

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОПЛИВНОЙ ДРЕВЕСИНЫ В УСЛОВИЯХ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Г.И. Кольниченко, В.А. Лавриченко, Я.В. Тарлаков, В.А. Сиротов

МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), 141005, Московская обл., г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1

g_kolnic@mail.ru

В статье представлены результаты оценки потенциала древесных топливных ресурсов России, рассмотрена их классификация и показано отличие современных видов топлива из отходов древесины, позволяющих автоматизировать процессы их загрузки, приведены результаты анализа отечественного и зарубежного опыта применения средств автономного тепло- и электроснабжения, работающих на древесном биотопливе. Дана также оценка эффективности автономных тепло- и электростанций с использованием топливной древесины как источника тепла для целей бытового и производственного отопления. Показано, что их применение кроме экономической эффективности предполагает получение весьма важного социального эффекта — возможности создания относительно комфортных условий для жизни и экономической деятельности в лесных регионах нашей страны, не имеющих доступа к газовым и электрическим сетям. Поставлена задача — привлечь внимание к практическим проблемам использования древесного сырья, реализации федеральных и региональных программ развития деревянного домостроения и малого предпринимательства в лесном комплексе. При решении проблем малой энергетики и получения отдачи в краткосрочной перспективе требуется государственная поддержка для инвестиций предпринимателям среднего и особенно малого бизнеса.

Ключевые слова: малая распределенная энергетика, электроснабжение, возобновляемые источники энергии

Ссылка для цитирования: Кольниченко Г.И., Лавриченко В.А., Тарлаков Я.В., Сиротов В.А. Использование топливной древесины в условиях распределенной энергетики // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2020. Т. 24. № 2. С. 74–80. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-2-74-80

Мировая экономическая система, функционирующая по законам рынка, диктует необходимость эффективно использовать в энергетических целях биомассу, в которой важное место занимают возобновляемые древесные ресурсы как источник древесного топлива. Под древесным топливом понимают биотопливо, производимое из малоценной и низкокачественной древесины, а также из отходов древесного сырья, образующихся в процессе выращивания, заготовки и переработки древесины и состоящих из древесины, коры, хвои и листьев [1–3].

Биотопливо — это не только возможный источник тепла и генерации электроэнергии, но и способ утилизации разнообразных отходов, которые всегда накапливаются там, где живут и работают люди.

Мировой опыт показывает, что в перспективе потенциал возобновляемых древесных ресурсов может обеспечить заметный прирост энергетического потенциала странам со значительными лесными ресурсами. Россия располагает большими возможностями для производства энергии из биотоплива, так как на ее территории находятся свыше 20 % мировых запасов древесины. Большое количество отходов, получаемых при заготовке и переработке леса, позволяет расширить внедрение технологий производства тепловой и электрической энергии из древесины [4–7].

Древесная биомасса является наиболее экологически безопасным топливом после природ-

ного газа. Не будучи утилизированной полезно, биомасса все равно с течением времени сгниет с образованием такого же, что и при полезном ее сжигании количества углекислого газа [8, 9].

В лесном комплексе биоэнерготехнологии становятся все более востребованными в связи с внедрением все большего числа средств малой распределенной энергетики, которая рассматривается сегодня как важная составляющая в развитии мировой энергетики. Входящая в состав распределенной энергетики малая генерация электроэнергии меняет в широчайших масштабах традиционный уклад систем энергообеспечения. В настоящее время доля распределенной энергетики в общем балансе России оценивается в 7...10 %. Главной причиной для ее развития в условиях России являются огромные размеры территории страны и труднодоступность многих ее районов для централизованного энергообеспечения: свыше 60 % территории не охвачено централизованным электроснабжением [10–14]. Поэтому для отдельных районов (зачастую отдаленных лесных поселков) распределенная генерация, в том числе на основе возобновляемых источников позволяет решить вопросы энергообеспечения. Отказ от строительства линий электропередач приблизит к потребителю выработку электроэнергии собственными источниками, снизит затраты на транспорт и уменьшит потери при ее транспортировке по электрическим сетям. В связи с этим расширяется круг промышленных

