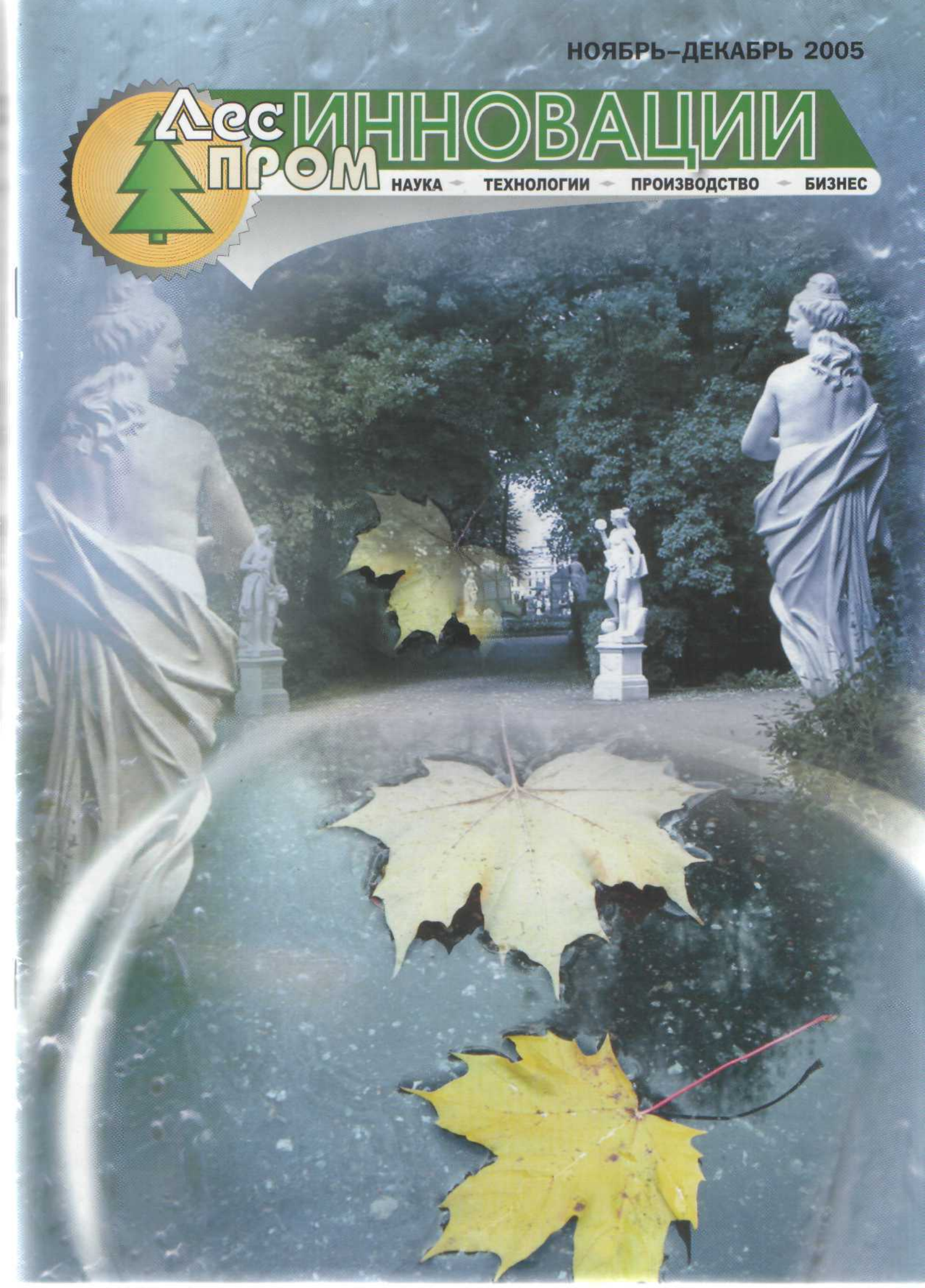
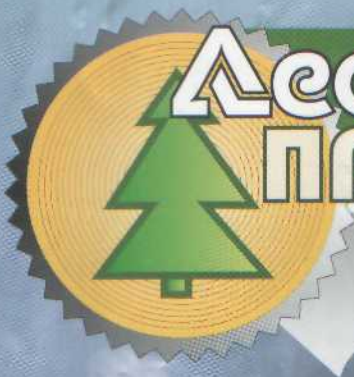


НОЯБРЬ–ДЕКАБРЬ 2005

# Лес ПРОМ

# ИННОВАЦИИ

НАУКА — ТЕХНОЛОГИИ — ПРОИЗВОДСТВО — БИЗНЕС





# ТРАНСПОРТНЫЙ ГАЗОГЕНЕРАТОР – НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА СТАРУЮ ТЕХНОЛОГИЮ

ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА — ЭТО ТО,  
ВО ЧТО ПРЕВРАЩАЕТСЯ ПРИРОДА, ЕСЛИ ЕЕ НЕ ОХРАНЯТЬ

**А. А. САМЫЛИН**, инженер-конструктор  
1-й категории, СП «МЕТРА-УКРАИНА»,  
**Н. М. ЦИВЕНКОВА**, ведущий инженер «НТЦ СТКБ»

