Российская возобновляемая энергетика. Достижения и перспективы

Развитие возобновляемой энергетики (ВЭ) – один из ведущих мировых трендов. В России развитие ВЭ осуществляется на основании Федерального закона № 35-ФЗ «Об электроэнергетике» (далее – Закон № 35-ФЗ), который благодаря внесению соответствующих поправок с 2007 года регламентирует сооружение ветроэлектростанций, солнечных электростанций, малых гидроэлектростанций и других видов ВЭ. Разберемся, чего удалось достичь к настоящему времени и какие аспекты остались без внимания.



Статистические данные развития возобновляемой энергетики

Генерация электроэнергии

В области электрогенерации в 2020 году, согласно данным Международного экспертного сообщества по возобновляемой энергетике REN21 (www.ren21.net) и Института экологических технологий AEE INTEC (www.aee-intec.at), наибольших результатов достигла гидроэнергетика: установленная мощность составила 1 170 ГВт, а годовая выработка – 4 370 ТВт•ч/год (рис. 1). Для ветроэнергетики эти значения составляют соответственно 743 ГВт и 1 743 ТВт•ч/год, для солнечной энергетики – 708 ГВт и 901 ТВт•ч/год. Выработка электрической энергии за счет биоэнергетики составила 602 ТВт•ч/год, а за счет геотермальных источников энергии с установленной мощностью 14 ГВт годовая выработка равнялась 94,7 ТВт•ч/год.

|  |
| --- |
| https://www.abok.ru/for_spec/articles/40/8115/ris1_s.jpg |
| Рис. 1Установленные мощности и выработка электрической энергии в мире на основе ВИЭ в 2020 г. |

Статистика установленных мощностей и выработанной электростанциями России электрической энергии в 2020 году представлена в отчетах функционирования Системного оператора Единой энергетической системы России (СО ЕЭС России, www.so-ups.ru). На 1 января 2021 года суммарная установленная мощность всех электростанций ЕЭС России составляла 245,3 ГВт (100 %), в том числе: гидроэлектростанций (ГЭС) – 50,00 ГВт (20,38 %); солнечных электростанций (СЭС) – 1,70 ГВт (0,70 %); ветроэлектростанций (ВЭС) – 1,03 ГВт (0,42 %).

Возобновляемая энергетика ЕЭС России, включая большую и малую гидроэнергетику, имела общую установленную мощность 52,73 ГВт, или 21,5 % от суммарной мощности всех электростанций страны. При общей выработке всеми электростанциями ЕЭС России за 2020 год 1 047 ТВт•ч (100 %) электрической энергии возобновляемой энергетикой было произведено 210,76 ТВт•ч (20,1 %), в том числе ГЭС – 207,4 ТВт•ч (98,4 %), СЭС – 1,98 ТВт•ч (0,9 %), ВЭС – 1,38•ТВт·ч (0,65 %) (рис. 2).

|  |
| --- |
| https://www.abok.ru/for_spec/articles/40/8115/ris2_s.jpg |
| Рис. 2 Установленные мощности и выработка электрической энергии в 2020 г возобновляемой энергетикой России по данным АО «СО ЕЭС» |

Генерация тепловой энергии

В области теплоснабжения, по данным тех же REN21 и AEE INTEC, в 2020 году наибольшим количеством тепловой энергии отличается теплогенерация на основе энергии биомассы – 4 323 ТВт•ч/год. Установленные мощности и выработка тепловой энергии солнечного теплоснабжения составили 501 ГВт и 407 ТВт•ч/год, геотермального теплоснабжения – 108 ГВт и 284 ТВт•ч/год (рис. 3).

|  |
| --- |
| https://www.abok.ru/for_spec/articles/40/8115/ris3_s.jpg |
| Рис. 3Установленные мощности и выработка тепловой энергии в мире на основе ВИЭ в 2020 г. |

Официальная статистика по установленной мощности теплоснабжения с использованием ВИЭ и выработанной ими тепловой энергии в 2020 году в России отсутствовала. В 2021 году изменился критерий значения мощности малых ГЭС. Распоряжением Правительства РФ от 1 июня 2021 года № 1446-Р максимальное значение их установленной мощности увеличено до 50 МВт.

