

Научный журнал

ВЕСТНИК

Сибирского
государственного
индустриального
университета

№ 3 (29), 2019

Основан в 2012 году
Выходит 4 раза в год

Учредитель:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет»

Редакционная коллегия

М.В. Темлянецв
(главный редактор)
А.В. Новичихин
(отв. секретарь)

П.П. Баранов

Е.П. Волынкина
Г.В. Галевский
В.Ф. Горюшкин
В.Е. Громов
Л.Т. Дворников
Жан-Мари Дрезет
Стефан Золотарефф
Пенг Као
С.В. Коновалов
С.М. Кулаков
А.Г. Никитин
Е.Г. Оршанская
Т.В. Петрова
Е.В. Протопопов
В.И. Пантелеев
Арвинд Сингх
А.Ю. Столбоушкин
И.А. Султангузин
А.В. Феокистов
В.Н. Фрянов
В.П. Цымбал
Си Чжан Чен

СОДЕРЖАНИЕ

Коротков С.Г., Темлянецв М.В., Стерлигов В.В. 85 лет в системе высшего образования. К юбилею кафедры теплоэнергетики и экологии СибГИУ.....3

Павловец В.М. Использование порообразующих добавок растительного происхождения при производстве железосодержащего окискованного сырья.....14

Темлянецв М.В., Коротков С.Г., Темлянцева Е.Н. Развитие теории и практики малоокислительных и малообезуглероживающих технологий нагрева стали.....21

Михайличенко Т.А., Алшынбаев С.Д. Оценка возможности замены ископаемого топлива на пеллеты из древесных отходов (биотопливо) в условиях Кемеровской области.....25

Павловец В.М. Обсуждение механизма порообразования зародышей, сформированных принудительным зародышеобразованием в производстве окатышей.....29

Достов Е.С., Коротков С.Г., Анищенко И.В. Влияние фракционного состава угля на качество кокса.....36

Медиокритский Е.Л. Решение проблемы утилизации твердых бытовых отходов в Польше и не только.....41

Рефераты.....46

К сведению авторов.....50

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Свидетельство о регистрации:
ПИ № ФС77-52991 от 01.03.2013 г.

Адрес редакции:
654007, Кемеровская обл., г. Ново-
кузнецк, ул. Кирова, 42, Сибирский
государственный
индустриальный университет
каб. 433 М
тел. 8-3843-74-86-28
[http: www.sibsiu.ru](http://www.sibsiu.ru)
e-mail: vestnicsibgiu@sibsiu.ru

Адрес издателя:
654007, Кемеровская обл., г. Ново-
кузнецк, ул. Кирова, 42, Сибирский
государственный
индустриальный университет
каб. 336 Г
тел. 8-3843-46-35-02
e-mail: rector@sibsiu.ru

Адрес типографии:
654007, Кемеровская обл., г. Ново-
кузнецк, ул. Кирова, 42, Сибирский
государственный
индустриальный университет
каб. 280 Г
тел. 8-3843-46-44-02

Подписные индексы:
Объединенный каталог «Пресса
России» – 41270

Подписано в печать
30.09.2019 г.
Выход в свет
30.09.2019 г.

Формат бумаги 60×88 1/8.
Бумага писчая.
Печать офсетная.
Усл.печ.л. 3,06.
Уч.-изд.л. 3,3.
Тираж 300 экз.
Заказ № 226.
Цена свободная.

*Т.А. Михайличенко, С.Д. Алшынбаев***Сибирский государственный индустриальный университет****ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ЗАМЕНЫ ИСКОПАЕМОГО ТОПЛИВА НА ПЕЛЛЕТЫ ИЗ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ (БИОТОПЛИВО) В УСЛОВИЯХ КЕМЕРОВСКОГО РЕГИОНА**

В энергетической стратегии Российской Федерации к числу важнейших принципов обеспечения энергетической безопасности отнесены: принцип заменимости исчерпаемого ресурса; диверсификация видов топлива и энергии; экологическая приемлемость; максимально возможное использование во всех технологических процессах и проектах отечественного оборудования; приоритетность внутреннего потребления энергоресурсов по отношению к их экспорту; рационализация структуры экспорта путем перехода от преимущественного экспорта первичных энергоносителей к более широкому экспорту продуктов их переработки; ряд других принципов.