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), автомобильный транспорт в больших городах по экологическому ущербу лидирует во всех видах негативного воздействия на окружающую среду. Загрязнение атмосферного воздуха служит причиной почти 40% случаев заболеваний. Это, в конечном счете, сокращает продолжительность жизни обитателей больших городов на 6-7 лет. Не лучшая обстановка наблюдается и в малонаселенных районах. Дым от печей и открытого огня, разводимого внутри жилищ, каждый год убивает 1,6 млн. человек в развивающихся странах. Это одна из основных причин ненасильственной смерти во многих беднейших странах мира. При этом наибольшему риску подвергаются женщины и дети в сельскохозяйственных и лесозыбточных районах.



## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

По данным ВОЗ, население почти половины всех стран мира общей численностью 2 млрд. человек до сих пор готовит еду на твердом топливе, таком как кизяки, дерево, отходы сельскохозяйственного производства и уголь. Дым от таких видов топлива представляет собой ядовитый коктейль частиц и химикатов с концентрацией выделяемых в воздух канцерогенов (оксида углерода и других вредных газов), в 500 раз превышающей предельно допустимые нормы. В результате сжигания твердого топлива в обычной домашней печи риск возникновения таких заболеваний дыхательных путей, как бронхит и пневмония, увеличивается более чем в 2 раза. День ото дня женщины и дети в деревенских домах вдыхают дым, уровень ядовитости которого во много раз превышает принятые в мире стандарты. Однако выбор у таких семей невелик — либо голодать, либо готовить на твердом топливе. Для большинства жителей сельских районов «стран третьего мира» это единственно доступный источник энергии. Специалисты ВОЗ призывают власти и неправительственные организации всех стран делать все возможное для привлечения внимания

общества к этой проблеме. Доклад по этой проблеме был сделан еще на открытии Всемирного саммита устойчивого развития в Йоханнесбурге в 2002 г., когда на его основе было создано Глобальное партнерство за чистый воздух в помещениях.

В России эта проблема стоит не менее остро, если учесть, что только около 2 млн. сельских домов газифицировано, а остальные 12,6 млн. домов используют дрова и/или уголь (в южных районах) или только дрова (в лесных зонах). Заготовки дров сельским населением оцениваются в объеме 30 млн. т условного топлива (т.у.т.) в год. С учетом рабочих поселков, леспромхозов, геологов, рыболовецких и других хозяйств использование биомассы для бытовых целей в России можно оценить в 40 млн. т.у.т. в год.

В крупных городах промышленно развитых стран экологическое положение еще более напряженное. В загрязнении воздуха здесь одно из ведущих мест занимает автотранспорт (≈ 440 млн.т выхлопных газов в год в целом на планете). Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу всеми транспортными средствами только в России составили в 1998 г. 13,2 млн. т. При этом выбросы автомо-

бильного транспорта составили более 11,8 млн. т. По оценке экологов, основная масса (около 80%) вредных веществ выбрасывается автотранспортом на территории населенных пунктов. Более чем в 180 городах уровни загрязнения атмосферного воздуха (от всех источников) превышают предельно допустимые концентрации более чем в 10 раз. Отработанные газы двигателей внутреннего сгорания содержат более 200 наименований вредных веществ, в т. ч. и канцерогены. Очевидно, что количество выбросов вредных веществ городским транспортом зависит, прежде всего, от вида используемого топлива, интенсивности и объема городского движения, технического состояния транспортных средств, а также от организации и регулирования городской транспортной системы. Загрязнение воздуха выхлопными газами автомобилей — давно признанная в Европе и мире угроза здоровью населения и экосистемам. Поэтому, в соответствии с резолюцией 33/1-48 Генеральной Ассамблеи ООН, в 1978 г. было впервые введено понятие «новые и возобновляемые источники энергии».

Сегодня это направление развивается особенно активно. Так, после



обнародования коммюнике Европейской комиссии по альтернативным видам топлива, которое было подготовлено в конце 2001 г., в середине 2003 г. утверждены директивы по биотопливу и углубленному анализу потенциала альтернативных видов моторного топлива (2002–2003 гг.). Результаты проведенных исследований были опубликованы в декабре 2003 г. под названием «Доклад контактной группы по альтернативным видам топлива».

