

ВВЕДЕНИЕ

Эффективная и долговечная работа автотранспортных средств в значительной степени зависит от качества и рационального использования нефтепродуктов (моторных топлив, смазочных, консервационных и ремонтных материалов) и технических жидкостей. Поэтому студенты как будущие инженерно-технические работники должны знать основной ассортимент, физико-химические и эксплуатационные свойства нефтепродуктов и технических жидкостей, требования по их использованию и экономному расходу.

Неэффективная работа автотранспортных средств зачастую связана с неправильным применением нефтепродуктов и технических жидкостей, неверным выбором их сортов и марок, низким качеством, потерей свойств при транспортировке, хранении и заправке.

Особую актуальность приобретают вопросы экономного использования нефтепродуктов за счет совершенствования учета и снижения потерь, улучшения условий их хранения и отпуска.

Обеспечить потребности различных отраслей производства в продуктах нефтепереработки можно не только путем увеличения ее добычи, но и за счет существенного сокращения расхода при рациональном использовании.

Поэтому в учебнике особое внимание обращено на рациональное использование и оценку эксплуатационных свойств, ассортимент и маркировку, контроль качества углеводородных топлив, смазочных масел, пластичных смазок и технических жидкостей, необходимых для высокопроизводительной эксплуатации автотранспортных средств, а также ассортимент конструкционно-ремонтных материалов, применяемых для производства и восстановления работоспособности их узлов, агрегатов и систем.

Отражены вопросы повторного использования смазочных материалов и экологические аспекты. Приводятся сведения по материалам, используемым для разметки дорог, оборудованию нефтебаз и автозаправочных станций, а также нормам расхода эксплуатационных материалов и способам их рационального использования.

1. РЕСУРСЫ СЫРЬЯ ДЛЯ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ТОПЛИВ И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

В связи с сокращением национальных и мировых ресурсов природного сырья для производства углеводородных топлив перед человечеством встают вопросы: на какой период хватит нефти и газа для производства моторного топлива; чем его можно будет заменить в транспортных двигателях; есть ли альтернатива поршневому ДВС?

До конца XX в. и в первые десятилетия XXI в. эти вопросы для автотранспортной отрасли будут стоять не очень остро, так как земных запасов ресурсов сырья для углеводородного топлива, по расчетам, хватит на ближайшие 40...50 лет (с учетом современного уровня потребления), а поршневой ДВС останется основным двигателем для наземной техники.

По данным фирмы British Petroleum за 2016 г., разведанные запасы природного газа составили около 187,3 трлн м³, из них на долю России приходится 26%. Запасы нефти составили около 2995,4 млн т, из них на долю России приходится 12,7%. При объеме потребления газа и нефти в мире по состоянию на 2016 г. природного газа хватит на 50 лет, а нефти – на 40 лет.

Еще в середине 1950-х гг. специалисты утверждали, что поршневой ДВС в ближайшем будущем ждет судьба паровых машин, поскольку он будет вытеснен из наземной техники другими типами двигателей (газотурбинными, роторными, волновыми, электрическими и др.). Однако пошел уже третий десяток лет XXI в., а поршневые ДВС как основные потребители нефтепродуктов пока не имеют явных конкурентов в автомобильном транспорте и других видах наземной техники. Ради объективности следует отметить, что многие ведущие мировые автоконцерны заявили о прекращении выпуска легковых автомобилей с поршневыми ДВС с 2030...2035 гг. в связи с массовым переходом на выпуск электромобилей. Однако эти планы с большой долей вероятности придется скорректировать из-за ограниченной добычи лития для производства литий-ионных аккумуляторов и необходимости постройки развитой сети для зарядки аккумуляторов электромобилей. Кроме того, заменить традиционные источники производства электроэнергии на возобновляемые в ближайшие годы не представляется возможным.

Поэтому уже сейчас необходимо определиться со следующими вопросами: на какой период хватит земных ресурсов сырья для углеводородного топлива; какие виды топлив можно считать перспективными в ближайшем будущем и в долгосрочной перспективе; есть ли альтернатива поршневому ДВС, можно ли рассчитывать, что он сохранит свое лидирующее положение в наземной технике; какие изменения потребуются в конструкциях ДВС и в их системах для адаптации к новым видам моторных топлив?

