

УДК 69.001.5

Н.Б. Курякова, А.Н. Панькова, А.С. Пупова

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ НА ТЕРРИТОРИИ ПЕРМСКОГО КРАЯ

Рассматривается вопрос о возможности и целесообразности возведения нулевых домов в Пермском крае. Произведен расчет экономической эффективности комплекта солнечных батарей.

Ключевые слова: энергосбережение, возобновляемые источники энергии, солнечные батареи, климатические особенности.

Проблема энергосбережения волновала людей во все времена. И в настоящее время эта тема не потеряла актуальности, в том числе и в России. В данной статье авторы рассматривают целесообразность использования энергосберегающих и энерговырабатывающих технологий применительно к Перми.

Несмотря на то, что для климатических условий Прикамья наиболее эффективно именно энергосбережение, а не энерговыработка, авторы уделяют особое внимание такому сегменту рынка альтернативной энергетики, как солнечные батареи и солнечные коллекторы, в связи с тем, что данное оборудование является самым распространенным. В первую очередь это связано с тем, что интерес покупателя поддерживается активной маркетинговой политикой производителей объектов солнечной энергетики.

Однако стоит признать, что любой желающий установить солнечную электростанцию идет на большой риск непредвиденных капиталовложений, срок их окупаемости – не один и не два

года с учетом низких эксплуатационных затрат. Но не стоит забывать и про очевидные преимущества возобновляемых источников энергии – это неисчерпаемость ресурсов и экологическая чистота. Более того, их использование не изменяет энергетический баланс планеты. Они создают более благоприятные перспективы решения энергетических, социальных и экологических проблем в будущем, по сравнению с энергией, получаемой на крупных традиционных электростанциях. Однако для широкого потребления альтернативных источников с обеспечением энергией жилых домов, заводов, мест отдыха способность Пермского края пока недостаточно развита. Наиболее перспективным из подобных источников энергии является строительство небольших тепловых электростанций на органическом топливе (отходы сельского хозяйства, солома). Также существуют проекты так называемых проточных электростанций, когда не нужно строить плотину, работа ведется на генераторе. Однако существуют климатические проблемы, возникающие в нашем крае в весеннее время года [1].

На данный момент пермский рынок возобновляемых источников энергии находится в состоянии непрекращающегося поиска постоянного клиента. Чаще всего таковой принадлежит к числу владельцев загородных домов, коттеджей или фермерских хозяйств, для которых существенной проблемой является стоимость подключения, повышение энергетических тарифов и недостаточность мощностей действующих электросетей. Покупателями солнечных батарей являются также жители коттеджных поселков, намеревающиеся использовать энергию солнца в качестве резервного источника энергии, поскольку выделенные электросети порой не дают нужного напряжения, и в случае аварийной ситуации коттедж остается полностью обесточенным, чтобы этого не допустить, приобретаются солнечные батареи (рисунок). Их энергии хватает, чтобы при сбоях в основной сети удержать здание в рамках 1–3 кВт и тем самым обеспечить нормальное функционирование охранной системы, гаражных ворот, холодильника, котлов отопления и прочей бытовой техники первой необходимости [2]. В условиях развитого традиционного рынка энергетических систем покупатель оказывается перед выбором бензо- или дизель-генератора и альтернативного источника энергии. Обычно выбор делается в пользу генераторов.



Рис. Размещение солнечных батарей на крыше коттеджа

Тем не менее уже существуют реальные примеры использования солнечных панелей в качестве постоянного источника электроэнергии, поскольку дом не подключен к сетевому энергообеспечению, а протянуть кабельную электрическую линию сложно и достаточно дорого. Во дворе частного домовладения одного из дачных кооперативов Перми было установлено несколько больших солнечных панелей, которые работают на фотоэлементах мощностью в 2 кВт. При полноценном использовании энергии (при одновременной работе ноутбука, холодильника, телевизора, микроволновки, ламп освещения, водяного насоса, а также при осуществлении электромонтажных работ) их ресурса ориентировочно хватает на 2 ч. При частичном использовании – от 8 до 10 ч. Энергия накапливается в течение дня, пока домочадцы находятся на работе, и вечером расходуется.

Для того чтобы оценить целесообразность установки солнечных батарей, рассчитаем экономическую эффективность их использования. Порядок расчета:

- 1) расчет затрат на приобретение и установку,
- 2) расчет экономической выгоды от использования солнечных батарей,
- 3) расчет затрат на замену комплектующих частей,
- 4) расчет результата от использования солнечных батарей.

В качестве примера для расчета выберем систему солнечных батарей мощностью 5,4 кВт.

Характеристики батареи. Номинальная мощность солнечной генерации – 5,4 кВт, запас энергии – 10 кВт·ч, пиковая мощность потребления – 5 кВт, номинальное напряжение системы – 96 В, средняя производительность в месяц – 600 кВт·ч.