Особая роль в загрязнении окружающей среды принадлежит сельскому хозяйству. Это связано с использованием в сельском хозяйстве техники и технологических операций, не отвечающих современным экологическим требованиям. По техническому уровню с.-х. техника России отстала от развитых зарубежных стран примерно на 2 поколения. Расход топлива отечественных тракторных дизелей составляет 238–265 г/кВт\*ч (грамм топлива на 1 кВт\*час мощности), а масла — 1,2–2,4 г/кВт\*ч. В то время как в США создаются дизели с расходом топлива 140–145 г/кВт\*ч и масла 0,5–0,7 г/кВт\*ч, что соответствует эффективному КПД, равному 60%. Прямые затраты топлива на производство продукции растениеводства в РФ в 2 и более раз выше, чем в США. Использование устаревшей и изношенной техники также ведет к большому расходу топлива и к отравлению окружающей среды загрязняющими веществами. Загрязнение поверхности земли транспортными и дорожными выбросами накапливается постепенно, в зависимости от числа проходов сельскохозяйственной техники, а сохраняется весьма долго. Накапливающиеся в почве химические

элементы, особенно тяжелые металлы, охотно усваиваются растениями и через них по пищевой цепи переходят в организм животных и человека. Часть этих веществ растворяется и выносится сточными водами в реки и водоемы. Исследований загрязнений почвы выхлопными выбросами сельскохозяйственных машин до сих пор проводилось немного. Процесс выброса и распределения загрязняющих частиц на поверхности грунта почти также сложен, как и в воздухе, а натурные измерения с использованием методов микроанализа не всем доступны и очень дороги.

Вопросы экологической безопасности транспортных средств сегодня перед учеными и инженерами автомобилестроения являются приоритетными. Однако предпринимаемые до сих пор мероприятия по ужесточению экологических требований к транспорту, на фоне интенсивного роста его количества, не дают ощутимых результатов. На сегодня ясно, что решение этой проблемы возможно только путем изыскания кардинально новых идей и технологий. Наиболее многообещающее в этом направлении выглядит использование биомассы в качестве моторного топлива. Поскольку энергию биомассы могут производить практически все страны мира, это направление науки сегодня является одним из наиболее динамично развивающихся. Биомасса может считаться идеальным видом топлива с точки зрения производителей сельскохозяйственной продукции, экологов и потребителей. Этому способствуют ее большой энергетический потенциал, возобновляемый характер и экологическая безопасность. Экобезопасность биотоплива обусловлена тем, что биомасса является  $\text{CO}_2$ -нейтральным топливом, т. е. потребление  $\text{CO}_2$  из атмосферы в процессе роста биомассы соответствует эмиссии  $\text{CO}_2$  в атмосферу при ее сжигании. Кроме того, деньги, выплаченные энергогенерирующими предприятиями за местное сырье, остаются в регионе и способствуют его экономическому развитию. Таким образом, можно считать, что биомасса — это неиссякаемый источник оборотных средств, который активно «разрабатывается» в мире. Кроме того, автомобильное топливо, изготовленное из биомассы, обладает важным достоинством — для его использования не требуются серьезные модификации в конструкции автомобильных двигателей и топливных систем.

Что касается исследований, направленных на создание доступных

для сельского населения экологически безопасных и эффективных печей для отопительных и бытовых целей, то таковые практически не ведутся. В то время как сотни смертей от широко известных заразных заболеваний нередко становятся предметом тревоги всего мира, проблема загрязнения воздуха в помещениях так и остается тихим, незаметным убийцей миллионов людей ежегодно!

#### АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Любопытно, но сегодняшнее положение на рынке нефтепродуктов и топливной биомассы напоминает положение дел вековой давности, только с точностью до наоборот. Действительно, долгое время нефть не находила применения как топливо и сырье. Только в начале XIX в. из «земляного масла», как ее тогда называли, стали выделять очищенные продукты. Прежде всего, научились получать керосин и бензин. Керосин нашел применение сразу с появлением керосиновой лампы. Судьба бензина оказалась более сложной. На протяжении почти ста лет эта легковоспламеняющаяся жидкость была одним из опаснейших отходов нефти. Бензина с каждым годом становилось все больше, и от него все труднее было избавляться. К началу XX в. вес уничтожаемого бензина исчислялся сотнями тысяч тонн в год. Объявлялись конкурсы на лучший способ уничтожения отходов. Только изобретение двигателя внутреннего сгорания открыло реальную область применения бензина. Что касается отходов биомассы в виде сельскохозяйственных отходов и лесозаготовительных остатков, то это было ценное топливо для получивших тогда широкое промышленное распространение стационарных и транспортных газогенераторов. Сегодня же все наоборот: нефть и ее производные — это ценное, постоянно дорожающее горючее, а сельскохозяйственные, и особенно лесорубные отходы, не находят широкого применения. Целесообразно будет исследовать историю развития способов применения различных видов топлива в зависимости от политико-экономических аспектов развития цивилизации за последние 200 лет. Это позволит нам спрогнозировать основные направления развития транспорта и малой энергетики в ближайшие 50 лет.

Как известно, первый автомобиль имел паровой двигатель. Однако мир он завоевал только после того, как обрел двигатель, работающий на бензине. В начале XX в. бензин долгое





время соревновался со спиртом и растительным маслом в борьбе за право быть основным видом топлива у автолюбителей. Лишь в конце 1930-х гг. нефтяное топливо победило. И примерно на четыре десятилетия о возможностях биоэнергетики забыли. Однако ныне биомасса готова нанести ответный удар.

