов, доктор технических наук

Развитие мирового научно-технического прогресса, рост численности населения и улучшение его благосостояния привели к резкому увеличению энергопотребления, обратной стороной которого является истощение углеводородных сырьевых ресурсов. Многими зарубежными специалистами начало XXI в. оценивается как переходный период в развитии мировой энергетической системы. Характерными чертами этого периода является окончание эры дешевой нефти и резкое сокращение ее запасов. По мнению одного из ведущих западных экспертов в области энергетики Рея Леонарда, к 2010 г. добыча нефтяного топлива начнет быстро сокращаться, что вступит в противоречие с постоянно растущим спросом на нефть и приведет к глобальному нефтяному кризису [Леонард Р. Истощение нефтяных запасов и грядущая эпоха природного газа // Нефтегазовая вертикаль, № 9, 2001. С. 50-59].

Закономерно, что с уменьшением запасов нефти наблюдается тенденция удорожания нефтяных топлив. За период с 1980 по 1990 гг. ее себестоимость в России возросла втрое и продолжает увеличиваться в настоящее время. Сокращение поставок нефтепродуктов на внутренний рынок в 2004-2005 гг. привело к небывалому в истории России росту цен — на 235% [Кириллов Н.Г. Что Россия может предложить «Большой восьмерке» // Энергетика и промышленность России, № 11, 2005. С. 6-7]. Это обусловлено как увеличением затрат на нефтепереработку, так и удорожанием добычи нефти.

Одной из причин, влияющих на развитие кризисной ситуации с нефтяным моторным топливом, является увеличение общего числа транспортных средств в России, что, безусловно, ведет к увеличению использования энергии на транспорте. Предполагается, что в РФ к 2010 г. только количество личных автомобилей возрастет в 2-2.5 раза и составит 14-16 единиц на 100 человек населения. Общее же количество автомобильного транспорта возрастет до 46 млн. единиц. Существенно изменится и структура перевозок. Пассажирские перевозки железнодорожным транспортом снизятся с 30% до 20%, а автомобильные — увеличатся с 40% до 55%. Грузоперевозки железнодорожным транспортом уменьшатся с 65% до 50%, автомобильным транспортом — возрастут с 8% до 16%. Эти тенденции в изменении структуры грузоперевозок ложатся дополнительным бременем на существующий топливно-энергетический баланс страны.

Необходимость перевода автомобильного транспорта на альтернативные виды моторного топлива все сильнее обуславливается ужесточением экологических требований к отработанным газам двигателей автомобилей, поскольку проблемы экологической безопасности автомобильного транспорта являются составной частью экологической безопасности страны. Значимость и острота этой проблемы растут с каждым годом из-за ежегодного увеличения выбросов автотранспортными средствами загрязняющих веществ в атмосферу (в среднем на 3-5%). Величина ежегодного экологического ущерба от функционирования транспортного комплекса России составляет более 3.5 млрд. долл. и продолжает расти. Автомобильный парк России в 2000 г. составлял 27.06 млн. шт., в том числе 20.12 млн. легковых автомобилей, 4.57 млн. грузовиков, 650 тыс. автобусов и 1.72 млн. прицепов и полуприцепов. Средний возраст автотранспортных средств остается значительным и составляет 10 лет, в том числе 10% парка эксплуатируется свыше 13 лет, оказываясь полностью изношенным.

Один автомобиль ежегодно поглощает из атмосферы в среднем более 4 т кислорода, выбрасывая при этом с отработанными газами примерно 800 кг угарного газа, 40 кг оксидов азота и почти 200 кг различных углеводородов. В результате по России от автотранспорта за год в атмосферу поступает огромное количество канцерогенных веществ: 27 тыс. т бензола, 17.5 тыс. т формальдегида, 1.5 т бенз(а)пирена и 5 тыс. т свинца. В целом, общее количество вредных веществ, ежегодно выбрасываемых автомобилями, превышает цифру в 20 млн. т.

