

ОТЗЫВ

на диссертационную работу Тихонова Павла Валентиновича на тему «Обоснование параметров фотоэлектрического теплового модуля», представленную на соискании ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.08 – Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии.

Актуальность темы определяется тем, что развитие энергоисточников на основе ВИЭ является основным трендом развития мировой энергетики. При этом по суммарной установленной мощности солнечное теплоснабжение и фотоэнергетика занимают второе и третье место в мире по использованию ВИЭ. Одним из способов повышения эффективности фотоэлектрических установок является их охлаждение с полезным использованием тепла. Комбинирование в одном устройстве фотоэлектрического модуля и солнечного теплового коллектора является перспективным направлением развития солнечной энергетики.

Целью работы является обоснование параметров и определения режимов работы когенерационного фотоэлектрического теплового модуля (ФЭТМ) для обеспечения эффективного энергосбережения сельскохозяйственных потребителей. Данная цель работы достигнута при успешном решении следующих задач:

- оценено распределение энергии приходящей солнечной радиации в фотоэлектрической панели ФЭТМ;

- обоснована и разработана технологическая схема солнечной когенерационной установки с улучшенными технологическими характеристиками в сравнении с установками с принудительной и естественной циркуляцией теплоносителя;

- обоснованы оптимальные параметры и определен режим ФЭТМ в соответствии с особенностями рабочей схемы когенерационной установки, а также при использовании совместно с тепловым насосом (ТН);

- создана математическая модель, описывающая работу ФЭТМ при функционировании в составе разработанной технологической схемы;

- разработан и изготовлен макет ФЭТМ и комплекс лабораторного оборудования для экспериментальных исследований работы модуля с одновременным мониторингом метеопараметров;

- проведена технико – экономическая оценка различных вариантов использования солнечной когенерационной установке на основе ФЭТМ.

В полной степени обоснована научная новизна работы:

- разработка технологическая схема солнечной когенерационной установки на основе ФЭТМ с разомкнутым контуром и дозированной подачей теплоносителя;

- обоснованы оптимальные конструктивные параметры и технологические рабочие режимы ФЭТМ при функционировании в составе солнечной когенерационной установки;

- создана математическая модель ФЭТМ, определяющая его выработку при работе в составе разработанной технологической схемы;

- проведен комплекс исследований параметров разработанных макетов ФЭТМ и солнечной когенерационной установки;

а также обоснованы следующие выводы диссертационной работы:

- определено распределение солнечной энергии в фотоэлектрической панели, а также подход прогнозирования параметров фотоэлементов в составе ФЭТМ;

- обоснованы оптимальные параметры ФЭТМ в соответствии с особенностями рабочей схемы установки, в том числе при его работе с ТН;

- проведена экономическая оценка различных вариантов использования солнечной когенерационной установки.

Практическая значимость исследований состоит в формировании научно обоснованного подхода к выработке технических условий для разработки опытного образца ФЭТМ, а также для выбора технологических режимов эксплуатации данного модуля в зависимости от различных соотношений производства тепловой и электрической энергии.

Достоверность научных результатов подтверждена экспериментальными данными, полученными на макете солнечной

когенерационной установки на основе ФЭТМ, которые соответствуют теоретическим.

Автором разработан и изготовлен макет ФЭТМ и комплекс лабораторного оборудования для исследования его работы в натуральных условиях. С помощью комплекса проведены экспериментальные исследования работы макета солнечной когенерационной установки на основе ФЭТМ с одновременным мониторингом метеопараметров.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулирована цель и определены основные задачи исследования, отмечена научная новизна работы, приведены основные положения, выносимые на защиту.

Во второй главе «Исследование фотоэлектрического теплового модуля и различных установок на его основе» представлены и описаны распределение энергии в фотоэлектрической панели ФЭТМ, режимы работы и разработанная схема для ФЭТМ, математическое моделирование и результаты теоретических исследований солнечной когенерационной установки, механизм установки слежения за положением солнца, влияние температуры на напряжение холостого хода ФЭП в интервале более высоких температур, чем в ранее проводимых исследованиях, рассмотрены режимы использования ФЭТМ с ТН.

В третьей главе «Исследование экспериментального плоского фотоэлектрического теплового модуля» показаны средства практического исследования гелиоустановок, результаты натуральных исследований работы ФЭТМ, а также солнечной когенерационной установки. Результаты исследований, представленные в данной главе подтвердили перспективность разработанной схемы установки, практичность ФЭТМ и ФЭТУ в целом. Представленные и описанные процессы функционирования ФЭТУ подтверждают эффективную работу в режиме, при котором установка и система автоматики не допускают перегрева ФЭ панели ФЭТМ в течении дня, тем самым обеспечивая высокую выработку электроэнергии. Полученные результаты подтверждают обоснованность практической реализации разработанной схемы.

В четвертой главе «Экономическая эффективность применения фотоэлектрической тепловой установки» выполнен технико – экономический расчет солнечной когенерационной установки на основе ФЭТМ и СК. Установлено, что ФЭТУ экономически эффективна в южных районах России окупаемость установки при сравнении с тарифом на теплоснабжение составляет 13,5 лет, и 10,6 лет при сравнении с тарифом на электрическую энергию.

Вместе с тем по содержанию диссертационной работы имеются следующие замечания:

1. Основной целью создания предлагаемого ФЭТМ является повышение электрического КПД его фотоэлектрической части при отводе и полезном использовании тепла. При теоретическом обосновании указанной цели в главе 2 установлено незначительность повышения КПД. На стр. 65, диссертации на рис. 2.15 приведены расчетные зависимости величин КПД фотоэлектрической части ФЭТМ от средней температуры жидкости в его резервуаре: кривая «2» - с повышением средней температуры жидкости с 20 до 35 °С электрический КПД ФЭТМ понижается с 6% до 5,5%, т.е. всего на 0,5%. На стр. 66, рис. 2.16. приведены расчетные зависимости величин КПД ФЭТМ от температуры жидкости, окружающей среды и интенсивности солнечного излучения. Прямая КПД фотоэлектрической части модуля имеет горизонтальный вид, т.е. КПД не изменяется.