Российский рынок возобновляемой энергетики

Современный российский рынок ВЭ начал формироваться с 2007 года: с момента внесения изменений в Закон № 35-ФЗ. В 2015 году постановлением Правительства РФ № 47 (далее – Постановление № 47) был определен действовавший до 2021 года порядок поддержки ВЭ на оптовом и розничном рынках электроэнергии, а также в территориально изолированных энергорайонах (план «ДПМ-ВИЭ-1,0»). Инвесторы на оптовом рынке определялись администратором торговой системы (АТС) на конкурсной основе по двум критериям:

капитальные затраты на 1 кВт установленной мощности и процент локализации производства оборудования;

коэффициент использования установленной мощности (КИУМ).

Правительство обязало региональные сетевые компании закупать электроэнергию ВЭ для компенсации до 5 % прогнозируемых потерь в электрических сетях. С победителями конкурса заключались договоры с гарантией рентабельности 12 % и с выгодными тарифами на вырабатываемую энергию.

В 2021 году Распоряжением Правительства РФ от 1 июня 2021 года № 1446-Р (далее – Распоряжение № 1446-Р) были внесены изменения в Закон № 35-ФЗ с утверждением нового плана – «ДПМ-ВИЭ-2,0». Его срок действия продлен до 2035 года, а мощность электрогенерации с использованием ветровой, солнечной и малой гидравлической энергии возросла до 12 ГВт. Новым критерием стал показатель эффективности электростанции (одноставочной цены) вместо ранее действовавших удельных капвложений на 1 кВт мощности. Требования ДПМ-ВИЭ-2,0 предусматривают также возможность изменения установленной мощности, ужесточение требований по изменению местонахождения [1].

На розничном рынке электрической энергии для регулирования возобновляемой энергетики согласно постановлению Правительства РФ № 1298 отбор проектов ВЭ для схем и программ развития электроэнергетики регионов (СИПР) производится по плановой стоимости 1 МВт•ч (одноставочному тарифу). Сетевые компании обязаны заключать договоры купли-продажи электроэнергии с инвестором ВЭ, включенным в СИПР, до ввода электростанции в эксплуатацию.

Для территориально удаленных 23 энергорайонов в 2020 году Минэнерго России разработало план модернизации неэффективных электростанций с общей установленной мощностью 791 МВт, большая часть (70 %) которых находится в Якутии, Камчатском и Красноярском краях, Ямало-Ненецком АО.

АНО «Агентство Дальнего Востока по привлечению инвестиций и поддержке экспорта» разработало концепцию по привлечению частных инвестиций в развитие распределенной энергетики на изолированных и труднодоступных территориях. ПАО «РусГидро» в 2020 году провело конкурс по развитию распределенной энергетики в Якутии на основе энергосервисных контрактов. Его победителем стало ООО «Комплексные энергетические решения». Договор с ним предусматривает строительство шести солнечно-дизельных электростанций общей мощностью 2,3 МВт.

В сентябре 2021 года наблюдательный совет ассоциации «НПП Совет рынка» одобрил разработку системы добровольного использования в России различных видов зеленых инструментов для подтверждения производимой электроэнергии на основе ВИЭ взамен двухсторонних договоров и сертификатов международной системы I-REC. С 2018 года в России уже заключались свободные двухсторонние договоры. В 2021 году они были подписаны с компаниями в Тульской области ООО «Проктер энд Гембл» и ПАО «ОХК «Щекиноазот». Потенциальный рынок таких сертификатов оценивается в 224 млн МВт•ч в год.

Перспективы рынка ВЭ в микроэлектрогенерации в ближайшие пять лет оцениваются в 150–200 МВт•ч в год. Установка микрогенерации, в том числе ВЭ у частных и юридических лиц с возможностью продажи излишков электроэнергии в электросети, регулируется федеральным законом № 471, механизм реализации которого регламентирован постановлением № 299.

Солнечная энергетика

Солнечная энергетика в России развивается по двум основным направлениям: электроэнергетика с прямым преобразованием солнечного излучения в электрическую энергию (фотоэнергетика) и солнечное теплоснабжение.

Солнечное электроснабжение

Фотоэнергетика в основном представлена сетевыми СЭС, автономными и солнечно-дизельными СЭС. В настоящее время лидером возобновляемой энергетики России является сетевая фотоэнергетика, обзор развития которой представлен в [2]. На 1 января 2021 года установленная электрическая мощность сетевых СЭС составляла 1 700 МВт, а за 2020 год ими было выработано 1 980 ГВт•ч (см. www.so-ups.ru).