Введение на территории России с 1 января 2001 г. норм «Евро-2» пока является чисто декларативным актом, так как нерациональная структура отечественной нефтепереработки определяет низкое качество производимых бензинов и дизельного топлива, не соответствующих современным требованиям. С другой стороны, качество отечественных автомобильных двигателей оставляет желать лучшего. Российские двигатели в большинстве уступают зарубежным по таким показателям, как удельная мощность, экономичность, шумность, эксплуатационная технологичность, экологичность и ремонтпригодность. Выпуск отечественных автомобильных двигателей, отвечающих современным требованиям по сохранению окружающей среды, следует ожидать не ранее 2010 г. Поэтому в настоящее время единственным путем повышения экологичности автотранспорта является его перевод на альтернативные топлива, что обеспечит сокращение вредных выбросов в окружающую среду до уровня, отвечающего жестким европейским нормам.

Экологические проблемы, связанные с использованием традиционного моторного топлива в двигателях транспортных средств, актуальны не только для России. Во многих странах мира приняты жесткие требования по экологизации автотранспорта. В результате с 1993 по 1999 г. количество вредных веществ в отработанных газах автомобилей за рубежом снизилось примерно в 2 раза. Всего же за последние 40 лет содержание токсичных компонентов уменьшилось на 70%. В настоящее время многие зарубежные моторостроительные фирмы взяли курс на решение задачи достижения нулевой токсичности отработанных газов. Их многолетний опыт показывает, что

добиться этого можно только в случае использования альтернативных (не нефтяных) видов моторного топлива.

В США за последнее десятилетие принят ряд законодательных актов, в которых пристальное внимание уделяется проблеме улучшения экологической обстановки в городах и населенных пунктах. В их числе: Закон «Об альтернативном моторном топливе», Закон «О чистом воздухе», Закон «Об энергетической политике». На основе этих законов Министерство энергетики США значительно расширило научно-исследовательские работы в секторе потребления энергоресурсов в автотранспорте и разрабатывает новые программы по ускоренному широкомасштабному внедрению альтернативных видов топлива.

В Канаде, Новой Зеландии, Аргентине, Италии, Голландии, Франции и других странах успешно действуют национальные программы перевода автотранспорта, в первую очередь городского, на газомоторное топливо. Для этого разработана соответствующая нормативно-законодательная база: ценовая, налоговая, тарифная, кредитная. В странах Западной Европы для стимулирования использования альтернативных экологически чистых видов топлива предусматривается существенное уменьшение налогов на автомобили, использующие газовое топливо. В среднем эта разница составляет 1.5-2 раза, кроме того, автовладельцы после конверсии автомобиля освобождаются от налоговых выплат на 3 года.

В отличие от развитых зарубежных стран, в России до сих пор не существует концепции производства и использования альтернативных видов моторного топлива, что в значительной степени усложняет решение задач развития отечественного моторостроения и экологизации автотранспорта. Первым шагом в решении этой проблемы является учет всех возможных видов альтернативного топлива и анализ перспективности их использования в условиях России.

Сжиженные углеводородные газы (СУГ). В широком обиходе под СУГ понимают бутан-пропановую смесь. СУГ является наиболее высококачественным продуктом переработки нефти и нефтяного попутного газа (ПНГ). Как моторное топливо СУГ обладают важным преимуществом перед другими видами газового моторного топлива (например, природного газа, биогаза и т.д.): бутан-пропановая смесь при нормальной температуре и давлении в 1.6 МПа переходит в жидкое состояние. Следует отметить и более низкую себестоимость производства этого топлива по сравнению с бензинами. Именно поэтому в мире на этом виде альтернативного топлива работает наибольшее число автомобилей — 3.5 млн. единиц.