1.1. Ресурсы нефти и природного газа

Примерные суммарные запасы нефти и газа на Земле составляют более 1 млрд т условного топлива. Динамика мировой добычи нефти отражена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Мировая добыча нефти

Годы	До 1900	1901–1920	1921–1940	1941–1960	1961–1980	1981–2000	2001–2016	Прогноз: до 2025
Добыча нефти, млрд баррелей	0,54	6,47	27,24	73,39	266,41	445,23	489,3	1184,7
1 баррель – 1 бочка \approx 159 кг								

Более 70% мировых запасов природного газа сосредоточено в Западной Сибири, Северной Америке, Аравии, Сахаре и Южном Средиземноморье. Здесь содержится не менее 100 трлн м³ газа.

К примеру, на долю сельского хозяйства России приходится 9...10% общей потребляемой энергии в стране, а с учетом местных источников топлива – 14...15%. В Японии этот показатель равен 1%, в США – 1,3%, в странах ЕЭС – 1,4%, а в мире в целом – менее 5%. Годовое потребление энергии в сельском хозяйстве составляет около 130 млн т условного топлива, а с учетом местных видов топлива – более 150 млн т. Примерно 55% топлива тратится в производственной сфере.

К основным видам топлива относятся: жидкое углеводородное топливо (бензин, дизельное и печное топливо) – 42%; твердое топливо (уголь, дрова) – 36%; газообразное топливо – 13%; электроэнергия – 9%. Местные виды топлива используются в основном для отопления помещений и приготовления кормов.

Как известно, в транспортную систему России входят автомобильный, железнодорожный, авиационный, морской, речной и трубопроводный транспорт. Одним из основных потребителей нефтепродуктов является автомобильный транспорт. На его долю приходится почти пятая часть всего производимого топлива и смазочных материалов (ТСМ). Затраты на продукты нефтепереработки в себестоимости 1 т-км автомобильных перевозок составляют 15...20% суммарных эксплуатационных издержек. Поэтому экономное и рациональное использование топливно-энергетических ресурсов на автотранспорте является одной из наиболее важных государственных задач.

В настоящее время мировой парк автомобилей превышает 900 млн единиц. Причем распределение его по континентам и странам происходит неравномерно. В странах Америки насчитывалось 261 млн легковых и грузовых автомобилей, в Европе – 362, Азии – 253, России – 63, Африке – 0,48, Австралии и Океании – 16. В городах России сосредоточено более 70% всех автомобилей.

В странах Западной Европы автомобильный транспорт расходует около 30% нефтепродуктов, США и Канада – 52...55%, Япония – более 20%.

Прогнозы относительно полного истощения запасов нефти и связанного с этим возможного кризиса могут оказаться неверными, если будут найдены новые очень крупные источники нефти или нефть окажется не востребованной обществом, а также если будут приняты решительные меры по ограничению ее потребления.

Половина добытой нефти расходуется на получение моторного топлива (табл. 1.2), причем примерно треть ее тратится в США. Поэтому во всех развитых странах мира ведутся работы по разработке и применению на транспорте новых видов моторных топлив.

Таблица 1.2 – Выход товарных нефтепродуктов (в %)

Наименование нефтепродукта	Страна			
	Россия	США	Япония	Страны Западной Европы
Бензин	15,0...17,0	45,0...48,0	7,0...10,0	12,0...14,0
Дизельное топливо	20,0...22,0	20,0...24,0	12,0...14,0	25,0...35,0
Мазут	40,0...45,0	10,0...12,0	46,0...50,0	30,0...40,0
Масло	1,5...2,0	1,5...1,8	1,2...1,3	0,8...1,0

1.2. Альтернативные виды топлив для транспортных двигателей

В качестве возможных видов моторных топлив, которые могут заменить жидкие (бензин, дизельное топливо) и газообразные (пропан-бутановые смеси, природный газ) топлива, в ближайшем будущем и в более отдаленной перспективе могут использоваться:

- жидкие углеводородные смеси, близкие по составу и свойствам к существующим моторным топливам, но получаемые не из нефти (биогаз, горючие сланцы, синтетические нефть и газ из угля и др.);
- искусственные газовые смеси для дизелей (на основе любого инертного газа);
- соляно-водные смеси для дизелей (аквазол и др.);
- биотопливо первого, второго и третьего поколений;
- спирты и бензоспиртовые смеси (метиловый, этиловый, изобутиловый и другие спирты и их смеси с автобензином в различных пропорциях);
- водород;
- азотоводородные соединения.

