

УДК:621.472

Хотин С.Ю., Палагута В.М.

**УСЛОВИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ
ГЕЛИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ НИЗКИХ ЦЕНАХ НА
ТРАДИЦИОННЫЕ ЭНЕРГОНОСИТЕЛИ**

Одесский национальный морской университет,

Одесса, Мечникова 34, 65029

Khotin S.U, Palahuta V.M.

**CONDITIONS OF ECONOMIC PROFITABILITY OF HELIOWPOWER
SYSTEMS IN CASE OF THE LOW PRICES OF TRADITIONAL
ENERGY CARRIERS**

Odessa National Maritime University,

Odessa, Mechnikova 34, 65029

Аннотация. В работе определяются условия эксплуатации гелиоэнергетических систем, при которых они будут экономически рентабельны в условиях низких цен на углеводородное сырьё. Выполнены технико-экономические расчёты, позволяющие определить возможный экономический эффект при их внедрении в промышленную эксплуатацию.

Ключевые слова: гелиоэнергетические системы, энергия, себестоимость, рентабельность, производство, затраты, доставка.

Abstract. In work service conditions of heliowpower systems under which they will be economically profitable in the conditions of the low prices of hydrocarbonic raw materials are determined. The technical and economic calculations allowing to determine possible economic effect in case of their implementation in commercial operation are executed.

Key words: heliowpower systems, energy, cost value, profitability, production, costs, delivery.

В период, длившийся с 2003 по 2014г. произошло резкое увеличение доли энергосистем на базе возобновляемых источников энергии в общем энергобалансе в большинстве стран мира. Так в странах Евросоюза суммарная мощность ветровых и солнечных энергосистем выросла примерно в 10 раз. Всё это произошло как следствие высоких цен на углеводородные энергоносители, снижения себестоимости производства солнечных и ветровых энергоустановок на 50% и протекционистской финансовой политике руководства стран Евросоюза в данной отрасли энергетики [1].

Однако в последние два года развитие энергетического сектора на базе возобновляемых источников энергии испытывает серьёзные трудности. Это связано как с падением цен на углеводородное сырьё, так и с нерациональным использованием ветровых и гелиоэнергетических систем, которыми в последние 12-15 лет пытались повсеместно заменить традиционные энергосистемы.

Целью данной статьи является определение тех условий применения солнечных энергосистем, при которых их эксплуатация будет экономически рентабельной и более выгодной по сравнению с традиционными энергосистемами при низких ценах на углеводородное сырьё.

В настоящее время существуют две концепции развития гелиоэнергетики.

Первая предлагает заменять традиционные энергогенерирующие установки на солнечные энергосистемы везде, где есть достаточные ресурсы солнечной энергии. Она крайне популярна в Европе.

Вторая концепция заключается в том, что предписывает строить новые гелиоэнергетические системы в отдалённых и труднодоступных районах, куда не подведены энергокоммуникации, а также в местах, где эксплуатация традиционных энергоустановок запрещена по экологическим причинам.

Поэтому, проверяя обе концепции, мы выполним оценку экономической рентабельности солнечных тепловых и электрических энергосистем при их работе, как в обычных условиях, так и в отдалённых и труднодоступных районах.

Годовые затраты на производство тепловой энергии гелиоустановкой на базе ВТТ складываются из следующих компонентов.

$$C = (C_C A_C + C_{ST} + C_E) I + P \cdot C_P + C_{MM} + C_{ML}, \quad (1)$$

где: C - годовые затраты на производство тепловой энергии гелиоустановкой на базе ВТТ, долл.США.;

C_C - капитальные затраты на единицу площади поверхности гелиоколлектора, долл.США.;

A_C - площадь рабочей поверхности гелиоколлектора, m^2 ;

C_{ST} - капитальные затраты на теплоноситель, резервуар, аккумулятор, изоляцию; долл.США.;

C_E - капитальные затраты на оборудование, приборы, долл.США.;

I - доля ежегодных амортизационных отчислений от первоначальных капвложений, долл.США.;

P - годовая потребность в энергии на прокачку теплоносителя для гелиосистемы, кВт ч;

C_P - стоимость единицы энергии, долл.США.;

C_{MM} - годовые затраты на материалы для технического обслуживания, долл.США.;

C_{ML} - годовые затраты на оплату рабочей силы для технического обслуживания, долл.США.

