



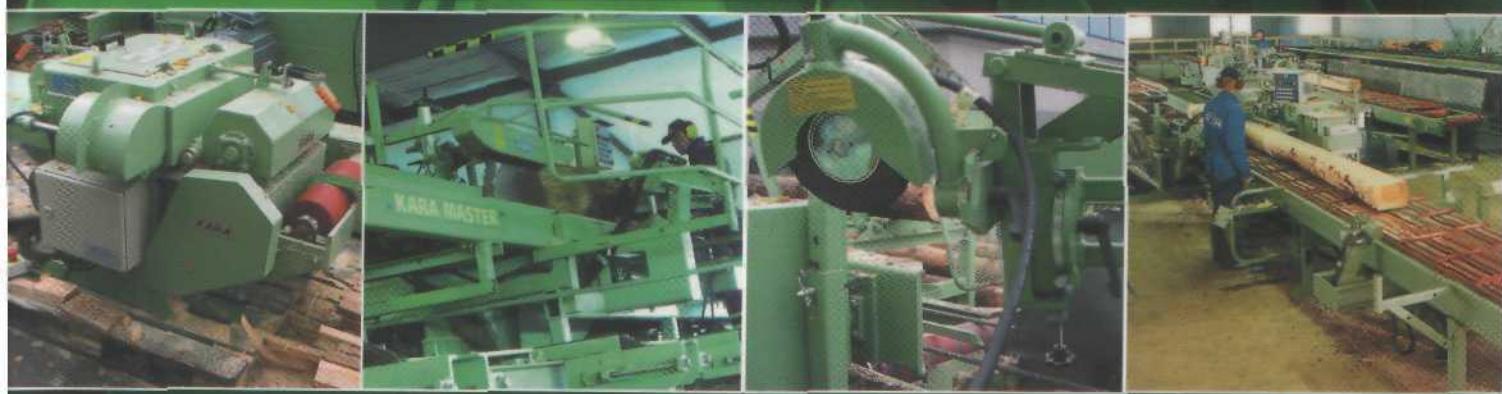
№ 8 (30) 2005

ОТ СТАНКА

ДО ЗАВОДА

KARA

ПРОМЫШЛЕННОЕ ЛЕСОПИЛЕНИЕ



АВТОМОБИЛЬНЫЙ ГАЗОГЕНЕРАТОР — ТЕХНОЛОГИЯ БУДУЩЕГО

...Топить печь нефтью — то же самое, что топить ее асигнациями...

Д.И. Менделеев

Поиск альтернативных источников моторного топлива обращает взгляды водителей транспортных средств то к солнечной энергии, то к водороду. Но оглянитесь вокруг: горы древесных отходов и стога соломы — это наши неисчерпаемые «нефтяные и газовые скважины».

(Окончание. Начало в №7 (29))

80

В статье подробно рассмотрены причины и перспективы развития технологий силового использования биомассы, методика их эффективного применения в России, особенно в аграрном и лесохозяйственном секторах. Проведен исторический анализ развития технологии использования биомассы в качестве топлива для транспортных средств, и выделены основные тенденции развития отечественных газогенераторов.

ИЗ ИСТОРИИ

К 1938 году Франция имела 7800 газогенераторных грузовиков, что составляло 2% её автомобильного парка. Но через 2 года, в 1940 году, Франция предприняла массовый перевод коммерческих и военных транспортных средств на твердотопливную биомассу. К концу

40-го года 50 тысяч газогенераторных автомобилей были введены в эксплуатацию, а 40 тысяч газогенераторных установок еще находилось в производстве. Кроме того, на газогенераторы были переведены 30 тысяч тракторов, 150 речных барж и 50 дрезин.

В Германии перевод транспортных средств на газогенераторное топливо стал национальной политикой. Уже к 1935 году на генераторное топливо было переведено более 10 тыс. автомобилей и несколько сотен барж и дрезин. Во время войны все тыловые транспортные средства были переведены на генераторное топливо. Так, только в период с 1940 по 1945 год в Германии было произведено примерно 500 тысяч транспортных газогенераторных установок. Такой большой парк газогенераторной техники (более 300 тысяч единиц только грузовых ав-

томобилей) вызвал в стране дефицит топливной биомассы. В результате немецкое правительство инициировало создание газогенераторов, работающих на торфяных брикетах и каменном угле. Любопытно, что до войны в Германии изготавливали еще около 400 тысяч транспортных газогенераторных установок типа «Имберт», а также разработали съемный транспортный газогенератор. Последний предназначался для выполнения челночных рейдов по транспортировке военной техники к Восточному фронту. В Германии к 1943 г. было коммерчески доступно 7 типов транспортных газогенераторов.