При выборе альтернативного топлива исходят из следующих требований:

- соответствие нового топлива традиционным (классическим) способам организации рабочего процесса в транспортных двигателях;
- доступность сырья и перспективы его добычи в больших объемах;
- трудоемкость и экономичность процессов переработки сырья в топливо.

Биотопливо

Биотопливо – топливо, получаемое из биологического сырья, как правило, в результате различной переработки биологических или промышленных отходов. В настоящее время в равной степени получили распространение: жидкое биотопливо (для двигателей внутреннего сгорания, например этанол, метанол, биодизель), твёрдое биотопливо (дрова, брикеты, топливные гранулы, щепа, солома, лузга) и газообразное (биогаз, водород).

На практике биотопливо разделяют по поколениям (рис. 1.1):

- **биотопливо первого поколения** изготавливают из сахара, крахмала, растительного масла и животного жира. Основным источ-

ником его производства являются различные семена или зерна масличных и других с.-х. культур;

– **биотопливо второго поколения** производится из биомассы, состоящей из остаточных, непищевых растений, таких как стебли, листья, шелуха, просо, ятрофа (непищевые растения), и производственного мусора. Технологии производства биотоплива второго поколения также позволяют извлекать полезное сырье из древесной или волокнистой биомассы, содержащей целлюлозу и лигнин и представляющей собой составные углеводы (молекулы, основанные на сахаре). Из сахаров в результате брожения получается лигноцеллюлозный этанол, который на 90% уменьшает выбросы парниковых газов;

– **биотопливо третьего поколения** производится в основном из водорослей.

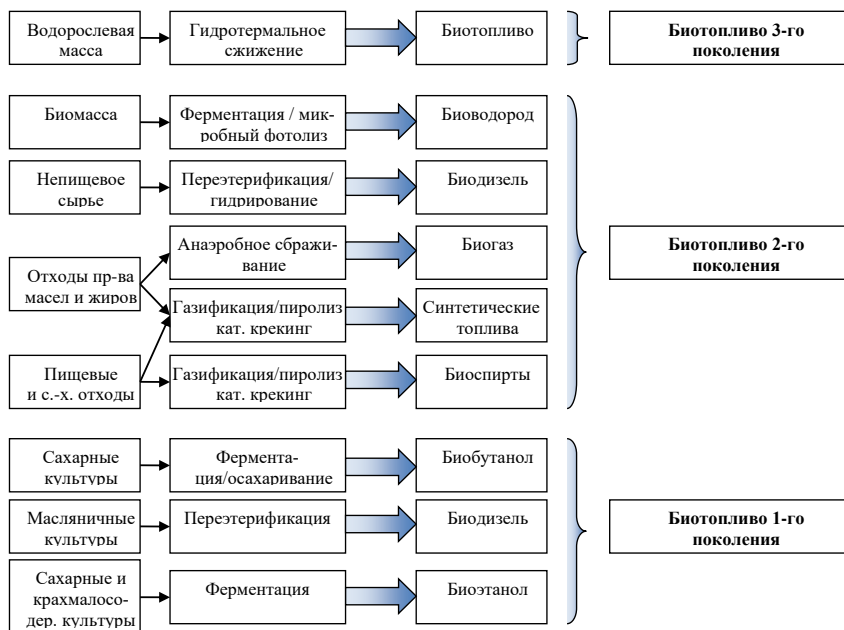


Рисунок 1.1 – Схема технологических процессов получения биотоплива

Принципиальная разница между биотопливом второго и первого поколений заключается в возможности использования более широко-

го спектра биомасс, в том числе и относительно дешевых. Эти источники включают в первую очередь непищевую биомассу, предназначенную для получения энергии растения, и иные ресурсы из биомассы: солома, отходы лесозаготовок и деревообработки и т. д. Своеобразную революцию в биоэнергетике связывают с открытием филamentosного гриба, способного преобразовывать целлюлозу в сбраживаемый сахар.

Одним из наиболее широко используемых в качестве моторного топлива является разновидность биотоплива первого поколения – **биодизель** – смесь метиловых (или этиловых) эфиров жирных кислот, сходная по физическим и химическим свойствам с дизельной фракцией из нефти. Биодизель имеет цетановое число не менее 51 ед., температуру вспышки более 150°C и хорошие смазочные характеристики. В случае утечек биодизельного топлива оно подвергается практически полному биологическому распаду без ущерба окружающей среде.