предприятий, которые переходят на собственную генерацию электроэнергии. Внедрение распределенной энергетики на предприятия сопровождается такими недостатками, как необходимость осуществлять непрофильную деятельность, обеспечивая безопасность источников электроэнергии и нанимая дополнительный персонал, что снижает их конкурентоспособность. Однако распределенная энергетика приобретает ключевое значение при масштабном использовании экологически чистых источников электроэнергии и развитии интеллектуальной энергетики. Вследствие децентрализации и цифровизации в перспективе будут преодолены традиционные границы между производителями электроэнергии, распределительными и сетевыми компаниями и потребителями, а их взаимодействие примет более сложные формы, в связи с чем будут заложены новые принципы функционирования объектов распределенной генерации в составе Единой энергетической системы (ЕЭС) России. Эта концепция активных энергетических комплексов промышленного типа была одобрена на заседании рабочей группы по совершенствованию законодательства, созданной в рамках Национальной технологической инициативы. На пути развития распределенной энергетики существует немало барьеров, есть даже опасение, что она отрицательно скажется на благополучном функционировании ЕЭС страны, поскольку приведет к быстрому сокращению ее финансовой базы. Поэтому в масштабе страны наиболее реальной представляется модель последовательной и разумной комбинации крупной генерации ЕЭС и распределенной энергетики [15–17].

География размещения объектов малой распределенной энергетики будет только расширяться, так как ее установки становятся более привлекательными для потребителей, заинтересованных в экономии собственных денежных средств на энергоснабжение. Возрастающие тарифы на электроэнергию от централизованных источников оказываются выше затрат на электроэнергию от собственных (автономных) источников.

В лесном комплексе множество удаленных от централизованного энергоснабжения поселков могут снабжаться теплом и электроэнергией от собственных автономных источников на древесном топливе [18–22].

По форме и способу производства древесное топливо может быть необлагороженным и облагороженным. К первому обычно относят дрова, щепу, стружку, опилки, отходы от раскряжевки и лесопиления, ко второму, специально произведенному из необлагороженного, — топливные брикеты, пеллеты, таблетки, древесный уголь, газогенераторный газ, этиловый спирт и др.

Широкое применение для энергетических целей нашли древесные топливные брикеты и древесные топливные гранулы, или пеллеты.

Древесные топливные брикеты получают методом прессования предварительно измельченной и высушенной древесной топливной биомассы, которая предназначена для энергетического использования в печах, каминах, очагах небольшой мощности с ручной топливоподачей.

Древесные топливные гранулы получают методом прессования и грануляции предварительно высушенной, измельченной, кондиционированной (подвергнутой термовлажной обработке) топливной древесной биомассы. Они являются возобновляемым экологически сбалансированным топливом и предназначены для использования в автоматизированных энергогенерирующих установках малой и средней мощности. Для установок большой мощности их перед использованием измельчают в тонкодисперсный порошок.

Применение гранул в качестве энергетического топлива позволяет осуществлять управление и регулирование топочными процессами, что значительно повышает их эффективность вследствие улучшения характеристик топлива, упрощения технологии подготовки топлива, его транспортировки и хранения. В результате снижаются затраты на производство энергии, повышается эффективность как самого производства, так и энергетических ресурсов древесной топливной биомассы. Производство пеллет возможно и из не востребованного нетрадиционного сырья, включающего в себя примеси коры, листвы и хвои, т. е. из лесосечных отходов и древесно-кустарниковой растительности. Целесообразность организации производства пеллет и брикетов из не востребованных энергоресурсов зависит, прежде всего, от объемов сырьевой базы [4].

Производство топливных гранул должно быть частью основных процессов производства пиломатериалов, древесно-стружечных и древесноволокнистых плит, бумаги и т. д.

Россия — один из лидеров экспортирования топливных гранул — 1,5 млн т/год на сумму всего 10 млрд руб., тем не менее этот сектор экономики показывает устойчивый рост — до 30 % в год. Для производства топливных гранул можно использовать опилки, кору, солому, лузгу подсолнечника, торф и даже листья растений (в частности, такой город, как Москва в осенний сезон дает 1 млн т листвы, которую просто закапывают в землю). Россия способна увеличить выпуск гранул в 100 раз в течение ближайших 10...20 лет.

Весьма распространенным и важным видом древесного топлива является топливная щепа. Ее получают путем разрушения древесины с помощью ножеобразного инструмента. Организация

производства щепы из дровяной древесины описана во многих литературных источниках [1, 3].