На тот момент в Великобритании (1939 г.) более 1500 автомобилей были оснащены газогенераторными установками.

В Дании в 1940 году имелось примерно 100 газогенераторных автомобилей. Немецкая оккупация Дании в апреле 1940 года оставила гражданское население без нефтепродуктов. В течение 48 часов были раскуплены продовольственные запасы, соответствующие обычной двухмесячной норме. Тем, кто не успел запастись продовольствием, угрожала голодная смерть, так как из-за отсутствия бензина не было возможности транспортировать продовольствие из пригородных зон.

В течение последующих 6 месяцев Дания повысила парк газогенераторных автомобилей до 6 тысяч штук. В результате удалось избежать голода среди населения — были восстановлены транспортные перевозки



Рис. 1. Урал-ЗиС 354. Наиболее известный советский газогенераторный автомобиль



между фермами и городами. Дания, не обладая достаточными запасами топливной биомассы, до войны не развивала газогенераторные технологии. Однако во время немецкой оккупации в Дании были разработаны газогенераторы, работающие на морских водорослях, брикетах из опилок и различных видов торфа. Эти твердые виды топлива обслуживали транспортные средства датского сельского хозяйства и промышленности вплоть до 1945 года.

Наиболее интересна иллюстрация возможностей газогенераторных технологий на примере Швеции. В сентябре 1939 года Швеция имела приблизительно 1500 газогенераторных грузовых автомобилей и один газогенераторный автобус. К марта 1942 года автомобильный парк Швеции уже насчитывал 67 тысяч газогенераторных транспортных средств (35 тысяч легковых автомобилей, 3400 автобусов, 28500 грузовиков и 400 тракторов). К 1 мая 1943 года Швеция увеличила свой транспортный парк до 73650 газогенераторных автомобилей, что составило 91% от всех транспортных средств на дорогах Швеции и приблизительно 33% от общего довоенного парка автомобилей. Кроме того, к лету 1942 года, когда нехватка металла приостановила производство новых газогенераторов, еще 15 тысяч тракторов, 100 дрезин и 700 дрезин облегченного типа были переведены на твердое топливо.

К 1940 году численность парка газогенераторных автомобилей в СССР составляла 5 тыс. штук, что соответствовало примерно 5% всего парка грузовых автомобилей страны, а также 16 тысячам газогенераторных тракторов. В период с 1938 г. по 1944 г.



Рис. 3. Легковой автомобиль, переоборудованный на твердое топливо (Швеция, 1960 г.).



Рис. 2. Сохранившийся в работоспособном состоянии газогенераторный автомобиль (США 2001 г.).

парк газогенераторных автомобилей в СССР увеличился в 40 раз и, по имеющимся данным, к началу 1941 года составил 200 тысяч автомобилей, оснащенных 12-тью типами транспортных газогенераторов.

Швейцария, имевшая в 1938 году 500 газогенераторных автомобилей, к 1943 довела их количество до 15 тысяч штук.

В Италии правительственный декретом в 1942 году все 68500 автомобилей были переведены на твердое топливо.

В Норвегии и Голландии все рыболовецкие суда к 1943 году были переведены на газогенераторное топливо.

Японское правительство, отдававшее приоритет газогенераторным технологиям, в 1939 году издало декрет, запрещающий регистрацию новых автомобилей, неприспособленных к работе на древесных чурках или древесном угле.

В Австралии в 1939 году было коммерчески доступно 34 типа газогенераторов. К 1942 году приблизительно 1500 транспортных средств и 700 тракторов перевели на твердое топливо. К 1943 году парк газогенераторных автомобилей Австралии вырос до 40 тысяч штук.

Новая Зеландия, не имевшая до Второй мировой войны газогенераторных автомобилей, к 1943 году оснастила 1773 автомобиля (507 грузовиков, 700 тракторов, 10 автобусов и 556 легковых автомобилей) газогенераторами.

В Бразилии к 1942 году было изготовлено 22 тысячи газогенераторных автомобилей, из которых 11 тысяч грузовых, 1 тысяча автобусов и 10 тысяч тракторов.

В Индии, Китае и других азиатских странах в начале 1940-х также появились газогенераторные автомобили.

В США в 1943 году было только 6 газогенераторных экспериментальных автомобилей, но тысяча транспортных газогенераторов построили в Мичигане для экспорта в Китай.