При рассмотрении перспектив применения СУГ в качестве моторного топлива в России следует иметь в виду, что эти газы являются химическим сырьем для производства целого ряда важных продуктов. Таким образом, ресурсы СУГ, которые могут быть выделены для использования в качестве моторного топлива, ограничены. В строгом смысле этот вид моторного топлива не является альтернативным, поскольку добыча исходного сырья — попутного нефтяного газа — напрямую связана с добычей нефти. Если ее запасы иссякнут, то дешевого бутан-пропана уже не будет. Затраты на добычу попутного нефтяного газа в 6-8 раз выше, чем на добычу природного газа — и уже в ближайшие 10-15 лет использование СУГ как альтернативного моторного топлива станет не перспективным.

Синтетический бензин. Сырьем для производства синтетического (не нефтяного) бензина может быть уголь, природный газ и другие вещества. Наиболее перспективным считается синтезирование бензина из природного газа. При этом природный газ окисляется в присутствии катализатора в синтез-газ, содержащий CO и H₂. Моторное топливо из синтез-газа производится либо с использованием процесса Фишера-Тропша, либо с помощью так называемого Мобилпроцесса через промежуточное получение метанола. Из 1 м³ синтез-газа получают 120-180 г синтетического бензина. Однако в настоящее время синтетическое топливо из природного газа в 1.8- 3.7 раза дороже нефтяных. Учитывая тяжелое финансовое положение России и высокую стоимость создания производства синтетического бензина, в ближайшие 20-30 лет данный вид моторного топлива вряд ли будет широко использоваться в нашей стране.

Метанол. Метанол как моторное топливо имеет высокое октановое число и низкую пожароопасность. Его можно смешивать с бензином и использовать как основу для эфирной добавки — метилтретбутилового эфира (МТБЭ). В 1998 г. в США произведено около 12.5 млрд. литров МТБЭ. Бензин с МТБЭ составляет примерно 30% от всего объема продаж бензина в США. В настоящее время МТБЭ замещает в США большее количество бензина и сырой нефти, чем все другие альтернативные виды топлива, вместе взятые. В России в качестве моторного топлива метанол не используется ввиду его высокой стоимости.

Электромобили. Интерес к электромобилю, работающему на электричестве от аккумуляторных батарей, вызван прежде всего развитием технологий хранения энергии, которые позволили увеличить срок работы батарей между подзарядками и сократить время самой подзарядки, увеличить срок жизни аккумуляторов и снизить их стоимость. Пока источником энергии в электромобиле служат в основном свинцово-кислотные батареи как наименее дорогие. Стандартный комплект свинцово-кислотных аккумуляторов для электромобиля средней массы стоит около 3000 долл. и дает возможность пробега 150 км без подзарядки. Существуют и более продвинутые технологии хранения энергии, позволяющие увеличить срок работы батарей, но они пока слишком дороги. В целом, как и прежде, цена электромобилей значительно превышает цену бензинового аналога. В России работы по созданию современных электромобилей практически не ведутся.

Автомобили на топливных элементах. Топливные элементы — это устройства, генерирующие электроэнергию

непосредственно на борту транспортного средства за счет процесса, обратного электролизу. В качестве водородосодержащего топлива, как правило, используется либо сжатый водород, либо метанол. В этом направлении работают достаточно много зарубежных автомобильных фирм, и если им в итоге удастся приблизить стоимость автомобилей на топливных элементах к стоимости бензиновых, то это станет реальной альтернативой традиционным видам нефтяного топлива в странах, импортирующих нефть. В настоящее время стоимость зарубежного экспериментального легкового автомобиля с топливными элементами составляет от 100 тыс. до 1 млн. долл. Для России, обладающей значительными запасами первичных энергоносителей и характеризующейся низким уровнем благосостояния основной части населения, в ближайшие 30 лет это направление в автомобилестроении является не актуальными.

Этанол, (спирт питьевой), обладая высоким октановым числом и энергетической ценностью, является высококачественным моторным топливом. Например, Бразилия ежедневно с 70-х по 90-е гг. прошлого столетия замещала этанолом до 250 000 баррелей импортируемой нефти. В 90-х гг. в Бразилии чистый этанол в качестве моторного топлива использовали более 7 млн. автомашин, еще 9 млн. машин — его смесь с бензином. В этой стране создана заправочная сеть из 25 тыс. этаноловых заправок. Однако в последние годы наметился спад в использовании этанола как моторного топлива.