Экологическая политика в сфере энергообеспечения предусматривает стимулирование производства и потребления топлива и энергии технологиями, направленными на улучшение здоровья населения и состояния окружающей среды; вовлечение в топливно-энергетический баланс возобновляемых источников энергии и отходов производства с целью уменьшения негативного влияния энергетической деятельности на окружающую среду и сохранения потенциала невозобновляемых энергоресурсов для будущих поколений.

Возобновляемые источники энергии, важнейшим из которых является энергия, аккумулированная в растительности, могут сыграть существенную роль в решении энергетических проблем. Именно поэтому последнее время большое внимание уделяется биоэнергетике [1].

В настоящее время использование биотоплива в энергетике Российской Федерации занимает менее 2 % и не может решить проблемы защиты окружающей среды от выбросов вредных веществ в масштабах всей страны. Однако применение биотоплива там, где это возможно, вместо невозобновляемых первичных энергоресурсов, является обязательным элементом совершенствования энергохозяйств промышленных предприятий. Производство энергии с использованием возобновляемых источников энергии становится необходимым и не имеет альтернативы. По оценке экспертов к 2020 году доля энергии, вырабатываемой с помощью возобновляемых источни-

ков энергии, должна составлять не менее 7 % в суммарном энергетическом балансе РФ.

Энергетические установки, которые обеспечивают развитие цивилизации, являются, к сожалению, одним из основных загрязнителей атмосферы оксидами серы и азота, бенз(а)пиреном, твердыми частицами, а их вклад в выбросы диоксида углерода, вызывающего «парниковый» эффект, можно признать основным.

Одним из направлений снижения количества выбросов вредных веществ в атмосферу установками топливно-энергетического комплекса следует считать замену невозобновляемых видов топлива (углей и мазутов) на возобновляемые виды (например, биотопливо).

К биотопливу относят древесину и отходы ее обработки, стружку, древесную пыль, щепу, кору, ветки, некондиционную древесину, древесные гранулы (пеллеты и брикеты); отходы сельскохозяйственного производства (подсолнечную лузгу, солому, шелуху риса, проса и др.); специальные плантации «энергетического» леса и кустарников; жидкое и газообразное топливо, получаемое из биотоплива.

При переходе на использование биотоплива резко снижается количество выбросов оксидов серы, азота, летучей золы, а выбросы углекислого газа считаются равными нулю. Так как в процессе роста растения поглощают углекислый газ и выделяют кислород, то считается, что количество выбросов стремится к нулю. В качестве одного из приоритетных направлений в области нетрадиционной энергетики государственной научно-технической программой РФ «Экологически чистая энергетика» рассматривается широкое использование энергетического потенциала биомассы [2].

На многих территориях РФ располагается огромный потенциал древесного топлива для производства тепловой энергии. В частности, почти все регионы Сибирского федерального округа, в том числе и Кемеровская область, обладают потенциалом 81 – 100 %, чтобы полностью покрыть всю тепловую нагрузку региона.