Основные инвесторы сооружения сетевых СЭС – ГК «Хевел» (743 МВт), ООО «Солар Системс» (365 МВт), ПАО «Т-Плюс» (190 МВт).

Основное производство фотоэлектрических модулей (ФЭМ) ГК «Хевел» организовано в Чувашии (Новочебоксарск). В 2020 году этот инвестор построил СЭС общей мощностью 189 МВт, в том числе в Калмыкии – Малодербетовскую СЭС (45 МВт), третью очередь Яшкульской СЭС (25 МВт), в Саратовской области – Дергачевскую СЭС (25 МВт), в Бурятии – Торейскую СЭС (45 МВт), в Омской области – Нововаршавскую СЭС (30 МВт). В 2021 году введена в эксплуатацию вторая очередь СЭС «Лукойл – Волгоград нефтепереработка» (20 МВт).

Второй по объемам строительства СЭС инвестор в России – ООО «Солар Системс», производство ФЭМ которого расположено в Московской области (Подольск). В 2020 году этой организацией были введены в эксплуатацию СЭС общей мощностью 105 МВт, в том числе в Волгоградской области – СЭС «Светлая» (25 МВт), СЭС «Лучистая» (25 МВт), СЭС «Астерион» (15 МВт); в Башкирии – Стерлибашевская СЭС (25 МВт); в Ставропольском крае – шестая очередь Старомарьевской СЭС (15 МВт), СЭС «Медведица» (25 МВт).

На третьем месте среди инвесторов ПАО «Т-Плюс». В 2020 году оно ввело в эксплуатацию в Оренбургской области СЭС «Сатурн» (30 МВт) с двухсторонними фотоэлектрическими модулями.

В России разработкой фотоэлектрических модулей (ФЭМ) в основном занимается Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе (Санкт-Петербург). В [3] представлен обстоятельный обзор, в том числе отечественных научных школ и производств ФЭМ. Исследованием совместной работы СЭС и энергосистем занимается Институт системных энергетических исследований РАН [4].

В России также развита космическая солнечная энергетика, имеющая свою специфику. Научные разработки и изготовление ФЭМ для космической энергетики ведут НПО «Квант» (Москва) и ПАО «Сатурн» (Краснодар) в сотрудничестве с ФТИ.

Солнечное теплоснабжение

В современной России в отличие от советского периода солнечное теплоснабжение практически не развивается [5]. Установленная мощность гелиоустановок в 2020 году оценивалась в 70 МВт [6].

Исследовательскую деятельность ведет Объединенный институт высоких температур (ОИВТ) РАН [7], лаборатория ВИЭ МГУ им. Ломоносова [8], Кубанский государственный аграрный университет [9]. Проектирование гелиоустановок в основном осуществляют ООО «Энерготехнологии-Сервис» (Краснодар) и ООО «Новый Полюс» (Москва). Последнее производит солнечные коллекторы (СК) по полному технологическому циклу, в том числе абсорберы. Компания также занимается монтажом гелиоустановок. В номенклатуру этого производства входят жидкостные плоские и трубчатые вакуумные; воздушные и комбинированные СК. Второй российский производитель, АО «ВПК «НПО Машинострения», в 2020–2021 годах производил сборку жидкостных плоских СК «Сокол-Эффект» из импортных комплектующих с медными и алюминиевыми абсорберами.

Ветроэнергетика

В России развитие получили преимущественно сетевые ВЭС. В небольшом количестве сооружаются ветродизельные станции (ВДС) и малые ветроэлектрические установки (ВЭУ) единичной мощностью до 50 кВт. На начало 2021 года, по данным СО ЕЭС России, суммарная установленная мощность сетевых ВЭС составляла 1 030 МВт (рис. 4), а выработка электрической энергии за 2020 год – 1,38 ТВт•ч. Три основных инвестора на рынке ветроэнергетики – Фонд развития ветроэнергетики (ФРВ), АО «НовоВинд», партнерство ПАО «ЭНЕЛ-РУС».