США является вторым мировым лидером по масштабному изготовлению этанола для нужд автотранспорта. В 1994 г. производилось 5.3 млрд. л этанола, а также строились новые предприятия для производства 900 млн. л в год. Этанол используется в 21 штате, этанолбензиновая смесь составляет 10% топливного рынка США [Панцхава Е.С. Кошкин Н.Л., Пожарнов В.А. Биомасса — реальный источник коммерческих топлив и энергии // Теплоэнергетика, № 2, 2001. С. 24-25].

Стоимость этанола в среднем гораздо выше себестоимости бензина. Всплеск интереса к использованию этанола в качестве моторного топлива за рубежом обусловлен налоговыми льготами. Так, в США действующие до 2007 г. льготы компенсируют продавцам убыток в том случае, если они продают этанол по цене бензина. Цель проведения такой политики в США и Западной Европе — снизить зависимость автотранспорта от импорта нефти. Для России, которая ежегодно вынуждена импортировать зерновые культуры, идея использования автомобиля на этаноле не актуальна и маловероятна,

Биодизельное топливо. В последние годы в США, Канаде и странах ЕС возрос коммерческий интерес к биодизельному топливу, в особенности к производимому из рапса. В Австрии биодизельное топливо уже сейчас составляет 3% общего рынка дизельного топлива при удельной производственной мощностей ВО 30 тыс. т/год. Во Франции эти мощности составляют 20 тыс. т/год; в Италии — 60 тыс. т/год. В США планируется на 20% заменить обычное дизельное топливо биодизельным и использовать его на морских судах, городских автобусах и грузовых автомобилях. В России, как и в случае с этанолом, практически отсутствует сырьевая база для производства биодизельного топлива, что дает основания скептически оценивать возможность его широкого использования в автомобильном транспорте РФ.

Шахтный метан. В последнее время к числу альтернативных видов автомобильного топлива стали относить и шахтный метан, добываемый из угольных пород. К такому подходу есть серьезные основания. В настоящее время в мире уже достаточно много автомобилей используют шахтный метан как моторное топливо. К 1990 г. в США, Италии, Германии и Великобритании на шахтном метане работали свыше 90 тыс. автомобилей. В Великобритании, например, он широко используется в качестве моторного топлива для рейсовых автобусов в угольных регионах страны.

Содержание метана в шахтном газе колеблется от 1 до 98%. Как моторное топливо наибольший интерес представляет газ, извлекаемый из угольных пластов вне зон влияния горных работ. Сущность такого промысла заключается в извлечении газа через скважины, пробуренные с поверхности, с применением методов стимулирования газоотдачи. Шахтный газ имеет в своем составе 95- 98% метана, 3-5% азота и 1-3% диоксида углерода. Например, в США за 10 лет (с 1988 по 2000 г.) добыча угольного метана из специальных скважин возросла от 1 млрд. м³ до 40 млрд. м³, в будущем эти показатели планируется удвоить. Прогнозируется, что газовая добыча метана в угольных бассейнах мира уже в ближайшее время составит 96-135 млрд. м³.

Общие ресурсы метана в угольных пластах России составляют, по различным источникам, 48-65 трлн. м³ (с учетом восточных и северо-восточных бассейнов). Сегодня газообильность выработок составляет около 40 м³ метана на 1 т добываемого угля. Прогнозируемые ресурсы метана в угольных пластах только в Кузбассе до глубины 1.8 км составляют 14% мировых ресурсов метана в угольных пластах и около 6% прогнозных ресурсов традиционного природного газа в России. В связи с этим шахтный метан уже в настоящее время может рассматриваться как наиболее перспективный источник альтернативного моторного топлива для угольных регионов России.

