

УДК 620.92

Хондошко Юлия Владимировна

Амурский государственный университет

г. Благовещенск, Россия

E-mail: amur-ka_847@mail.ru

Музыченко Валерий Евгеньевич

Амурский государственный университет

г. Благовещенск, Россия

E-mail: amur-ka_847@mail.ru

Золотов Никита Валентинович

Амурский государственный университет

г. Благовещенск, Россия

E-mail: amur-ka_847@mail.ru

Yu.V. Khondoshko

Amur State University

Blagoveschensk, Russia

E-mail: amur-ka_847@mail.ru

V.E. Muzychenko

Amur State University

Blagoveschensk, Russia

E-mail: amur-ka_847@mail.ru

N.V. Zolotov

Amur State University

Blagoveschensk, Russia

E-mail: amur-ka_847@mail.ru

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

MODERN WAYS OF OBTAINING ELECTRIC ENERGY

Аннотация. В статье рассмотрены современные способы получения электрической энергии. Особый интерес представляет возможность преобразования энергии космических частиц невидимого спектра излучения в электрическую энергию.

Abstract. The article discusses modern methods of obtaining electrical energy, of particular interest is the possibility of converting the energy of cosmic particles of the invisible radiation spectrum into electrical energy.

Ключевые слова: тепловая электростанция, гидроэлектростанция, атомная электростанция, энергия морских волн, космические частицы невидимого спектра.

Key words: thermal power plant, hydroelectric power plant, nuclear power plant, sea wave energy, invisible spectrum cosmic particles.

DOI: 10.22250/20730268_2022_97_74

Среди основных видов генерации электроэнергии специалисты выделяют тепловую, ядерную, гидроэнергетику и альтернативные виды электроэнергетики.

В случае тепловой генерации электрическую энергию получают в результате сгорания различных видов органического топлива. Таким способом электроэнергию добывают на тепловых электростанциях (ТЭС).

Ядерная энергетика представлена атомными электростанциями (АЭС). Зачастую ядерную энергетику воспринимают как подвид тепловой электроэнергетики. Это обусловлено тем, что принцип выработки на атомной электростанции фактически такой же, как и на тепловой.

Следующий способ генерации электроэнергии – гидроэнергетика. Весь процесс проходит соответственно на гидроэлектростанциях (ГЭС). Здесь для получения электрической энергии используется кинетическая энергия водного потока.

Однако в последнее десятилетие все большую популярность в России набирает альтернативная энергетика. Как видно из ее названия, она включает различные нетрадиционные, или альтернативные, источники электрической энергии. Многие из них разрабатывались с целью экономии природных ресурсов планеты или для того, чтобы снизить вред от выработки электрической энергии для окружающей среды. Так, в ветроэнергетике электрическую энергию добывают из кинетической энергии ветра, в гелиоэнергетике получают из энергии солнечных лучей. В геотермальной энергетике для выработки электрической энергии используется тепло Земли. Среди альтернативных видов получения электрической энергии стоит отметить еще получение энергии с помощью преобразования энергии волн, градиента температуры океанических течений, за счет космических частиц невидимого спектра и др.

Производство электроэнергии является отдельной отраслью промышленности. В настоящее время наибольшую долю электроэнергии производят на трех видах электростанций: ТЭС (теплоэлектростанция); ГЭС (гидроэлектростанция); АЭС (атомная электростанция).

Применение крупных агрегатов позволяет обеспечить быстрое наращивание мощностей электростанции и приемлемую себестоимость электроэнергии.

Производство электрической энергии на тепловых станциях сопровождается большими потерями тепла. В то же время многим отраслям промышленности – химической, текстильной, пищевой, металлургической и ряду других – тепло необходимо для технологических целей. Для отопления жилых зданий требуется в значительном количестве горячая вода.

В этих условиях естественно использовать пар, получаемый в парогенераторах на тепловых станциях, как для выработки электроэнергии, так и для теплофикации потребителей. Электростанции, выполняющие такие функции, называются теплоэлектроцентралями (ТЭЦ). Этот вид электростанций предназначен для централизованного снабжения промышленных предприятий и городов электроэнергией и теплом.

При комбинированной выработке электроэнергии и тепла достигается значительная экономия топлива по сравнению с отдельным энергоснабжением, поэтому ТЭЦ получили широкое распространение в районах (городах) с большим потреблением тепла и электроэнергии.

На гидравлических электростанциях (ГЭС) для получения электроэнергии используется энергия водных потоков (реки, водопады и т. д.). Более интенсивное строительство этого вида станций сдерживается спецификой размещения гидроресурсов по территории РФ (большая часть их сосредоточена в восточной части страны).