Результаты технического анализа образцов древесного топлива

Образец	W^a , %	A^a , %	V , %	Q , МДж/кг
Береза	$7,5 \pm 0,3$	$0,46 \pm 0,02$	$85,3 \pm 3,4$	$18,3 \pm 0,7$
Сосна	$14,6 \pm 0,6$	$0,41 \pm 0,02$	$85,3 \pm 3,4$	$19,1 \pm 0,8$
Ель	$13,9 \pm 0,6$	$0,33 \pm 0,01$	$83,2 \pm 3,3$	$18,7 \pm 0,7$
Пеллеты из ели	$6,7 \pm 0,3$	$0,35 \pm 0,01$	$84,6 \pm 3,4$	$18,8 \pm 0,7$
Осина	$13,7 \pm 0,6$	$0,41 \pm 0,02$	$85,9 \pm 3,4$	$18,2 \pm 0,7$
Сухостой	$7,4 \pm 0,3$	$0,31 \pm 0,01$	$85,5 \pm 3,4$	$18,9 \pm 0,7$
Пеллеты из сосны	$8,1 \pm 0,3$	$0,43 \pm 0,02$	$85,1 \pm 3,4$	$19,1 \pm 0,8$
Пеллеты из березы	$8,5 \pm 0,3$	$0,44 \pm 0,02$	$84,9 \pm 3,4$	$18,3 \pm 0,7$
Дуб	$7,2 \pm 0,3$	$0,30 \pm 0,01$	$85,3 \pm 3,4$	$17,9 \pm 0,7$
Кора дуба	$10,7 \pm 0,4$	$5,01 \pm 0,20$	$76,7 \pm 3,1$	$19,2 \pm 0,7$
Кора сосны	$8,9 \pm 0,4$	$1,05 \pm 0,04$	$80,8 \pm 3,2$	$21,8 \pm 0,9$

Анализируя климатические условия Кемеровской области, необходимо отметить, что сочетание тепла, влаги и солнечного света в вегетационный период, несмотря на короткое лето, создает благоприятные условия для роста и развития древесной и кустарниковой растительности на территории области. Превышение количества летних осадков (70 %) над зимними (30 %) является положительным фактором в отношении увлажнения почвогрунтов и способствует уменьшению пожарной опасности.

Пеллеты (топливные гранулы) – один из самых востребованных видов биотоплива как источника энергии. Применение таких гранул в энергетике серьезно повышает эффективность предприятий по переработке древесных ресурсов. Помимо прагматической стороны дела (дешевизны и высокого КПД), использование биотоплива помогает сохранять природу, улучшать экологическую обстановку. Следует, однако, отметить, что для экономики России и решения проблем экологии производство пеллет пока не является приоритетным и значимым фактором. Гораздо привлекательнее – налаженный сбыт в Европу, а заодно – решение проблемы утилизации отходов.

Пеллеты (или древесные гранулы) – это твердое сыпучее топливо, которое изготавливается из высушенных измельченных древесных отходов без минеральных примесей и посторонних включений. В процессе производства отходы прессуют в плотные гранулы разной формы. В зависимости от качественного состава сырья (наличия в нем коры, присутствия гнили и т.д.) пеллеты получаются разного цвета, по которому можно ориентировочно определить их качество. Светлые (белые) пеллеты, произведенные из качественной окоренной древесины или опилок, ценятся выше черных и серых за более высокую плотность и теплоотдачу, низкое содержание пыли, меньшую зольность. Качество подтвер-

ждается сертификатами, соответствующими стандартам Евросоюза.

Пеллеты обладают преимуществами по сравнению с другими видами топлива: экологическая чистота, низкий процент угарного газа, высокая теплоотдача, минимальное количество отходов после сгорания (около 1 % массы), ценовая доступность, оптимальные характеристики для транспортировки, удобство хранения, низкая пожароопасность [3].

Одной из важнейших характеристик топлива, определяющих его тепловую ценность, является теплота сгорания, которая характеризует количество теплоты, выделяющейся при полном сгорании единицы массы топлива (для горючих газов – объемной). Результаты технического анализа (W^a – влажность; A^a – зольность; V – содержание летучих веществ; Q – низшая теплота сгорания) для образцов, характерных для Кемеровской области, приведены в таблице.