Стандартная система солнечных батарей автономного электроснабжения состоит из солнечных панелей общей мощностью 5,4 кВт. Подобная система позволяет надежно обеспечить потребности в электричестве большинства владельцев частных жилых домов. В месяц эта система вырабатывает в среднем от 500 до 1000 кВт·ч, в зависимости от солнечной активности, что достаточно для работы любых электроприборов в нормальном режиме использования. Таким образом, предусматривается полная независимость от централизованных энергосетей.

Стоимость подобной установки:

- солнечные панели 200 Вт – 270 000 руб.;
- аккумуляторы 2В 150Ач OPzV– 163 220 руб.;
- контроллер и инвертер (5 кВт) – 68 000 руб.

Расчет затрат на приобретение и установку. Цена комплекта:

$$270\,000 + 163\,200 + 68\,000 = 501\,200 \text{ руб.}$$

Стоимость установки комплекта солнечных батарей составляет в среднем 25 % от общей стоимости, т.е.

$$501\,200 \times 0,25 = 125\,300 \text{ руб.}$$

Расчет экономической выгоды от использования солнечных батарей. Примем среднюю выработку электроэнергии 600 кВт·ч в месяц, т.е. в год вырабатывается

$$600 \times 12 = 7200 \text{ кВт·ч.}$$

Таким образом, в первый год при тарифной ставке 2 руб. 96 коп. за 1 кВт·ч электроэнергии для города Перми на I полугодие 2014 г. экономия от использования составит:

$$2,96 \times 7200 = 21\,312 \text{ руб.}$$

Для того чтобы оценить экономическую выгоду от установки комплекта солнечных батарей, примем расчетный период 20 лет. Именно такой гарантийный срок работы батарей на 100 % заяв-

ляют компании-производители. Произведем расчет изменения тарифных ставок и, соответственно, годовой экономии денежных средств за расчетный период. Расчет будем вести по функции сложного процента. Основой для выбора ставки дисконтирования стали статистические данные об изменении тарифных ставок на электроэнергию в Пермском крае.

$$FV = \sum_{n=1}^{20} PV \times (1+i)^n = \sum_{n=1}^{20} 21\,312 \times (1+0,08)^n = 1\,053\,301 \text{ руб.},$$

где FV – экономическая выгода от использования за расчетный период, приведенная к текущей стоимости; PV – экономическая выгода в первый год службы; n – расчетный период; i – средний рост тарифных ставок на электроэнергию в Пермском крае в год.

Таким образом, за 20 лет службы комплект солнечных батарей в переводе на текущую стоимость принесет 1 053 301 руб.

Расчет затрат на замену комплектующих частей. Производителем заявлено, что средний срок службы аккумуляторов 4–10 лет, а контроллера и инвертера 15–20 лет. Примем средние значения, т.е. замена аккумуляторов будет произведена на 7-м и 14-м годах, а замена контроллера и инвертера через 17 лет службы. Уровень инфляции примем 7 %. Таким образом, затраты за замену устаревших частей будут составлять:

$$\begin{aligned} Z &= Z_a \times (1+i)^7 + Z_a \times (1+i)^{14} + Z_{к/и} \times (1+i)^{17} = \\ &= 163\,220 \times (1+0,07)^7 + 163\,200 \times (1+0,07)^{14} + 68\,000 \times \\ &\quad \times (1+0,07)^{17} = 903\,763 \text{ руб.}, \end{aligned}$$

где Z – общие затраты на замену комплектующих; Z_a – затраты на замену аккумуляторов; $Z_{к/и}$ – затраты на замену котроллера и инвертера; i – уровень инфляции.

Расчет результата от использования солнечных батарей.

$$R = FV - Z_{\text{пр}} - Z = 1\,053\,301 - 501\,200 - 903\,763 = -351\,662 \text{ руб.},$$

R – результат от использования солнечных батарей; FV – экономическая выгода от использования солнечных батарей за расчетный период, приведенная к текущей стоимости; $Z_{\text{пр}}$ – затраты на приобретение комплекта солнечных батарей; Z – общие затраты на замену комплектующих.

Очевидно, что даже за 20 лет автономного существования от централизованных электросетей никакой экономической выгоды от использования солнечных батарей ждать не стоит, только убыток (в данных расчетах использовались критические показатели, которые значительно снизили экономический эффект, однако даже при использовании максимальных характеристик мы лишь покрываем затраты на приобретение и эксплуатацию). Также стоит отметить, что для повышения энергоэффективности дома нецелесообразно использование одних лишь солнечных батарей – должен быть комплекс энергосберегающего оборудования, тогда уже можно будет говорить о получении экономической выгоды.