**1801 г.** Французский инженер Филлип Лебон создал первый в мире газовый двигатель, работающий на генераторном газе от газогенератора, созданного им же в 1788 г.

**1826 г.** Американский изобретатель Сэмюэль Мори создал двигатель, работавший на спирте и скипидаре.

**1867 г.** Немецкие изобретатели Николас Отто и Эйген Ланген создали новый тип газогенераторного двигателя, послужившего прототипом последующему четырехтактному двигателю Отто.

**1876 г.** Немецкий изобретатель Николас Отто создал первый в мире газогенераторный четырехтактный двигатель внутреннего сгорания, имевший огромный международный успех.

**1883 г.** Английский инженер Давусон впервые создал концепцию сочетания газогенератора и двигателя внутреннего сгорания в одной установке, которую можно было применить на практике. Это дало мощный толчок развитию газовых двигателей. Значение этой работы в промышленности было столь велико, что в течение какого-то времени генераторный газ назывался газом Давусона. Его работа была основополагающей для дальнейшего развития газовых силовых установок в целом и газовых двигателей в частности.

**1883 г.** Немецкий инженер Вильгельм Даймлер опубликовал два патента. Один из патентов был на простейший газогенератор жидкого топлива под названием «Калильная трубка для зажигания горючей смеси в моторе». Другой патент был на мотор для экипажа, где та самая калильная трубка была усовершенствована до прибора, который впоследствии получил широкое распространение и название «карбюратор». Это открытие положило основу для триумфального шествия бензиновых автомобилей в XX в.

**1895 г.** Немецкий изобретатель Рудольф Дизель создал двигатель, который работал на арахисовом масле. Любопытно, что самый первый дизельный мотор, изготовленный в 1890 г., работал на продуктах переработки нефти. Но Дизель тогда решил, что растительное масло — более перспективный вид топлива. В послед-

ствии выпускались исключительно «обычные» дизели. Главной причиной этого была дешевизна нефти. Это открытие положило основу для широкого развития дизельных автомобилей в XX в.

**1896 г.** Американский изобретатель Генри Форд изготовил свой первый автомобиль, двигатель которого работал на спирте. Интересно, что Форд тогда не оценил разработку немецких инженеров Карла Бенца и Вильгельма Даймлера, которые за десятилетие до этого создали автомобиль, работавший на бензиновом двигателе. В 1908 г. Форд выпустил в продажу свою знаменитую «Модель Т» — первый в истории массовый автомобиль, который мог работать на бензине, этаноле и смеси обоих видов топлива. Форд прибег к использованию этанола, исходя, в том числе, и из экономических соображений. С 1861 г. в США действовали очень высокие налоги на спирт, введенные во время Гражданской войны. В 1906 г. налоги на спирт были резко уменьшены, что сделало цену этанола сопоставимой с ценой бензина. Кроме того, Форд был фермером и считал, что «спиртовое» автомобилестроение поможет крестьянам.

**1899 г.** В Германии были искусственно уравнены цены на этанол и бензин с целью поощрения местных сельхозпроизводителей и уменьшения объемов импорта спирта.

**1900 г.** Французский инженер Тейлор построил первый газогенераторный автомобиль, использующий в качестве топлива древесные чурки и древесный уголь. Эта работа положила начало развитию газогенераторных автомобилей.

**1907 г.** Первая ценовая война этанола и бензина. После того, как в Техасе была начата добыча нефти, бензин подешевел примерно до 5 центов за литр. Стоимость спирта на тот момент составляла 7 центов. Впоследствии цена спирта также упала после того, как его начали производить из отходов сахарной промышленности.

**1914–1918 гг.** Во время первой мировой войны автомобили большинства стран мира использовали этанол в качестве топлива, наряду с бензином. В это же время после ряда усовершенствований на рынок вышли газогенераторные автомобили, использующие в качестве топлива древесные чурки и древесный уголь.

**1919 г.** Французский инженер Георг Имберт создал газогенератор обратного типа, в дальнейшем названный в его честь. Это изобретение настолько повысило рентабельность газогенераторных автомобилей, что

их стали рассматривать как наиболее вероятных конкурентов бензиновым автомобилям.

Начало 1920-х гг. В США и многих странах Европы начинают продавать различные смеси бензина и спирта: Koolmotor, Benzalcohol, Moltaco, Latt-ybentyl, Natelite, Alcoool, Agrol. Франция обязывает нефтяные компании покупать этанол из расчета 10% от их нефтяного импорта. Причиной этого были опасения, что мировых запасов нефти хватит не более чем на четверть века. Спирт казался единственной альтернативой бензину.

**1923 г.** Этанол используется нефтяниками. Американская компания Standard Oil первой начала добавлять этанол в бензин, чтобы повысить октановое число и улучшить работу двигателей. Обычно для этих целей в бензин добавлялось от 6% до 12% спирта.

