

ра тонкой очистки перед поступлением во впускного трубопровод двигателя с цифровой фиксацией значений температур на регистрирующих приборах. После получения газа необходимого состава производился перевод работы двигателя с бензина на газ.

Дополнительно в процессе работы ЭУ измерялись гидравлические потери при течении газа в газозвоздушной системе всей установки и в ее отдельных агрегатах: газогенераторе, фильтрах грубой и тонкой очистки и охладителе. После окончания работы производится остановка двигателя в следующем порядке: вначале отключается внешняя нагрузка и работа двигателя переводится с газа на бензин и «глушится» газогенератор – отключается вентилятор розжига и закрывается впускной патрубков. Затем полностью снимается нагрузка с электрогенератора (работа без источника внешнего питания) и двигатель переводится на работу с синхронной частоты вращения на частоту прогрева (1500 об/мин), на которой, поработав не менее 1-ой минуты, двигатель останавливается.

Разработанная установка прошла доводочные и сдаточные испытания, которые показали надежную работу газогенератора, агрегатов системы очистки и охлаждения газа, двигателя и электрогенератора на всех исследованных режимах работы и позволили наметить пути дальнейшего совершенствования ЭУ. В настоящее время ЭУ передана Заказчику и используется для утилизации отходов и выработки электроэнергии для нужд собственного производства, обеспечивая существенную экономию затрат на электроэнергию и вывоз отходов до места их переработки.

Имеющийся предыдущий и накопленный за последние годы опыт создания ЭУ с ДВС на ВИЭ для «малой энергетики» позволяет уже в настоящее время приступить к разработке серийных образцов ЭУ для регионов РФ, обладающих запасами растительных и древесных отходов, которые практически теряются или уничтожаются (по данным ВНИИдрева только в Европейской зоне РФ около 60 млн.м³) и которые позволяют надежно обеспечивать топливом более 100 тысяч ЭУ мощностью (10-15) кВт. Это позволит дополнительно автономно ежегодно вырабатывать несколько млн.кВт.ч электроэнергии без затрат дефицитного углеводородного топлива, а организация серийного производства ЭУ в контейнерном исполнении и широкое их внедрение в народное хозяйство, особенно в отдаленных регионах Сибири, Дальнего Востока и Северной Европейской зоны РФ, может принести дополнительный быстрый и ощутимый социальный и экономический эффект.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЧ-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ АКТИВАЦИИ ГОРЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ТОПЛИВ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

Маслов Ю.Л., Лавров Б.П. (МГТУ им. Н.Э.Баумана), **Лавров П.Б.** (МРТИ РАН)

В современном мире темпы технической революции во многом определяются успехами в исследованиях и применении новых видов энергии в различных областях народного хозяйства. Немаловажным фактором развития в этом направлении является использование уже известных традиционных видов энергии в новых областях применения. К такому виду энергии можно отнести энергию сверхвысоких частот (СВЧ-колебаний), которую длительное время связывали в основном с военным применением - радиолокация, телеметрия и т.п. Однако, после достижения в последние годы значительных успехов в создании источников СВЧ-энергии

и развитии СВЧ-техники (достижения в области генерирования, усиления, передачи и выпрямления СВЧ-колебаний больших мощностей) существенно возрос интерес к использованию СВЧ-технологий в самых различных областях науки и техники и, в частности, в энергетике.

Результаты работы, проведенные в последние годы в ведущих научных центрах промышленно развитых стран (США, Великобритании, Франции РФ и др.), подтвердили возможность дальнейшего более широкого использования СВЧ-технологий в промышленном и аграрном комплексах. Так уже в настоящее время СВЧ-технологии широко используются в нанотехнологиях при производстве различных материалов, в медицине, химии, пищевой промышленности, в сельском хозяйстве, в деревообрабатывающей промышленности и т.д. Указанные обстоятельства во многом связаны с особыми свойствами СВЧ-колебаний: высокий КПД преобразования СВЧ-энергии в тепловую; высокая проникающая способность в материалы и безинерционный нагрев изнутри; экологическая чистота передачи энергии через свободное пространство.