При сооружении ГЭС одновременно с энергетическими решаются важные народнохозяйственные задачи: орошение земель и развитие судоходства, обеспечение водоснабжения крупных городов и промышленных предприятий.

Технология производства электроэнергии на ГЭС довольно проста и легко поддается автоматизации. Пуск агрегата ГЭС занимает не более 50 сек., поэтому резерв мощности в энергосистеме целесообразно обеспечить именно этими агрегатами.

Существует значительное число проектов энергетического использования энергии морей и океанов: волновые энергетические установки, использующие энергию волн; океанические тепловые станции, основанные на разности температур морской воды на поверхности и на глубине; установки, использующие энергию океанических течений. Однако пока промышленное использование получили лишь приливные электростанции – ПЭС. Эти электростанции (ПЭС) выгодно отличаются от речных тем, что их работа определяется космическими явлениями и не зависит, как у речных, от случайных погодных условий.

Наиболее существенный недостаток ПЭС – неравномерность из работы. Неравномерность приливной энергии в течение лунных суток и лунного месяца, отличающихся от солнечных, не позволяет систематически использовать ее в периоды максимального потребления в системах.

ПЭС работают в условиях быстрого изменения напора, поэтому их турбины должны иметь высокие КПД при переменных напорах. В настоящее время создана достаточно совершенная и компактная горизонтальная турбина двойного действия. Поворотные лопасти рабочего колеса обеспечивают высокое значение КПД при различных напорах, начиная с 0,5 м. Для ПЭС используют обратимые турбины, когда вращение непрерывно при любом направлении движения воды.

ПЭС вырабатывают электрическую энергию за счет использования потенциальной энергии приливов и отливов моря. Величина прилива в разных местах Земли неодинакова: у берегов Америки она составляет 21 м, у берегов Франции и Англии – порядка 15 м, у берегов России – 8–11 м на Белом и Охотском морях. Установлено, что использовать энергию приливов целесообразно уже при 3–4 м высоты прилива.

Атомные электростанции (АЭС) – это по существу тепловые электростанции, которые используют тепловую энергию ядерных реакций. В качестве топлива на АЭС применяется вещество, способное к самопроизвольному расщеплению ядер атомов с выделением энергии в виде тепла. Важнейшим ядерным топливом являются тяжелые элементы: уран 235 ($U\ 235$), уран 233 ($U\ 233$), плутоний 239 ($U\ 239$). Вместо котельного агрегата на атомных станциях используется ядерный реактор и особые парогенераторы.

На АЭС энергия, получаемая в результате деления ядер урана на осколки, превращается в тепловую энергию пара или газа, а затем в электрическую энергию, т.е. в энергию движения электронов в проводнике. Деление ядер урана происходит при бомбардировке их нейтронами, в результате чего получаются осколки ядер, обычно неодинаковые по массе, нейтроны и другие продукты деления, которые разлетаются в разные стороны с огромными скоростями и имеют, следовательно, большие величины кинетической энергии. Получаемая при делении ядер энергия почти полностью превращается в тепло. Установка, в которой происходит управляемая цепная ядерная реакция деления, называется ядерным реактором.

В основном используют ядерные реакции расщепления урана $U\text{-}235$ под действием медленных (тепловых) нейтронов. Расщепление ядер $U\ 235$ происходит по цепной реакции, при этом выделяется большое количество тепловой энергии (83 %) и так называемого ядерного излучения (17 %). Для осуществления реакции расщепления ядер урана в реакторе, кроме топлива ($U\ 235$), должен быть замедлитель нейтронов и, естественно, теплоноситель, отводящий тепло из реактора.

Бурное развитие атомной энергетики вызвано ее преимуществами по сравнению с другими способами выработки энергии. Назовем основные из них.

1. Атомные электростанции почти не зависят от месторасположения источников сырья вследствие компактности ядерного топлива и легкой его транспортировки. Однако для охлаждения

АЭС необходим мощный источник воды (морской или пресной). Поэтому АЭС, как и ТЭС, зависят от источников воды.

2. Сооружение мощных энергетических блоков имеет благоприятные перспективы, так как с одного реактора можно получить электрическую мощность порядка 2 ГВт.

3. Малый расход горючего не требует загрузки транспорта.

4. Атомные электростанции при безаварийной работе практически не загрязняют окружающую среду.

Однако радиоактивное излучение опасно. В больших дозах оно может вызвать заболевание и даже смерть людей. Воздействие радиоактивного излучения на людей и животных в настоящее время достаточно хорошо изучено. Вследствие пристального внимания к радиоактивному излучению и многочисленным экспериментам влияния изучения на экологию изучено гораздо больше, чем влияние синтетических соединений и некоторых других факторов.