2. При экспериментальном исследовании в главе 3 на стр. 92, (рис. 3.10) указано «Математическая обработка результатов показала, что при 850 Вт/м² и рабочей температуре 35°С электрический КПД установки составляет 4,3%» и далее «ФЭ панель имеет невысокое значение эффективности...» При этом не указано, на сколько повышен электрический КПД по сравнению с неохлаждаемым СЭ.

При исследовании электрической части гелиоустановки на стр. 106-109 указывается без должного обследования и приведения расчетов: «В результате расчетов повышение КПД ФЭ в ФЭТМ (с кристаллическими кремневыми СЭ), работающему в разработанном решении может составить

12-19%». Данный результат не подтвержден и требует более полного обоснования.

3. На стр. 127 диссертации в Заключении в п. 1 указано: «Обоснована и разработана технологическая схема солнечной когенерационной установки на основе ФЭТМ с разомкнутым контуром и дозированной подачей теплоносителя... позволяет ... повысить эффективность производства электроэнергии на 19% за счет снижения потребления электроэнергии на собственные нужды и поддержания постоянной температуры СЭ в течении всего дня.»

Данный вывод не соответствует результатам исследований на стр. 106-109 (повышение КПД фотоэлектрического устройства на 12-19%). Не указано значение повышения электрического КПД при замене циркуляции теплоносителя на циклическую подачу.

4. Предлагаемые конструкции ФЭТМ предполагают комбинацию из охлаждаемого ФЭ устройства и плоского теплового СК. Поэтому правильнее будет сравнить электрический и тепловой КПД ФЭТМ с неохлаждаемым ФЭ устройством и стандартным СК.

5. На стр. 48, 49 диссертации, на рис. 2.7, 2.8 показано, что плоский емкостный абсорбер имеет горизонтальную перегородку, при этом верхняя часть имеет теплоотводящие пластины, что подтверждено на стр. 82 («укрепленных внутри стяжками»). В то же время в разделе 2.5.3., стр. 68-71, разделе 2.5.1 исследуется резервуар без учета указанных перегородок.

6. На стр. 50 диссертации указано, что температура, до которой подогревается жидкость в ФЭТМ, выбирается оператором и обычно составляет 35°C. В большинстве коммерчески доступных ФЭТМ, работающих по схеме с принудительной циркуляцией теплоносителя, жидкость нагревается до температуры 50-60°C, что приводит к снижению их электрической эффективности. При сравнении с данным режимом ФЭТМ (с кристаллическим кремниевым СЭ) при нагреве до 35°C позволяет повысить электрическую эффективность на 9-15%. Таким образом, температура на выходе из ФЭТМ выбрана априори. Отсутствуют расчеты и

экспериментальные данные о фактическом повышении электрического КПД ФЭТМ на 9-15%.

7. В диссертации на стр. 70 при обосновании толщины и высоты резервуара исследуются скорости и температуры воды. Данные параметры являются первичными. Обоснование конструктивных параметров резервуара СК должно быть основано на значении интегрированного теплового КПД по известным методам.

8. На стр.86 диссертации указано: «Использование двух пиранометров позволяет одновременно оценивать плотность потока суммарной и рассеянной или прямой солнечной радиации». При этом на стр. 89 в табл. 32 указаны точности измерений: пиранометра Пеленг СФ-06 – 2%, пиранометра GSM/0-110-10%. При таком расхождении точности измерений двух приборов сопоставление их показаний некорректно. Непонятна, для чего используется два пиранометра.

9. На стр. 103-106 диссертации при исследовании тепловой части гелиоустановок не приведена интегральная кривая тепловой эффективности (КПД), установленная отечественными и зарубежными стандартами. Отсутствует сопоставление испытуемого устройства со стандартным плоским тепловым коллектором.

10. На стр. 110 диссертации в п. 2 выводов указано, что применяется стальной абсорбер, а из стр. 82 следует, что СК выполнен из алюминиевых листов толщиной 1 мм.

11. На стр. 127 п. 4 Заключения диссертации и в п. 4 стр. 24 автореферата указано: «Разработан технологический процесс фиксации СЭ к тепловому абсорберу, обеспечивающий плотный тепловой контакт. Экспериментально установлено, что при интенсивности СИ 1000 Вт/м^2 температуре окружающей среды около 27°C : температуре жидкости в диапазоне $30-55^\circ\text{C}$ разности температур между поверхности ФЭП и абсорбера не превышает 2°C ». Вместе с тем в диссертации разработанный технологический процесс фиксации СЭ к тепловому абсорберу описан недостаточно подробно.

Вместе с тем следует упомянуть, что отмеченные замечания и недостатки не снижают в целом значимость и ценность проделанной диссертантом работы.

С учетом изложенного диссертационную работу Тихонова Павла Валентиновича на тему «Обоснование параметров фотоэлектрического теплового модуля» можно квалифицировать как законченное исследование, выполненное на высоком уровне, соответствующее действующим требованиям ВАК России к кандидатским диссертациям. Данная тема имеет большие перспективы для практического внедрения, а Тихонов П.В. достоин присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.08 Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии.

Доктор технических наук,
профессор кафедры электроники,
теплотехники и ВИЭ Кубанского
государственного аграрного
университета

В.А. Бутузов

Личную подпись тов. _____

Начальник отдела кадров _____

