



ru.dreamstime.com

ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННОГО РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

О. М. Мамедов, канд. техн. наук, научный редактор реферативного журнала «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии», ВИНТИ РАН

Ключевые слова: ветроэнергетика, гелиоэнергетика, безуглеродная экономика, электромобили, накопители энергии

Сегодня в мире многими развитыми странами взят курс на развитие возобновляемой энергетики, результатом чего должны стать не только отказ от использования традиционных источников энергии, но и снижение вредных выбросов в атмосферу. Рассмотрим, как решаются вопросы внедрения возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в США – стране, которая по объему вредных выбросов занимает третье место после Китая и Индии (см. справку).

США первыми в мире разработали стратегию энергетической безопасности, в основу которой заложены четыре основных принципа¹: энергосбережение, институциональная поддержка, гибкая фискальная политика и максимальное использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ).

Следует обратить внимание на то, что главенствует здесь задача энергосбережения. Следствием этого стала

структурная перестройка экономики с позиций уменьшения энергопотребления в результате роста энергоэффективности. Это совместно с масштабным использованием ВИЭ способствует уменьшению зависимости от импорта углеводородного сырья, что, по сути, является политической задачей.

Решение США о выходе из Парижского соглашения не изменило отношение американского общества к про-

¹ Данные принципы были разработаны в начале 1970-х годов в ответ на разразившийся мировой энергетический кризис.

блеме охраны окружающей среды. Ежегодные собрания губернаторов штатов и мэров городов-миллионников подтвердили намерение продолжить политику широко-масштабного развития возобновляемой энергетики. На данном этапе это связано с гелио- и ветроэнергетикой.

ВИЭ в энергетических стандартах США

Практическим началом структурной перестройки энергохозяйства США можно считать 1997 год, когда органы управления штата Массачусетс разработали энергетические стандарты, где отводилась роль установкам возобновляемой энергетики.

В настоящее время энергетические стандарты приняты повсеместно по стране. В [1] обращается внимание на то, что не все виды возобновляемых источников энергии оказывают положительное воздействие на природу. Например, некоторые виды биомассы и гидроэнергия могут создать ряд проблем при их освоении.

На начальном этапе развития возобновляемой энергетики сдерживающим фактором была дороговизна производства энергии. По мере развития технологий, связанных с использованием новых конструкционных и композитных материалов, ростом научных исследований, происходила коммерциализация возобновляемой энергетики. В [2] показан эффект и рост масштабов использования солнечной и ветровой энергии, а также условий, способствующих этому.

Американское общество повсеместно поддерживает развитие возобновляемой энергетики: 9 из 10 граждан поддерживают развитие гелиоэнергетики, 8 из 10 – ветроэнергетику, а 20% отдают предпочтение электромобиям.

Развитие гелиоэнергетики

Интенсификация роста возобновляемой энергетики отмечается за прошедшее десятилетие, с 2008 по 2017 год, особенно в гелиоэнергетике. Доля выработки электроэнергии гелиоустановками в 2008 году составляла 0,05% от суммарного значения (они обеспечивали энергией 180 000 домохозяйств). В 2012 году количество домов, снабжаемых солнечной энергией, достигло 1 млн. В 2017 году гелиоэнергетика составила 2% от суммарного значения (7 млн домов; в конце I квартала 2018 года их число возросло до 10 млн [3]).

Начиная с 2008 года производство энергии за счет гелиоустановок возросло в 39 раз (с 2 000 до порядка 80 000 ГВт•ч в 2017 году). При этом в индивидуальных хозяйствах этот показатель увеличился в 21 раз, а в промышленном секторе в 57 раз.

Лидером в гелиоэнергетике стала Калифорния, где рост за десятилетие составил 21 раз (с 1 454 ГВт•ч в 2008 году до 32 279 ГВт•ч в 2017 году). На долю штата приходится 43% от всего роста гелиоэнергетики по стране. Стимулирует рост мощная поддержка населения и администрации штата, которая проявилась во внедрении программы «Миллион солнечных крыш».

