



УДК 621.31, 62-83, 621.313.33

ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ**PROBLEMS OF RECYCLING SOLAR PANELS****Махинько Владислав Сергеевич**

Кубанский государственный технологический университет

Коваль Алексей Николаевич

Кубанский государственный технологический университет

Ляшенко Андрей Михайлович

Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. В статье показано, с какими проблемами придется сталкиваться ученым и экологами при утилизации солнечных панелей.

Ключевые слова: солнечные панели, экология, утилизация, электроэнергетика, электротехнические комплексы и системы.

Mahinko Vladislav Sergeyevich

Kuban State Technological University

Koval Aleksey Nikolaevich

Kuban State Technological University

Lyashenko Andrey Mikhaylovich

Kuban State Technological University

Annotation. The article shows what problems scientists and ecologists have to face when disposing of solar panels.

Keywords: solar panel, ecology, utilization, electric power, electrical complexes and systems.

Использование солнечных панелей в электроэнергетике имеет как положительные факторы, так и отрицательные [1, 2]. Применение солнечной энергетике имеет ряд особенностей, применительно к работе электротехнических и электромеханических устройств [3, 4] и компонентов [5, 6]. При работе устройств на солнечной энергии может влиять на оптимальные параметры работы [7, 8], такие как электромагнитная энергия [9, 10], мощности [11, 12] и момента на валу привода [13]. Для корректировки необходимы новые подходы [14, 15] и методы [16, 17] и программные комплексы [18, 19] моделирования [20].

В современном мире, солнечная энергетика – это молодая отрасль, которая быстро развивается и занимает перспективное место в добыче электроэнергии. Она является «чистым» способом выработки электроэнергии, поскольку во время ее работы процесса сжигания топлива не происходит. Но перед учеными-экологами из разных стран возникла серьезная проблема. Они выяснили, что срок эксплуатации сотни тысяч солнечных панелей, установленных на территории различных стран в начале 2000-х годов, постепенно подходит к концу. А технологии их утилизации так и не вошли в промышленное производство, поскольку обладают рядом существенных недостатков. Панель – самая большая деталь солнечной батареи и изготавливается, как правило, из стекла и токсичных элементов, а именно кремний, свинец, алюминий, серебро и медь. В итоге большая часть этого стекла, скорее всего, окажется на свалках, а вещества в них будут нести вред окружающей среде.

Основными недостатками солнечных панелей, помимо их высокой стоимости и длительному периоду окупаемости, относят плодотворность работы, которая зависит от погоды и климатических условий. К примеру, эффективность солнечных батарей может существенно снизиться в период пасмурной погоды или тумана. При наличии низкой температуры, зимой, КПД падает. Также отмечу необходимость больших площадей для установки панелей.

Сегодня объемы отходов солнечной энергетике невелики, поскольку отрасль молодая, а срок службы модулей обычно составляет 20–25 лет, а то и меньше в зависимости от природных явлений. В то же время в не таком уж далеком будущем нас ждет экспоненциальный рост этих объемов. Отходы солнечных батарей содержат токсичные элементы, которые могут просочиться в землю, если панели утилизируются на свалках. Более того, из-за этих элементов, рециркуляция солнечных батарей представляет собой проблему. Она заключается в том, что, хотя 76 процентов панели – это стекло, ее нельзя просто переработать, как любое другое стекло, из-за примесей. По мере того, как солнечная энергия используется все чаще, в том числе в домашних электростанциях, отходы от подобных устройств тоже растут.

Стекло от фотоэлектрических модулей можно повторно использовать в производстве остекления для домов. Однако, наибольшую ценность для переработки здесь представляют серебро и алюминий, которые имеют потенциальную выгоду от утилизации панелей, поскольку их запасы ограничены. В настоящее время существует грубая и тонкая переработка.

В грубой происходит извлечение материалов, составляющую основную массу модуля. А в тонкой переработки происходит извлечение практически всех химических элементов. В связи с тем, что сегодня объемы солнечных отходов невелики, модули в основном перерабатываются на заводах, предназначенных для переработки многослойного стекла, металлов или электронных отходов. В результате выделяются только основные материалы, в то время как солнечные ячейки и другие материалы, такие как пластмассы, сжигаются или отправляются на свалки.



Рисунок 1 – Солнечные панели

Поэтому пока этот вопрос не будет урегулирован, мы и дальше будем утилизировать на общий конвейер и не получать максимальную отдачу. В связи с этим, Европейский союз первым ввёл правила утилизации отходов солнечных электростанций – модули должны утилизироваться в соответствии с Директивой об отходах электрического и электронного оборудования (WEEE). С 2012 года положения Директивы WEEE были включены в национальное законодательство странами-членами Европейского союза, создав первый рынок, на котором переработка солнечных модулей обязательна. Американская компания First Solar еще в 2005 году создала глобальную программу по сбору и переработке своих солнечных модулей. Технология позволяет обеспечить повторное использование 90 % полупроводниковых материалов и стекла. Такая политика производителей обусловлена не только постоянным ужесточением требований регуляторов или «повышенной социальной ответственностью». Переработка солнечных модулей не лишена экономического смысла.