ФРВ взял за основу редукторную схему ВЭУ датской фирмы Vestas и с 2019 года развернул производство гондол в Нижнем Новгороде, лопастей – в Ульяновске, башен – в Таганроге. На 1 января 2021 года ФРВ построил ВЭС общей мощностью 599 МВт. В 2020 году в Ростовской области им были построены Каменская (100 МВт), Сулинская (100 МВт), Гуковская (100 МВт), первая очередь Казачьей ВЭС (50 МВт); в Калмыкии – Салынская (100 МВт) и Целинская ВЭС (100 МВт). В 2021 году велось строительство ВЭС в Волгоградской и Астраханской областях общей мощностью 445 МВт. До 2024 года ФРВ планирует строительство ВЭС суммарной мощностью 1 800 МВт.

Вторая по объемам сооружения ВЭС компания АО «НовоВинд», утвержденная ГК «Росатом», использует базовую безредукторную конструкцию датской фирмы Lageway. Компания с 2020 года организовала производство генераторов, гондол, ступиц, обтекателей на заводе «Атоммаш» в Волгодонске, а башен – на заводе «Ветростройдеталь» в том же городе. В 2020 году АО «НовоВинд» построило Адыгейскую ВЭС мощностью 150 МВт, а в 2021 году – самую мощную на 1 октября 2021 года российскую ВЭС – Кочубеевскую в Ставропольском крае мощностью 201 МВт. До 2024 года АО «НовоВинд» планирует сооружение ВЭС суммарной мощностью 1 000 МВт.

Третье место по объемам строительства ВЭС занимает партнерство ПАО «ЭНЕЛ-РУС» и фирмы «Siemens Gamesa», которое взяло за основу редукторную схему ВЭС фирмы «Siemens Gamesa» и в 2019 году организовало сборочное производство в Санкт-Петербурге. На начало 2021 года партнерство построило ВЭС общей мощностью 90 МВт, а до 2024 года планирует сооружение ВЭС общей мощностью 300 МВт.

В северных и труднодоступных районах в составе изолированных энергосистем работают ветродизельные станции (ВДС) [10]. В Камчатском крае на острове Беринга с 1996 года эксплуатируется Никольская ВДС мощностью 550 кВт, на Камчатке работает Усть-Камчатская ВДС мощностью 1 175 кВт и, с 2013 года, Октябрьская мощностью 3 300 кВт. На курильском острове Кунашир с 2015 года успешно эксплуатируется Новиковская ВДС мощностью 450 кВт. В Якутии, в пос. Тикси, в 2018 году построена ВДС мощностью 900 кВт.

Всего в изолированных энергосистемах работают сотни малых ВЭУ отечественного и зарубежного производства единичной мощностью менее 50 кВт. В России единичные экземпляры ВЭУ разрабатывают и выпускают около десятка частных фирм. Особенности конструкции таких установок описаны в [11].

В России выполнены многочисленные исследования ветроэнергетического потенциала страны. Вопросами создания сетевых ВЭС занимается, например, доктор технических наук В. Н. Николаев [12], разработкой арктических ВЭУ – доктор технических наук В. В. Елистратов [13], разработкой малых ВЭУ – кандидат технических наук С. В. Грибков [11], исследование эксплуатации ВЭС и ВДС в составе энергосистем выполняет доктор технических наук П. В. Илюшин [4].

Малая гидроэнергетика

В 2021 году максимальная установленная мощность малых гидроэлектростанций (МГЭС) увеличена до 50 МВт (Распоряжение № 1446-Р). По данным [14] и Отчета о функционировании ЕЭС России (www. so-ups.ru), с учетом вышеуказанного критерия суммарная установленная мощность МГЭС в России в 2020 году составила 1 182 МВт. В 2021 году велось строительство четырех МГЭС общей мощностью 70 МВт: Красногорские № 1, 2 в Карачаево-Черкесии, «Псыгансу» в Кабардино-Балкарии, Башенная в Чечне.

В тройку лидеров-инвесторов в 2021 году вошли ПАО «РусГидро» (100 МВт), АО «Норд Гидро» (49 МВт), ООО «Южэнергострой» (24 МВт). Проектирование и строительство МГЭС в основном выполняют ПАО «РусГидро» (Москва) и ООО «ИНСЭТ» (Санкт-Петербург). Последняя с 1993 по 2020 год изготовила оборудование и построила 92 МГЭС общей мощностью 23 МВт, а в 2021 году ею были разработаны технико-экономическое обоснование МГЭС мощностью 2 МВт на острове Парамушир (Курилы), три проекта МГЭС, введены в эксплуатацию восемь МГЭС.