**1925 г.** Большинство стран Европы вводят законы, обязывающие энергетические компании смешивать бензин и этанол.

**1933 г.** В США поощряется изготовление этанола. В разгар Великой депрессии власти пытались таким образом обеспечить заказами фермеров.

**1936 г.** Правительство Бразилии издало постановление об обязательном введении спиртовой добавки к импортному бензину. Это было сделано в качестве меры спасения сахарной промышленности, переживавшей тогда спад. С тех пор Бразилия признанный лидер в этой технологии. В соответствии с государственной программой, 5% сельскохозяйственных угодий страны используется под выращивание сахарного тростника, который идет для производства топливного спирта. Дальновидность принятого тогда решения стала очевидна только сегодня, когда в результате проведенных правительством Бразилии мероприятий крупные города страны меньше других страдают от автомобильных выхлопных газов. Кроме этого, стоимость альтернативного горючего мало зависит от конъюнктуры нефтяного рынка. Сегодня этанол стал для Бразилии объектом международной торговли. По данным агентства Reuters, Бразилия импортирует этот продукт в США, Индию и ряд других стран. Потенциально рынок биотоплива будет интенсивно развиваться — только за последние несколько лет законы, ставящие своей целью поощрить перевод автомобилей на биотопливо, приняли Южная Корея, Филиппины, Япония и Мадагаскар.

**1937 г.** Окончательная и казавша-



яся бесповоротной, ценовая победа бензина над спиртом: 1 литр бензина в США стоит 5 центов, 1 литр этанола — 8.

**1937–1938 гг.** Время протекционизма правительств большинства промышленно развитых стран дровам (Англия, Германия, Франция, Япония, Италия, СССР и мн. др.) по отношению к бензину.

**1940 г.** Беспрецедентный по скорости и массовости перевод большинства бензиновых и дизельных транспортных средств на твердое топливо (биомасса, дрова, сельскохозяйственные растительные остатки, водоросли, древесный уголь, торф, каменный уголь и пр.) во многих странах, за исключением США и Канады.

**1941–1945 гг.** Во время Второй мировой войны в США и Канаде в бензин, предназначенный для использования невоенными организациями и частными лицами, добавлялось до 30–35% этанола. Аналогичные меры предприняла Великобритания. К осени 1945 г. количество газогенераторных транспортных средств в мире превысило 1 млн. шт., что составило почти 75% всего мирового парка транспортных средств.

**1946 г.** После окончания войны и резкого падения цен на нефть этанол вновь перестал пользоваться популярностью и полностью исчез с рынка. В подавляющем большинстве газогенераторные транспортные средства переведены на жидкое топливо. Из стран, где имелись газогенераторные автомобили, только Китай и СССР не сделали этого.

**1956 г.** Прекращение серийного выпуска газогенераторных автомобилей Урал-ЗиС 354 в СССР.

**1964 г.** СССР последняя страна, объявившая о снятии с эксплуатации газогенераторных транспортных средств.

**1974 г.** В США принят первый закон, ставящий своей целью заинтересовать бизнес и население в использовании этанола в качестве автомобильного топлива. Причиной этого стало введение в 1973 г. арабскими государствами-экспортерами нефти эмбарго на поставку нефти в США, Японию и Западную Европу. По причине этого цены на бензин выросли в пять раз.

**1976 г.** Департамент по чрезвычайным ситуациям начал финансирование исследований в области технологий использования транспортных газогенераторов.

**1978 год.** В США начаты продажи автомобильного топлива, представлявшего собой смесь бензина и спирта. Эта смесь была дешевле чи-

стого бензина примерно на треть за счет налоговых льгот предоставленных федеральными властями. Впоследствии налоговые льготы были дополнительно увеличены.

**1979 г.** Этанолом в качестве добавки к автомобильному топливу заинтересовались крупнейшие энергетические компании, которые начали производить подобные смеси. Первопроходцем стала компания Amoco. К ней присоединились Ashland, Chevron, Beason и Texaco.

**1979 г.** Опыт ЮАР особенно интересен. Эмбарго, наложенное на ЮАР в 1975 г., наряду с отсутствием собственных запасов газа и нефти привело к тому, что потребление нефтепроизводных топлив в стране было сокращено до минимума. Все отрасли промышленности, которые только можно, были переведены на генераторный газ, получаемый из биомассы, каменного и бурого угля. Генераторный газ широко используется и сегодня. Причем не только как автомобильное топливо, но и для выплавки чугуна, стали, на электростанциях и теплоцентралях.

**1980 г.** Правительство Филиппин приняло государственную программу развития и использования газогенераторов транспортного типа. Программа предусматривала использование газогенераторов не только на транспорте, но и в быту. Это послужило фактически возрождением массовой эксплуатации газогенераторных устройств после 1965 г., когда эксплуатация газогенераторных автомобилей практически полностью прекратилась во всем мире.