Древесное топливо по сравнению с угольным имеет более высокое содержание летучих веществ на горючую массу: находится в диапазоне 75 – 85 %. Это означает, что древесное биотопливо имеет более высокую реакционную способность. Зольность древесного топлива (за исключением коры) составляет менее 1 %.

Сравнение энергетического потенциала предлагаемых древесных пеллет и каменных углей Кемеровской области показало, что их теплота сгорания примерно сопоставима: 19 – 21 и 25 – 27 МДж/кг соответственно. Однако, даже учитывая все экологические преимущества древесного биотоплива, стоимость перевода оборудования на новое сырье высока, особенно с учетом того, что необходимы будут соответствующие затраты на создание нового производства самих древесных пеллет. Таким образом, для крупных ТЭС переход на древесное топливо не рационален. Переход на такое топливо децентрализованных мини-ТЭС удаленных поселков как региона, так и всей Сибири рационален [4].

Особенностью России, характерной в первую очередь для регионов Сибири и Дальнего Востока, является весьма низкая плотность населения на больших, но слабо освоенных в производственном отношении территориях, изолированных от централизованного электроснабжения и имеющих слабые транспортные связи с промышленно-развитыми регионами.

Проблема надежного и качественного электроснабжения такого рода регионов остается острой как в социальном, так и в техническом и экономическом аспектах. Электрообеспечение таких потребителей может быть осуществлено за счет централизованного электроснабжения или путем создания децентрализованных зон. Возможность присоединения электроприемника к энергосистеме ограничена его удаленностью в связи с потерями напряжения в питающей линии. Электрификация от централизованных электрических сетей объектов мощностью менее 250 кВт ограничивается расстоянием не более, чем 10 км [5].

Использование более высокого напряжения распределительной сети позволяет при тех же условиях несколько увеличить дальность централизованного электроснабжения, однако строительство более высоковольтных и более дорогих ЛЭП (например, 35 кВ) при малых передаваемых мощностях нецелесообразно из-за низкого коэффициента загрузки по мощности.

Соответственно, оценивать экономические характеристики высоковольтной ЛЭП, работающей в режиме, близком к холостому ходу, абсурдно.

Помимо этого, чисто технического ограничения, встает вопрос по дороговизне как самого строительства ЛЭП, так и их содержания и обслуживания.

Очевидна маловероятность электроснабжения мелких удаленных потребителей с помощью присоединения их к централизованным электрическим сетям.

При электрообеспечении малонаселенных и удаленных поселений (через создание децентрализованных зон) наиболее распространенным источником электроэнергии являются стационарные и передвижные дизельные электростанции (ДЭС), которых по России насчитывается более 5000. Они вырабатывают около 1,8 млрд. кВт ч электроэнергии при потреблении около 0,8 млн. т условного топлива ежегодно.

Основными проблемами электроснабжения малонаселенных и удаленных поселений от ДЭС являются:

- техническое состояние ДЭС;
- большие расстояния для подвоза топлива и зависимость от его поставок;

- ограниченность сроков сезонного завоза (до некоторых удаленных пунктов топливо может транспортироваться год и более, с промежуточным хранением на перевалочных базах) в наиболее труднодоступные районы;

- слабое развитие транспортной инфраструктуры;

- зависимость от бюджетного финансирования;

- высокая стоимость выпускаемой электроэнергии (в некоторых регионах до 40 руб./кВт ч).

Слабое развитие транспортной инфраструктуры в значительной мере осложняет проблему топливоснабжения. Большие расстояния перевозок, многосвязность и сезонность завоза топлива приводят к высоким потерям и многократному его удорожанию. У наиболее удаленных потребителей транспортная составляющая стоимости привозного топлива достигает 70 – 80 %.

Источники малой мощности, используемые для автономного электроснабжения, как правило, имеют низкие технико-экономические показатели. Кроме того, рост цен на топливо, увеличение транспортных тарифов, что особенно важно для удаленных регионов, приводят к высокой стоимости производства электроэнергии. Недопоставки топлива влекут за собой длительные перерывы в электроснабжении.