Геотермальная энергетика

В современной России геотермальная энергетика представлена электрогенерацией, теплоснабжением на основе глубоких (более 400 м) скважин и теплоснабжением с использованием поверхностных геотермальных ресурсов. Петрогеотермальная энергетика с использованием тепла сухих горных пород в России не получила распространение.

Для геотермальной энергетики необходимы высокотемпературные пароводяные месторождения, которые в России на доступных для эксплуатации глубинах имеются только на Камчатке и Курильских островах. Там в настоящее время разведаны четыре пароводяных месторождения с утвержденными запасами 40,7 тыс. м3/сут.

Исследованием геотермальных месторождений этого региона занимается в основном Институт вулканологии и сейсмологии ДНЦ РАН (Петропавловск-Камчатский). В [15] дана оценка геотермальных ресурсов, в том числе пароводяных месторождений Камчатки. Исследованием пароводяных геотермальных месторождений и скважин занимается доктор технических наук А. Н. Шулюпин в Институте горного дела ДВО РАН (Хабаровск). Добычу геотермального пароводяного теплоносителя в основном производит на Паужетском месторождении – АО «Тепло Земли» (пос. Елизово Камчатского края) и на Мутновском – филиал «Возобновляемая энергетика» ПАО «Камчатскэнерго» (Петропавловск-Камчатский). В 2020 году в России было добыто 13 млн т геотермального пара.

В 2021 году в России эксплуатировалось четыре геотермальные электростанции (ГеоЭС) общей установленной мощностью 84 МВт, самая мощная из них – Мутновская ГеоЭС (50 МВт) на Камчатке.

На российских ГеоЭС в основном применяется прямой энергоцикл с непосредственной подачей геотермального пара в турбины. По итогам 2020 года суммарная выработка электрической энергии всеми ГеоЭС РФ составила 427 ГВт•ч. На Паужетской ГеоЭС построен, но пока не введен в эксплуатацию бинарный энергоблок мощностью 2,5 МВт. Исследованием геотермальной энергетики в основном занимается ООО «Геотерм-М» (Москва) – разработчик технологии и проектов Мутновской, Верхне-Мутновской ГеоЭС, Паужетского бинарного энергоблока [16] и Институт вулканологии и сейсмологии. Сопровождение эксплуатации оборудования ГеоЭС ведет его изготовитель – Калужский турбинный завод.

Высокотемпературное геотермальное теплоснабжение

В таких системах теплоснабжения, как правило, применяется теплоноситель с температурами более 70 °С. На Камчатке, в Дагестане и Адыгее, в Краснодарском и Ставропольском краях в общей сложности разведано 62 высокотемпературных геотермальных месторождений с запасами 268 тыс. м3/сут. Эти месторождения были найдены и разбурены еще в советское время.

В наши дни разведку новых месторождений ведет на Камчатке АО «Тепло Земли». Исследования водяных геотермальных месторождений выполняют АО «Тепло Земли» (Камчатка, Курилы), Институт проблем геотермии и возобновляемой энергетики (ИПГ и ВЭ) – филиал ИВТАН РАН (Махачкала). Владеют лицензиями на разработку и эксплуатацию месторождений: на Камчатке – АО «Тепло Земли», в Дагестане – ООО «Геоэкопром» (Махачкала), в Краснодарском, Ставропольском краях и в Адыгее – АО «Нефтегазгеотерм» (пос. Мостовской Краснодарского края). В 2020 году из 161 скважины этих месторождений было добыто 35 млн м3. Способ добычи – фонтанный.

В 2020 году в России эксплуатировались геотермальные системы теплоснабжения с общей установленной тепловой мощностью 110 МВт, реализацией тепловой энергии 280 МВт•ч/год. В этих системах работали 20 термораспределительных станций (ТРС), а общая протяженность тепловых сетей составила 280 км. ТРС выполнены в основном по одноконтурной схеме. Исследованиями, разработкой и сопровождением эксплуатации геотермальных систем теплоснабжения в основном занимаются ООО «Геотерм-М» и ООО «Энерготехнологии-Сервис» (Краснодар).

Геотермальное теплоснабжение с тепловыми насосами

Поверхностные геотермальные ресурсы нашей страны с глубиной скважин до 400 м и с температурами до 50 °С были исследованы в России во второй половине XX века доктором геолого-минералогических наук Ю. Д. Дядькиным и доктором технических наук Э. И. Богуславским. В [17] приведены обзорные карты территории страны и распределение температур на глубинах от 40 до 200 м, также представлена методика определения количества тепловой энергии, поступающей к скважинам поверхностной геотермии.