Метиловый эфир получается в результате реакции переэтерификации жирных кислот, содержащихся в растительных маслах (рапсовое, соевое, пальмовое и др.), и метилового спирта в соотношении 10:1 в присутствии в качестве катализатора метилата натрия. Реакция происходит в процессе смешения масла и спирта в емкости с мешалкой при нормальной температуре 20...25°C. Побочным продуктом является глицерин, отделяемый далее в отмывочной колонне водой.

Биогаз

Биогаз представляет собой смесь метана и углекислого газа. Он является продуктом метанового брожения органических веществ растительного и животного происхождения. Биогаз относится к топливам, получаемым из местного сырья и предназначенным для улучшения технико-эксплуатационных и экологических показателей двигателя внутреннего сгорания.

Эмульгированное дизельное топливо

Эмульгированное дизельное топливо представляет собой смесь нефтяного дизельного топлива с водой (20%) и эмульгатором (1%). Смесь можно использовать в дизелях без их переделки. Цвет смеси – мутно-белый. Срок хранения после приготовления – около трёх месяцев. Возможность добавления воды и эмульгатора в биодизель не изучена.

Эмульгаторы

Эмульгаторы – вещества, обеспечивающие создание эмульсий из несмешивающихся жидкостей. Действие эмульгаторов основано на способности поверхностно-активных веществ (ПАВ) снижать энергию, необходимую для создания свободной поверхности раздела фаз. Концентрируясь на поверхности раздела смешивающихся фаз, ПАВ снижают межфазное поверхностное натяжение и обеспечивают длительную стабильность композиции. В зависимости от природы ПАВ они ускоряют образование и стабилизируют тип эмульсии, в дисперсионной среде которой они лучше растворимы.

Наличие воды как эмульгатора в нефтяном дизельном топливе нежелательно. Для дизелей с высоким давлением впрыска вода и сера, содержащаяся в нефтяном дизельном топливе, являются агрессивными элементами. При высоком давлении в составе топлива образуется серная кислота, которая оказывает коорозионное воздействие на прецизионные детали и сопряжения дизельной топливной аппаратуры. Кроме того, серная кислота сокращает срок службы катализаторов и сажевых фильтров.

Этанол

Этанол (этиловый или хлебный спирт) можно смешивать с бензином для получения топлива с более высоким октановым числом и меньшим содержанием вредных веществ в отработавших газах по сравнению с товарным бензином. Этанол обычно производится за счет брожения зерновых продуктов (кукуруза, ячмень, пшеница) и дистилляции. Также его можно производить из многих видов трав и деревьев по более сложной технологии, в таком случае его называют биоэтанолом. Смеси, содержащие не менее 85% этанола, считаются альтернативным видом топлива. Например, марка смесевого топлива E85 означает, что смесь состоит из 85% этанола и 15% бензина и предназначена для использования в транспортных средствах с универсальной топливной системой.

Смеси с большим содержанием этанола, такие как E95, также относят к альтернативным видам моторного топлива. Смеси с более низкими концентрациями этанола, такие как E10, иногда используются для увеличения октанового числа и улучшения экологических показателей, но они не рассматриваются как альтернативные виды топлива.

Виды топлива серии Р

Топливо серии Р представляет собой смесь этанола, газоконденсатной жидкости и метилтетрагидрофурана. Виды топлива серии Р представляют собой прозрачные жидкости с высоким октановым числом, которые можно использовать в транспортных средствах с универсальной топливной системой как в натуральном виде, так и в смеси с бензином.

Метанол

Метанол (древесный метиловый спирт) может использоваться в качестве альтернативного вида моторного топлива в транспортных средствах с универсальной топливной системой, которая спроектирована для работы на смесевом топливе марки М85 – смеси, содержащей 85% метанола и 15% бензина. В будущем метанол можно рассматривать в качестве источника водорода, который необходим для работы двигателей на топливных элементах.

В ряде стран получило распространение бензоспиртовое топливо, например смесь автобензина с метанолом (или этанолом). В основном применяют смеси, содержащие 5...15% спирта и 85...95% автобензина. Основное преимущество бензометанольного топлива – уменьшение содержания оксидов азота, оксида углерода и других вредных веществ в выхлопных газах автомобилей.

Оксигенатные топлива

Оксигенатные топлива – смеси автобензина с различными эфирами. Наиболее распространенной добавкой к бензину является метилтретбутиловый эфир (МТБЭ).