При этом преобразование СВЧ-энергии в тепловую энергию происходит непосредственно внутри материала за счет «электронного нагрева», а глубина проникновения электромагнитных волн используемого диапазона частот $f=915$ МГц и $f=2450$ МГц на порядок выше, чем для других излучений, например ИК-излучений. При условиях преобразования энергии СВЧ-колебаний непосредственно в глубине материала при наличии в материале влаги (например, древесное топливо в камере газификации) происходят существенно новые эффекты – интенсивный фазовый переход гигроскопичной влаги в древесине в пар и резкий рост давления внутри материала. Когда давление перегретого пара превысит механическую прочность волокон древесины происходит «микровзрыв», разрывающий поверхность и при этом происходит качественное изменение структуры древесины.

В настоящее время несомненный интерес представляют работы, которые проводятся в МГТУ им. Н.Э.Баумана и МРТИ РАН по расширению возможности использования СВЧ-технологий в современных теплоэнергетических агрегатов (ТЭА) с целью:

- повышения полноты сгорания различных видов топлив, стабилизации горения и снижения выбросов вредных токсичных веществ;

- расширения номенклатуры применяемых топлив за счет более широкого использования низкокалорийных и тяжелых нефтяных топлив и местных видов топлив: низкокачественных каменных и бурых углей, различных видов торфа, низкосортной древесины, отходов лесозаготовок (кора, щепа, ветки и т.д.), деревообрабатывающей и лесной промышленности (без их дорогостоящей переработки в пеллеты), отходов агропромышленных комплексов (шелуха подсолнечника, льна, хлопка и т.д.);

- использование в ТЭА низкокалорийных и существенно забалластированных газообразных продуктов термохимической и анаэробной переработки биомассы - древесных отходов (газогенераторный газ), органических отходов (биогаз, канализационный газ, газ сухих свалок бытовых отходов) , а также попутного нефтяного газа, шахтного газа и других вторичных ресурсов;

Кроме того, практический интерес для энергетики представляют исследования по использованию СВЧ-технологий в установках по получению энергетического газа из возобновляемых источников энергии с целью:

- разработки конструкции и изготовления газогенераторов мощностного ряда от 5 до 30 кВт обращенного процесса газификации с предварительным подогре-

вом исходного топлива в бункере и вводом СВЧ-энергии в зону газификации по термохимической переработке древесных отходов, бурого угля и торфа для получения энергетического газа с последующим использованием в ЭУ с газовыми двигателями. (По желанию Заказчика мощность разрабатываемого ЭУ может быть существенно повышена.

Необходимо также отметить актуальность работ по комбинированной термохимической переработке твердых бытовых и промышленных отходов для мини-ТЭЦ мощностью (1,5-2,0) МВт на базе газовых двигателей и для мусоросжигательных заводов, обеспечивающих улучшенные экологические характеристики всего комплекса.

Наиболее приоритетным направлением использования СВЧ-технологий в энергетике в ближайшем будущем является разработка эффективных систем зажигания и поддержания устойчивого горения в камерах сгорания ГТД и ДВС при работе на сверхбедных топливо-воздушных смесях и снижении выбросов токсичных веществ с отработавшими газами.

Для решения поставленных задач в настоящее время в МГТУ и МРТИ РАН проведен комплекс работ по сбору и анализу имеющихся литературных и патентных источников по использованию СВЧ-технологий в теплоэнергетике и проводятся экспериментальные исследования воздействия электромагнитного излучения СВЧ-диапазона на процессы газификации твердого топлива в газогенераторе обращенного процесса газификации и горения газообразного топлива на специальном теплофизическом стенде (рис.1), а также проработка конструкции и выпуск КД оборудования, используемых в СВЧ-технологиях.