Примеру Калифорнии в развитии гелиоэнергетики следуют и другие штаты: Аризона (увеличила производство солнечной энергии с 35 ГВт•ч в 2008 году до 6 498 ГВт•ч в 2017 году), Северная Каролина (рост с 7 до 5 783 ГВт•ч), Техас (рост с 7 до 2 814 ГВт•ч), Джорджия (рост с 1 до 2 364 ГВт•ч) и Юта (увеличение

СПРАВКА

Китай, Индия и США – страны, занимающие первые три места по объему вредных выбросов в мире.

Китай занимает первое место в мире по валовому показателю ввода мощности установок возобновляемой энергетики. Однако в структуре энергогенерации доля энергии, вырабатываемой установками на ископаемом топливе, по-прежнему значительна – свыше 70%. Масштабное внедрение возобновляемой энергетики имеет место на юге страны, в курортных зонах и в крупных городах, таких как Шанхай, при помощи создания умных зон, призванных уменьшить вредные выбросы и образование смога. Этому же способствует активное внедрение электромобилей: в стране в 2017 году их продано свыше 300 000 единиц.

В Индии, где преобладает сельское население, акцент в развитии возобновляемой энергетики делается на энергоснабжение удаленных коммун на базе гелиоэнергетики. Доля выработки энергии на ископаемом топливе в стране составляет свыше 80%.

США стоит особняком – страна первой в мире разработала стратегию энергетической безопасности.



с 0 до 2 262 ГВт•ч). Отмечая рост выработки энергии в гелиоэнергетике, следует подчеркнуть, что имело место изменение политики ряда штатов в части финансовой поддержки домовладельцев и мелкого бизнеса по установке солнечных панелей на крышах.

Развитие ветроэнергетики

За рассматриваемый период с 2008 по 2017 год объем выработки энергии ветрогенераторами в США возрос с 50 000 до 250 000 ГВт•ч. Доля ветроэнергетики в суммарном производстве энергии повысилась с 1,5 % в 2008 году до 6,9 % в 2017 году, что позволило увеличить количество домов, снабжаемых энергией ветра, соответственно с 3 до 24 млн. Эксплуатация 50 000 ветрогенераторов в стране обеспечила пятикратное увеличение выработки энергии. Этому способствовало развитие офшорной ветроэнергетики на атлантическом побережье страны. Планируется ввод еще 14,5 ГВт мощности, что позволит обеспечить энергией 5 млн домов.

Первую десятку штатов по объему выработки энергии ветрогенераторами возглавляет Техас: с 2008 по 2017 год генерация выросла с 16 225 до 67 092 ГВт•ч. Далее идут Оклахома (рост с 2 358 до 24 404 ГВт•ч) и Калифорния (рост с 5 385 до 13 971 ГВт•ч). По темпам роста выработки энергии ветрогенераторами лидирует штат Небраска: увеличение с 214 до 5 237 ГВт•ч, то есть в 24,5 раза.

Формирование безуглеродной экономики

Отличительной особенностью развития возобновляемой энергетики в США является то, что при росте доли ВИЭ в суммарном производстве энергии собственно величина энергопотребления снижается. Это является следствием основополагающего принципа энергетической

безопасности, где на первое место выдвигается повышение энергоэффективности экономики страны, которая совместно с возобновляемой энергетикой формирует безуглеродную экономику.

Повышение энергоэффективности экономики

Если в период с 1950 по 2008 год энергопотребление страны утроилось, то с 2008 по 2017 год оно снизилось на 1,1 %, причем в условиях роста численности населения и экономики. Сегодня страна потребляет энергии меньше, чем в 2000 году, несмотря на прирост населения 44 млн человек. Удельное энергопотребление ВВП за прошедшее десятилетие снизилось на 14 % при абсолютном росте ВВП на 15 %, а энергопотребление на душу населения снизилось на 7,7 % [4].

Повышению энергоэффективности способствуют стандарты для новых автомобилей, которые обеспечивают снижение расхода топлива с 21 мили на 1 галлон в 2008 году до 25,2 мили в 2017 году – на 20 %. Экономии энергии также способствовал акт от 2007 года, где в части освещения отмечается необходимость масштабного внедрения светодиодных устройств, число которых в 2016 году составило 874 млн ед., что позволило сэкономить энергию, достаточную для энергоснабжения 5,2 млн домов. В области строительства жилых и коммерческих зданий, на которые приходится 40 % от суммарного энергопотребления, энергоэффективность позволяет обеспечить энергией дополнительно 12 млн домов.

