

заданным образом реагирующих на периодические воздействия.

Список использованных источников

1. Сенницкий В.Л. Парадоксальное движение жидкости // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 8-1. С. 28–33. DOI: 10.17513/mjprfi.11753.
2. Сенницкий В.Л. О движении вязкой жидкости в отсутствие выделенного направления в пространстве // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2021. № 2. С. 67–71. DOI: 10.17513/mjprfi.13181.
3. Сенницкий В.Л. Об особенностях течения жидкости в поле силы тяжести // Сибирские электронные математические известия. 2022. Т. 19, № 1. С. 241–247. DOI: 10.33048/semi.2022.19.018.
4. Сенницкий В.Л. Эффекты парадоксального вращения жидкости со свободной границей при периодических воздействиях // Сборник статей Международной научно-технической конференции Минские научные чтения-2023 (г. Минск, 06–08 декабря 2023 г.). В 3-х томах. Минск: БГТУ, 2023. 1460 с. Т. 3. С. 307–312. ISBN 978-985-897-156-4.
5. Сенницкий В.Л. Особенности динамики вязкой жидкости со свободной границей при периодических воздействиях // Известия высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика. 2024. Т. 32, № 2. С. 197–208.

УДК 621.311.243

А.Ю. Смирнов, С.Н. Гладких

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
Великий Новгород, Россия

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

***Аннотация.** Рассмотрена типовая структура солнечной электростанции и основные образующие её элементы. Исходя из неё оценены проблемы развития солнечной энергетики на данном этапе развития научно-технического прогресса. Произведено сравнение энергоэффективности солнечных электростанций и электростанций традиционных типов.*

ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF SOLAR ENERGY

***Abstract.** The typical structure of a solar power plant and the main elements forming it are considered. Based on it, the problems of the development of solar energy at this stage of the development of scientific and technological progress are assessed. The energy efficiency of solar power plants and power plants of traditional types is compared.*

В последнее время всё чаще и чаще говорят об альтернативной энергетике, которая включает в себя различные виды электростанций (солнечные, ветряные и другие).

Солнечная энергетика является одним из самых перспективных источников возобновляемой энергии в мире. В России, с ее огромной территорией и разнообразными климатическими условиями, солнечная энергетика также занимает важное место в обеспечении энергетической безопасности страны.

При этом такие электростанции преподносятся как панацея при решении экологических проблем планеты [1]. Но так ли это на самом деле? Мы попробуем разобраться в этом вопросе.

Солнечные электростанции (СЭС), существуют разных типов, мы рассмотрим солнечную электростанцию на фотоэлектрических элементах.

Целью данной работы является рассмотрение перспектив развития солнечной энергетике с точки зрения экологической составляющей.

Задача исследования определить наиболее энергоёмкие в производстве элементы солнечных электростанций и рассмотреть экологическую составляющую производства этих элементов.

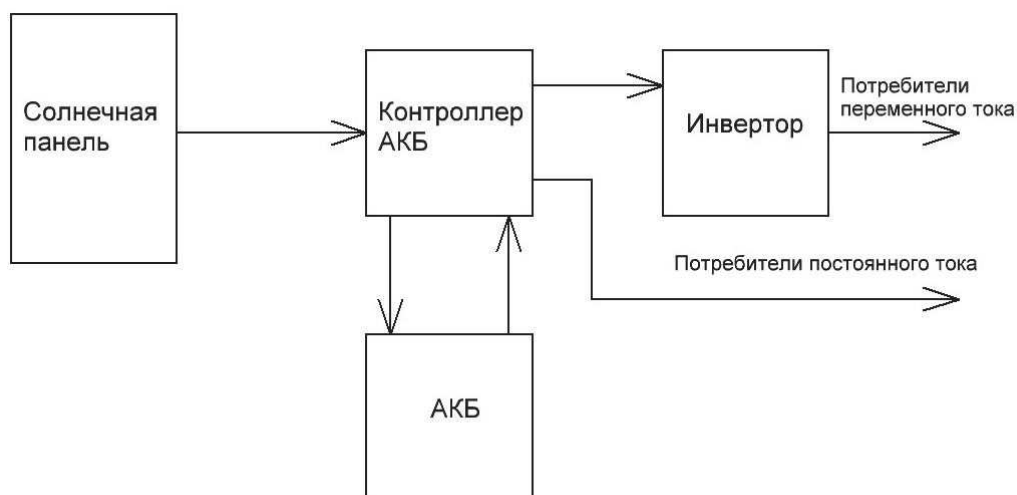


Рис. 1 - Блок-схема простейшей СЭС [2]