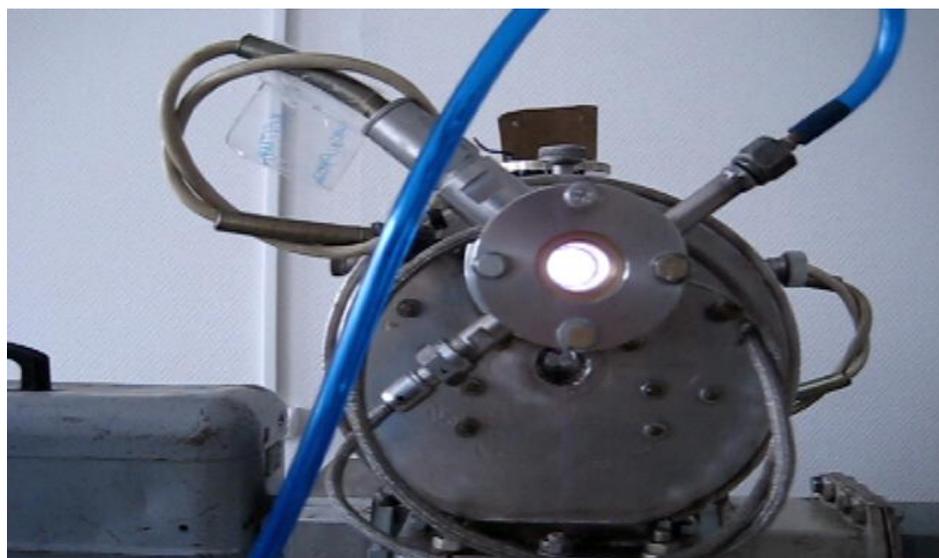
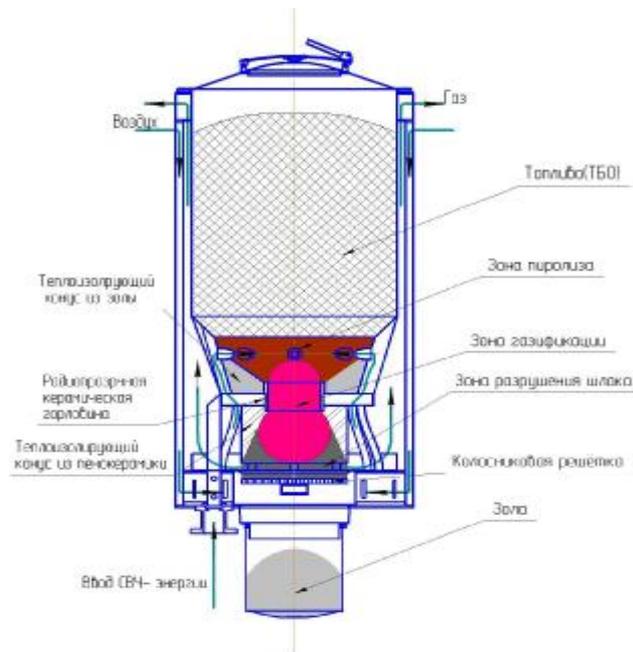


Рис. 1. Теплофизический стенд с плазменной горелкой.

С учетом обработки и анализа полученных результатов была разработана конструкция газогенератора с вводом СВЧ-энергии в зону газификации для эффективной газификации низкосортных топлив (рис.2).

Выполнен эскизный проект комбинированной свечи с СВЧ-подсветкой для ввода электромагнитного излучения в КС ДВС в двух частотных диапазонах (сантиметровом и оптическом), которая должна обеспечивать надежное воспламене-



ние и горение бедных топливо-воздушных смесей (рис.3.). В настоящее время разрабатывается конструкторская документация комбинированной свечи для ее изготовления и испытания в лабораторных стендовых условиях.

Рис.2. Газогенератор с подводом СВЧ-энергии в зону газификации.

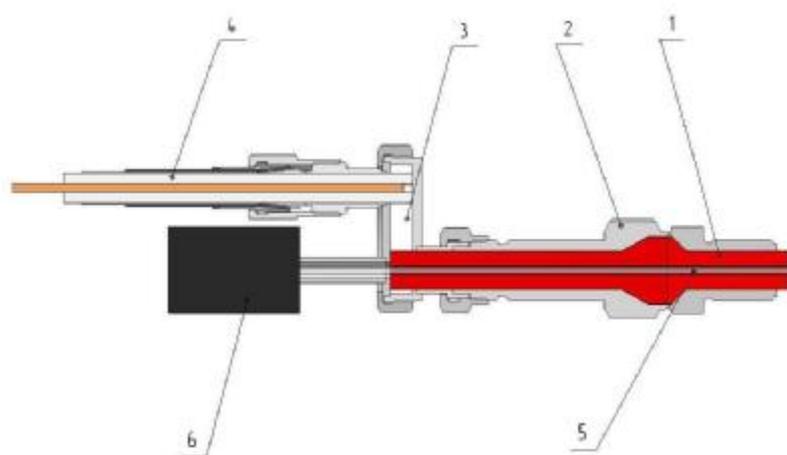


Рис.3. Комбинированная свеча с СВЧ-энергии для ДВС..

Кроме того, для экологически чистого сжигания различных углеводородных топлив и измельченных растительных отходов разработана и изготовлена плазменная безэлектродная горелка с подводом СВЧ-энергии в зону горения для ТЭА (рис.4), которая была испытана на теплофизическом стенде. Проведенные испытания показали правильность концепции общей конструкции горелки и позволили визуально качественно определить существенное влияние СВЧ-разрядов на процессы горения различных углеводородных топлив.