Существенно повысить энергетическую безопасность региона, дать значительный импульс развитию экономики, в частности, сельского хозяйства, лесопереработки и лесопользования позволяет внедрение ТЭЦ на биотопливе. Сфера производства электрической и тепловой энергии имеет объективные экономические основания для того, чтобы наращивать объемы сжигания биотоплива.

Экономическая эффективность проектов ТЭЦ на биотопливе может быть существенно улучшена при реализации каждого конкретного проекта за счет уменьшения стоимости биологического топлива, минимизации транспортных расходов на его доставку, применения прогрессивных технологий цикла генерации электроэнергии и тепла и других мероприятий. Сжигать местное биотопливо для получения электричества или тепла выгоднее, чем сжигать уголь, мазут или другое ископаемое (невозобновляемое) сырье.

Преимущества газогенераторных электростанций и мини-ТЭЦ:

- небольшие начальные капиталовложения;
- близость к потребителям, ориентированность непосредственно под нужды потребителя;
- более экономичное использование топлива для произведенных видов энергии в сравнении с

общепринятыми раздельными способами их производства;

- возможность избежать затрат на строительство дорогостоящих и опасных высоковольтных линий электропередач;

- использование тепла непосредственно в месте получения, что обходится гораздо дешевле, чем строительство и эксплуатация многокилометровых теплотрасс;

- исключение потерь при передаче энергии;

- отсутствие необходимости финансовых затрат на выполнение технических условий подключения к сетям централизованного электроснабжения;

- бесперебойное снабжение качественной электроэнергией, соблюдение заданных значений напряжения и частоты;

- реальная возможность получения прибыли.

Относительно экологической составляющей этой проблемы можно отметить следующее. Количество и концентрация загрязняющих веществ, выделяемых в атмосферу, определяются для контроля выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, планирования работ по их снижению, установления предельно допустимых и временно согласованных выбросов, утверждения нормативов удельных выбросов.

Нормативы удельных выбросов для котельных установок установлены для следующих загрязняющих веществ: зола твердого топлива, оксиды азота (в пересчете на NO_2), оксиды серы, оксиды углерода.

Содержание серы в угольном шлаке в 30 раз больше, чем в брикетной золе, а шлака, требующего утилизации, образуется в 20 раз больше. Дизельное топливо и мазут содержат в себе едва ли не все элементы таблицы Менделеева. При

их сжигании выделяется огромное количество вредных для организма человека веществ, в том числе канцерогенов.

Таким образом, анализ ситуации с энергообеспечением труднодоступных районов позволяет сделать вывод об экономической эффективности проектов энергоснабжения, в основе которых лежит использование биотоплива, особенно с учетом ожидаемых экологических преимуществ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дубиков А.Н. Предпосылки применения возобновляемых природных источников энергии в отраслях лесного комплекса. – Мытищи: Изд. центр МГУЛ, 2001. – 4 с.
2. Анискин В.И., Голубкович А.В. Перспективы использования растительных отходов в качестве биотоплив. – Санкт-Петербург: Теплоэнергетика, 2004. – 366 с.
3. Анискин В.И., Голубкович А.В., Сотников В.И. Сжигание растительных отходов в псевдоожиженном слое. – Санкт-Петербург: Теплоэнергетика, 2004. – 54 с.
4. Анискин В.И., Голубкович А.В., Курбанов К.К. Топливо из сельскохозяйственной биомассы. – Санкт-Петербург: Энергия: экономика, техника, экология, 2005. – 103 с.
5. Суржикова О.А. Проблемы и основные направления развития электроснабжения удаленных и малонаселенных потребителей России // Вестник науки Сибири. 2012. № 3 (4). С. 103 – 106.

© 2019 г. Т.А. Михайличенко, С.Д. Алшынбаев
Поступила 27 июня 2019 г.

of briquetting technology make it possible to obtain iron-slurry briquettes with strength of more than 45 MPa and total porosity of more than 40%, in structure of which open channel pores predominate, which make it possible to predict increase in reactivity of briquettes during metallurgical smelting. Fig. 7. Table 1. Ref. 10.

Keywords: iron-containing briquettes, pore-forming additives of plant origin, porosity, strength and structural characteristics.

УДК 621.78

Развитие теории и практики малоокислительных и малообезуглероживающих технологий нагрева стали / Темлянцев М.В., Коротков С.Г., Темлянцева Е.Н. // Вестник СибГИУ. – 2019. – № 3 (29). – С. 21.

Представлены основные результаты работы коллектива ученых кафедры теплоэнергетики и экологии ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет» в области развития теории и практики малоокислительных и малообезуглероживающих технологий нагрева стали. Библ. 34.

Ключевые слова: металлургия, нагрев, сталь, малоокислительный нагрев, малообезуглероживающие технологии, достижения.

Development of theory and practice of low-oxidizing and low-carbonizing technologies for steel heating / Temlyantsev M.V., Korotkov S.G., Temlyantseva E.N // Bulletin of SibSIU. – 2019. – No. 3 (29). – P. 21.

The main results of the work of a scientists team of Chair of Thermal Power Engineering and Ecology of the Siberian State Industrial University in theory and practice development of low-oxidizing and low-carbonizing steel heating technologies are presented. Ref. 34.

Keywords: metallurgy, heating, steel, low-oxidation heating, low-carbon technologies, achievements.

УДК 502.174:662.613.53

Оценка возможности замены ископаемого топлива на pellets из древесных отходов (биотопливо) в условиях Кемеровской области / Михайличенко Т.А., Алшынбаев С.Д. // Вестник СибГИУ. – 2019. – № 3 (29). – С. 25.

Рассмотрены принципы энергетической и экологической стратегии Российской Федерации в области теплоэнергетики. Дана оценка перспектив и возможностей (плюсы и минусы) использования биотоплива в виде pellets в условиях Кемеровской области. Табл. 1. Библ. 5.

Ключевые слова: теплоэнергетика, возобновляемые и невозобновляемые энергоресурсы, альтернативное топливо, биотопливо, pellets, выбросы вредных веществ, проблемы электроснабжения труднодоступных поселений.

Assessment of possibility of replacing fossil fuel with pellets made of wooden waste (biofuel) in Kemerovo region / Mikhaylichenko T.A., Alshinbayev S.D. // Bulletin of SibSIU. – 2019. – No. 3 (29). – P. 25.

The principles of energy and environmental strategy of the Russian Federation in field of power engineering are considered. The prospects and opportunities (pros and cons) of biofuel application in the form of pellets in the Kemerovo region are evaluated. Table 1. Ref. 5.

Keywords: power system, renewable and non-renewable energy resources, alternative fuel, biofuel, pellets, emissions of harmful substances, problems of power supply of remote settlements.

УДК 669.162.12:622

Обсуждение механизма порообразования зародышей, сформированных принудительным зародышеобразованием в производстве окатышей / Павловец В.М. // Вестник СибГИУ. – 2019. – № 3 (29). – С. 29.

Проанализированы методы образования поровой структуры различного класса сформованных тел. Рассмотрены цели и задачи порообразования окучкованного металлургического сырья. Исследован и проанализирован вероятный механизм порообразования зародышей в технологии производства окатышей, ос-

На д н о м е р о м р а б о т а л и

Темлянцев М.В., *главный редактор*

Новичихин А.В., *ответственный секретарь*

Бащенко Л.П., *ведущий редактор*

Запольская Е.М., *ведущий редактор*

Олендаренко Н.П., *ведущий редактор*

Темлянцева Е.Н., *верстка*

Олендаренко Е.В., *менеджер по работе с клиентами*