

удовлетворяющими требования ГОСТ 9963-84 по прочности. Переработка бурого угля Таловского месторождения и торфа месторождения «Суховское» возможна, но требует технико-экономического обоснования. Использование карасёвского сапропеля и аркадьевского торфа в качестве исходного сырья наименее пригодно из-за очень высокого значения зольности получаемого брикетного топлива, но также возможно при соответствующем технико-экономическом обосновании.

*Работа выполнена по проекту РФФИ № 13-08-98070.*

Список литературы:

1. Емешев В.Г., Паровинчак М.С. Без привозной энергетики // Нефтегазовая вертикаль. – 2005. – № 17. – С. 63–65.
2. Финансово-экономическое обоснование к проекту закона // Федеральный закон «О внесении изменений в статью 17 федерального закона «О лицензировании отдельных видов деятельности» (2012–2013 гг.). – Режим доступа: <http://www.asozd2.duma.gov.ru>.
3. Кызычаков В.С., Нестерова М.А., Табакаев Р.Б. Сравнение характеристик твердых топлив по степени углефикации // Современные техника и технологии: Сб. трудов XVIII Международной научно-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск: ТПУ, 2012. – Т. 3 – С. 259–260.
4. Пат. 2484125 Россия. МПК C10L5/44; C10L5/14; C10L5/26; C10F7/06. Способ изготовления топливных брикетов из биомассы / А.С. Заворин, А.В. Казаков, Р.Б. Табакаев и др. Заявлено 16.04.2012. Оpubл. 10.06.2013. Бюл. № 16. – 7 с.: ил.
5. Заворин А.С., Казаков А.В., Табакаев Р.Б. Экспериментальные предпосылки к технологии производства топливных брикетов из торфа // Известия Томского политехнического университета. – 2012 – Т. 320. – № 4. – С. 18–22.
6. Энергетическое топливо СССР. Ископаемые угли, горючие сланцы, торф, мазут и горючий природный газ : справочник / В.С. Вдовченко, М.И. Мартынова, Н.В. Новицкий, Г.Д. Юшина. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 183 с.

УДК 662.815.4

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ  
ПРИНЦИПА КОГЕНЕРАЦИИ ПРИ ВНУТРИЦИКЛОВОЙ  
КОНВЕРСИИ НИЗКОСОРТНОГО ТОПЛИВА**

Казаков А.В., к.т.н., Табакаев Р.Б., Новосельцев П.Ю.,  
Баскакова А.С., Уваров Е.А.  
Томский политехнический университет, г. Томск  
E-mail: [TabakaevRB@tpu.ru](mailto:TabakaevRB@tpu.ru)

По данным Минтопэнерго России, свыше 60 % территории страны лишено централизованного электроснабжения. В этих удаленных районах проживает свыше 10 % населения [1]. Энергоснабжение таких населенных пунктов осуществляется когенерационными энергоустановками, работающими в основном за счет газообразного или привозного жидкого и твердого топлива, стоимость которого включает в себя

транспортные накладные расходы. В связи с тем, что цена природного газа на внутреннем рынке приблизилась к мировому уровню, а транспортные расходы увеличивают стоимость привозного топлива в разы, то стоимость отпускаемой потребителю электроэнергии в ряде случаев доходит до (50–68) руб./кВт·ч [2, 3].

Разработка когенерационных энергоустановок, работающих на местных низкосортных топливах, является **актуальной** научно-технической задачей.

**Современные когенерационные энергоустановки.** В настоящее время на энергетическом рынке присутствуют три типа когенерационных установок: газотурбинные, микротурбинные и газопоршневые.

Газотурбинные энергетические установки (ГТУ) используют газообразное (природный газ, попутный нефтяной газ, синтез-газ и др.) или жидкое (дизельное, керосин) топливо, образуют низкие выбросы вредных веществ, но имеют низкий коэффициент полезного действия (33–39) %. Микротурбинные установки конструктивно напоминают уменьшенную копию газотурбинных энергоустановок, с усовершенствованными отдельными узлами [4], что позволяет увеличивать тепловую и электрическую мощность за счет добавления дополнительных микротурбинных установок, резко изменять электрическую нагрузку, а также работать при очень низких нагрузках в течение длительного времени.

Газопоршневые установки имеют более высокий КПД (до 40 %) по сравнению с ГТУ, но требуют большего потребления топлива и производят большее количество выбросов в окружающую среду.

**Патентные исследования.** Анализ проведенных патентных исследований (рассматриваемая область С10J 3/00, 3/02, 3/04, 3/10, 3/16, 3/20; F02B 43/08; F23C 13/00) показал, что рынок когенерационных энергетических установок интенсивно развивается – наблюдается ежегодное увеличение регистрируемых результатов интеллектуальной деятельности (см. рис). Причем тот факт, что на российском рынке активно патентуют свои изобретения иностранные организации, говорит об его серьезной конкурентоспособности и перспективе роста.