Волновые электростанции являются одними из самых чистых, безотходных и безопасных источников электроэнергии. На сегодняшний день, данный вид энергии используется мало – не более 1% от всего производимого электричества в мире. Подсчитано, что за счет энергии океанских волн можно получать до 10 млрд. кВт электроэнергии. Для производства электроэнергии используются две основные характеристики волн – кинетическая энергия и энергия поверхностного качения. Именно эти факторы и пытаются использовать при строительстве волновых электростанций.

Для использования кинетической энергии волн на их пути ставится труба очень большого диаметра. Поступающие в нее волны вращают лопасти турбины, которая и приводит в движение генератор. В другом случае поступающая вода выталкивает из замкнутого пространства трубы находящийся там воздух. Далее выработка энергии происходит по обычному принципу. Выходящий воздух вращает лопасти турбины. Наиболее совершенные волновые электростанции для выработки электроэнергии применяют оба этих способа.

При использовании энергии волнового качения электроэнергия вырабатывается посредством расположенных на поверхности воды поплавков. Качая их, волны приводят в движение систему поплавков – генератор, что приводит в конечном итоге к выработке энергии. Ученые пытаются усовершенствовать их конструкцию, разрабатывая новые технические решения. К примеру, в Австралии строится перспективная волновая электростанция. Она представляет собой гигантскую параболическую камеру шириной около более 30 м. Под действием попадающей в трубу воды образуются мощные потоки воздуха, приводящие в движение турбину. Конструкция камеры такова, что турбина вращается при движении воздуха в любом направлении – в камеру или обратно. Ожидается, что это будет первая в мире коммерчески выгодная волновая электростанция. По оценкам современных ученых, мировой океан может «предоставить» нам до двух тераватт электроэнергии. Этого вполне достаточно, чтобы удовлетворить все потребности человечества в электричестве, имеющиеся в настоящее время.

Вариант волновой электростанции, разработанный ирландскими учеными, по их заявлению, должен быть в три раза эффективнее всех своих предшественников. Она работает по следующему принципу: на длинной цепи расположен закрепленный буй. Его движение посредством специальной системы преобразуется в электрическую энергию. Новизна заключается в том, что электростанция оснащена механизмом, который автоматически подстраивает длину цепи под постоянно меняющийся уровень воды. Однако наиболее удачной конфигурацией волновых электростанций, использующих энергию поверхностного качения, считаются линейно сочлененные поплавки различной длины, расположенные на поверхности воды. Такие электростанции уже построены и работают в водах морей возле Португалии и Англии.

Одни из наиболее перспективных, хотя и наиболее дискутируемых направлений в области поиска и изучения новых чистых источников электроэнергии – исследования возможности преобразования энергии космических частиц невидимого спектра излучения в электрическую энергию.

Нейтрино – элементарная частица, похожая на электрон, но не имеющая электрического заряда. Она обладает очень малой массой. Это одна из наиболее распространенных частиц во Вселенной. Так как она мало взаимодействует с веществом, ее невероятно трудно обнаружить.

Известно, что нейтрино обладают сверхпроникающей способностью. Ни один природный материал не может задержать эти высокоэнергетичные частицы. Нейтрино пронизывают Землю и все находящиеся на их пути объекты насквозь.

Такааки Кадзита и Артур Макдональд получили Нобелевскую премию по физике 2015 г. за открытие нейтринных осцилляций, показывающих, что нейтрино имеют массу. Таким образом, можно утверждать, что энергию нейтрино, которые падают на 1 см² земной поверхности с интенсивностью 60 млрд. частиц в секунду, можно преобразовать в электрический ток, и такое преобразование не будет зависеть ни от погодных условий, ни от сезона, быть стабильным днем и ночью.

Работы над технологией преобразования кинетической энергии нейтрино в электрическую были начаты еще в 2008 г. компанией Neutrino Energy Group.

То, что в начале пути казалось фантастикой и утопией, реализовано и продвигается семимильными шагами к финальному этапу – индустриальному изготовлению устройств NEUTRINO POWER CUBE и практическому внедрению технологии Neutrinovoltaic. А возможность получения энергии посредством взаимодействия нейтрино с веществом была независимо подтверждена 18 февраля 2018 г. Министерством энергетики США.