Но все же нельзя отворачиваться от солнечной электроэнергетики. Согласно прогнозам компании GTM Research, к 2050 году рынок вырастет до 15 млрд долларов в год, а из накопленного объема отходов можно будет произвести 2 млрд солнечных модулей (эквивалентно 630 ГВт). Также солнечные панели уже в ближайшие 30–40 лет смогут производить около 20 % мировой потребности электроэнергии.

Литература:

1. News.rambler.ru // Пора подумать об утилизации отработанных солнечных панелей. – URL : <https://news.rambler.ru/other/44957835-pora-podumat-ob-utilizatsii-otrabotannyh-solnechnyh-paneley/>
2. Electricalnet.ru / Глобальные проблемы солнечной электроэнергетики. – URL : <https://electricalnet.ru/blog/globalnye-problemy-solnechnoi-energetiki/>
3. Карандей В.Ю., Попов Б.К. Управляемый каскадный электрический привод с жидкостным токосъемом // Патент на изобретение № 2461947 зарегистрировано 20.09.2012 г.
4. Афанасьев В.Л., Карандей В.Ю., Попов Б.К. Управляемый каскадный электрический привод // Патент на полезную модель RU 191959 U1, 28.08.2019, заявка № 2019111630 от 16.04.2019.
5. Карандей В.Ю., Попов Б.К. Токосъемное устройство // Патент на изобретение № 2370869 зарегистрировано 30.06.2008 г.
6. Сигнализирующее токосъемное устройство / В.Ю. Карандей [и др.] // Патент на изобретение № 2601958 от 27 июля 2015 г, зарегистрировано 18.10.2016 г.
7. Research of electrical power processes for optimum modeling and design of special electric drives / V.Yu. Karandey [et al.] // Advances in Engineering Research conference proceedings. – 2018. – Vol. 157. – P. 242–247. doi:10.2991/aime-18.2018.47.
8. Определение магнитных параметров модели статора компонента управляемого асинхронного каскадного электрического привода аксиальной конструкции / В.Ю. Карандей [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета [Электронный ресурс]. – 2017. – № 10 (134). – С. 1135–1151. Doi: 10.21515/1990-4665-134-092.
9. Карандей В.Ю. Разработка подхода к расчету магнитного потока одной катушечной группы обмотки статора компонента управляемого асинхронного каскадного электрического привода / В.Ю. Карандей [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – № 06 (120). – С. 563–574. – IDA [article ID]: 1201606039. – URL : <http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/39.pdf>
10. Карандей В.Ю., Карандей Ю.Ю., Афанасьев В.Л. Подход к определению магнитных параметров управляемого асинхронного каскадного электрического привода с уточненной геометрией // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – № 06 (120). – С. 575–586. – URL : <http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/40.pdf>
11. Research dynamics of change of electromagnetic parameters of controlled special electric drives / V.Yu. Karandey [et al.] // 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon-2019). – 2019. – P. 8934751. Doi: 10.1109/FarEastCon.2019.8934751.



12. Research of electromagnetic parameters for improvement of efficiency of special electric drives and components / V.Yu. Karandey [et al.] // 5th International Conference on Power Generation Systems and Renewable Energy Technologies. – 2019. – P. 69–74. Doi: 10.1109/PGSRET.2019.8882689.

13. Карандей В.Ю., Афанасьев В.Л. Mathematical modeling of special electric drives for the equipment of oil and gas branch // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрно-университета [Электронный ресурс]. – 2017. – № 08 (132). – С. 926–940., Doi: 10.21515/1990-4665-132-072.

14. Popova O.B., Popov B.K., Karandey V.Yu. Intelligence amplification in distance learning through the binary tree of question-answer system // Procedia-Social and Behavioral Sciences. – 2015. – Vol. 214. – P. 75–85. Doi: 10.1016/j.sbspro.2015.11.597.

15. Theoretical propositions and practical implementation of the formalization of structured knowledge of the subject area for exploratory research / O.B. Popova [et al.] // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2018. – Vol. 722. – P. 432–437. Doi: 10.1007/978-3-319-73888-8_67.

16. New Methods and Evaluation Criteria of Research Efficiency / O.B. Popova [et al.] // Mediterranean journal of social sciences. – 2015. – Vol 6. – № 6 S5. – P. 212–217.

17. Analysis of forecasting methods as a tool for information structuring in science research / O.B. Popova [et al.] // British Journal of Applied Science & Technology. – 2016. – Vol. 17. – P. 9–19. Doi: 10.9734/BJAST/2016/26353.

18. Попов Б.К., Карандей В.Ю. Программа для расчета магнитной системы ротора методом магнитных цепей // свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU № 2008614047, зарегистрировано 30.06.2008 г.

19. Попов Б.К., Карандей В.Ю. Программа расчета токов статора и ротора в каскадном электрическом приводе // свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU № 2008614048, зарегистрировано 30.06.2008 г.