На сегодняшнее время город Пермь лишь изучает и «присматривается» к данным технологиям, тому подтверждение деятельность компании ОАО «Камская долина», которая планирует разместить на административном здании в коттеджном поселке Южная Усадьба альтернативные источники энергии. На его примере планируют выяснить, насколько эффективно применение новых технологий строительства и коммунальных систем и уместно их использование. При этом компания хочет, чтобы 80 % используемых в доме ресурсов были возобновляемые. Это будет класс А, А+ по энергоэффективности (т.е. величина отклонения значения удельного расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение здания от нормируемого уровня менее 45 %). Однако воплощение этой идеи весьма затруднительно. Уже сейчас специалистами компании выявлен ряд проблем. Те параметры, которые заявляет изготовитель, отличаются от реальных. В определенных широтах, где проходит сертификация, все как в технических характеристиках. Но для Пермского края надо применять поправочные коэффициенты, которые производитель не указал. Приходится отрабатывать их на опыте. У этой идеи есть еще один весомый недостаток: цена 1 м² дома, усовершенствованного новейшими технологиями, выйдет приличная. Но зато потенциальные покупатели смогут посмотреть, как и что работает, на примере. А ведь там будут и «умные системы отопления», позволяющие поддерживать оптимальный микроклимат в доме и снижать перерасход ресурса. А компания сможет реализовать самые удачные технологии в своих проектах по коттеджной и многоквартирной застройке [3, 4].

Подводя итоги, стоит отметить, что применение энергосберегающих технологий требует больших затрат на покупку, монтаж и ремонт дорогостоящего современного оборудования, которое при автономном применении, как мы выяснили, не окупится даже в течение 20 лет. Выход из сложившейся ситуации авторы видят в повышении энергоэффективности здания путем правильной расстановки акцентов на хорошую теплоизоляцию и герметизацию здания, качественную работу с мостиками холода, установку трехкамерных стеклопакетов, применение системы рекуперации тепла [5]. Именно на эту отрасль энергосбережения и нужно обратить внимание в первую очередь, находясь в достаточно суровых климатических условиях, например, в Прикамье.

Библиографический список

1. Анализ целесообразности возведения «Passive house» в Пермском крае / Н.Б. Курякова, Т.Ю. Запольских, А.Н. Панькова, А.С. Пупова // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Урбанистика. – 2013. – № 4(12). – С. 54–67.
2. Иванченко В.Т., Онищенко С.В. Автономные энергоэффективные экоддома: моногр. / Куб. гос. техн. ун-т. – Краснодар: Юг, 2012. – 144 с.
3. Данилов Н.И., Щелоков Я.М. Основы энергосбережения: учеб. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. техн. ун-та, 2006. – 569 с.
4. Пономарь В.В. Энергосбережение – решение экономических и экологических проблем. – Тирасполь: Папирус, 2009. – 212 с.
5. Альтернативные источники энергии в Перми: мифы и правда [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.bn.ru> (дата обращения: 10.04.2014).

References

1. Kurjakova N.B., Zapolskikh T.Yu., Pankova A.N., Pupova A.C. Analiz tselesoobraznosti vozvedeniya «Passive house» v Permskom krae [Passive house in Perm]. *Vestnik Permskogo natsionalnogo issledovatel'skogo polytekhnicheskogo universiteta. Urbanistika*, 2013, no. 4(12), pp. 54–67.
2. Ivanchenko V.T., Onishchenko S.V. Avtonomnye energoeffektivnyye ecodoma [Standalone energy-efficient ecological house]. Krasnodar: Yug, 2012. 144 p.
3. Danilov N.I., Schelokov Ya.M. Osnovy energosberegeniya [Basics of energy conservation]. Ekaterinburg, 2006. 569 p.
4. Ponomar V.V. Energosberegienie – reshenie ekonomicheskikh i ekologicheskikh problem [Energy conservation. the decision of economic and environmental problems]. Tiraspol: Papirus, 2009. 212 p.
5. Alternativnye istochniki energii v Permi: mify i pravda [Alternative energy sources in Perm: Myths and Truths], available at: <http://www.bn.ru> (accessed 10 April 2014).

Получено 25.04.14

N. Kurjakova, A. Pankova, A. Pupova

**EVALUTION OF THE EFFECTIVNESS
OF ALTERNATIVE ENERGY SOURCES
ON THE TERRITORY OF PERM REGION**

In this report we describe the feasibility and advisability of zero construction of houses in the Perm region. The authors calculated the cost-effectiveness of a set of solar panels.

Keywords: energy efficiency, renewable energy, solar panels, climatic features.

Курякова Наталия Борисовна (Пермь, Россия) – канд. техн. наук, доцент кафедры архитектуры и урбанистики, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: tashatsha11@bk.ru).

Панькова Анна Николаевна (Пермь, Россия) – студентка 4-го курса, кафедра строительного инжиниринга и материаловедения, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29).

Пупова Арина Сергеевна (Пермь, Россия) – студентка 4-го курса, кафедра строительного инжиниринга и материаловедения, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29).

Kurjakova Natalia (Perm, Russian Federation) – Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor of Department of Architecture and urbanism, Perm National Research Poltechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, tashatsha11@bk.ru).

Pankova Anna (Perm, Russian Federation) – Student, Perm National Research Poltechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29).

Pupova Arina (Perm, Russian Federation) – Student, Perm National Research Poltechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29).