



УДК 621.436

© В. Д. Басаргин, 2011

ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРЕДВИЖНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА НА БАЗЕ ГАЗОГЕНЕРАТОРА И ДИЗЕЛЯ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ БИОМАССЫ ГОРЕЛЬНИКОВ (ПЭКУБГ) С ПОЛУЧЕНИЕМ ВОДОРОДА И КИСЛОРОДА ИЗ ВОДЫ

Басаргин В. Д. – д-р техн. наук, зав. кафедрой «Техническая эксплуатация и ремонт автомобилей», проф. кафедры «Двигатели внутреннего сгорания», тел. 37-52-39, e-mail: basargin38@mail.ru (ТОГУ)

В статье приводятся результаты научных исследований по созданию высокоэкономичных энергетических установок, и использование их в качестве источника энергии в передвижном комплексе для утилизации биомассы горельников с получением водорода и кислорода из воды. В предлагаемой конструкции комплекса твердое органическое сырье вначале преобразуется в электрическую и тепловую энергию, которые используются для выработки водорода и кислорода из воды.

The paper deals with the investigation results on the creation of highly efficient energy setups and their use as an energy source in a movable complex for utilization of burnt woods biomass with production of hydrogen and oxygen from water. In the proposed complex the solid organic substance first is transformed into electric and heat energy and then for production of hydrogen and oxygen.

Ключевые слова: энергетическая установка, биомасса горельников, высокотемпературный пиролиз, утилизация тепла отработавших газов и охлаждающей жидкости ДВС, водородное топливо, свободный кислород, характеристики агрегатов, технологические процессы в энергетической установке.

Проблемы борьбы с лесными пожарами, равно как и с их отрицательными последствиями, являются проблемами во всем мире.

Хабаровский край относится к многолесным районам России. Общая площадь земель лесного фонда составляет 73,7 млн га, или около 94,6 % общей территории края. Лесистость территории Хабаровского края составляет ≈ 69 %, что почти в 1,5 раза выше средней лесистости по России [1].

Общий запас древесины в крае оценивается специалистами порядка 5,2 млрд. куб. м, это около 25 % дальневосточных и более 6 % общероссийских запасов древесины [1, 3].



Важнейшим фактором, влияющим на состояние лесных ресурсов, на формирование экологической, социальной и экономической ситуаций, являются лесные пожары. В подавляющем большинстве случаев их возникновение связано с деятельностью человека.

Пожарная опасность и горимость лесов в крае одна из наиболее высоких в стране. При высокой напряженности пожароопасного сезона в крае возникает до 1200 пожаров ежегодно, а пройденная огнем площадь варьируется от 350 тыс. до 1 млн га и более [3].

В среднем ежегодно возникает 780 пожаров, а пройденная огнем лесная площадь составляет 154 тыс. га. Средняя статистическая площадь одного пожара составляет 197 га.

В результате пожаров в лесных массивах образуются гари и горельники, которые являются источником экологических проблем. Ученые и специалисты по лесному хозяйству всего мира прикладывают огромные усилия на разработку методов борьбы с этими проблемами.

Существующие методы борьбы в мировой практике [4] не решают рассматриваемой проблемы коренным образом. Чаще всего предлагаются малоэффективные разработки. Например, переработка биомассы горельника на месте ее образования в удобную для транспортировки и использования в качестве древесного топлива форму – пеллеты или брикеты.

Полученное таким способом топливо оказывается не конкурентоспособным. Связано это с тем, что для эффективной переработки биомассы на месте ее образования необходима энергия, как тепловая (для сушки древесины), так и электрическая (для энергообеспечения деревоперерабатывающего оборудования). Используются для этой цели, как правило, дизельные электростанции. Цена получаемого продукта существенно зависит от стоимости израсходованного на его производство, а стоимость жидкого топлива очень велика [2].

Коллективом сотрудников Тихоокеанского государственного университета в студенческом проектно-конструкторском бюро (СПКБ), функционирующем при кафедре «Техническая эксплуатация и ремонт автомобилей», разработан проект передвижного энергетического комплекса для утилизации биомассы горельников (ПЭКУБГ), оставшейся после воздействия пожара на лесной массив.

Этот комплекс позволяет не только в автономном режиме получать электрическую и тепловую энергию за счет утилизации биомассы, но и эффективно ее использовать для получения самого высококалорийного из топлив – водорода (121 МДж/кг вместо 44 МДж/кг для дизельного и от 11,05 до 18,9 МДж/кг для пеллет). При расходовании 1 кг каждого из рассматриваемых видов топлива можно преобразовать, соответственно, 12, 4 и около 1 кВт энергии.