В настоящее время в России существует огромное количество неостребованного сырья для производства топливной щепы. Это в первую очередь лесосечные отходы от рубок главного и промежуточного пользования, рубок ухода и прореживания, отходы на объектах мелиорации, при расчистке полосы отвода дорог, линий электропередач, трасс нефте- и газопроводов и др. Поэтому актуальность приобретают задачи организации эффективного производства древесного топлива из неостребованных энергоресурсов.

В некоторых регионах России существует практика предоставления из регионального (республиканского) бюджета субсидий на компенсацию части затрат на организацию производства щепы, брикетов и гранул, что стимулирует создание новых предприятий в этой сфере. Внутренний рынок биотоплива до сих пор находится в стадии становления и по сравнению с мировым рынком пока не устойчив. Тормозит развитие биоэнергетики лесного комплекса страны недостаток знаний в этой области и отсутствие инвестиций на создание и приобретение необходимого оборудования.

Цель работы

Цель работы — привлечь внимание ученых, инженеров, предпринимателей к практическим проблемам использования древесного сырья.

Анализ экологических аспектов использования древесного топлива показывает следующее. Россия, располагая богатейшими запасами газа, занимает ныне первое место по его экспорту. При нынешнем курсе доллара, ценах на газ на внешнем рынке и стоимости его для внутреннего потребления предоставление газа для бытовых и производственных нужд отечественному (т. е. российскому) потребителю оборачивается для газпрома существенно меньшей выручкой, чем экспортные поставки. Поэтому за последние 15 лет уровень газификации страны, по статистической отчетности, вырос всего на 2 % и составляет менее 65 %. Напомним, что экспорт углеводородов является одним из основных источников «наполнения» бюджета.

Материалы и методы исследования

В последние годы расширился интерес к использованию древесины для производства топлива. Облагораживание древесного топлива до однородной сыпучей подсушенной массы позволяет существенно снизить трудоемкость сжигания щепы, пеллет и др. благодаря созданию новых конструкций печей, механизации и автоматизации технологического процесса получения сырья для отопления.

Экономическая выгода от использования древесины для нужд по обеспечению тепла можно определить по следующим простым расчетам. Для отопления дома площадью 250 м² в средней полосе России требуется примерно 6 500 м³ природного газа при средней стоимости 6 руб. за 1 м³, т. е. общая стоимость — 39 000 руб. в год. Теплотворная способность 1 кг топливной щепы в 3 раза ниже, чем у 1 м³ природного газа. При отоплении такой же площади потребуется 70 м³ щепы при ее удельной плотности 300 кг/м³ и цене 400 руб. за 1 м³, т. е. общая стоимость — 28 000 руб. в год. Экономия составляет 28,5 %. Инвестиции (единовременные затраты) на котельные установки по обоим вариантам можно принять равными. При этом нет необходимости оплачивать работы по проектированию, прокладке газовой магистрали, согласовывать проект в надзорных органах. Важно учитывать, что образующаяся при сгорании щепы и другого древесного топлива зола представляет собой ценное удобрение, которое содержит комплекс микроэлементов.

На рынке энергетического оборудования, использующего биотопливо, появилось много предложений котельных установок различной мощности и конструкций. При выборе их следует учитывать различия в соотношениях необходимой мощности, надежности работы, трудоемкости эксплуатации и стоимости.

Локальное генерирование электроэнергии на основе биотоплива является более сложной задачей — тепловую энергию от сжигания древесины необходимо преобразовывать в электрическую. И в этом направлении уже есть значительные достижения. В последнее время сформировался рынок зарубежных и отечественных автономных электростанций на основе газопоршневых установок в комплексе с газо- и электрогенераторами [11]. Газопоршневые электростанции (ГПЭС) представляют собой систему из газопоршневого двигателя с турбонаддувом, стартера и зарядного генератора. Среди всех силовых агрегатов данный тип установок отличается простотой, надежностью и самым высоким электрическим КПД, что позволяет говорить о нем как о наиболее привлекательном для потребителя.

Для производства одного и того же объема электроэнергии газопоршневые электростанции по сравнению с турбинами расходуют меньше природного газа (на 1/3).