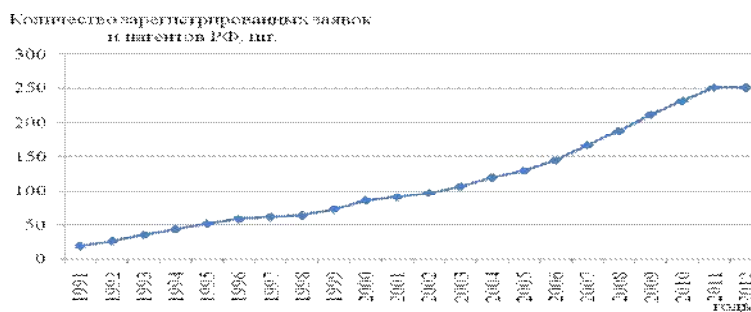


Рис. 1. Кумулятивный динамический ряд патентования

Наиболее часто встречаются изобретения, направленные на улучшения следующих технико-экономических показателей (ТЭП) когенерационных энергетических установок:

- снижение себестоимости конечной продукции и сокращение затрат на организацию технологического процесса (49 изобретений и полезных моделей);

- повышение эффективности работы и КПД установки (37 изобретений и полезных моделей);

- снижение отрицательного воздействия на окружающую среду (30 изобретений и полезных моделей).

Для того чтобы разрабатываемая когенерационная энергоустановка была конкурентоспособна и пользовалась спросом на энергетическом рынке, необходимо её соответствие определенным ТЭП.

**Разработка принципа когенерации с топливным элементом на основе внутрицикловой конверсии низкосортного топлива.** Необходимо стремиться к модульному исполнению энергоустановки, что позволит обеспечить конвейерное производство и даст возможность увеличения мощности для потребителя.

Основными положениями разрабатываемой когенерационной энергоустановки должны являться:

- электрическая энергия вырабатывается на топливном элементе, топливом для которого служит водородсодержащий газ,

- водородсодержащий газ производится в процессе низкотемпературной внутрицикловой конверсии местного низкосортного органического сырья.

Повышенная концентрация водорода при низкой забалластированности газов достигается за счёт отсутствия воздушного дутья с введением в зону реагирования перегретого пара и оксидов железа [5, 6]. Тепловая энергия производится за счёт утилизации теплоты, выделяемой на топливном элементе и в процессе доокисления пиролизных газов на каталитических элементах [7]. Повышение экономической эффективности и экологических показателей достигается за счёт комплексного использования побочных продуктов (углеродистый остаток, пиролизный конденсат) основного процесса в технологиях производства брикетного топлива [8, 9]. Низкие температуры основных процессов позволяют менее требовательно подходить к выбору материалов для изготовления энергоустановки. Требуемая потребителем мощность обеспечивается блочной компоновкой станции.

Таким образом, решается задача замещения привозного топлива местными низкосортными ресурсами при обеспечении потребителей тепловой и электрической энергией.

**Выводы:**

1. Проанализирован Российский рынок энергетических установок, определены и проанализированы основные типы представленных на нем когенерационных энергоустановок для автономного энергоснабжения.

2. В результате проведения патентных исследований в области разработки когенерационных установок установлено, что рынок является развивающимся. Наиболее часто встречаются изобретения, направленные на улучшения следующих технико-экономических показателей когенерационных энергетических установок: снижение себестоимости конечной продукции и сокращение затрат на организацию технологического процесса; повышение эффективности работы и КПД установки; снижение отрицательного воздействия на окружающую среду.

3. Предложены положения разрабатываемой когенерационной энергоустановки: электрическая энергия вырабатывается на топливном элементе, топливом для которого служит водородсодержащий газ; водородсодержащий газ производится в процессе низкотемпературной внутрисцикловой конверсии местного низкосортного органического сырья.

*Работа выполнена по проекту РФФИ № 13-08-98070.*

**Список литературы:**

1. Самылин А., Яшин М. Современные конструкции газогенераторных установок // ЛесПромИнформ. – 2009. – № 1. – С. 78–86.
2. Парников Н.М. Повышение энергетической эффективности комплексов децентрализованного электроснабжения на примере Республики Саха (Якутия): автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Томск, 2009. – 23 с.
3. Финансово-экономическое обоснование к проекту закона // Федеральный закон «О внесении изменений в статью 17 федерального закона «О лицензировании отдельных видов деятельности» (2012–2013 гг). – Режим доступа: <http://www.asozd2.duma.gov.ru>.
4. Микротурбины, микротурбинные установки // Инжиниринговая компания F.P.K. GmbH. – Режим доступа: <http://www.fpk-gmbh.ru/microturb.php>.
5. Пат. 2462503 Россия. МПК C10J3/02. Способ получения горючего газа, обогащённого водородом / А.С. Заворин, А.В. Казаков, Р.Б. Табакаев. Заявлено 24.05.2011. Оpubл. 27.09.2012. Бюл. № 27. – 6 с.: ил.
6. Пат. 2321617 Россия. МПК C10J3/54. Способ получения газа из твёрдого топлива / А.С. Заворин, А.А. Макеев, А.В. Казаков и др. Заявлено 18.12.2006. Оpubл. 10.04.2008. Бюл. № 10. – 5 с.: ил.
7. Заворин А.С., Казаков А.В., Макеев А.А. и др. Исследование процесса генерации газа в автономных энергетических установках. // Теплоэнергетика. – 2010. – № 1. – С. 74–78.
8. Пат. 2484125 Россия. МПК C10L5/44, C10L5/14, C10L5/26, C10F7/06. Способ изготовления топливных брикетов из биомассы / А.С. Заворин, А.В. Казаков, Р.Б. Табакаев. Заявлено 16.04.2012. Оpubл. 10.06.2013. Бюл. № 16. – 7 с.: ил.
9. Пат. 2458974 Россия. МПК C10L5/14, C10L5/28. Способ получения топливных брикетов из низкосортного топлива / А.С. Заворин, А.В. Казаков, Р.Б. Табакаев и др. Заявлено 08.06.2011. Оpubл. 20.08.2012. Бюл. № 23. – 7 с.