Рыночная же стоимость пеллет составляет 1400 – 1500 руб. за тонну (дизельное топливо – около 30 тыс. руб./т). Стоимость производства водорода зависит от вида используемой на то энергии: при использовании электричества из промышленной сети – \$ 6 – 7 за кг (в будущем возможно снижение до



\$ 4 за кг); при использовании энергии ветрогенераторов – \$ 7 – 11 за кг (в будущем – до \$ 3 за кг); солнечной энергии – \$ 10 – 30 за кг.

Проведя несложные расчеты, можно приблизительно (для сопоставления эффективности) определить стоимость одного кВт энергии. Так, стоимость 1 кВт на дизельном топливе составит около 8 руб./кВт, на топливе из пеллет – около 1,5 руб./кВт, водородном – минимум 20 руб./кВт.

Однако цены (особенно на топлива нефтяного происхождения) непрерывно растут. Привлекательность водородного топлива оказывается дорогим удовольствием. Поэтому для широкого его применения следует искать новые способы его получения с применением современных инновационных технологий.

В разработанном авторами проекте применены самые современные локальные технологии для получения водорода низкой себестоимости и большой производительности. Схема технологических процессов получения водорода из биомассы горельников приведена на рис. 1.

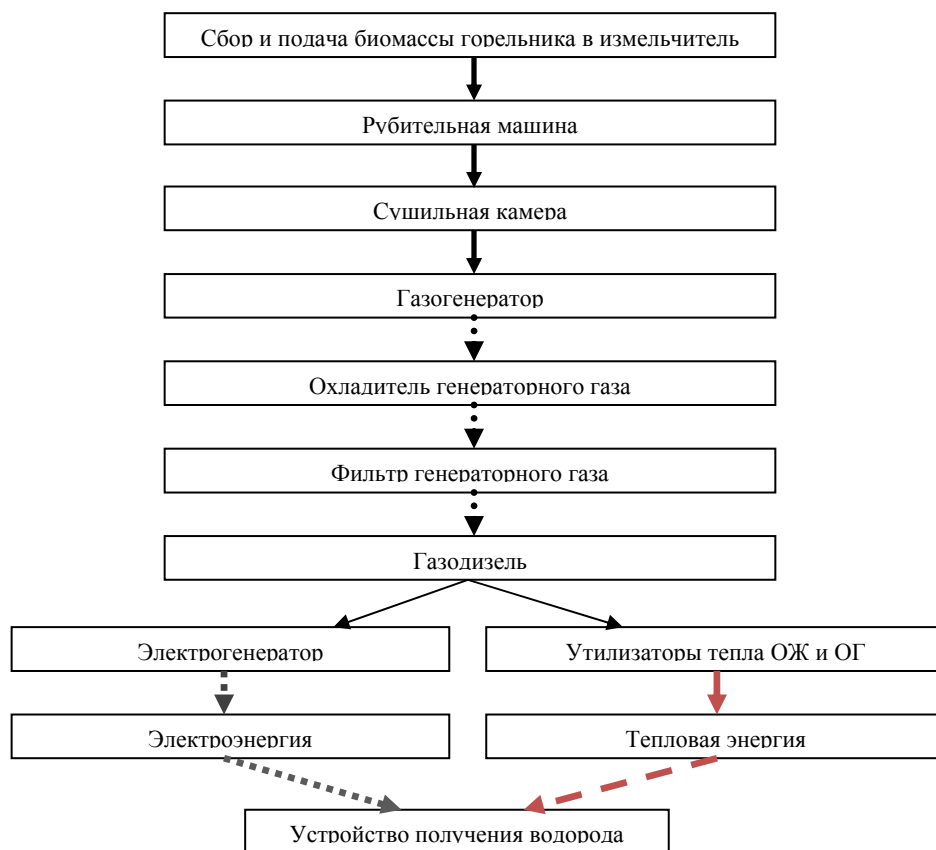


Рис. 1. Схема технологических операций модулей оборудования комплекса по утилизации биомассы горельников: — древесная масса; •••• генераторный газ; электроэнергия; — — тепловая энергия

В основе энергетического оборудования комплекса используется созданный и запатентованный авторами (патенты РФ № 2348860 от 10.03.2009 г. и № 88111 от 27.10.2009 г.) [8, 9] источник энергии, использующей в качестве топлива органическое сырье.