Приведенная выше статистика хорошо иллюстрирует возможности и доступность технологий силового использования биомассы. Так, в 1938 году общее количество газогенераторных автомобилей на Земле



Рис. 4. Заправка газогенераторного легкового автомобиля с кустарной газогенераторной установкой (Швеция, 1972 г.).



Рис. 5. Компоновка легкового автомобиля кустарной газогенераторной установкой (США, 1975 г.)

составляло не более 10 тысяч штук, но уже к 1942 году их количество выросло до 600 тысяч (см. таблицу), а к 1946 году – превысило 1 млн штук.

К тому времени технология газификации твердых топлив достигла высокого уровня развития. Однако большинство транспортных средств, находящихся в эксплуатации, было временно переведено с бензина на твердое топливо и эксплуатировалось



Рис. 6. Кустарная компоновка газогенератора на багажнике легкового автомобиля (США, 1975 г.)



Рис. 7. Газогенераторный трактор с газогенераторной установкой типа «Имберт» (Швеция, 1976 г.)

на газогенераторных установках лишь до появления возможности перехода обратно на бензин. Таким образом, стремительный рост числа газогенераторных автомобилей в промышленно развитых странах на протяжении Второй мировой войны был вызван исключительно военной обстановкой и дефицитом жидкого топлива.

В 1946 году, сразу после окончания войны, развитие технологии и интерес к автомобильным газогенераторам стали падать, т.к. появился недорогой бензин (\$15/галлон). Технология была настолько заброшена, что даже передовые разработки XXI века зачастую не позволяли достичь тех технических характеристик газогенераторных установок, которые были обычны для 40-х годов прошлого века. В 1946 г. большинство проектов, исследований и производственных команд прекратили своё существование и были перепрофилированы. Принимая во внимание, что большая часть опыта и результаты последних экспериментов утеряны, до нас дошла лишь небольшая часть накопленных тогда знаний. В основном это то, что к тому времени уже издали. Таким образом, к 1950 году парк газогенераторных транспортных средств в промышленно развитых странах сократился до 300 штук.

В СССР из-за большого объема древесных отходов, производимых лесозаготовительной промышленностью, было принято решение дальше развивать технологию термохимической конверсии биомассы. В результате серийное производство и эксплуатация газогенераторных автомобилей продолжалась до 1965 года. В период с 1850 г. по 1950 г. в мире прово-

дились множество исследований, направленных на коммерциализацию технологии газификации твердого топлива для силовых целей. Число книг, статей и патентов в тот период превысило 10000. Наибольшее количество публикаций пришлось на период с 1919 г. по 1950 годы.

В СССР исследования в области автомобильного газогенераторостроения продолжались с 1923 г. вплоть до 1965 г. и были освещены в более чем 5000 публикациях.

На первый взгляд может создаться впечатление, что технология транспортного газогенераторостроения была достаточно глубоко изучена. А упадок вызван научной обоснованностью ее технической несостоятельности. В действительности технология активно развивалась в преддверии и во время Первой и Второй мировых войн. Большинство фундаментальных трудов по теории газификации твердых топлив и, особенно, по транспортным газогенераторам были изданы в период с 1936 по 1944 гг. Глубокий анализ публикаций по этой теме, проведенный Академией наук США в 1983 году, выявил интересный факт. Большинство трудов, изданных в то время, дублировали друг друга и отличались лишь незначительными конструктивными вариациями, которые особо не влияли на работу газогенераторной установки. Анализ развития технологии транспортных газогенераторов, проведенный Королевской академией наук Швеции (1950 г.) и Академией наук США в 1983 г. позволил выделить из 15000 тематических публикаций 490 основных. В них сосредоточены те знания и опыт

Государство	Количество газогенераторных автомобилей, шт.
Австралия	45000
Бельгия	15000
Бразилия	22000
Англия	10000
Канада	1
Чили	1000
Китай	500
Дания	20000
Франция	110000
Германия	350000
Голландия	1000
Венгрия	6000
Ирландия	1100
Италия	35000
Индия	10000
Япония	100000
Новая Зеландия	2280
Норвегия	3500
Португалия	450
Шотландия	47
Словакия	50
Испания	2200
Южная Африка	100
Швеция	73650
Швейцария	15000
США	6
СССР	100000



конструирования транспортных газогенераторов, которые сохранились до наших дней. Проведенное авторами исследование отечественных литературных источников по транспортному газогенераторостроению позволило выделить из более чем 5000 книг, статей и патентных материалов 100 источников, содержащих основную информацию. С 1965 г. и по сей день в мире было опубликовано порядка 200 научных трудов по данной теме. Такое количество публикаций в мировом масштабе свидетельствует о том, что технология газогенераторостроения находится лишь в начале своего технического развития.