Этот способ получения газа при термическом разложении древесины (пиролиз), известен еще со времен Великой Отечественной войны, когда автомобили передвигались при отсутствии бензина, используя газ из смонтированных на них газогенераторных установок для сжигания древесных чурок.

В последнее время широко рекламируются контейнерные электростанции с парогенераторами, которые характеризуются высокой эффективностью работы [11]. Для них не требуется строительство капитальных зданий, а достаточно всего лишь несколько фундаментных блоков или плит. Затраты на производство 1 кВт×ч электроэнергии, по заверениям фирм-производителей и дилеров, на газопоршневых и парогенераторных электростанциях составляют 1–2 руб., что в 2–3 раза дешевле тарифов на электроэнергию, поставляемую сетевыми компаниями. При этом инвестиции окупаются за 3–4 года за счет экономии на тарифах.

Применяются и другие способы производства электроэнергии, в частности, термоэлектрический, — посредством которого электроэнергия образуется при непосредственном нагревании термопары (термогенератор Пельтье). Термоэлектрические генераторы, работающие на древесном топливе, используются в основном в удаленных и трудно доступных местах для подзарядки элементов питания индивидуальных средств связи (сотовых и спутниковых телефонов, переносных компьютеров, радиоприемников), навигации, устройств автоматики, освещения и др. Мощность таких генераторов составляет от нескольких до сотен ватт.

Для внедрения малой распределенной генерации на предприятиях целесообразно устанавливать блочно-модульные мини-теплоэлектростанции (мини-ТЭС) [8, 10]. Блоками мощностью 1–2 МВт можно собрать объект общей мощностью до 10 МВт. При этом поставка и монтаж оборудования займут 6...12 мес., а первую электроэнергию можно получить уже через 2 недели после доставки необходимых элементов. Себестоимость производства 1 кВт×ч электроэнергии посредством мини-ТЭС составляет от 1,1 до 1,7 руб., окупятся они в течение 3,5–4,5 лет. Подобные российские проекты конкурентоспособны даже на мировом рынке, в первую очередь ввиду низкой стоимости установки. Указанные параметры характеризуют мини-ТЭС, использующие природный газ, а если применять древесное топливо, они еще больше будут снижены даже с учетом затрат на подготовку древесного газа.

Удельные инвестиции (на 1 кВт электрической мощности) примерно соответствуют затратам на подключение к сетям (проектирование, прокладку ЛЭП, установку силовых трансформаторов и т. д.). При этом, преодолев трудности и потери времени на получение разрешения и многочисленные согласования, потребители при эксплуатации сталкиваются с регулярным повышением тарифов и оплатой штрафов за небольшой перерасход или недобор электроэнергии от заявленного ее количества.

В странах ЕС при подключении локальных электростанций к сетям предприятиям устанавливаются субсидируемые тарифы, в результате чего производство электроэнергии с использованием малоценной топливной древесины становится выгоднее, при этом в экономику вовлекаются дополнительные энергетические ресурсы.

Одна из таких электростанций мощностью 450 кВт находится в Латвии, в 80 км от г. Риги. Она состоит из 10 агрегатов, представляющих собой комплексы — газогенератор, газопоршневой мотор и электрогенератор мощностью 45 кВт. Общее потребление древесной щепы составляет 270 м³ в неделю (поставка щеповозом по 90 м³), по цене 10 евро за 1 м³. Обслуживает электростанцию персонал в количестве 5 чел.

Электростанция поставляет электроэнергию сетевой компании Латвэнерго по 0,135 евро за 1 кВт×ч (в 2015 г. тариф составил 0,20 евро за 1 кВт×ч, что и побудило собственников-инвесторов к созданию станции). Тепловая энергия в виде горячей воды для отопления и бытового потребления реализуется расположенному поблизости жилому поселению. Отходы производства в виде древесной золы покупает сельскохозяйственная фирма в Польше.

Инвестиции на указанный проект по льготному кредиту составили 3 млн евро, что, на наш взгляд, неоправданно дорого, соответственно, и срок окупаемости оказался довольно большим. Есть нарекания персонала по надежности газогенераторных и газопоршневых агрегатов (ошибочный выбор оборудования при проектировании). Однако электростанция работает уже 3 года, и частная фирма имеет прибыль, рассчитывается по кредиту и накапливает производственный опыт. Возникла цепочка добавленной стоимости от низкосортной невостребованной древесины до тепловой и электрической энергии. Появилось также два десятка новых рабочих мест. В 2019 году была проведена замена оборудования с учетом имеющегося опыта, оказавшегося гораздо эффективнее, чем при первоначальном проекте. Подобных электростанций, работающих на древесном топливе, в этой прибалтийской республике уже несколько.