Электрификация транспорта

Одним из условий формирования безуглеродной экономики является электрификация транспорта, которая формирует новую парадигму энергопотребления. Это, соответственно, сказывается на структуре мощности энергосистемы, обеспечивая приоритет установкам возобновляемой

энергетики. За период с 2008 по 2017 год в США продано 395 000 электромобилей (104 000 только в 2017 году). На рынке присутствуют свыше 20 моделей, от экономкласса до ультрабыстрых суперкаров класса люкс. Особенности эксплуатации электромобиля рассмотрены в [6].

Рынок электромобилей сформировался с 2011 года. В 2013 году было продано 50 000 единиц, этот показатель более чем удвоился в 2017 году. В области использования электромобилей лидером является Калифорния, где было продано до половины всех электромобилей в стране – 182 805 машин. Она же возглавляет список штатов по наличию станций и установок заряда аккумуляторов, необходимых для обеспечения массового внедрения электромобилей: на апрель 2018 года здесь было 4 320 станций зарядки аккумуляторов из 17 000 по стране. Помимо стационарных станций зарядки вдоль магистральных дорог существуют множество частных установок зарядки в гаражах и на стоянках в соответствии с положением о сооружении зарядных устройств в подземных стоянках вновь вводимых зданий. Время зарядки зависит от подводимой мощности: чем выше мощность, тем меньше время зарядки. Альтернативой могут служить роботизированные центры по замене блока аккумуляторов. Первый подобный центр был создан фирмой Tesla в Калифорнии в 2013 году [7].

Увеличение доли ВИЭ

Повышению доли возобновляемой энергетики в составе энергосистемы способствует наличие накопителей энергии, которые снижают влияние волатильности при производстве энергии ВИЭ, повышая надежность



энергоснабжения за счет отдачи энергии потребителю в период снижения выработки из-за плохих климатических условий или технологических аварий. Существуют различные типы накопителей энергии. Наиболее распространенными являются литий-ионные. Мощность накопителей определяется выполняемыми задачами. В энергосистеме для предотвращения аварийной ситуации, приводящей к срыву энергоснабжения массы потребителей, мощность накопителей энергии составляет до 100 МВт, в домохозяйствах накопители до 10 кВт при перебоях подачи энергии обеспечивают энергоснабжение до нескольких часов.

Наличие накопителей энергии является технологической необходимостью при масштабном развитии возобновляемой энергетики. Примером тому может служить рост мощности накопителей энергии в США с 2008 по 2017 год с 42 до 708 МВт. Эксперты прогнозируют рост мощности накопителей энергии до 1,7 ГВт в 2020 году. Калифорния, где в 2008 году отсутствовали накопители энергии в составе энергосистемы с присоединенными установками возобновляемой энергетики, сегодня опережает другие штаты в данном направлении и имеет накопители общей мощностью 161,5 МВт.

Активным сторонником использования ВИЭ являются вооруженные силы, особенно ВМФ. Для снабжения энергией баз и объектов, включая жилье и служебные здания, госпитали, центры обучения и полевые лагеря, сооружаются автономные умные энергосистемы на базе ВИЭ. На долю вооруженных сил приходится треть вводимых автономных энергосистем, вытесняющих тысячи дизель-энергетических установок. Мощность автономных систем к 2020 году составит 4,3 ГВт [5].

Активное развитие возобновляемой энергетики за прошедшее десятилетие привело к тому, что ее доля в суммарном энергопотреблении США достигла 20%. Десятку лидеров в этой области возглавляет Северная Дакота, где в 2017 году на долю ВИЭ приходилось 58% от суммарного энергопотребления. В Айове это 43%, в Оклахоме – 41%. Замыкают десятку лидеров Мэн – 20% и Гавайи – 19%.