Её развитие велось лишь нескольким научными школами и отдельными специалистами, которые систематизировали и сохранили часть достижений середины прошлого века. Сегодня любой специалист, интересующийся технологией и конструкциями транспортных газогенераторов, сталкивается с проблемой дефицита технической информации. Только этим можно объяснить создание в 60–70 гг. прошлого века газогенераторных установок (Рис. 6, Рис. 7), которые по своим техническим и эстетическим характеристикам оказались идентичны моделям, разработанным еще в начале XX века. Эти разработки воспринималась как чудаство, и зачастую результаты использовались для иллюстрации технической несостоенности технологии в целом.

Возрождение транспортных газогенераторов произошло на фоне топливного дефицита и скачка цен на нефть, случившимся одновременно в 20 странах в 1970 году. Именно с тех пор велись немногочисленные исследования энергетического использования биомассы (Рис. 4, Рис. 5). Коммерческий интерес к транспортным газогенераторам был наиболее выражен среди таких организаций, как Мировой Банк, Американское Агентство Международного Развития, Европейский Банк Реконструкции и Развития и пр., ведущих свой бизнес в малоразвитых странах. По сути дела, на гранты этих организаций и велось развитие технологии с 1970 года вплоть до наших дней. На их деньги была издана большая часть тематических книг по технологиям силового использования биомассы и организованы несколько десятков научных конференций и семинаров. Кроме того,



Рис. 8. Современный газогенераторный грузовой автомобиль (Франция, 2005 г.)

эта технология в результате получила широкую правительенную поддержку и поощрение к дальнейшему развитию в некоторых малоразвитых странах. Например, Южно-Африканская Республика уже к концу 1985 года перерабатывала для энергетических целей более 1 млн тонн древесной биомассы, из которой 2% использовалось для нужд транспортных средств (Рис. 14). На Филиппинах, благодаря правительственным инициативам, в 1980 году 25 бензиновых и 3 дизельных транспортных средства были оснащены транспортными газогенераторами. С тех пор в стране эта технология получила широкое распространение, найдя применение в сельском хозяйстве, в речном судостроении (для ирригационных насосов) и в дизель-генераторах.

Работы по развитию этой технологии также проводились и в других странах. В Австралии (на западе континента) в 1981 году был построен транспортный газогенератор для использования на грузовых автомобилях грузоподъемностью до 8 тонн. Определенные разработки велись в Бельгии, Китае, Финляндии, Франции, Германии и Швеции. Опыт Швеции особенно интересен. Там принята программа перевода сельскохозяйственного транспорта на генераторное топливо до 2010 г. По мнению правительства, это позволит сделать цены на сельско-

хозяйственную продукцию независящими от стоимости нефтепродуктов.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ

Главный аргумент, высказываемый сегодня в пользу применения газогенераторных технологий, – это возможность использования в качестве топлива биомассу, которая отличается



Рис. 9. Возрождение газогенераторных тракторов с газогенераторной установкой типа «Имберт» (Франция, 2004 г.)

своей экологической безопасностью и «неисчерпаемостью» ресурсов.

1 м³ генераторного газа хорошего качества имеет калорийность сгорания примерно 5200 кДж. При этом калорийность меняется весьма незначительно в зависимости от условий произрастания исходной биомассы. К примеру, в газогенераторе из 1 кг древесины образуется 2,3 м³ топливного газа, из 1 кг лигнина – 4,0 м³ газа; из 1 кг кокса каменного угля – 3,6 м³; из 1 кг антрацита (ископаемый гумусовый уголь высшей степени метаморфизма, блестящий, серовато-черного цвета) – 4,5 м³.

Газогенератор из 2,3 кг древесных отходов производит энергии столько же, сколько можно получить при сжигании 1 литра бензина; энергия, полученная из 3,3 кг древесины эквивалентна энергии 1-го литра дизельного топлива. А из 1,0–1,3 кг древесного угля либо 2,5 кг древесных отходов можно произвести 1 кВт электрической мощности.