В [18] доктором технических наук Г.  П. Васильевым изложен метод математического моделирования тепловых режимов неглубоких скважин. В [19] дается анализ технологий геотермального теплоснабжения в России. Относительно низкие температуры грунтов на глубинах до 400 м обуславливают необходимость применения тепловых насосов.

В условиях отсутствия государственной поддержки в настоящее время в России не существует рынка геотермальных тепловых насосов. Их установкой и сооружением скважин занимается около 50 частных предприятий, а статистика их эксплуатации отсутствует. Ассоциация «Зеленый киловатт» в [20] представила перечень объектов с успешно работающими геотермальными теплонасосными системами. В 2021 году фирма «Термекс» (Ленинградская область, Тосно) приступила к производству геотермальных тепловых насосов мощностью до 56 кВт.

Биоэнергетика

Закон № 35-ФЗ предусматривает использование ВИЭ, в том числе биомассы, к которой относятся специально выращенные для получения энергии растения, включая деревья, а также отходы производства и потребления, за исключением отходов, полученных в процессе использования углеводородного сырья и топлива; биогаз; газ, выделяемый отходами производства и потребления на свалках таких отходов; газ, образующийся на угольных шахтах.

В Минэнерго России с 2001 по 2010 год доктором технических наук П. П. Безруких на основе отчетности Росстата (форма № 6ТП) велась работа по обобщению опыта, в том числе электро- и теплогенерации на основе сжигания биомассы. В 2002 году в России работали 24 электростанции с совместным использованием биомассы и ископаемого топлива суммарной установленной мощностью 1 367 МВт, причем из них 607 МВт работали на биомассе с выработкой 2 426 млн кВт•ч/год электрической и 12,4 млн МВт•ч/год тепловой энергии.

В новом плане развития возобновляемой энергетики до 2035 года (ДПМ ВИЭ 2,0, Распоряжение № 1446-Р) не установлены задания по генерации электроэнергии на основе биомассы. По результатам 2020 года ассоциация «НП Совет рынка» (www.np-sp.ru) привела данные выработки электроэнергии на БиоЭС – 65,2 ГВт•ч/год, в том числе на основе биомассы и ее отходов – 39,03 ГВт•ч/год; биогаза – 25,06 ГВт•ч/год; свалочного газа – 1,15 ГВт•ч/год. По установленной мощности БиоЭС обобщенные данные в настоящее время отсутствуют.

В перечне квалифицированных объектов Минэнерго России, работающих на основе биомассы и отходов, на 1 октября 2021 года была указана только мини-ТЭЦ «Белый Ручей» (Вологодской область), сжигающая отходы древесины, установленной электрической мощностью 6 МВт и тепловой – 49 МВт. Однако с 2009 года в Ростовской области (Морозовск и Миллерово) работают две мини-ТЭЦ мощностью по 6 МВт, сжигающие лузгу подсолнечника. В указанном перечне Минэнерго России приведены данные только по двум БиоЭС со сжиганием биогаза. Работающая с 2012 года биогазовая станция (БГС) «Байцуры» мощностью 1 МВт эксплуатируется в с. Грузкое Белгородской области. Там же в Лучковском сельском поселении работают две БГС мощностью 3,6 МВт. В числе квалифицированных объектов также БиоЭС на свалочном газе полигона ТБО в пос. Новый Свет (Ленинградская обл.).

Для теплоснабжения в России используются в основном следующие виды биомассы: дрова, отходы древесины и сельскохозяйственного производства. Согласно Стратегии развития лесного комплекса, в 2019 году в стране было заготовлено 14 млн плотных кубометров дров, что эквивалентно 29 тыс. ГВт•ч/год тепловой энергии. Из общего количества отходов лесозаготовки (23 млн т) и деревопереработки (20 млн т) для использования в теплоснабжении актуальны топливная щепа, топливные брикеты и пеллеты (топливные гранулы) [21].