20. Intelligence amplification via language of choice description as a mathematical object (binary tree of question-answer system) / V.Yu. Karandey [et al.] // Procedia-social and behavioral science. – 2015. – Vol. 214. – P. 897–905.

References:

1. News.rambler.ru // It's time to think about recycling used solar panels. – URL : <https://news.rambler.ru/other/44957835-pora-podumat-ob-utilizatsii-otrabotannyh-solnechnyh-paneley/>

2. Electricalnet.ru / Global problems of solar electricity. – URL : <https://electricalnet.ru/blog/globalnye-problemy-solnechnoi-energetiki/>

3. Karandey V.Y., Popov B.K. Controlled cascade electric drive with liquid current collector // Invention patent № 2461947 registered 20.09.2012.

4. Afanasyev V.L., Karandey V.Y., Popov B.K. Controlled cascade electric drive // Utility model patent RU 191959 U1, 28.08.2019, application № 2019111630 dated 16.04.2019.

5. Karandey V.Y., Popov B.K. Current-carrying device // Patent for the invention № 2370869 registered 30.06.2008.

6. Signaling current-carrying device / V.Yu. Karandey [et al.] // Patent for invention № 2601958 dated July 27, 2015, registered 18.10.2016.

7. Research of electrical power processes for optimum modeling and design of special electric drives / V.Yu. Karandey [et al.] // Advances in Engineering Research conference proceedings. – 2018. – Vol. 157. – P. 242–247. doi:10.2991/aime-18.2018.47.

8. Determination of magnetic parameters of the stator model component of the controlled asynchronous cascade electric drive axial design / V.Yu. Karandey [et al.] // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University [Electronic resource]. – 2017. – № 10 (134). – P. 1135–1151. Doi: 10.21515/1990-4665-134-092.

9. Karandey V.Yu. Development of approach to calculation of magnetic flux of one coil group of stator winding component controlled asynchronous cascade electric drive / V.Yu. Karandey [et al.] // Polythematic network electronic scientific journal of Kuban State Agrarian University (Scientific Journal of KubGAU) [Electronic resource]. – Krasnodar : KubGAU, 2016. – № 06 (120). – P. 563–574. – AEA [article ID] : 1201606039. – URL : <http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/39.pdf>

10. Karandey V.Y., Karandey Yu.Y., Afanasyev V.L. Approach to determining the magnetic parameters of the controlled asynchronous cascade electric drive with refined geometry // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University (Scientific Journal of KubGAU) [Electronic resource]. – Krasnodar : KubGAU, 2016. – № 06 (120). – P. 575–586. – URL : <http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/40.pdf>

11. Research dynamics of change of electromagnetic parameters of controlled special electric drives / V.Yu. Karandey [et al.] // 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon-2019). – 2019. – P. 8934751. Doi: 10.1109/FarEastCon.2019.8934751.

12. Research of electromagnetic parameters for improvement of efficiency of special electric drives and components / V.Yu. Karandey [et al.] // 5th International Conference on Power Generation Systems and Renewable Energy Technologies. – 2019. – P. 69–74. Doi: 10.1109/PGSRET.2019.8882689.

13. Karandey V.Y., Afanasyev V.L. Mathematical modeling of special electric drives for the equipment of oil and gas branch // Mathematical Network Electronic Scientific Journal of Kuban State Agrarian University [Electronic resource]. – 2017. – № 08 (132). – P. 926–940., Doi: 10.21515/1990-4665-132-072.

14. Popova O.B., Popov B.K., Karandey V.Yu. Intelligence amplification in distance learning through the binary tree of question-answer system // Procedia-Social and Behavioral Sciences. – 2015. – Vol. 214. – P. 75–85. Doi: 10.1016/j.sbspro.2015.11.597.

15. Theoretical propositions and practical implementation of the formalization of structured knowledge of the subject area for exploratory research / O.B. Popova [et al.] // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2018. – Vol. 722. – P. 432–437. Doi: 10.1007/978-3-319-73888-8_67.

16. New Methods and Evaluation Criteria of Research Efficiency / O.B. Popova [et al.] // Mediterranean journal of social sciences. – 2015. – Vol 6. – № 6 S5. – P. 212–217.



17. Analysis of forecasting methods as a tool for information structuring in science research / O.B. Popova [et al.] // British Journal of Applied Science & Technology. – 2016. – Vol. 17. – P. 9–19. Doi: 10.9734/BJAST/2016/26353.
18. Popov B.K., Karandey V.U. Software for the calculation of the rotor magnetic system by means of the magnetic circuit method // Registration certificate of the computer program RU № 2008614047, registered on 30.06.2008.
19. Popov B.K., Karandey V.U. Software for the calculation of the stator and rotor currents in the cascade electric drive // Registration certificate of software registration RU № 2008614048, registered on 30.06.2008.
20. Intelligence amplification via language of choice description as a mathematical object (binary tree of question-answer system) / V.Yu. Karandey [et al.] // Procedia-social and behavioral science. – 2015. – Vol. 214. – P. 897–905.