По прогнозам специалистов, в будущем Россия могла бы стать для Европы главным экспортером экологически чистого, возобновляемого топлива на основе биомассы. Ухудшение экологической обстановки, наблюдаемое в мире, требует оперативного решения вопросов рационального получения и использования энергоресурсов. При традиционных способах переработки полезных ископаемых образуется большое количество отходов и выделяется много вредных веществ, участвующих

в образовании парникового эффекта на планете. Важной практической задачей, по мнению авторов, является разработка и совершенствование технологий газификации биомассы и эффективного сгорания топливного газа в автомобильных газогенераторах.

ВЫВОДЫ

1. Применение автомобильных газогенераторов с технической точки зрения предпочтительнее любых других силовых установок, работающих на альтернативных видах энергии по причине простоты и дешевизны их изготовления. Ярким примером этого является факт организации массового производства газогенераторов в военное время.
2. В развитии рассматриваемой технологии в период Первой и Второй мировых войн четко прослеживается тенденция возможности создания «вседенного» газогенератора, работающего на различных видах биомассы.
3. Газогенераторная технология отличается высокой гибкостью, позволившей в военных условиях в сжатые сроки создать установки, производящие генераторный газ заданного качества для различных областей применения: топливо для тракторов, автомобилей, дрезин, рыболовецких судов.

4. Исследования опровергли устоявшееся мнение, что использование генераторного газа вместо бензина являлось вынужденной мерой. Газовое топливо сгорает полнее, поэтому концентрация оксида углерода в выхлопе газового двигателя в несколько раз меньше, чем бензинового или дизельного.

5. Автомобиль на бензине выбрасывает в атмосферу сернистый газ, образующийся от сгорания сернистых компонентов топлива, а также тетраэтилсвинец. В генераторном газе сера, как правило, не содержится и поэтому в выхлопе газового двигателя нет ни сернистого газа, ни соединений свинца. В отработанных газах бензинового двигателя из-за неполного сгорания топлива еще содержится и окись углерода (CO) – высокотоксичное для человека вещество.

Как газовые, так и бензиновые автомобили выбрасывают в атмосферу одинаковое количество углеводородов. Для здоровья человека опасны не сами эти вещества, а продукты их окисления. Двигатель, работающий на бензине, выбрасывает сравнительно легко окисляющиеся вещества, такие как этил и этилен. Газовый двигатель производит метан, который из всех предельных углеводородов наиболее устойчив к окислению. Поэтому углеводородный выброс газового автомобиля наименее опасен.

Генераторный газ как моторное топливо не только не уступает бензину, но и превосходит его по своим свойствам.

Упадок газогенераторных технологий был обусловлен лишь низкими ценами на топливо нефтяного происхождения. На сегодняшний день жидкое топливо утратило свое преимущество, создав благоприятные предпосылки для дальнейшего развития технологии транспортных газогенераторов.

О современных разработках в области газогенераторостроения, в которых авторы принимают непосредственное участие, читайте в следующих номерах журнала.

Задать свои вопросы авторам вы можете по email: gasgen@mail.ru

А. А. САМЫЛИН

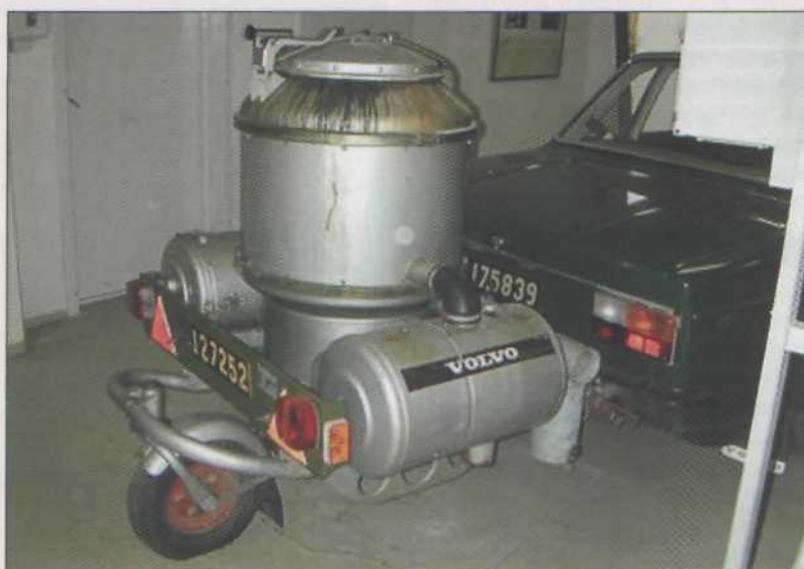


Рис. 10. Прицепная газогенераторная установка типа «Имберт» фирмы VOLVO (Швеция, 2002 г.).