Топливная щепа в России пока не получила широкого применения. Производством топливных брикетов в 2019 году в России занимались 280 предприятий с годовым объемом производства 450 тыс. т при внутреннем потреблении 230 тыс. т [22], что эквивалентно 748 ГВт•ч/год. Пеллеты (топливные гранулы) в 2019 году в России производились на 300 заводах в объеме 1,9 млн т (в 2020 году – 2,2 млн т [23]) при внутреннем потреблении не более 5 %. Общее годовое количество тепловой энергии пеллет оценивается в 88 ГВт•ч/год. Таким образом, суммарное количество тепловой энергии при сжигании дров, топливных брикетов и пеллет в 2019 году составило 29 836 ГВт•ч/год, где доля дров – 97 %.

Крупнейшие котельные на древесных отходах работают на заводах швейцарской фирмы Swiss Krono (пос. Ветлужный, Шарьинский р-н, Костромская обл.) мощностью 96 МВт и шведской фирмы IKEA (дер. Подберезье, Новгородская обл.) мощностью 85,5 МВт [24].

Наибольшее количество котельных на дровах и отходах эксплуатируются в Архангельской области: в 2019 году там было 650 котельных установленной мощностью 3 000 МВт (100 %), в том числе 420 на дровах общей мощностью 1 110 МВт (37 %), в которых ежегодно сжигалось 260 тыс. т топлива (данные www.infobio.ru). Там же в пос. Катунино (Приморский р-н) работает самая мощная в России пеллетная котельная мощностью 20 МВт.

Древесное топливо активно используется в Карелии, Вологодской, Ярославской, Костромской областях. В пос. Импилахти (Карелия) ООО «Сетлес» с 2007 года эксплуатирует котельную со сжиганием древесной коры мощностью 10 МВт с котлами финской компании «Wärtsilä». В Хабаровском крае из 400 муниципальных котельных на древесине работают 60 котельных (15 %) общей мощностью 107 МВт.

Технологии сжигания древесины

В России технологии сжигания дров и древесных отходов развивались с 1930-х годов в основном двумя научными центрами: ВТИ (Москва) и ЦКТИ им. Ползунова (Санкт-Петербург) [25]. Там были разработаны конструкции котлов с неподвижными и механическими колосниковыми шахтными топками и с факельным сжиганием измельченного топлива. В этих котлах основном применяются две технологии: прямого сжигания и пиролиза.

В 2021 году котлы на дровах, пеллетах, брикетах, древесных отходах производились десятком российских заводов. Например, во Владимирской области (Ковров) компания «Автоматик-Лес» выпускает котлы на опилках, щепе, коре и древесных отходах тепловой мощностью от 200 кВт до 10 МВт; пеллетные автоматизированные котлы мощностью от 15 до 250 кВт, самоочищающие пеллетные горелки.

Установленная мощность и выработка электрической и тепловой энергии на основе ВИЭ в России в 2020 году представлены на рисунках 4 и 5.

|  |
| --- |
| Установленные мощности и выработка электрической энергии в 2020 г в России на основе ВИЭ |
| Рис. 4. Установленные мощности и выработка электрической энергии в 2020 г в России на основе ВИЭ |

Перспективы развития

Подводя итог, можно резюмировать, что в России:

Рынок возобновляемой энергетики в области электрогенерации создан в основном мерами государственного стимулирования. Обновленный план «ДПМ-ВИЭ-2.0», как и предыдущий «ДПМ-ВИЭ-1.0», предусматривает развитие только СЭС, ВЭС и МГЭС. И это несмотря на то, что ГеоЭС, стоимость электроэнергии от которых вдвое ниже, чем у топливных ТЭС (Мутновская ГеоЭС, Камчатка), подтвердили свою эффективность и уже разведаны перспективные геотермальные месторождения, выполнены проекты новых ГеоЭС.

До сих пор не создан рынок теплоснабжения с использованием ВИЭ, не разработаны соответствующие меры господдержки. При значительных объемах сжигания древесины и ее отходов для получения тепловой энергии отсутствует программа развития этого направления. Созданное в России пеллетное производство ориентировано в основном на импорт, а цены на его продукцию неконкурентны в большинстве регионов страны. Национальные исследования по проблемам комплексного использования ВИЭ в народнохозяйственном комплексе практически не ведутся.

|  |
| --- |
| Установленные мощности и выработка тепловой энергии на основе ВИЭ в России в 2020 году |
| Рис. 5. Установленные мощности и выработка тепловой энергии на основе ВИЭ в России в 2020 году |

Литература

1. Информационный бюллетень АРВЭ. Рынок возобновляемой энергетики в России: текущий статус и перспективы развития. М.: АРВЭ, 2021.