Передвижной энергетический комплекс смонтирован на двух шасси: самоходное – на базе серийного бортового автомобиля типа КАМАЗ или УРАЛ и автомобильного прицепа. В кузове автомобиля размещена дизель-электрическая станция (шасси № 1). На прицепе установлен газогенераторный модуль с обслуживающим его вспомогательным оборудованием (шасси № 2).

Мобильность комплекса обеспечивается размещением всего оборудования на автомобильных шасси. Для автономного энергообеспечения ПЭКУБГ применена энергетическая установка конструкции Тихоокеанского государственного университета на базе газогенератора обращенного типа.

Общая схема технологических операций оборудования комплекса по утилизации биомассы горельников представлена на рис. 1.

В состав оборудования входит: рубильная машина для измельчения биомассы, сушильная камера для обеспечения необходимого уровня влажности биотоплива, модуль газогенератора, охладитель генераторного газа, фильтр генераторного газа, газодизель, электрогенератор, утилизаторы тепла охлаждающей жидкости (ОЖ) и отработавших газов (ОГ) ДВС. Данный состав оборудования обеспечивает выходную электрическую мощность 100 кВт и тепловую 150 кВт.

Перерабатываемая биомасса горельника подается в рубильную машину. Полученные древесные чурки размерами 150 x 80 x 150 мм поступают в сушильную камеру для придания им необходимой влажности. Это связано с тем, что процесс газификации достигает наилучших показателей при влажности подаваемого топлива в газогенератор 10 – 12 %. После чего высушенное до необходимой влажности топливо подается в газогенератор.

В газогенераторе биомасса подвергается процессу газификации [7]. Полученный генераторный газ содержит три основные горючие составляющие: оксид углерода (СО), водород (H₂) и метан. Из газогенератора газ с температурой порядка 300 – 400⁰ С поступает в охладитель, где охлаждается приблизительно до +30⁰ С. Затем генераторный газ поступает в фильтр. Охлажденный и очищенный горючий газ поступает в смеситель, установленный на впускном коллекторе газодизеля.

Выработанная двигателем механическая энергия отдается генератору переменного тока, который вырабатывает электрическую энергию. Для повышения общего КПД дизель-генераторной установки предусмотрены утилизаторы тепла ОГ и ОЖ, позволяющие получать дополнительную тепловую энергию ≈ 150 кВт*ч (около 0,129 Гкал*ч).

Далее вырабатываемая энергия (электрическая через распределительный щит и тепловая по трубопроводам) направляется к устройству получения H₂.



Шасси № 1 представляет собой бортовой автомобиль КамАЗ 43114, в кузове которого смонтирована дизельная электростанция с утилизаторами тепла ОГ и ОЖ, а также электрический распределительный щит, к которому подключено устройство для производства водорода из воды, добываемой на производственной площадке из скважины.

Общий вид шасси № 1 представлен на рис. 2.

Утилизируемая биомасса горельников обычно находится в труднодоступных и удаленных местах территории Хабаровского края. Для того чтобы была возможность перерабатывать ее на месте, необходимо автомобильное шасси высокой проходимости. В разрабатываемом комплексе предполагается использование бортового автомобиля на базе шасси КамАЗ 43114. Характеристики данного автомобиля позволят беспрепятственно передвигаться по бездорожью и производить работы по утилизации горельников.

Для удобства обслуживания оборудования, расположенного на грузовой платформе автомобиля, предусмотрены сдвижные секции на обеих сторонах платформы, взамен серийно устанавливаемого брезентового тента.

В составе комплекса предусматривается применение комплектующего оборудования преимущественно отечественного производства. Например, в качестве энергетического блока, в основе которого – дизельная электростанция, выбран агрегат на базе двигателя ЯМЗ-238 электрической мощностью 100 кВт.