В работе [6] представлены технико-экономические показатели для проекта ТЭС на древесном топливе для небольшого лесопильно-деревообрабатывающего предприятия в пос. Нарым Томской обл. При инвестициях в размере 85 млн руб. (оборудование отечественных производителей) максимальная электрическая мощность потребителей может составить 1,2 МВт, тепловая — 7,8 МВт. При исходных данных проекта на момент расчета срок окупаемости инвестиций за счет экономии затрат на собственное производ-

ство электроэнергии по сравнению с сетевыми тарифами составил всего 20 мес.

Конечно, вряд ли кто-нибудь откажется от уже подведенного сетевого газа или электроэнергии, однако производство собственной энергии становится все более инвестиционно привлекательным.

Результаты и обсуждение

Наибольшая ценность автономных ТЭС, использующих топливную древесину, заключается в обеспечении условий для эффективной экономической деятельности в лесных районах на территориях, не имеющих доступа к централизованным газовым и электрическим сетям, в удаленных поселках, в которых строят деревянные дома (срубы) вручную с помощью топоров или, в лучшем случае применяют бензопилы.

Особенно это важно в связи с реализацией федеральных и региональных программ развития деревянного домостроения и малого предпринимательства в лесном комплексе. Деревянное домостроение позволит использовать малозаселенные территории в нашей стране, а малые деревообрабатывающие предприятия будут эффективнее использовать ее лесные богатства, в том числе низкосортную древесину как топливо. Для решения этих задач имеется все необходимые технические и технологические предпосылки, в частности обеспечение доступа малому бизнесу к недорогим долгосрочным целевым кредитам на приобретение установок малой энергетики.

Выводы

1. Интеграция России в мировую экономическую систему обуславливает необходимость более эффективного использования в энергетических целях биомассы и особо возобновляемых древесных ресурсов как источника древесного топлива.

2. Распределенная энергетика и входящая в ее состав малая генерация изменяет традиционный уклад энергообеспечения на все большей территории страны, в том числе в лесных районах.

3. Наличие большого количества отходов, получаемых при заготовке и переработке леса, обуславливают расширение и внедрение в России технологий производства тепловой и электрической энергии из древесины, тем самым обеспечивая заметный прирост энергетического потенциала в районах со значительными объемами лесных ресурсов.

4. Наибольшую ценность автономных ТЭС с использованием топливной древесины составляет создание условий для эффективной экономической деятельности в лесных районах, в первую очередь, не имеющих доступа к газовым и электрическим сетям.

5. Внедрение средств распределенной энергетики создает благоприятные предпосылки для успешной реализации федеральных и региональных программ развития деревянного домостроения и малого предпринимательства в лесном комплексе. Деревянное домостроение позволит рационально использовать малозаселенные пространства нашей страны, а малые деревообрабатывающие предприятия — ее лесные богатства, в том числе, низкосортную древесину как топливо.