Годовые затраты на производство электроэнергии фотоэлектрическими установками определяются из расчётного соотношения

$$C = (C_C A_C + C_E) I + C_{MM} + C_{ML}, \quad (2)$$

Себестоимость производства электроэнергии тепловыми и атомными электростанциями составляет в среднем 0,04-0,05 долл.США за кВт·ч, себестоимость производства одного кДж тепловой энергии колеблется от 0,01 до 0,02 долл.США в зависимости от вида органического топлива.

Себестоимость производства электроэнергии фотоэлектрическими системами составляет примерно от 0,15 до 0,3 долл.США за кВт·ч, а тепловая энергия генерируемая солнечными энергоустановками оценивается примерно в

0,05-0,1 долл.США за кДж и зависит от типа гелиоэнергетических систем и условий эксплуатации [1]. Сравнивая себестоимость электрической и тепловой энергии производимой солнечными энергосистемами мы видим, что в настоящее время они от 3 до 6 раз выше, чем аналогичный параметр у тепловых и атомных электростанций, поэтому первые не смогут составить конкуренцию традиционным производителям энергии в обычных условиях эксплуатации.

Теперь рассчитаем себестоимость производства тепла и электроэнергии традиционными энергоустановками, расположенными в отдалённых и труднодоступных районах при отсутствии магистральных энергокоммуникаций.

Годовые затраты на тепловую энергию, производимую традиционным способом, с использованием органического топлива, определяются по выражению

$$C_{Ad} = C_B I' + Q_A C_F + P' C_P + C'_{MM} + C'_{ML}, \quad (3)$$

где: C_{Ad} - годовые затраты на производство тепловой энергии традиционным способом, грн.;

C_B - стоимость энергоустановки, долл.США;

I' - доля ежегодных амортизационных отчислений от первоначальной стоимости энергоустановки;

Q_A - количество тепловой энергии, полученной от установки, Дж;

C_F - стоимость топлива приходящегося на единицу полученной энергии, с учетом его доставки в отдаленные районы, грн.;

P' - годовая потребность в энергии на прокачку теплоносителя;

C_P - стоимость единицы энергии, долл.США;

C'_{MM} - годовые затраты на материалы для технического обслуживания, долл.США;

C'_{ML} - годовые затраты на оплату рабочей силы для технического обслуживания, долл.США

Формула для расчёта себестоимости электроэнергии будет иметь следующий вид

$$C_{Ad} = C_B I' + Q_{\text{Э}} C_F + P' C_P + C'_{MM} + C'_{ML}, \quad (4)$$

где $Q_{\text{Э}}$ - количество электроэнергии, выработанной установкой.

Учитывая то, что при эксплуатации солнечных энергосистем необходимо иметь дублирующую энергоустановку, работающую на традиционном топливе, которая будет использоваться при отсутствии Солнца, экономический эффект от внедрения гелиоустановки с гелиоколлекторами на базе ВТТ можно определить по формуле

$$\text{Э} = C_{Ad} - (C + C_B I); \quad (5)$$

При практической эксплуатации гелиоэнергетической установки и традиционного производителя энергии равных мощностей их потребность в энергии на прокачку теплоносителя, годовые затраты на техобслуживание и оплату рабочей силы являются примерно одинаковыми [2], следовательно, в наших расчетах принимаем $P=P'$, $C_{MM}=C'_{MM}$ и $C_{ML}=C'_{ML}$.

Тогда (5) принимает вид

$$\text{Э} = Q_A C_F (C_C A_C + C_{ST} + C_E) I - C_B I; \quad (6)$$

Количество энергии полученной от энергоустановки может быть определено [2] соотношением .

$$Q_A = M t, \quad (7)$$

где: M - тепловая мощность энергоустановки, кВт;

t - время работы энергоустановки, ч.

В качестве примера, иллюстрирующего экономическую эффективность эксплуатации гелиоэнергетической установки на базе концентрирующих гелиоколлекторов оснащённых фоклинами, определим экономический эффект от внедрения такой гелиосистемы среднегодовой мощностью 10кВт, производящую горячую воду и пар температурой 120-150°C, для экономики южных регионов Украины.

Согласно [3] среднегодовой тепловой КПД- $\eta_{\text{ср.г.}}$ гелиоустановок на базе вышеуказанных коллекторов составляет около 35%, а среднегодовая мощность солнечного излучения $I_{\text{ср.г.}}$ на территории южных областей Украины,

согласно данным многолетних наблюдений, составляет около 400 Вт/м², продолжительность солнечного сияния в среднем за год составляет 2600ч.

Площадь рабочей поверхности гелиоустановки может быть определена [2] соотношением.

$$A_c = M \cdot n_{\text{ср.г.}} / I_{\text{ср.г.}} \quad (8)$$

Данные о стоимости компонентов гелиоэнергетической установки, оснащенной концентрирующими гелиоколлекторами на базе фоклинов, представленные в [4], приводятся в табл.1. В этой же публикации рекомендована доля ежегодных амортизационных отчислений для гелиоэнергетической установки этого типа равная 0,075 от общей стоимости.

Таблица 1

**Стоимость компонентов гелиотехнической установки
на базе фоклинов мощностью 10 КВт**

Наименование компонентов	стоимость, долл.США
Единица площади рабочей поверхности с учётом силовых конструкций	90
Теплоноситель	15
Резервуар-аккумулятор	400
Теплоизоляция	60
Оборудование и приборы	300

Стоимость традиционной энергоустановки, работающей на органическом топливе мощностью 10 КВт оценивается в 1000-1200 долл.США. Норма ежегодных амортизационных отчислений рекомендована равной 0,06 [4].

Стоимость топлива, затрачиваемого на производство тепловой энергии, определяется соотношением

$$C_F = m \cdot C_T + m \cdot C_D, \quad (9)$$

где: m - масса условного топлива, требуемая для получения единицы тепловой энергии, кг;

C_T - стоимость 1 кг условного топлива;

C_D - стоимость доставки 1 кг топлива.

На выработку 1КДж тепловой энергии требуется 0,1кг условного топлива [2], а стоимость 1 кг условного топлива согласно мировым ценам на 1 августа 2016 г. составляла 0,215 долл.США [5].

Следует отметить, что для отдалённых и труднодоступных районов затраты на доставку топлива будут значительными

Стоимость доставки топлива может быть определена по формуле.

$$C_D = C_A S/G + R/G, \quad (10)$$

где: C_A - стоимость арендной платы автомобиля за 1км пробега, долл.США; .

S - длина маршрута доставки, км;

G - грузоподъёмность автомобиля, кг;

R - дополнительные расходы, связанные с оплатой транспортных парковок, ночлега водителей и пр, долл.США.

Согласно действующим расценкам на транспортные услуги в Украине стоимость арендной платы среднетоннажного автомобиля за 1км пробега составляет около1 долл.США

По оценкам автора, годовой экономический эффект от эксплуатации гелиоэнергетической установки для потребителей, расположенных на юге Украины и находящихся на удалении от магистральных энергокоммуникаций, может составить до 1000 долл.США.

Полученный результат показывает, что гелиоэнергетические установки в условии низких цен на углеводородное сырьё являются экономически рентабельными и при их промышленной эксплуатации может быть получен значительный экономический эффект только при их эксплуатации в отдалённых и труднодоступных районах.

Таким образом, в данной публикации были определены условия использования гелиоэнергетических систем, при которых их эксплуатация будет приносить положительный экономический эффект.

Литература:

1. Матвеев И. Е. Развитие производства энергии из возобновляемых источников энергии в ЕС: задачи и перспективы , «Бюллетень иностранной коммерческой информации», 2010.

2. Богдасаров В.М., Ходжаев А.Ш. Принципы технико-экономических расчетов зеркальных концентрирующих систем солнечных установок. - Тезисы докл. 2 Всесоюзной конференции “Возобновляемые источники энергии“. - Ереван, 28-31 мая 1989. - С.266-267.

3. Смола А., Климкова Е. Графическое и численное моделирование поверхности зонального фоклина // Гелиотехника. - 1991.- № 3. - С.33-38.

4. Мировая энергетика и переход к устойчивому развитию. Л.С. Бекаев, О.В. Марченко, С.П. Пинегин и др. Новосибирск, Наука, 2000.

5. Справочник цен мирового рынка. - М.: Всероссийский научно - исследовательский конъюнктурный институт. МВЭС Р.Ф.- 2016.- Август.- С.38-39

Статья отправлена: 30.09.2016 г.

© Хотин С.Ю., Палагута В.М.