**1980–1984 гг.** США выделили на проекты, связанные с развитием биоэнергетики, беспрецедентную сумму — \$1 млрд. На тот момент в США действовало 10 предприятий, производящих этанол, в 1970 г. таковых не было ни одного. В 1984 г. их количество превысило 160. Американский бизнес получил серьезные льготы. Государство списывало с налогооблагаемой базы до 90% расходов компании на строительство спиртзавода. Кроме того, федеральные агентства обязывались приобретать львиную долю производимого спирта. Также были подняты таможенные тарифы, чтобы исключить демпинг со стороны иностранных производителей этанола, и запрещена перепродажа этанола. Тем не менее, к середине 1980-х гг. многие производители этанола вышли из бизнеса. Причиной этому стало резкое падение цен на бензин. К 1985 г. закрылись более половины существовавших спиртзаводов. Впоследствии США неод-

нократно вводило новые льготы для производителей этанола, но они не дали желаемого результата.

**1988 г.** Новый всплеск интереса к этанолу. В США приняты законы, регулирующие уровень эмиссии. Спирт стал идеальной добавкой для уменьшения вредных выхлопов автомобиля. Использование бензино-этаноловых смесей стало обязательным для общественного транспорта крупных городов, особо страдавших от смога.

**1989 г.** В Дании начато общенациональное использование бензино-этаноловых смесей.

**Начало 1990-х гг.** Во Франции начат промышленный выпуск диестера — биодизельного топлива, производимого из рапсового масла. С применением диестера изготавливаются дизельные смеси: 5% диестера добавляется в дизельное топливо, предназначенное для использования обычными автомобилями; 30% диестера — в топливо для машин общественного транспорта.

**1995 г.** В США разразился неурожай кукурузы. Цены на этанол выросли вдвое.

**1997 г.** Крупнейшие автопроизводители США вновь начали выпускать автомобили, способные использовать в качестве топлива бензино-этаноловую смесь E85. Однако автолюбители продолжали использовать бензин из-за отсутствия E85 на подавляющем большинстве АЗС.

**1998 г.** В США организованы первые энергетические плантации из генетически модифицированных тополеи.

**2003 г.** Ряд штатов США начинают реализацию программы по переводу автомобильного парка на этаноловое топливо.

**2004 г.** Мировые цены на нефть выросли на 90%, цены на бензин в США — на 30%, на дизельное топливо — на 50%. Американские производители этанола произвели рекордное количество спирта. Крупные нефтяные компании начинают делать инвестиции в компании, специализирующиеся на производстве спирта и биодизельного топлива.

**2004 г.** Вступление в силу Киотского протокола.

**2005 г.** Мировые цены на нефть выросли еще на 50%. Крупные нефтяные компании начинают делать инвестиции в компании, занимающиеся разведением биоэнергетических плантаций. Появляется новая экологическая угроза, связанная с широким распространением выращивания энергетических плантаций из генетически модифицированных быстрорастущих пород тополя и ивы. Влияние



новых пород деревьев на окружающую экосистему не изучено.

Ежегодно в мире потребляется столько нефти, сколько ее образуется в природных условиях в течение двух миллионов лет. Рост цен на нефть, обусловленный исчерпаемостью ее запасов, с новой остротой поднял старый вопрос: откуда человечество будет брать энергию, когда кончатся запасы углеводородов? Приведенная выше историческая справка показывает, что приоритет, отдаваемый человечеством использованию того или иного вида топлива, зависит исключительно от экономической целесообразности. Искусственное регулирование топливного рынка лишь незначительно задерживало крупномасштабное внедрение наиболее дешевого топлива. Что ж, ответ очевиден — до тех пор, пока человечество не научится напрямую использовать энергию солнечной радиации (эквивалентную, по мнению экспертов, 1200 млрд. т условного топлива в год), основным источником энергии будет биомасса. По оценкам, ежегодный прирост биомассы на Земле составляет от 170 до 200 млрд. т, т. е. порядка 90–100 млрд. т. у.т. А современные энергетические потребности человечества сегодня оцениваются на уровне 11–12 млрд. т условного топлива в год.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На современном этапе развития НТП разработано несколько технологий извлечения энергии, запасенной в первичной и вторичной биомассе:

1) Биотехнологическая конверсия биомассы в топливо с получением низкоатомных спиртов, жирных кислот и биогаза.

2) Термохимическая конверсия биомассы при высоких температурах:

- прямое сжигание для производства тепла;

- пиролиз — для получения газа, пиролизических жидкостей и других веществ;

- газификация — для производства газов с низкой промежуточной теплотворной способностью. Получаемый таким образом газ может подвергаться процессу непосредственно сжигания для получения аммиака,

метилового спирта или преобразовываться в синтетический природный газ. Сжигание также используют для получения тяжелой топливной нефти или бензина.

3) Получение жидкого моторного топлива из биомассы.

Первый метод широко применяется для энергетической переработки влажной (более 60%) биомассы, преимущественно в местах ее скопления (например, на крупных водоочистных сооружениях).