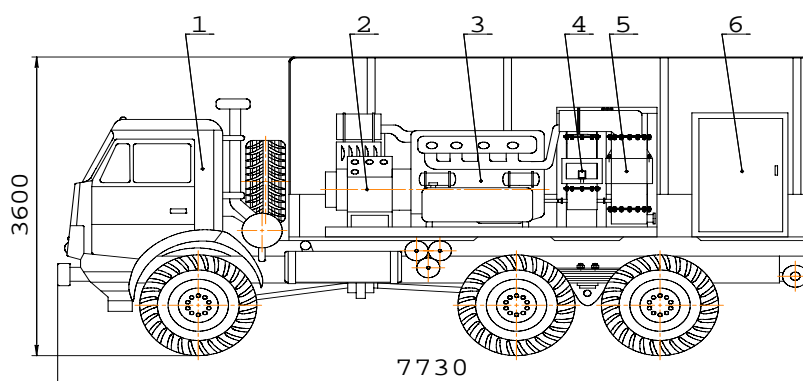


Рис. 2. Общий вид шасси № 1: 1 – автомобиль КамАЗ 43114; 2 – электрогенератор; 3 – газодизель; 4 – утилизатор тепла ОЖ; 5 – утилизатор тепла ОГ; 6 – распределительный щит

Шасси № 2 (рис. 3) представляет собой автомобильный прицеп НефАЗ 8332-21-07, в кузове которого расположен модуль газогенератора, охлаждающе-фильтрующие элементы генераторного газа, кран-манипулятор, сушильная камера для придания утилизируемой биомассе необходимой влажности, а также рубильная машина, при помощи которой происходит подготовка топлива по необходимым для газогенератора размерам.

Передвижной энергетический комплекс полностью автономен. Он обслуживается вахтовым методом. Для обслуживания и выполнения техноло-

гических операций вахтовая смена операторов в соответствии с графиком работ проживает на производственной площадке в специально оборудованных таких же передвижных бытовках со всеми удобствами для комфортного обитания (имеется электрическая и тепловая энергия, вода, регулярное снабжение продовольствием и т. д.).

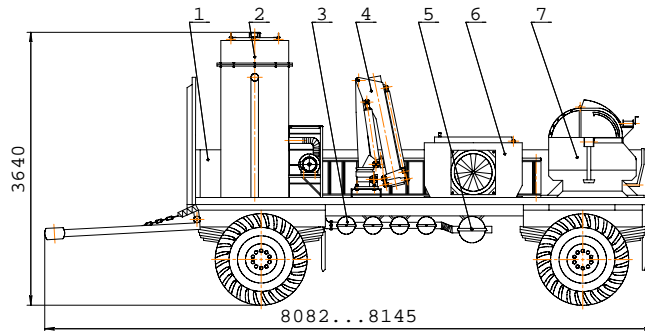


Рис. 3. Общий вид оборудования на шасси № 2: 1 – прицеп НефАЗ 8332-21-07; 2 – газогенератор; 3 – охладитель генераторного газа; 4 – кран-манипулятор; 5 – фильтр генераторного газа; 6 – сушильная камера; 7 – рубительная машина

Готовый продукт – водород и кислород – вывозится в баллонах потребителям, с которыми заключаются долгосрочные договоры на поставку.

ПЭКУБГ может работать круглосуточно и всевозможным образом. Плановые остановки могут быть только для технического обслуживания оборудования, которое имеет коэффициент использования времени равным 1, т. е. используется практически без остановок. При этом существенно увеличивается количество выработанной энергии, а значит, и готового продукта.

Энергетический блок оборудования рассчитан на постоянный режим работы при полной нагрузке, за счет чего более рационально используются энергетические возможности газодизеля (близкие к номинальным), а также обеспечивается возможность получения больших объемов очень ценного продукта (водород и кислород). КПД энергетического блока при этом достигает 90 – 95 %. Кроме того, существенно улучшаются экологические показатели производства.

Использование перерабатываемой биомассы горельников в качестве биотоплива для генерации электрической и тепловой энергии при производстве водорода и кислорода из воды позволяет решить локальную задачу – перевод энергетических объектов (например, двигателей внутреннего сгорания, газовых турбин, котлоагрегатов и др.) на самое высококалорийное и экологически чистое (на выходе силового агрегата – пары воды).

Другой пример: ведущие мировые автопроизводители 9 сентября 2009 года подписали соглашение, цель которого – убедить правительства разных стран и энергетические компании разработать глобальную общедоступную и экономичную инфраструктуру по применению водородного топлива и, прежде всего, водородных заправочных станций.



Специалисты по прогнозированию в области автомобильного транспорта считают, что к 2025 году четверть всего мирового автопарка будет работать на водороде. Для эксплуатации автомобилей на водороде необходимо производить топливо в достаточном потребителю количестве и приемлемой цене.