Простейшая солнечная электростанция, представленная на рис. 1 состоит из следующих элементов:

1. *Солнечная панель.* С помощью неё вырабатывается электрическая энергия. Свет, попадая на фотоэлемент, выбивает из него электроны (явление фотоэффекта). Эти электроны под действием электрического поля упорядоченно двигаются по проводнику, создавая электрический ток.

Современная промышленность выпускает панели различных типов (кремниевые, панели из редкоземельных металлов и другие). Наибольшее распространение в энергетике получили кремниевые панели, они используются в 80% случаев.

2. *Аккумуляторные батареи.* Запасают электроэнергию, вырабатываемую солнечными панелями. Также существуют различных типов, но наиболее распространены свинцово-кислотные, литий-ионные и литий-железо-фосфатные.

3. *Контроллер АКБ.* Отвечает за процессы заряда и разряда АКБ.

4. *Инвертор.* Солнечная панель вырабатывает постоянный ток, а большинству электроприёмников необходим переменный ток. Роль преобразователя играет инвертор.

Роль контроллера АКБ и инвертора может быть совмещена в одном устройстве – гибридном инверторе. Преобразование электроэнергии может выполняться напрямую с панелей, без использования аккумуляторов. Но в таком случае СЭС будет работать только в светлое время суток, что не всегда удобно.

Наиболее энергозатратно производство и утилизация после выработки срока службы самих солнечных панелей и аккумуляторов.

Рассмотрим их подробнее.

Как уже было отмечено выше, наиболее распространены кремниевые панели. Их производство начинается с добычи кварцевого песка. Она может выполняться методом открытого получения с речного дна или дроблением горной породы жильного кварца.

Вторым этапом является подготовка песка, ведь изначально он содержит большое количество примесей. Этот процесс выполняется с помощью промывки водой. После очищения песок обогащают, то есть доводят его состав до оптимальных значений. Получается почти готовый кварцевый песок, однако его ещё нужно высушить, что делается с помощью электрических сушилок при температуре 800 градусов Цельсия. Требования к влажности кварцевого песка носят очень жёсткий характер.

Полученный таким образом песок доставляют к месту производства панелей. Здесь он плавится при высоких температурах (1800 градусов Цельсия) в электрических печах. Для производства кремния необходимого качества на этом этапе используется целый спектр токсичных веществ. Это должно влечь за собой строгий контроль производства, однако, всё зависит от производителя и далеко не все они готовы тратить на эти мероприятия.

Из кремния выращивают кристаллы, которые затем и используют в солнечных панелях [3].

Все вышеозначенные процессы требуют больших затрат электроэнергии, которая вырабатывается на электростанциях традиционных типов. Кроме того выработка электроэнергии на самой солнечной панели зависит от большого количества факторов (в частности, от погодных условий).

Производители заявляют, что срок службы солнечных панелей составляет 25-30 лет. Скорее всего предположения очень идеализированы, но даже если нет, то панели потребуют утилизации в любом случае. На это также требуются затраты электроэнергии сопоставимые с затратами её на их производство.

Следующий «слабый» элемент солнечной электростанции – это аккумуляторные батареи. Они подвергаются постоянным циклам заряд/разряд при очень больших токах. Это ведёт к их быстрой деградации. Самые простые свинцово-кислотные аккумуляторы имеют срок службы от четырёх до шести лет. Свинцово-кислотные аккумуляторы более новых типов – от шести до пятнадцати лет. Такие аккумуляторы из-за содержания в них свинца и кислоты токсичны и требуют особых условий утилизации.