Особое место занимает диметиловый эфир (ДМЭ), получаемый из природного газа либо совместно с метанолом, либо из метанола. Этот простейший эфир является хорошим дизельным топливом. По своим свойствам ДМЭ близок к сжиженному пропан-бутану. Его достоинством является высокое цетановое число, недостатком – необходимость переоборудования транспортного средства и дополнительные затраты на создание особой инфраструктуры топливопотребления, что связано с высокой летучестью и токсичностью ДМЭ.

Синтетические жидкие топлива

Основным сырьем для производства синтетического жидкого топлива (СЖТ) является уголь, природный и сжиженный газ.

Технологии по производству СЖТ получили название GTL (gas-toliquid – газ в жидкость). Продукция технологий GTL – прямогонные бензины (нафта) парафинового ряда, дизельное топливо с высоким цетановым числом (70 против 45...55 у нефтяного дизельного топлива), а также высокомолекулярные парафины и церезины, являющиеся основой высококачественных мазей и смазок.

Топливные элементы

Топливные элементы – устройства, вырабатывающие электрическую энергию за счет окислительно-восстановительных химических реакций жидких или газообразных компонентов, непрерывно поступающих к электродам извне. Эти устройства являются химическими источниками тока непрерывного действия. В качестве основного компонента для реакции служит водород.

Преимущества топливных элементов – высокий КПД (80% по сравнению с 35...40% у ДВС), экологичность (на выхлопе автомобиля – только водяной пар), неограниченная сырьевая база. Но пока топливные элементы дорогие: автомобиль, имеющий на борту бак для водорода и топливные элементы, стоит на порядок дороже, чем автомобиль с поршневым ДВС.

1.3. Перспективы использования поршневых ДВС на автотранспортных средствах

Поршневой ДВС – моторная установка, превращающая теплоту сгорания топлива в механическую работу. Поэтому он является одновременно и потребителем топлива, и источником выброса продуктов сгорания. Поскольку поршневой ДВС используется, прежде всего, на автотранспортных средствах, то вопрос о том, можно ли заменить его другим источником энергии или хотя бы существенно сократить его применение на данном историческом этапе, следует рассматривать в двух аспектах – социальном и энергетическом.

С точки зрения социального аспекта, чтобы уменьшить потребление нефтепродуктов (моторного топлива, смазочных материалов и др.) и выбросы отработавших газов, необходимо сократить выпуск ДВС и автотранспортных средств или, в крайнем случае, ограничить число поездок на последних. Однако лишение людей привычных удобств личного автотранспорта чревато социальными потрясениями в обществе. Поэтому владение личным автомобилем, мотоциклом, мотоколяской и другими видами автотранспортного средства являет-

ся главенствующим приоритетом большинства людей, а значит, число автотранспорта по этой причине вряд ли будет сокращаться.

С точки зрения энергетического аспекта, чтобы уменьшить потребление нефтепродуктов и сократить выбросы отработавших газов, надо заменить транспортный ДВС на другой вид моторной установки, например на электрический. Работы над созданием электромобиля ведутся давно во многих странах мира. Однако проблема осложняется тем, что для зарядки аккумуляторов требуется не только постройка сети зарядных электрических станций, но и практически вся производимая электроэнергия. Возникает также проблема утилизации используемых аккумуляторов. Поэтому переход на массовый выпуск электромобилей будет постепенным и продолжительным по времени.

Таким образом, можно предположить, что в течение ближайших десятилетий основным видом наземного транспорта останутся автомобили с тепловым ДВС. Кроме того, в качестве теплового двигателя по-прежнему будет использоваться поршневой ДВС. В пользу этого свидетельствуют следующие факты:

- наличие отлаженных технологий массового производства поршневых ДВС, обеспечивающих их сравнительно невысокую стоимость;
- наличие высококвалифицированных специалистов в области проектирования, производства, эксплуатации и ремонта поршневых ДВС;
- наличие широкой сети технического сервиса поршневых ДВС;
- поршневой ДВС – один из наиболее технически совершенных, надежных и экономичных альтернативных вариантов двигателей;
- возможность использования в поршневых ДВС (без существенных изменений конструкции) альтернативных видов топлива и, что немаловажно, производимых из возобновляемых источников сырья и отходов производства;
- возможность модернизации поршневого ДВС (конструкция, организация рабочего процесса, автоматизация систем управления и др.).