Выбор водорода в качестве энергоносителя обусловлен рядом преимуществ, главным из которых является экологическая безопасность водорода, поскольку продуктом его сгорания является вода. Кроме того, исключительно высокая удельная теплота сгорания, высокая теплопроводность водорода, а также низкая вязкость, что очень важно при его транспортировании по трубопроводам.

Сырьем для получения водорода может быть обычная вода. Известно, что при использовании воды как сырья для получения высококалорийного топлива, необходимо создать устройства по разделению ее на составляющие – водород и кислород.

Для расщепления воды на составляющие необходимы затраты энергии, которую требуется получить другими источниками и другими способами (например, традиционными).

Следует отметить, что традиционные способы получения водорода для водородной энергетики экономически не выгодны.

В практической сфере производства имеется целый ряд известных способов разложения воды на водород и кислород. Среди наиболее известных способов получения водорода используются: химический, термохимический, электролиз и др. Однако все они обладают одним и тем же крупным недостатком – в технологическом процессе получения водорода используется высокопотенциальная энергия, на получение которой в свою очередь затрачивается дефицитное ископаемое топливо (уголь, природный газ, нефтепродукты) или электроэнергия, вырабатываемая на электростанциях. Такое производство водорода, естественно, всегда будет оставаться неэкономичным и экологически опасным, а, следовательно, бесперспективным [5].

В разработке передвижного энергетического комплекса и устройств для получения водорода и кислорода из обычной воды в промышленных масштабах используются новые технологии, что относится к одной из актуальнейших задач во всем мире.

Заключение

1. Проблемы обеспеченности мирового народного хозяйства топливом с каждым годом приобретают все более острый характер. По оценкам библиографических источников, обеспеченность запасами нефти гарантируется только до 2025 года.

2. Проблема создания источников энергии в мировой практике с использованием альтернативных видов топлива актуальна и во многих странах стимулируется.

3. Применение водородного топлива является одной из приоритетных задач в области топлив и энергетики.



4. Переход к использованию водорода в качестве основного топлива для двигателей внутреннего сгорания или (в будущем) для электрохимических генераторов, позволяющих осуществлять превращение химической энергии топлива в энергию механическую, является неотложной задачей.

5. Решением ООН от 2001 года ставится задача перевода к 2020 году до 23 % автомобильного парка стран Европы на альтернативные виды моторного топлива, что позволит ускорить процессы внедрения в практику самого экологически чистого вида топлива – водорода.

6. В Тихоокеанском государственном университете (г. Хабаровск) разработан проект передвижного энергетического комплекса для утилизации горельников с получением из воды водорода и кислорода. Весь комплекс оборудования ПЭКУБГ позволяет получать экологически чистое топливо с использованием тепловой и электрической энергии, вырабатываемой при утилизации биомассы горельников. Комплекс оборудования функционирует автономно, что позволяет получать водородное топливо в любых удаленных и труднодоступных территориях.

Материалы, приведенные в данной статье, получены при выполнении НИР в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 гг., проект «Создание высокоэкономичного источника энергии, использующего в качестве топлива возобновляемые виды органического сырья».

Библиографические ссылки

1. *Постановление* правительства Хабаровского края от 29.07.2005 № 90-пр «Об основных направлениях развития Хабаровского края на период до 2010 года». – 2005.
2. *Постановление* правительства Хабаровского края «Об установлении тарифов на тепловую энергию для потребителей ОАО «ДГК» в Хабаровском крае». – Хабаровск: Комитет по ценам и тарифам, 2009. –
3. *Майорова Л. П.* Особенности формирования сектора лесного рынка вторичных древесных ресурсов в Хабаровском крае // *Вестник Тихоокеанского государственного университета.* – 2007. – № 2 (5).
4. *Бушков Н. Т.* Лесовосстановление на месте крупных гарей. – Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2001.
5. *Гудилин Е. А.* Актуальность проблемы производства биотоплива // *Альтернативная энергетика и экология.* – Саров: НТЦ «ТАТА», 2009.
6. *Водород против нефти* // *Наука и техника.* – Киев: НиТ, 2004.
7. *Кислицин А. Н.* Пиролиз древесины: химизм, кинетика, продукты, новые процессы. – М.: Лесн. пром., 1990.
8. *Установка для утилизации древесных отходов на базе газогенератора* / Басаргин В. Д. // Патент РФ № 2348860 от 10.03.2009.
9. *Энергетическая установка для утилизации органических отходов* / Басаргин В. Д. // Патент РФ № 88111 от 29.10.2009.