Был создан чрезвычайно плотный новый слоистый материал, который способен преобразовывать тысячные доли кинетической энергии нейтрино. Для достижения требуемого эффекта на алюминиевую фольгу напыляют несколько чрезвычайно тонких слоев легированного графена и кремния, плотность которых измеряется в наноединицах. Графен – двумерная аллотропная модификация углерода, образованная слоем атомов углерода толщиной в один атом. Именно он является тем индикатором, который конвертирует тепловые и электромагнитные излучения в электрический ток. Когда нейтрино проходят через эти слои, они не «улавливаются», а передают графену вертикальные импульсы, в то время как частицы кремния движутся в горизонтальном направлении. Один слой графена способен генерировать очень слабый ток, задача же состояла в том, чтобы создать технологию, которая работала бы устойчиво и создаваемые на ее основе источники постоянного тока имели бы компактные размеры. В противном случае технология не могла найти коммерческого применения. Задача была решена изготовлением генерирующего наноматериала многослойным, увеличив многократно выходной ток и напряжение. Когда слои имеют оптимальную толщину, атомные колебания создают резонанс, который переносится на алюминиевую фольгу, и результирующая кинетическая энергия преобразуется в электрическую. Сторона подложки с напылением представляет собой положительный полюс, а непокрытая поверхность — отрицательный. Независимое тестирование Neutrinovoltaic технологии в Швейцарском технологическом институте показало, что тестовые испытания энергетической ячейки на глубине 30-35 м под землей в бетонном бункере и в клетке Фарадея полностью исключили воздействие какого-либо излучения, кроме нейтрино, на процесс генерации постоянного тока. В указанных условиях только нейтрино могли взаимодействовать с испытываемым наноматериалом. Однако даже в таких условиях приборы фиксировали мощность 2,5-3,0 Вт, получаемую с металлической фольги размером А4 с нанесенным на одну ее сторону многослойным нанопокрывтием, созданным Neutrino Energy Group.

Несомненно, большим преимуществом Neutrinovoltaic-технологии перед Photovoltaic-технологией является то, что нейтрино пронизывают Землю постоянным потоком 24 часа в сутки и 365 дней в году. Поэтому нейтрино имеет несомненное достоинство, позволяя осуществлять генерацию электроэнергии в базовом режиме. Недостатком этой частицы является ее сверхвысокая проникающая способность, что вызывает серьезные препятствия для фундаментальных исследований нейтрино. Однако для Neutrinovoltaic-технологии этот недостаток – как раз один из основных пре-

имущества, поскольку позволяет размещать рабочие элементы друг над другом, как пачки бумаги, поэтому нейтринные источники тока (так называемые Neutrino Power Cube) очень компактны. Кроме того, из-за сверхпроникающей способности нейтрино такой источник тока можно установить где угодно, без ухудшения выходных характеристик изделия.

Нейтрино – один из векторов развития генерации электроэнергии. Нужно отчетливо понимать, что на нынешнем начальном этапе развития Neutrinovoltaic-технология не сможет покрыть потребность в электроэнергии крупных энергоемких предприятий, – например, алюминиевых заводов, электроплавильных и т.д.

Вряд ли человечество откажется от выработки дешевой электроэнергии за счет традиционных источников. Но уже сейчас известны довольно перспективные источники получения электрической энергии, более экологичные и экономически выгодные. Для решения климатических задач, возможно, именно открытие новых технологий станет одной из важнейших составляющих в реализации программы «Мир без выбросов CO₂ к 2050 году», так как именно они представляет собой достойную альтернативу используемым на сегодняшний день традиционным способам энергогенерации и реальную основу для глобальной перестройки системы энергоснабжения.

1. Отчет о функционировании ЕЭС в 2020 году. URL: https://www.so-ups.ru/fileadmin/files/company/reports/disclosure/2021/ups_geppdf (дата обращения: 10.03.2022).

2. Статистический ежегодник мировой энергетики 2020. URL: <https://yearbook.enerdata.ru/renewables/renewable-in-electricity-production-share.html> (дата обращения: 21.02.2022).

3. Панкратьева, С.Г., Резак, Е.В. Проблемы развития возобновляемых источников энергии в энергетической системе регионов России (на материалах Хабаровского края) // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. – 2021 – № 3.

4. Новая энергетическая политика России / под общ. ред. Ю.К. Шафраника. – М.: Энергоатомиздат, 2010. – С. 112.

5. Возобновляемая энергетика и рабочие места. Ежегодный обзор за 2020/ Отчет IRENA. URL: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Sep/Key_Findings_Jobs_Review_2020_RU.pdf?la=en&hash=DB49345C378E61214D197BA5FED1729AD36633F7 (дата обращения: 15.02.2022).

6. Преобразование глобальной энергетической системы: дорожная карта до 2050 г. / Международное агентство по возобновляемым источникам энергии IRENA. 2018. URL: <https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018> (дата обращения: 11.02.2022).