Биогаз представляет собой смесь метана и углекислого газа и является продуктом метанового брожения органических веществ растительного и животного происхождения. Он относится к топливам, получаемым из местного сырья. Хотя потенциальных источников для производства моторных топлив из местного сырья достаточно много, на практике круг их сужается вследствие географических, климатических, экономических и других факторов. Особенно это актуально для России, две трети территории которой расположено в зоне умеренного холодного климата, а финансово-экономическое состояние оставляет желать лучшего. Но тем не менее, из всех видов моторного топлива, получаемого из местного сырья, только биогаз, с точки зрения промышленного производства и применения в двигателях транспортных средств, представляет серьезный практический интерес для России [Кириллов

Природный газ. В настоящее время в мире насчитывается более миллиона транспортных средств, которые используют природный газ как моторное топливо. Анализ результатов исследований токсичности газобаллонных автомобилей, проведенных за рубежом, показывает, что при замене бензина на природный газ выброс токсических составляющих (г/км) в окружающую среду снижается, в среднем, по оксиду углерода в 8 раз, углеводородам — в 3 раза, окислам азота — в 2 раза, ПАУ — в 10 раз, дымности — в 9 раз.

Таблица 1

Экономические показатели альтернативных видов моторного топлива

Вид топлива	Затраты на производство, %	Стоимость единицы пробега автомобиля,%
Бензин из нефти	100	100
СПГ	50-60	70-75
КПГ (Компримированный природный газ)	70-80	75-85
СУГ (Сжиженный углеводородный газ)	60-70	80-90
Электроэнергия	65	90-130
Метанол	110	120
Этанол	120	170
Синтетический бензин	160	120

Уникальные физико-химические свойства природного газа (ПГ), значительные естественные запасы, развитая сеть его доставки от месторождений во многие регионы страны по магистральным газопроводам и экологические преимущества в сравнении с традиционными видами топлива позволяют рассматривать ПГ как наиболее перспективное и универсальное моторное топливо России в XXI в.

Использование природного газа как моторного топлива — интенсивно развивающееся направление, которое уже в ближайшее время превратится в самостоятельную высокорентабельную подотрасль газовой промышленности. Имеются все предпосылки к тому, чтобы через 7- 10 лет годовые объемы использования ПГ на автотранспорте достигли 5-6 млрд. м³, а в более отдаленной перспективе — 20- 25 млрд.м³.

Планируемый в России перевод общественного и части индивидуального транспорта на альтернативные виды топлива требует выполнения исследований по оценке как их потребительских свойств, так и себестоимости производства. Согласно Постановлению Правительства России от 15 января 1993 г. № 31, даже в условиях свободного рынка стоимость 1 м³ природного газа для транспортных средств не будет превышать 50% стоимости 1 л бензина А-76, эквивалентного ему по энергосодержанию.

С учетом существующих в России цен на энергоносители, в табл. 1 представлены расчетные экономические показатели альтернативных моторных топлив, которые могут быть использованы автотранспортом РФ.

Учитывая, что в России практически отсутствуют данные по эксплуатации отечественных автомобилей на СПГ и электромобилей, для оценки потребительских свойств взят опыт, накопленный за рубежом. В целом он будет соответствовать отечественным разработкам.

Таблица 2

Потребительские свойства альтернативных видов моторного топлива

В табл.2 представлены потребительские свойства альтернативных видов моторного топлива (класс легковых машин) [Гайнуллин Ф.Г., Андреев А.Е. Использование углеводородных газов в качестве моторного топлива. М.:ЦНИИТЭНЕФТЕХИМ, 1986, с. 41-43]. **Автомобили,**

использующие сжатый природный газ (СПГ), и электромобили существенно уступают прочим по запасу хода и времени заправки. Заправка бензином, сжиженным природным газом (СПГ) и СУГ (пропаном) требует примерно одинакового времени. Все автомобили, использующие газообразные виды топлива, более экономичны, чем бензиновые. Расход энергии электромобилями более низкий, однако эта величина относится к скорости до 50 км/ч.