Технология термохимической конверсии биомассы зависит от предполагаемой конечной мощности установки. Для энергетического обеспечения промышленности строятся крупные газогенераторные электростанции, где стационарные газогенераторы объединены в один энергетический комплекс с водяными котлами или дизель-генераторами. Такие установки используются для получения как тепловой, так и электрической энергии. Параметры подобных энергоустановок на биомассе могут составлять от нескольких десятков киловатт для фермерского хозяйства до 100 МВт для промышленных целей. Развитие данной технологии сегодня вызвано вступлением в силу Киотского протокола. На развитие технологии страны, подписавшие протокол, выделяют необходимое финансирование. Большой плюс развития этой технологии состоит в том, что это инициирует масштабные мероприятия по лесовосстановлению. Отходы лесопереработки могут обеспечить топливом только электростанции малой мощности (до 1 МВт). Для электростанций большей мощности необходимо использовать энергетические плантации для крупномасштабного производства биомассы. Для нужд энергетических плантаций России сегодня создаются быстрорастущие сорта тополя и ивы (для средней полосы), а также эвкалипта (для южной климатической зоны). Количество энергии, которое можно получить с энергетической плантации при урожайности 15 т сухой биомассы с гектара в год и теплотворной способности 15 МДж/кг, составляет 225 ГДж/га (6,75 т. у.т./га). При КПД газотурбинной электростанции 40% один гектар энергетической плантации может обеспечить экологически чистым топливом производство электроэнергии в объеме 25,2 МВт·ч (2,7 т. у.т.) в год.

В России на 1995 г. не использовалось более 15 млн. га пашни. Если эти земли использовать для энергетических плантаций, можно получить 378 МВт·ч (40,5 млн. т. у.т.) электроэнергии в год. Это более чем в 3 раза

превышает производство электроэнергии на российских АЭС. Кроме того, создание в России подобных электростанций не только значительно оживит аграрный сектор, но и создаст множество рабочих мест.

Для бытовых и транспортных нужд используют небольшие, мобильные газогенераторы транспортного типа. Современный газогенератор мощностью 100–150 кВт одинаково эффективно может использоваться как для бытовых целей (отопление и приготовление пищи), так и в составе газогенераторной установки для транспортных средств или других средств механизации сельского хозяйства (например, для питания двигателя насоса установок орошения полей, электрогенератора, пиломары и т. п.). Причем стоимость подобного агрегата (порядка \$500–900) коммерчески доступна в большинстве стран третьего мира.

Сегодня использование биомассы сводится к прямому сжиганию ее в открытых очагах, либо в печах и топках, с весьма низким КПД (в пределах 14–15%). Применение современных достижений науки и техники и накопленного опыта позволяет создавать высокоэффективные и экологически безопасные газогенераторные установки с КПД не менее 75–85%. Это позволит не только более чем в 300 раз сократить количество вредных выбросов, но и сократить почти в 5 раз потребность в топливе. Подобные установки особенно актуальны для лесонедостаточных регионов России, где население активно заготавливает древесину для энергетических целей. По разным оценкам, в целом по России для энергетических и бытовых целей населением заготавливается 65–70 млн. м<sup>3</sup> древесины.

Получение жидкого моторного топлива из биомассы, благодаря мощной инвестиционной поддержке крупных нефтяных концернов, получило сегодня широкое распространение. Однако попытки заменить бензин твердым топливом, произведенным из сельскохозяйственных растений и пищевых отходов, могут не увенчаться успехом. Корнельский университет и Университет Беркли (США) опубликовали результаты совместного исследования, которое показало, что для производства экологически чистого автомобильного топлива требуется больше энергии, чем можно получить в результате его использования. Так например, производство этилового спирта из кукурузы требует на 27% больше энергии, чем ее вырабатывается при сжигании спирта в автомобильном двигателе





(при подсчете учитывались затраты энергии на сельскохозяйственные работы, производство удобрений и пестицидов, транспортировку, переработку и пр.). Производство спирта из древесины еще более убыточно — минус 57%. Биодизельное топливо также неэффективно. Для его производства из бобов сои требуется затратить на 27% больше энергии, чем можно потом получить. Энергоемкость подсолнечника еще ниже — минус 118%. Единственное преимущество подобного топлива, скажем, перед газогенераторным, состоит в том, что для его хранения и заправки можно использовать ныне существующие АЗС. Но, несмотря на это, по прогнозам Международного энергетического агентства, к 2010 г. мировой автопром выпустит, по меньшей мере, 2 млн. единиц автомобилей, способных работать на спирте и биодизельном топливе.

### ВЫВОДЫ

В России сложилась катастрофическая ситуация с обеспечением населения не газифицированных сельских районов эффективными и экологически безопасными установками для обогрева жилья и приготовления пищи.

Большие города России находятся на грани экологической катастрофы в результате загрязнения практически 70% атмосферного воздуха выхлопами автомобильного транспорта. Это служит первоисточником 40% случаев заболеваний населения. Проблема осложняется еще и тем, что зачастую на топливный рынок в результате удорожания нефтепродуктов поставляется некачественное топливо. Так, например, в состав бензина добавляют различного рода вредные для здоровья людей и неразрешенные к использованию присадки, повышающие октановое

число. Такое топливо получается, как правило, кустарным способом, без каких-либо документов, рецептов, технологических инструкций и процедур контроля качества.