Другой тип аккумуляторов, используемых на солнечных

электростанциях – литий-ионные. Они имеют срок службы от 10 до 12 лет, нетоксичны. Однако, такие аккумуляторы пожароопасны и сложны для тушения в случае возгорания [4].

Заявленный срок службы аккумуляторов вовсе не означает, что аккумулятор отработает весь этот срок на максимальных характеристиках. Уже через несколько лет эти характеристики значительно упадут, что повлечёт за собой проблемы с питанием потребителей в ночное время. К концу же срока службы аккумулятор перестанет держать заряд вовсе, что потребует его обязательной замены и утилизации.

Оценку и сравнение стоимости электроэнергии, производимой различными способами корректнее всего с помощью показателя EROI (energy returned on energy invested), т.е. отношения энергии полученной из источника к энергии, затраченной на его производство. Наибольший EROI имеет гидроэлектроэнергетика – близок к 100:1. Уголь имеет EROI приблизительно 30:1. Для солнечной же энергетики EROI (для Европы, т.к. она имеет наиболее развитую сеть электростанций на альтернативных источниках энергии) – 1,6:1. Следует отметить, что этот показатель может значительно меняться с течением времени [5].

Выводы. Современный уровень развития научно-технического прогресса не позволяет сделать солнечную энергетику действительно «зелёной». Однако это вовсе не значит, что она обречена. Необходимо заниматься разработкой новых технологий и тогда, возможно, однажды она (а также другие альтернативные источники энергии) смогут встать в один ряд или даже заменить традиционные источники энергии.

Список использованных источников

1. Степанов М.В., Стульгинский М.М. Солнечные панели: эффективное решение для экологически чистой энергетики // Интернет-журнал «Вестник науки». 2024. № 7 (76). Том 2. С. 535-540. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/solnechnye-paneli-effektivnoe-reshenie-dlya-ekologicheskoi-chistoy-energetiki/viewer> (дата обращения: 06.11.2024).
2. Солнечная энергетика [Электронный ресурс] // PhysicEdu Рефераты по физике. URL: <http://www.physicedu.ru/phy-626.html> (дата обращения: 06.11.2024).
3. Производство кварцевого песка [Электронный ресурс] // Роскварц. URL: <https://www.pesok-quartz.ru/stati/proizvodstvo->

kvartsevogo-peska/ (дата обращения: 06.11.2024).

4. Какие аккумуляторы лучше? Актуальная информация на 2021 год [Электронный ресурс] // Альтернативная энергетика. URL: <https://mywatt.ru/poleznaya-informaciya/kakie-akkumulyatory-luchshe-dlya-solnechnyh-batarej> (дата обращения: 06.11.2024).

5. Почему у «зелёной» энергетики сложное будущее? [Электронный ресурс] // Habr. URL: <https://habr.com/ru/companies/toshibarus/articles/481764/> (дата обращения: 06.11.2024).

УДК 551.521.11

И.А. Смирнов, Е.А. Дронова
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
Москва, Россия

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ СОЛНЕЧНОГО СИЯНИЯ И ТЕНДЕНЦИИ ЕГО ИЗМЕНЕНИЯ В ТЕПЛОЕ ВРЕМЯ ГОДА НА ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА

***Аннотация.** На основе многолетних данных (1994-2023 гг.) метеостанций на территории Центрального-Черноземного экономического района России были определены среднемесячные значения продолжительности солнечного сияния в теплое время года и оценены тенденции изменения этих показателей.*

I.A. Smirnov, E.A. Dronova
Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy
Moscow, Russia

THE DURATION OF THE SUNSHINE AND THE TRENDS OF ITS CHANGE IN THE WARM SEASON IN THE CENTRAL BLACK EARTH ECONOMIC REGION

***Abstract.** Based on long-term data (1994-2023) from weather stations in the Central Black Earth Economic Region of Russia, the average monthly values of the duration of sunshine in the warm season were determined and trends in these indicators were estimated.*

Введение. Солнечная радиация является одним из наиболее определяющих факторов роста и развития растений. От ее поступления зависит уровень потенциальной урожайности сельскохозяйственных