2. Бутузов В. А. Фотоэнергетика в России // СОК. 2020. № 7. С. 46–54.

3. Попель О. С., Тарасенко А. Б. Современные тенденции развития фотоэлектрической энергетики (обзор) // Теплоэнергетика. 2021. № 10. С. 1–21.

4. Илюшин П. В. Перспективы применения и проблемные вопросы интеграции распределительных источников энергии в электрические сети. Монография. М.: НТФ «Энергопрогресс», 2020.

5. Бутузов В. А. Солнечное теплоснабжение. Опыт столетнего развития // Промышленная энергетика. 2020. № 4 С. 52–63.

6. Бутузов В. А. Эксплуатация российских гелиоустановок // Энергосбережение. 2021. № 1. С. 64–67.

7. Попель О. С., Фортов В. Е. Возобновляемая энергетика в современном мире. М.: Изд. дом МЭИ, 2015.

8. Дегтярев К. С. Экономика возобновляемой энергетики в мире и в России // СОК. 2017. № 9. С. 80–87.

9. Бутузов В. А., Бутузов В. В. Использование солнечной энергии для производства тепловой энергии. М.: Интеэнерго-Издат, 2015.

10. Бутузов В. А., Безруких П. П., Грибков С. В. Российская ветроэнергетика: научно-конструкторские школы, этапы развития, перспективы // СОК. 2021. № 5. С. 62–76.

11. Грибков С. В. Ветро-солнечно-дизельные комплексы электроснабжения малой мощности как основа развития ВИЭ в России. Потребители и перспективы развития как отрасли / Труды REENCOM 13–14 октября 2016 г. М., 2016.

12. Николаев В. Г. Перспективы развития возобновляемых источников энергии в России. Результаты проекта TACIS Europe Aid/11695/clsv/ru/ Николаев В. Г., Ганага С. В., Кудряшов Ю. И. / Под ред. В. Г. Николаева. М.: Атмограф, 2009.

13. Елистратов В. В. Возобновляемая энергетика. 3-е издание. СПб.: Изд. Политех. Университета, 2016.

14. Дворецкая М. И., Жданова А. П., Лушников О. Г., Слива И. В. Возобновляемая энергетика. Гидроэлектростанции России. Справочник. Под. общей ред. В. В. Берлина. СПб.: Изд. Политех. университета, 2018.

15. Кирюхин А. В., Сугробов В. М. Геотермальные ресурсы Камчатки и ближайшие перспективы их освоения // Вулканология и сейсмология. 2019. № 6. С. 50–65.

16. Геотермальная энергетика. Справочно-методические издания / Г. В. Томаров, А. И. Никольский, В. Н. Семенов, А. А. Шипков. М.: Интехэнерго-Издат, 2015.

17. Богуславский Э. И. Освоение тепловой энергии недр. М.: Спутник 2018.

18. Васильев Г. П. Теплохладоснабжение зданий и сооружений с использованием низкопотенциальной тепловой энергии поверхностных слоев Земли. М.: Печатный салон «Граница», 2006.

19. Бутузов В. А., Амерханов Р. А., Григораш О. В. Геотермальное теплоснабжение в России // Теплоэнергетика. 2020. № 3. С. 3–12.

20. Возобновляемая энергетика: примеры и практики реального использования. Под ред. Е. Г. Гашо и Р. Н. Разоренова. М.: Российская инженерная академия «Ассоциация «Зеленый киловатт», 2017.

21. Ракитова О. Каким быть топливу будущего? Конгресс и выставка «Биомасса: топливо и энергия» // Леспром. Журнал профессионалов ЛПК. 2020. № 3.

22. Талиби А., Забелин А. Топливные брикеты. Рынок расчет // Леспром. Журнал профессионалов ЛПК. 2019. № 7.

23. Никольская В. Инновационная поляница. Дрова – устаревший товар или современное топливо? // Леспром. Журнал профессионалов ЛПК. 2019. № 5.

24. Карасевич В. А. Перспективы использования ВИЭ для нужд теплоснабжения в регионах РФ // СОК. 2021. № 5. С. 56–58.

25. Рябов В. А., Питун Д. С. Водогрейные котлы для сжигания древесных отходов // Новости теплоснабжения. 2020. № 2. С. 21–24.

Источник: журнал «Энергосбережение» №4 2022