В России по экономическим и потребительским показателям только углеводородные газовые виды топлива представляют реальную альтернативу традиционным видам нефтяного топлива. Основным преимуществом, проявляющимся при использовании газовых видов топлива является экономичность эксплуатации автотракторной техники. Это происходит благодаря более низкой их стоимости по сравнению с нефтяными видами топлива, увеличению срока службы двигателей, сроков замены свечей зажигания и масла, более высокому октановому числу топлива и безнагарному сгоранию.

Таблица 3

Эмиссия токсичных компонентов при использовании различных видов топлива	CO	CxHy (без метана)	NOx	Сажа	Оксид свинца	Бензопирен
Бензин	100	100	100	нет	100	100
Бензин (двигатель с катализатором)	25-30	10	25	нет	нет	50
Дизтопливо	10	10	50-80	100	нет	50
Дизтопливо + газ	8-10	8-10	50-70	20-40	нет	30-40
СУГ (пропан)	10-20	50-70	30-80	нет	нет	3-10
Природный газ	5-10	1-10	25-50	нет	нет	3-10

Анализ перспективности использования альтернативных видов моторного топлива будет не полным без учета такого показателя как экологичность топлива. Эмиссия токсичных компонентов в выхлопных газах двигателей, работающих на различных видах топлива, при оптимальной регулировке топливной аппаратуры (в %), приведена в табл. 3. Выбросы при сжигании бензина приняты за 100% (используется неэтилированный бензин).

Количественное представление об экологической опасности токсичных компонентов, попадающих в атмосферу при использовании различных видов топлива, можно получить из нормативов платы за загрязнение атмосферы (Постановление СМ РФ от 9.01.91 г. № 13). Приняв коэффициент экологической опасности для CO равным 1, для CxHy получим — 2, для NOx — 70, для сажи — 60, для оксидов свинца — 10 000, для тетраэтилсвинца (при утечках и разливе бензина) — 1 000 000, а для бензпирена — 3 000 000.

При оценке перспективности того или иного вида моторного топлива за рубежом обязательно принимают во внимание и экологическую компоненту. Другими словами, в стоимость топлива включают не только рыночную составляющую, но и «внешнюю», эквивалентную размеру компенсации ущерба, нанесенного здоровью населения и окружающей среды. Это позволяет учитывать те затраты и потери, которые восполняются обществом за счет налогоплательщиков (расходы на медицину, реновацию объектов, потери рабочего времени и т.д.). К сожалению, в России такие расчеты во внимание пока не принимаются, но после введения в действие Федерального закона «Об экологизации автотранспорта» экологическая компонента в стоимости топлива будет присутствовать. С учетом «внешней» составляющей существенно изменяется соотношение народнохозяйственной и социальной стоимости различных видов топлива. Опыт показывает, что при учете социальной «внешней» стоимости замена нефтяного топлива на альтернативное существенно сокращает срок окупаемости [Елисеев В.Г., Кунис И.Д. Экологические аспекты применения сжиженного природного газа как альтернативного топлива // Конверсия в машиностроении, № 2, 2001. С. 21-23].

В настоящее время среди множества различных вариантов альтернативных видов топлива наиболее высокие шансы вступить в конкуренцию с нефтяными видами топлива в России имеет природный газ. Но эта тема — предмет отдельного разговора.

Вид топлива	Масса автомашины, кг	Запас хода, км	Скорость, км/ч	Расход энергии, кВт • ч/км	Время заправки
Бензин	1600/6 чел	550	90	1.07	5 мин
СПГ	1600/6 чел	550	90	0.89	5 мин
КПГ	1700/6 чел	170	90	0.91	5-10 мин
СУГ	1600/6 чел	550	90	0.91	5 мин
Электроэнергия	1800/4 чел	70	40-50	0.47	8-12 часов

Для подготовки данной работы были использованы материалы с сайта <http://www.courier.com.ru>