Список литературы

- [1] Кожухов Н.И., Никишов В.Д., Федоренчик А.С., Ледницкий А.В. Биотопливо из древесного сырья. М.: МГУЛ, 2010. 384 с.
- [2] U.S. Department of Energy. 2016 Billion-Ton Report: Advancing Domestic Resources for a Thriving // Bioeconomy, vol. 1: Economic Availability of Feedstocks / M.H. Langholtz, B.J. Stokes, and L.M. Eaton (Leads), ORNL/TM-2016/160. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN. 2016. 448p. DOI: 10.2172/1271651.
- [3] Лесная биоэнергетика / под ред. Ю.П.Семенова. М.: МГУЛ, 2008. 348 с.
- [4] Вавилов А.В. Топливо из нетрадиционных энергоносителей. Минск: СтройМедиаПроект, 2014. 88 с.
- [5] Burning wood in power stations: Public health impacts. URL: <http://www.biofuelwatch.org.uk/wp-content/uploads/Biomass-Air-Pollution-Briefing.pdf> (дата обращения 05.06.2019)
- [6] Левин А.Б., Суханов В.С. Производство энергии с использованием древесного топлива // Дерево.RU, 2005. № 3. С. 122–125.
- [7] Goerndt M.E., Aguilar F.X., Miles P., Song N., Shifley S., Stelzer H. Regional assessment of woody biomass physical availability as an energy feedstock for combined combustion in the U.S. Northern Region // J. of Forestry, 2012, no. 110(3), pp. 138–148.
- [8] Федеральная служба государственной статистики: лесные ресурсы. URL: http://www.gks.ru/bgd/regl/B_13_14p/IssWWW.exe/Stg/d2/11-09.htm. (дата обращения 10.06.2019).
- [9] Perlack R., Wright L.L., Turhollow A.F., Graham R.L., Stokes B.C., Erblich D. Biomass as feedstock for a bioenergy and bioproducts industry: the technical feasibility of a billion-ton annual supply. Oak Ridge National Laboratory, 2005. URL: http://www1.eere.energy.gov/biomass/pdfs/final_billionton_vision_report2.pdf, (дата обращения 10.09.2018).
- [10] Попель О.С., Фортвов В.Е. Энергетика в современном мире. Долгопрудный: Интеллект, 2011. 168 с.
- [11] Изменение климата: обобщающий доклад. Вклад рабочих групп I, II и III в пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата / под ред Р.К. Пачаури и Л.А. Мейер. Женева, Швейцария: МГЭИК, 2014. 163 с.
- [12] Nivala M., Anttila P., Laitila J., Salminen O., Flyktman M. A GIS-based methodology to estimate the regional balance of potential and demand of forest chips // J. of Geographic Information Systems, 2016, no. 8, 633–662.
- [13] Головкин С.И., Коперин И.Ф., Найденов В.И. Энергетическое использование древесных отходов. М.: Лесная пром-сть, 1987. 224 с.
- [14] Goerndt M.E., D'Amato A., Kabrick J. Chapter 4: Wood Energy and Forest Management // Wood Energy in Developed Economies / Ed F.X. Aguilar. London, UK: Earthscan Publishing, 2014, pp. 93–127.

- [15] Леса, лесные ресурсы и лесоуправление в Российской Федерации. Справочный документ. Москва, 2012. 48 с.
- [16] Батенин В.М., Бессмертных А.В., Зайченко В.М., Косов В.Ф., Синельщиков В.А. Термические методы переработки древесины и торфа в энергетических целях // Теплоэнергетика, 2010. № 11. С. 36–42.
- [17] BP Statistical Review of World Energy. June 2016. URL: <http://www.bp.com/statisticalreview> (дата обращения 05.06.2019).
- [18] Lattimore B., Smith C.T., Titus B.D., Stupak I., Egnell G. Environmental factors in woodfuel production: Opportunities, risks, and criteria and indicators for sustainable practices // Biomass and Bioenergy, 2009, no. 33(10), pp. 1321–1342.
- [19] Малоизвестное оборудование для производства электроэнергии. 2016. URL: <http://nnhpe.spbstu.ru/maloizvestnoe-oborudovanie-dlya-proizvodstva-elektroenergii/> (дата обращения 15.06.2019).
- [20] Токарев Г.Г. Газогенераторные автомобили. М.: ГНТ изд-во машиностроительной литературы, 1955. 207 с.
- [21] Подлесная Т.А. Разработка и исследование газотурбинного энергопреобразователя реактора-газификатора твердых бытовых и промышленных отходов: дис. ... канд. техн. наук: 05.04.12. М., 2008. 154 с.
- [22] Обзор современных ПТУ малой мощности (до 1000 кВт). Санкт-Петербург: ООО НТЦ «МТТ», 2015. 41 с. URL: <http://nnhpe.spbstu.ru/wp-content/uploads/2015/02/Obzor-PTU-maloy-moshchnosti.pdf> (дата обращения 05.08.2019).

Сведения об авторах

Кольниченко Георгий Иванович — д-р техн. наук, профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), g_kolnic@mail.ru

Лавриченко Валерий Алексеевич — канд. экон. наук, доцент МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), valavr1@yandex.ru

Тарлаков Яков Викторович — канд. техн. наук, доцент МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), tarlakov@mgul.ac.ru

Сиротов Александр Владиславович — д-р техн. наук, профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), sirov1953@gmail.com

Поступила в редакцию 14.10.2019.