Сегодня Россия занимает первое место по количеству больных туберкулезом в Европе, значительное количество которых приходится либо на крупные города, либо на районы с широким распространением классических очагов для обогрева и приготовления пищи. Остается надеяться, что развитие технологий маломощной термохимической конверсии биомассы в ближайшем будущем будет обусловлено не только экономической рентабельностью, но и человеколюбием и порядочностью чиновников.

Мировой опыт развития промышленности в условиях рыночной экономики свидетельствует, что эффективное развитие промышленного производства возможно при следующих условиях:

- максимальном повышении надежности, технологичности и качества продукции;

- обеспечении быстрой смены выпускаемых изделий и резком сокращении сроков подготовки производства;

- использовании технологий, основанных на применении новейших достижений науки и техники;

- переходе к экономному, эффективному использованию материальных, энергетических, трудовых, финансовых и природных ресурсов.

Принимая во внимание сложившуюся ситуацию в энергетическом комплексе России, достижение перечисленных условий возможно при широком внедрении в практику технологий использования экологически чистых альтернативных источников энергии.

Для широкого применения топливной биомассы в быту, сельскохозяй-

ственной и лесной промышленности существуют три основных барьера: стоимость, традиции, дефицит знаний и опыта. Нынешний рост потребления биомассы в России носит экстенсивный характер. Объемы потребления сейчас очень ограничены. Особое значение приобретает разработка концепции организации предприятия по переработке биомассы с полным обеспечением его местной сырьевой базой.

Представленная статья ни в коем случае не претендует на всеобъемлющее описание современного уровня представлений по указанной проблеме. Более того, она не содержит в себе каких-либо теоретических выкладок и конструктивных решений. Ее основная цель — систематизировать результаты, достигнутые в области исследований по созданию эффективных газогенераторных установок, показать их актуальность и насущную необходимость в дальнейшей всесторонней проработке.

### ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ

На сегодняшний день в области развития технологий силового использования биомассы главенствуют методы экспериментальных проб и ошибок. Очевидно, дальнейшее развитие и широкое внедрение технологии использования древесной и сельскохозяйственной биомассы как топлива для транспортных средств напрямую зависит от создания эффективных, простых в эксплуатации и экологически безопасных газогенераторных установок. О современных разработках подобных установок, в создании которыми авторы принимают непосредственное участие, читайте в следующих номерах журнала.

Задать свои вопросы авторам вы можете по e-mail: [gasgen@mail.ru](mailto:gasgen@mail.ru)

## НОВОСТИ

### КОРПОРАЦИЯ «ИЛИМ ПАЛП» ПРИНЯЛА УЧАСТИЕ В ЛОНДОНСКОЙ НЕДЕЛЕ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Делегация топ-менеджеров лесопромышленной корпорации «Илим Палп» вернулась с Лондонской недели целлюлозы (London Pulp Week 2005), которая проходила с 7 по 10 ноября в Лондоне. Мероприятие собрало представителей крупнейших лесопромышленных и целлюлозно-бумажных компаний мира. На традиционной диалоговой площадке, организованной «Илим Палп» в рамках Pulp Week, прошли многочисленные встречи топ-менеджеров компании с партнерами для взаимного обмена информацией и сравнения взглядов на основные мировые тренды целлюлозно-бумажной отрасли.

В этом году основными темами для обсуждения стали ситуация на целлюлозно-бумажном рынке Канады и тенденции развития китайского рынка.

В частности, было отмечено, что в настоящее время в Канаде в связи с ростом издержек и перемещением основных мировых производств в зоны с низкими затратами, сложилась достаточно неблагоприятная ситуация. В Китае, несмотря на некоторый избыток поставок целлюлозно-бумажной про-

дукции, отмеченный в последние месяцы, этот рынок останется одним из самых быстрорастущих и привлекательных в силу прогнозируемого увеличения экспорта китайской бумаги. В связи с этим для российских производителей в долгосрочной перспективе ситуация будет оставаться благоприятной.

Как заявил главный управляющий директор по бизнесу корпорации «Илим Палп» Никита Леонов по итогам прошедшего мероприятия: «Для корпорации «Илим Палп», занимающей ведущие позиции на перспективном российском рынке и динамичном китайском, очень важно понимать основные тенденции развития мировой целлюлозно-бумажной отрасли и строить свою сбытовую политику в соответствии с этими трендами. Ежегодная неделя целлюлозы в Лондоне позволяет нам в достаточно неформальной обстановке провести переговоры не только с нашими основными партнерами, но и с конкурентами. В результате мы получили очередное подтверждение тому, что благодаря проводимому реформированию наша компания остается конкурентоспособной даже по сравнению с самыми современными производствами Чили или Бразилии».