Согласно данным Национальной лаборатории возобновляемой энергетики, страна в состоянии полностью обеспечить себя энергией за счет ветро- и гелиоэнергетических установок: технический потенциал ветроэнергетики превышает потребность в энергии в 10 раз, а гелиоэнергетики – в 100 раз. При условии ежегодного роста возобновляемой энергетики на 14% страна сможет к 2035 году полностью обеспечить потребителей энергией от установок возобновляемой энергетики.

Улучшение технико-экономических характеристик установок ВИЭ

Ускорение развития и внедрения ВИЭ связано с улучшением технико-экономических характеристик установок возобновляемой энергетики.

Ветроэнергетика

В ветроэнергетике продолжается рост единичной мощности установок. Так, у материковых ветрогенераторов за период с 2005 по 2015 год средняя мощность установки возросла с 1,4 до 2,0 МВт. Это сопровождается увеличением высоты опоры с 73 до 83 м и длины лопасти с 73 до 102 м. Согласно оценкам экспертов, к 2030 году высота опоры материковых ветрогенераторов составит 115 м, длина лопасти – 135 м, а мощность установки – 3,25 МВт.

Для офшорных ветрогенераторов с наиболее благоприятными условиями использования энергии ветра эксплуатируются установки мощностью 8–10 МВт, и рассматривается возможность дальнейшего увеличения их единичной мощности. Для этой цели создана рабочая группа, которая приступила к проектированию ветрогенератора мощностью 50 МВт, где за основу принят принцип пальмового листа, который в случае урагана складывается по направлению ветра [8].

Солнечная энергетика

В гелиоэнергетике расширение масштабов внедрения связано с повышением эффективности солнечных панелей за счет использования наночастиц. Последние повышают технические характеристики установок за счет снижения потерь и расширения спектра используемого солнечного потока. С 2008 по 2016 год эффективность солнечных панелей, устанавливаемых на крышах домов, увеличилась на 25%. Повышению эффективности способствует внедрение компьютерных систем слежения и управления работой гелиоэнергетической установки.

Совершенствование технологий и повышение эффективности установок способствуют снижению стоимости производства энергии. С 2008 по 2017 год расчетные затраты на производство энергии ветро- и гелиоэнергетическими установками снизились соответственно на 67 и 86%. Удельные затраты на накопители энергии снизились на 80% по сравнению с 2010 годом и составили 209 долл. США за 1 кВт•ч в 2017 году. Это способствует снижению стоимости электромобиля и зарядных устройств.

Снижение стоимости энергии, произведенной установками возобновляемой энергетики, повышает конкурентоспособность ВИЭ. Согласно данным Национальной



лаборатории возобновляемой энергетики, стоимость вырабатываемой ветрогенераторами энергии к 2030 году снизится на 30%, а солнечными установками – на 36%, что станет дешевле генерации энергии на угольных ТЭС.

Анализ тенденций современного развития возобновляемой энергетики показал, что для дальнейшего расширения масштаба развития приоритетным должно оставаться энергосбережение. Для этого необходимо внедрение новых стандартов энергопотребления и расширение условий повсеместного использования возобновляемой энергии во всех звеньях экономики страны.

Литература

1. Christopher Field. Intergovernmental Panel on Climate Change, Summary for Policymakers: Climate Change 2014. / Cambridge University Press, 2014.
2. Gideon Weissman, Rob Sargent, Bret Fanshaw. Renewables on the Rise. A decade of progress toward a clean energy future. / Environment America Research & Policy Center. July, 2018.
3. U.S. Energy Information Administration, April 2018. / Monthly Energy Review.
4. Julia Pyper. No longer a Novelty, Clean Energy Technologies Boom All Across USA. / gtm: Newsletter 20.07.2018.
5. Jeff St. John. Building the Military Grade Microgrid. / gtm: Newsletter 08.09.2016.
6. Мамедов О. М. Влияние электромобилей на энергохозяйство мегаполиса // Энергосбережение. 2017. № 4.
7. Ben Caddy. A better place Clone, or a new way to charge electric cars. / gtm: Newsletter 10.08.2018.
8. Мамедов О. М. Синергетический эффект ветроэнергетики // Энергосбережение. 2018. № 4. ■