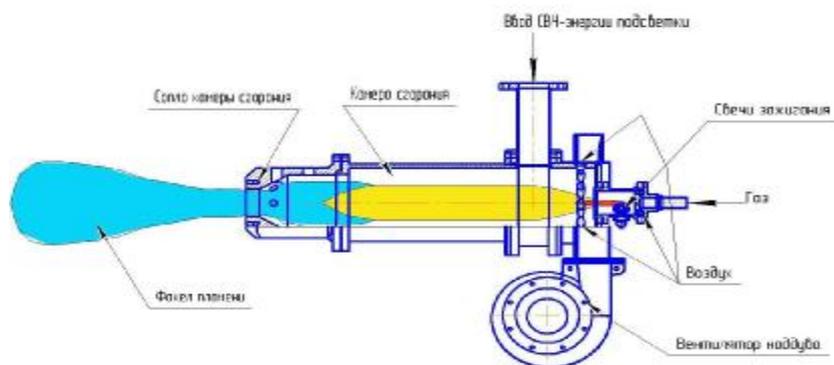


Рис.4. Плазменная безэлектродная горелка

В настоящее время для более глубокого изучения физических основ воздействия СВЧ-разрядов на процессы горения различных топлив в лаборатории кафедр-

ры проводятся работы по проектированию и изготовлению универсального стенда, оснащенного современной специальной измерительной аппаратурой для определения параметров смесеобразования, процессов горения и эмиссии основных токсичных веществ с продуктами сгорания на различных режимах работы горелки с СВЧ-генератором на различных видах топлив (жидкое, газообразное, твердое). Результаты, полученные на этом стенде, позволят оптимизировать совместную работу СВЧ-генератора и горелки для каждого вида топлива по повышению эффективности их сгорания и улучшению экологических характеристик, а также провести подробный технико-экономический анализ эффективности использования СВЧ-технологий в теплоэнергетических установках и обоснование их более широкого использования в «малой» и «большой энергетике».

Созданная экспериментальная база, имеющийся научный задел, проведенные исследования и полученные предварительные результаты являются серьезными предпосылками (при условии государственного или частного инвестирования работ) успешного решения поставленных задач по разработке СВЧ-технологий для повышения эффективности сгорания различных видов топлив, улучшение экологических характеристик и расширения номенклатуры применяемых топлив.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОРФА В ЭНЕРГОУСТАНОВКАХ С ДВС И ГАЗОГЕНЕРАТОРАМИ В «МАЛОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ»

Маслов Ю.Л., Лавров Б.П., Уйминов А.А. (МГТУ им.Н.Э.Баумана),
Поздняков К.А. (Всероссийское торфяное общество)

На современном развитии общества практически во всех странах в условиях увеличения потребления топлива и электрической энергии автономными потребителями при истощении запасов углеводородных топлив, значительным удорожанием их добычи и использование как ценнейшего химического сырья, все более остро стоит задача сокращения потребления углеводородных топлив в теплоэнергетике и на транспорте, который практически полостью оснащен ДВС, за счет использования альтернативных и возобновляемых местных видов топлив, запасами которых обладает практически каждый регион страны.

Анализ имеющихся ресурсов указанных топлив показывает, что наиболее простейшим и эффективным решением этой проблемы является широкое развитие «малой энергетике», основу которой составляют энергетические установки с ДВС, работающие на газообразном топливе, получаемом в газогенераторной установках из различных местных твердых топлив, и в первую очередь, на древесном топливе и торфе, как наиболее распространенных видах твердых топлив.

В этом отношении для «малой энергетике» несомненный интерес представляет торф. Торф является одним из наиболее распространенных видов местных топлив в РФ и является наиболее молодым по геологическому возрасту ископаемым топливом и относится к возобновляемым источникам энергии (решение Европарламента от 31.10.2000г.). Например, ежегодный прирост запасов торфа в Западной Сибири (в пересчете на сухое вещество) составляет (10-20) млн.тонн. Основные разведанные запасы торфа в РФ составляют ориентировочно (150-160) млрд.тонн. Наличие запасов торфа в различных регионах страны позволяет обеспечить решение проблемы существенного сокращения потребления нефтяных топлив за счет более широкого использования его в теплоэнергетике, и в первую очередь в «малой энергетике» с ДВС и газогенераторами. По составу горючей массы торф мало