Последние два фактора существенны также в проблеме снижения токсичности отработавших газов двигателей наземной техники. Загрязнение воздуха вредными веществами распределяется между различными видами транспорта следующим образом: автомобильный – 91,3%; железнодорожный – 3,7%; морской – 2,7%; речной – 0,9%; авиационный – 1,4%.

При сжигании 1 т бензина выделяется 250...600 кг вредных веществ. Для сжигания 3 т нефтепродуктов требуется 10 т кислорода атмосферного воздуха. Чтобы воспроизвести этот расход кислорода, необходимо продуцирование кислорода одним гектаром леса в течение года. Кроме того, в 1 л бензина содержится не менее 0,4 г свинца, причем 75% этого количества после сгорания в цилиндрах ДВС попадает в атмосферу с отработавшими газами.

Легковой автомобиль при годовом пробеге 15 тыс км потребляет около 4350 кг кислорода, выбрасывая 8250 кг диоксида и 530 кг оксида углерода, 97 кг углеводов и около 27 кг оксидов азота, поглощая объем чистого воздуха, который необходим для дыхания 100 человек.

По сравнению с бензиновыми ДВС, дизельные двигатели выбрасывают в атмосферу почти в 10 раз меньше оксида углерода, в 2,5 раза меньше углеводов и на 10...15% меньше оксидов азота, имея при этом более низкий расход топлива (до 30%). Однако дизели выбрасывают в 10 раз больше оксидов серы и в 26 раз больше сажи.

Автомобили, в конструкциях которых не предусмотрены специальные меры по снижению их токсичности, выбрасывают эти вредные компоненты в составе отработавших (68%) и картерных (20%) газов, а также в виде испарений топлива (12%).

Снизить токсичность автотранспортных средств, оснащенных поршневыми ДВС, можно за счет следующих технических решений и мероприятий:

- установки в системе выпуска отработавших газов нейтрализаторов каталитического действия (особенно сотовых), для улавливания частичек сажи у дизелей используют, к примеру, газовый фильтр из пористого карбида кремния;
- использования малотоксичных альтернативных видов топлива;
- применения замкнутой системы вентиляции картера двигателя;
- применения герметичных пробок топливных баков и улавливателей паров топлива;
- использования экологических присадок к топливу и маслам;
- конструктивного изменения формы камеры сгорания, системы питания, зажигания и воздухоподачи;
- новых технологий изготовления деталей ДВС и использования новых композиций и материалов;
- совершенствования организации рабочего процесса для более полного сгорания топлива (форкамерно-факельный процесс, послойное воспламенение горючей смеси, двухстадийный впрыск топлива и др.);

- пристеночного смесеобразования у дизелей;
- непосредственного впрыска бензина (одноточечный и распределенный впрыск);
- впрыска воздуха (подачи воздуха под большим давлением) в камеру сгорания;
- изменяющейся фазы газораспределения;
- переменной длины впускного трубопровода или волнового (гидродинамического) наддува;
- электронных систем управления подачей топлива и воздуха;
- электронных систем зажигания;
- рециркуляции отработавших газов;
- использования солярно-водных смесей;
- внедрения новых принципов работы двигателей на безнагрузочных режимах.

В настоящее время в Европе для автомобилей действуют нормы токсичности «Евро-6» (табл. 1.3), которые устанавливают более жесткие индивидуальные нормативы для оксида углерода, углеводородов и оксидов азота, содержащихся в отработавших газах.

Таблица 1.3 – Требования к токсичности отработавших газов автомобильных ДВС

Нормы	Содержание компонентов, г/км			Год введения
	CO	C _n H _m	NO _x	
Евро-1	2,72		Сумма 0,97	1992
Евро-2	2,20		Сумма 0,50	1996
Евро-3 (20–30°C)	2,30	0,20	0,15	2000
Евро-3 (–7°C)	15,00	1,80	Не нормируется	2000
Евро-4	1,5	0,46	0,8	2006
Евро-5	1,5	0,46	0,6	2010
Евро-6	1,5	0,13	0,4	2015

В целом перспективы различных типов поршневых ДВС для автотранспортных средств в значительной мере будут определяться топливно-энергетическим балансом в стране, наличием альтернативных топлив и стоимостью их производства, эксплуатационными затратами на содержание двигателей и автомобилей, их техническим уровнем, надежностью, мощностными, топливно-экономическими и экологическими показателями.

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru