

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»
Российская академия естественных наук

**ВЕСТНИК
ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ СЕКЦИИ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ
ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

Отделение металлургии

Сборник научных трудов

Издается с 1994 г. ежегодно

Выпуск 38

Москва
Новокузнецк
2017

УДК 669.1(06)+669.2/.8.(06)+621.762(06)+669.017(06)

ББК 34.3я4

В 387

В 387 Вестник горно-металлургической секции Российской академии естественных наук. Отделение металлургии: Сборник научных трудов. Вып. 38 / Редкол.: Е.В. Протопопов (главн. ред.), М.В. Темлянец (зам. главн. ред.), Г.В. Галевский (зам. главн. ред.) [и др.]: Сибирский государственный индустриальный университет. – Новокузнецк, 2017 – 230 с., ил.

Издание сборника статей, подготовленных авторскими коллективами, возглавляемыми действительными членами и членами-корреспондентами РАЕН, других профессиональных академий, профессорами вузов России. Представлены работы по различным направлениям исследований в области металлургии черных и цветных металлов и сплавов, порошковой металлургии и композиционных материалов, физики металлов и металловедения, экономики и управления на предприятиях.

Сборник реферируется в РЖ Металлургия.

Электронная версия сборника представлена на сайте <http://www.sibsiu.ru> в разделе «Научные издания»

Ил. 45, табл. 28, библиогр. назв. 222.

Редакционная коллегия: Аренс В.Ж., д.т.н., проф., д.ч. РАЕН, вице-президент РАЕН, г. Москва; Райков Ю.Н., д.т.н., д.ч. РАЕН, председатель горно-металлургической секции РАЕН, ОАО «Институт Цветметобработка», г. Москва; Протопопов Е.В., д.т.н., проф., д.ч. РАЕН (главный редактор), СибГИУ, г. Новокузнецк; Темлянец М.В., д.т.н., проф., д.ч. РАЕН (зам. главного редактора), СибГИУ, г. Новокузнецк; Галевский Г.В., д.т.н., проф., д.ч. РАЕН (зам. главного редактора), СибГИУ, г. Новокузнецк; Буторина И.В., д.т.н., проф., СПбГПУ, г. Санкт-Петербург; Волокитин Г.Г., д.т.н., проф., д.ч. МАНЭБ, ТГАСУ, г. Томск; Медведев А.С., д.т.н., проф., д.ч. МАН ВШ, НИТУ «МИСиС», г. Москва; Максимов А.А., д.т.н., проф., г. Новокузнецк; Немчинова Н.В., д.т.н., проф., НИ ИрГТУ, г. Иркутск; Руднева В.В., д.т.н., проф. (отв. секретарь), СибГИУ, г. Новокузнецк; Спирин Н.А., д.т.н., проф., д.ч. АИН, УрФУ, г. Екатеринбург; Черепанов А.Н., д.ф.-м.н., проф., член РНК ТММ, ИТПМ СО РАН, г. Новосибирск; Юрьев А.Б., д.т.н., проф., АО «Евраз – ЗСМК», г. Новокузнецк.

УДК 669.1(06)+669.2/.8.(06)+621.762(06)+669.017(06)

ББК 34.3я4

© Сибирский государственный индустриальный университет, 2017

<i>Г.В. Галевский, В.В. Руднева, К.А. Ефимова</i>	
Окисление нанокристаллического диборида титана при хранении и нагревании в воздушной среде.....	107
ФИЗИКА МЕТАЛЛОВ И МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ	117
<i>В.Б. Деев, О.Г. Приходько, А.И. Куценко, И.Ф. Селянин</i>	
Расчеты энергии атомных систем в приближении постоянной электронной плотности.....	118
<i>В.Б. Деев, О.Г. Приходько, А.И. Куценко, И.Ф. Селянин</i>	
Исследование взаимодействия электронных оболочек атомов с различным набором квантовых чисел	123
<i>В.Б. Деев, О.Г. Приходько, А.И. Куценко, И.Ф. Селянин</i>	
Выполнение теоремы Купманса в приближении постоянной электронной плотности.....	128
<i>В.Б. Деев, О.Г. Приходько, А.И. Куценко, И.Ф. Селянин</i>	
Расчет корреляционной поправки первого порядка в модели постоянной электронной плотности.....	133
<i>В.Б. Деев, О.Г. Приходько, А.И. Куценко, И.Ф. Селянин</i>	
Расчет корреляционной поправки в движении электронов в поле точечного положительного заряда ядра	142
<i>А.И. Гусев, Н.А. Козырев, Н.В. Кибко, Р.Е. Крюков, И.В. Осетковский</i>	
Свойства металла, наплавленного порошковой проволокой системы Fe-C-Si-Mn-Mo-Ni-V-Co.....	147
<i>И.В. Осетковский, Н.А. Козырев, А.И. Гусев, Р.Е. Крюков, М.В. Попова</i>	
Свойства металла, наплавленного порошковыми проволоками систем Fe-C-Si-Mn-Ni-Mo-W - V и Fe-C-Si-Mn-Cr-Ni-Mo-V.....	155
ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ И ЭКОЛОГИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ.....	163
<i>Г.В. Галевский, В.В. Руднева, В.С. Александров</i>	
Мировое и отечественное производство алюминия: оценка, тенденции, прогнозы.....	164
<i>Т.А. Михайличенко, А.Г. Гальчун</i>	
Использование возобновляемых биоэнергетических ресурсов в разных странах.....	171
ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ.....	175
<i>Д.И. Оршанский, Е.Г. Оршанская</i>	
Личностно ориентированная модель деятельности современного преподавателя	176
<i>Т.Г. Моисеенко</i>	
Формы и методы повышения квалификации учителей.....	182
<i>Е.Г. Оршанская</i>	
Мастер-класс как средство повышения уровня владения иностранным языком	186
<i>Ю.К. Осипов</i>	
Архитектура, образование, проблемы и реальность.....	193
ОТКЛИКИ, РЕЦЕНЗИИ, БИОГРАФИИ	197
<i>Г.Г. Волокитин</i>	
Рецензия на учебное пособие «Оборудование и технология алюминиевого производства» (Авторы Галевский Г.В., Минцис М.Я., Руднева В.В. – М. : Наука : Флинта, 2017 – 265 с.)	198
<i>Г.Г. Волокитин</i>	
Рецензия на учебное пособие «Технологические и конструктивные измерения и расчеты в производстве алюминия» (Авторы Галевский Г.В., Минцис М.Я., Руднева В.В. – М. : Флинта : Наука, 2017. – 218 с.)	200

9. Конечная алюминиевая продукция [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://aluminium-guide.ru/primenenie-alyuminiya-v-promyshlennosti-stroitelstve-i-bytu/>, свободный. – Загл. с экрана.

10. Алюминиевая Ассоциация России: год плодотворной работы [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://aluminium-guide.ru/alyuminievaya-associaciya-rossii-god-plodotvornoj-raboty/>, свободный. – Загл. с экрана.

УДК 502.174:662.613.52

Т.А. Михайличенко, А.Г. Гальчун

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В РАЗНЫХ СТРАНАХ

В работе проведен анализ подходов и методов оценки возобновляемых источников энергии (ВИЭ) – биоэнергетических ресурсов и рассмотрены технические основы их использования в разных странах.

The article presents the analysis of approaches and methods to assess renewable energy sources (RES) – bio-energy and the technical basis for their use in different countries.

Актуальность выбранной темы обуславливается повышением цен на энергоносители и усилением загрязнения окружающей среды, что заставляет нас пересмотреть свое отношение к нерациональному использованию традиционных энергоресурсов и обратить внимание на альтернативные источники энергии. Будущее в области энергопотребления должно обеспечиваться оборудованием, работающим на возобновляемых источниках энергии.

Технологические основы биоэнергетики достаточно сложно сформулировать в краткой форме. Это в первую очередь связано с возможным разнообразием использования биологического материала в энергетике. Рассмотрим наиболее известные в настоящее время технологии.

Биомасса в жидкой форме обычно используется как топливо для двигателей внутреннего сгорания. Первое поколение жидкого биотоплива – это биодизель и биоэтанол. Биодизель – моторное топливо биологического происхождения, которое получают из растительного масла посредством добавления метанола и других присадок. Биодизель можно использовать в чистом

виде, но, как правило, его используют в смеси с нефтяным дизельным топливом в соотношении: до 20 % биодизеля и более 80 % нефтяного топлива. При такой смеси топливные системы не требуют адаптации, в противном случае необходима дезинфекция топливной системы, удаление поливинилхлоридных шлангов, а также замена некоторых датчиков, особо чувствительных к более агрессивной среде биодизельного топлива. Поливинилхлорид (ПВХ) в современных автомобилях не используется, поэтому достаточно провести дезинфекцию (кипячение) топливного бака, в противном случае биодизель становится желеобразным из-за активного размножения бактериальных организмов в питательной среде этого топлива. Для получения биодизеля используют любые масличные культуры: от рапса в средних широтах до пальм в тропических. Спирт получают из растений, богатых сахарами и крахмалом, и этот продукт также пригоден для использования в двигателях внутреннего сгорания. Автомобили, использующие в качестве топлива спирт, требуют специальной технологической адаптации и получили название Флекс (Flex Fuel Vehicles). Этанол можно смешивать с бензином и в случае, если этанола в смеси менее 5%. Бензиновые автомобили адаптации не требуют. Широкое распространение этанол получил в транспортных системах Бразилии, а с конца 2000х годов такое использование спирта активно развивается в США, Швеции и других странах. В силу того, что сахаристые растения лучше растут в тропических и субтропических широтах, этанол более целесообразен в районах с тёплым климатом. В Европе и России наиболее целесообразно использование биодизеля, получаемого из рапса. Активное использование биотоплива уже нанесло достаточно сильный ущерб окружающей среде, и, по видимому, дальнейшее расширение использования биотоплив первого поколения невозможно из-за нехватки сельскохозяйственных земель в мире. Особенно заметен ущерб от использования биотоплива в Бразилии и Юго-Восточной Азии, где для плантаций сахарного тростника и масличной пальмы вырубаются девственные тропические леса. Определённые опасения вызваны и расширенным использованием кукурузы в США для получения этанола. По мнению экспертов, это повысило цены на продукты питания. Большие надежды возлагаются на синтетические биотоплива следующего поколения, основанные на переработке целлюлозы в жидкое углеводородное топливо. Из-за возросшего спроса на масло молодые плантации масличной пальмы сменили тропические леса на значительных территориях на Малазийской части о. Борнео и в других районах Юго-Восточной Азии [1].

Биотопливо активно используется в твёрдой форме. Возможно неконтролируемое окисление биомассы для получения тепла и приготовление пищи, а также контролируемое окисление биомассы. При неконтролируемом сжигании биомассы редко достигается КПД более 15-20 %, а при контролируемом сжигании КПД можно довести до 70 % и более. В мире наиболее распространены низкотехнологичные способы сжигания биомассы. Для повышения КПД биомасса (отходы лесного и сельского хозяйства) спрессовывается в брикеты различного размера, которые называют пеллеты. Пеллеты

затем медленно сжигают при контролируемой подаче воздуха. В Европе получили распространение пеллетные системы для отопления помещений. Несколько раз в год пеллеты засыпаются в специальные хранилища в подвалах, далее система в автоматическом режиме засасывает пеллеты и сжигает их по мере необходимости. Существуют и крупномасштабные системы центрального отопления, использующие пеллеты. В России некоторые котельные в Северо-Западном федеральном округе переведены с угля на пеллеты [2].

Газификация биомассы и последующее сжигание биогаза для получения тепла, электроэнергии или приготовления пищи является ещё одним распространённым способом использования биомассы в энергетических целях. Биогаз – смесь метана и других газов – получают при анаэробном брожении биомассы. Часто в качестве сырья для генераторов биогаза используются отходы животноводства и птицеводства, также возможно использование твердых бытовых отходов (ТБО) и сточных вод городов. Биогаз также возможно улавливать на полигонах ТБО. Существуют разработки по производству специальной биомассы для газификации. В биогазовом генераторе применяются специальные бактерии, а отходы после газификации являются ценным сырьём для удобрения посевов. Во многих странах Азии (Индия, Китай и др.) и Африки для получения биогаза в частных хозяйствах используют отходы жизнедеятельности человека, небольшое количество этого газа применяют для приготовления пищи [3].

Рассмотрим перспективы и региональные особенности использования биоэнергетических ресурсов в Кемеровской области.

Тяжелая экологическая обстановка в регионе делает весьма актуальным внедрение в энергетику ВИЭ. Специфика области состоит в том, что районы в ее разных частях значительно отличаются по природным условиям. На территории области представлены горно-таежный, лесостепной и степной ландшафты. Наиболее велики в Кемеровской области биоэнергетические ресурсы – леса занимают около 2/3 всей площади. Здесь могут широко использоваться отходы деревопереработки, они составляют в среднем около 25 % от переработанной древесины. При этом целесообразно использовать их в виде пеллет, производство которых налажено на ряде предприятий в Кемерово и Новокузнецке. Показано, что используя объемы заготовки древесины по рубкам промежуточного пользования и прочим рубкам, можно получить около 900 тыс. т топлива с суммарной теплотой сгорания около 1200 ТДж/год [4]. Этот ресурс в первую очередь мог бы использоваться предприятиями лесопромышленного комплекса, но их энергоснабжение является централизованным, электроэнергия к производственным участкам подается по высоковольтным электрическим сетям энергетических систем общего пользования и, несмотря на рост тарифов, предприятия такая схема вполне устраивает. Отопление также осуществляется централизованно, поэтому большинство предприятий практически не пользуется предоставленной возможностью применять древесные отходы в целях производства тепловой энергии для собственных нужд. Другим значительным биоэнергетическим ресурсом в области являются отходы сель-

скохозяйственного производства для получения биогаза и попутно биоудобрений. Эффективность применения биогаза для местных условий можно оценить на примере животноводческого комплекса «Кузбасский колос». Ориентировочно в нем имеется около 12 тыс. тонн жидкого навоза в год. Примем, что концентрация метана в получаемом биогазе в среднем составляет около 65 %, CO_2 – 35 %, тогда $Q_{\text{н}}=23282,9$ кДж/м³. Будем считать, что навоз смешивается с соломой, количество получаемого биогаза равно 45 м³/т. Количество навоза, получаемого в сутки, в среднем составляет 32,9 т, объем биогаза равен 61,7 м³/ч. При сжигании биогаза с учетом КПД котла, можно получить тепловую мощность 3600 кВт. На этой основе можно создать, например, систему автономного отопления коттеджной застройки общей площадью отапливаемых помещений 3300 м², что особенно актуально при развитии малоэтажного строительства в сельской местности [5]. Другой пример – ООО СПК «Чистогорский» под Новокузнецком – сельскохозяйственное предприятие с поголовьем свиней равным 120 000. Расчеты показывают, что годовая выработка биогаза на этом предприятии может составить $5,09 \cdot 10^6$ м³, а при монтаже когенерационной установки, работающей на нем, можно получить 35 970 кВт·ч/сутки электрической энергии для собственных нужд. Кроме того, выход твердой массы биоудобрений составит до 40 т/сут., которые могут реализовываться как самим предприятием для повышения урожайности сельхозкультур, идущих на производство кормов, так и на рынке. Срок окупаемости биогазовой установки около 5,5 лет.

Энергетика на ВИЭ пока не может полностью заменить традиционную энергетику России. Но выбирая для конкретного региона оптимальное сочетание традиционных и возобновляемых источников энергии, можно значительно улучшить социальную, экономическую и экологическую ситуацию в целом. А для этого необходима активная поддержка отрасли государством.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чернова Н.И., Киселева С.В., Попель О.С. Эффективность производства биодизеля из микроводорослей // Теплоэнергетика № 6, 2014, с.14-22.
2. Фортов В.Е., Попель О.С. Энергетика в современном мире. Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2011. – 168с.
3. Фортов В.Е., Попель О.С. Состояние развития возобновляемых источников энергии в мире и в России // Теплоэнергетика № 6, 2014, с. 1-10.
4. Перспективы возобновляемой энергетики Кемеровской области. Кемерово, 2008. – 234с.
5. Сливной В.Н., Маврушин В.М. Перспективы применения биогаза в Кузбассе // Сибресурс-2010. Матер. XIII Межд. Науч.-практ. конф., Кемерово, 2010. – 286с.