Принята к публикации 18.02.2020.

FUEL WOOD FOR DISTRIBUTED POWER GENERATION

G.I. Kolnichenko, V.A. Lavrichenko, Y.V. Tarlakov, A.V. Sirov

BMSTU (Mytishchi branch), 1, 1st Institutskaya st., 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

g_kolnic@mail.ru

The article presents the results of assessing the potential of wood fuel resources of Russia, their classification is considered, and the difference between modern types of fuel from wood waste, which automates the processes of loading them, is shown, the results of the analysis of domestic and foreign experience in the use of autonomous heat and power supplies operating on wood biofuel are presented. The efficiency of autonomous heat and power plants using fuel wood as a heat source for domestic and industrial heating is also evaluated. It is shown that their use, in addition to economic efficiency, involves obtaining a very important social effect the possibility of creating relatively comfortable living conditions and economic activities in the forest regions of our country that do not have access to gas and electricity networks. The aim is to draw attention to the practical problems of using wood raw materials, the implementation of federal and regional programs for the development of wooden housing construction and small business in the forest complex. In solving the problems of small energy and obtaining returns in the short term, government support is required for investments for entrepreneurs of medium and especially small businesses.

Keywords: small distributed power generation, power supply, renewable energy sources

Suggested citation: Kolnichenko G.I., Lavrichenko V.A., Tarlakov Y.V., Sirov A.V. *Ispol'zovanie toplivnoy drevesiny v usloviyakh raspredelennoy energetiki* [Fuel wood for distributed power generation]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2020, vol. 24, no. 2, pp. 74–80. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-2-74-80

References

- [1] Kozhukhov N.I., Nikishov V.D., Fedorenchik A.S., Lednitskiy A.V. *Bioplivo iz drevesnogo syr'ya* [Biofuel from wood raw materials]. Moscow: MGUL, 2010, 384 p.
- [2] U.S. Department of Energy. 2016.16 Billion-Ton Report: Advancing Domestic Resources for a Thriving Bioeconomy, Volume 1: Economic Availability of Feedstocks. M.H. Langholtz, B.J. Stokes, and L.M. Eaton (Leads), ORNL / TM-2016/160. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN, 448 p. DOI: 10.2172 / 1271651
- [3] *Lesnaya bioenergetika* [Forest bioenergy]. Ed. Yu.P. Semenova. Moscow: MGUL, 2008, 348 p.

- [4] Vavilov A.V. *Toplivo iz netraditsionnykh energoresursov* [Fuel from non-traditional energy sources]. Minsk: StroyMediaProekt, 2014, 88 p.
- [5] Burning wood in power stations: Public health impacts. URL: <http://www.biofuelwatch.org.uk/wp-content/uploads/Biomass-Air-Pollution-Briefing.pdf> (accessed 06.06.2019).
- [6] Levin A.B., Sukhanov V.S. *Proizvodstvo energii s ispol'zovaniem drevesnogo topliva* [Energy production using wood fuel]. Derevo.RU, 2005, no. 3, pp. 122–125.
- [7] Goerndt M.E., Aguilar F.X., Miles P., Song N., Shifley S., Stelzer H. Regional assessment of woody biomass physical availability as an energy feedstock for combined combustion in the U.S. Northern Region. *J. of Forestry*, 2012, no. 110 (3), pp. 138–148.
- [8] *Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki: lesnye resursy* [Federal State Statistics Service: forest resources]. URL: http://www.gks.ru/bgd/regl/B13_14p/IssWWW.exe/Stg/d2/11-09.htm. (accessed 06.10.2019)
- [9] Perlack R., Wright L.L., Turhollow A.F., Graham R.L., Stokes B.C., Erbach D. Biomass as feedstock for a bioenergy and bio-products industry: the technical feasibility of a billion-ton annual supply. Oak Ridge National Laboratory, 2005. URL: http://www1.eere.energy.gov/biomass/pdfs/final_billionton_vision_report2.pdf. (accessed 10.09.2018).
- [10] Popel' O.S., Fortov V.E. *Energetika v sovremennoy mire* [Energy in the modern world]. Dolgoprudny: Intellect, 2011, 168 p.
- [11] *Izmenenie klimata: Obobshchayushchiy doklad. Vklad Rabochikh grupp I, II i III v Pyatyy otsenochnyy doklad Mezhpriatel'stvennoy gruppy ekspertov po izmeneniyu klimata* [Climate change: Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II, and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change]. Ed. By R.K. Pachauri, L.A. Meyer. Geneva, Switzerland: IPCC, 2014, 163 p.
- [12] Nivala M., Anttila P., Laitila J., Salminen O., Flyktman M. A GIS-based methodology to estimate the regional balance of potential and demand of forest chips. *J. of Geographic Information Systems*, 2016, no. 8, 633–662.
- [13] Golovkov S.I., Koperin I.F., Naydenov V.I. *Energeticheskoe ispol'zovanie drevesnykh otkhodov* [Energy use of wood waste]. Moscow: Lesnaya promyshlennost' [Forest industry], 1987, 224 p.
- [14] Goerndt M.E., D'Amato A., Kabrick J. Chapter 4: Wood Energy and Forest Management. *Wood Energy in Developed Economies*. Ed F.X. Aguilar. London, UK: Earthscan Publishing, 2014, pp. 93–127.
- [15] Lesa, lesnye resursy i lesoupravlenie v Rossiyskoy Federatsii. Spravochnyy dokument [Forests, forest resources and forest management in the Russian Federation. Reference document]. Moscow, 2012, 48 p.
- [16] Batenin V.M., Bessmertnykh A.V., Zaychenko V.M., Kosov V.F., Sinel'shchikov V.A. *Termicheskie metody pererabotki drevesiny i torfa v energeticheskikh tselyakh* [Thermal methods of processing wood and peat for energy purposes]. *Teploenergetika* [Thermal Engineering], 2010, no. 11, pp. 36–42.
- [17] BP Statistical Review of World Energy. 2016. URL: <http://www.bp.com/statisticalreview> (accessed 06.06.2019).
- [18] Lattimore B., Smith C.T., Titus B.D., Stupak I., Egnell G. Environmental factors in woodfuel production: Opportunities, risks, and criteria and indicators for sustainable practices. *Biomass and Bioenergy*, 2009, no. 33 (10), pp. 1321–1342.
- [19] *Maloizvestnoe oborudovanie dlya proizvodstva elektroenergii* [Little-known equipment for the production of electricity]. 2016. URL: <http://nnhpe.spbstu.ru/maloizvestnoe-oborudovanie-dlya-proizvodstva-elektroenergii/> (accessed 15.06.2019).
- [20] Tokarev G.G. *Gazogeneratorynye avtomobili* [Gas generating cars]. Moscow: GNT publishing house of engineering literature, 1955, 207 p.
- [21] Podlesnaya T.A. *Razrabotka i issledovanie gazoturbinogo energopreobrazovatelya reaktora-gazifikatora tverdykh bytovykh i promyshlennykh otkhodov* [Development and research of a gas-turbine power converter of a reactor-gasifier for solid domestic and industrial waste]. Diss. Sci. (Tech.). 05.04.12. Moscow, 2008, 154 p.
- [22] *Obzor sovremennykh PTU maloy moshchnosti (do 1000 kVt)* [A review of modern low-power vocational schools (up to 1000 kW)]. St. Petersburg: NTTs MTT LLC, 2015. 41 p. URL: <http://nnhpe.spbstu.ru/wp-content/uploads/2015/02/Obzor-PTU-maloy-moshchnosti.pdf> (accessed 08.08.2019).

Authors' information

Kol'nichenko Georgiy Ivanovich — Dr. Sci. (Tech.), Professor of the BMSTU (Mytishchi branch), g_kolnic@mail.ru

Lavrchenko Valeriy Alekseevich — Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor of the BMSTU (Mytishchi branch), valavr1@yandex.ru

Tarlakov Yakov Viktorovich — Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor of the BMSTU (Mytishchi branch), tarlakov@mgul.ac.ru

Siroto Aleksandr Vladislavovich — Dr. Sci. (Tech.), Professor of the BMSTU (Mytishchi branch), siroto1953@gmail.com

Received 14.10.2019.

Accepted for publication 18.02.2020.